

TIL EN HISTORIE TEORI
OM NATURERKENDELSE,
TEKNOLOGI OG SAMFUND

PROJEKTRAPPORT:

ERIK GADE, HANS HEDAL,
HENRIK LAU, FINN PHYSANT.

VEJLEDERE:

STIG ANDUR PEDERSEN,
HELGE KRAGH,
IB THIERSEN.

TEKSTER fra

IMFUFA

ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER
INSTITUT FOR STUDIET AF MATEMATIK OG FYSIK SAMT DERES
FUNKTIONER I UNDERVISNING, FORSKNING OG ANVENDELSER



BILAG TIL IMFUFATEKST NR. 38:

Rettelser til de mere væsentlige fejl i rapporten

- bilag: 5.lfo. Vores historiske → Vores historieteore-
tiske
- s.6 nederst Læsevejledning: I projektet er brugt to
forskellige typer notehenvvisninger; lit-
teraturhenvvisninger: eks. /1, s 619/
Tallet 1 refererer til den benyttede lit-
teratur, som er opført på en nummereret
liste sidst i hvert kapitel. Ligeledes
er almindelige noter dvs. kommentarer
til teksten, som feks. (3), anført efter
hvert kapitel.
- s. 10, 12.lfo. $P + P \rightarrow P + \Delta P$.
- s. 12, 2.lfo. kapital, som → kapital, som han lader
indgå i en produktionsproces, betragtes
scm
- s. 14, 16.lfo "bibringelsestrangen i genske → "berigel-
sestrangen i ganske
- s. 22, 12.lfo brugerens → brugens
- s. 24, 25.lfo besikker → besidder
- s. 24, 7.lfn investeres i forhold → investeres i (alt-
så blandt andet varen arbejdskraft). Med
tilstedeværelsen af disse forhold
- s. 29, 2.lfn scm ingen atomisering → som igennem ato-
misering
- s. 32, 7.lfn abstrakte → udstrakte
- s. 35, 3.lfo Den formelle reduktion af brugsværdi-pro-
duktion → Den formelle reduktion af brugs-
værdien i værdiformen forstærkes, idet na-
turen bliver genstand for merværdi-produk-
tion,
- s. 37, 13.lfn $P + P \rightarrow P + \Delta P$
- s. 53, 12. lfo at de blev repræsentere → UD!
- s. 59, 2. lfo inden → ingen

| | |
|----------------|--|
| s. 62, 17.1fn | dampe → pumpe |
| s. 62, 16.1fn | (1) → UD! |
| s. 66, 15.1fo | bevægede → bevægende |
| s. 82, 21.1fn | jernbaneindustrien → jernproduktionen |
| s. 84, 3. lfo | den ekspanderende blev → den ekspanderende damp blev |
| s. 84, 20.1fo | som skulle til produktionsprocessens stadig → som skulle til for at formidle den abstrakte naturvidenskab til produktionsprocessens stadigt |
| s. 84, 21.1fn | den roterende i adstrakt → Watt's rotationsmaskine i udstrakt |
| s. 91, 10.1fn | af de teknologiske konkurrence → af de teknologiske innovationer i opgangsfasens teknologiske konkurrence |
| s. 97, 6.1fo | kapital → kapitel |
| s. 101, 24.1fo | furnace molten → furnace could not exceed the amount of molten |
| s. 106, 20.1fn | at der på under den og mere → at der var andre og mere |
| s. 107, 16.1fo | rollong were → rolling mills on to steel works, British rerollers were |
| s. 107, 18.1fo | to sammenslutninger for → to former for |
| s. 109 | ANDEN TABEL FALDER UD! |
| s. 109, 9.1fn | niveau: → niveau, som var karakteriseret ved en dampmaskinel produktion af dampmaskiner /12, s.112/, ligeledes udvidedes arbejdsstyrken kvantitativt på dette nye teknologiske niveau: |
| s. 111, 17.1fn | materiel accelererede → materiel kunne importeres, accelererede |
| s. 116, 17.1fn | natriumkarbonat → natriumbikarbonat |
| s. 117, 9.1fn | forædlede → forældede |
| s. 117, 6.1fn | their native → their best German scientists to the enterprises of their native |

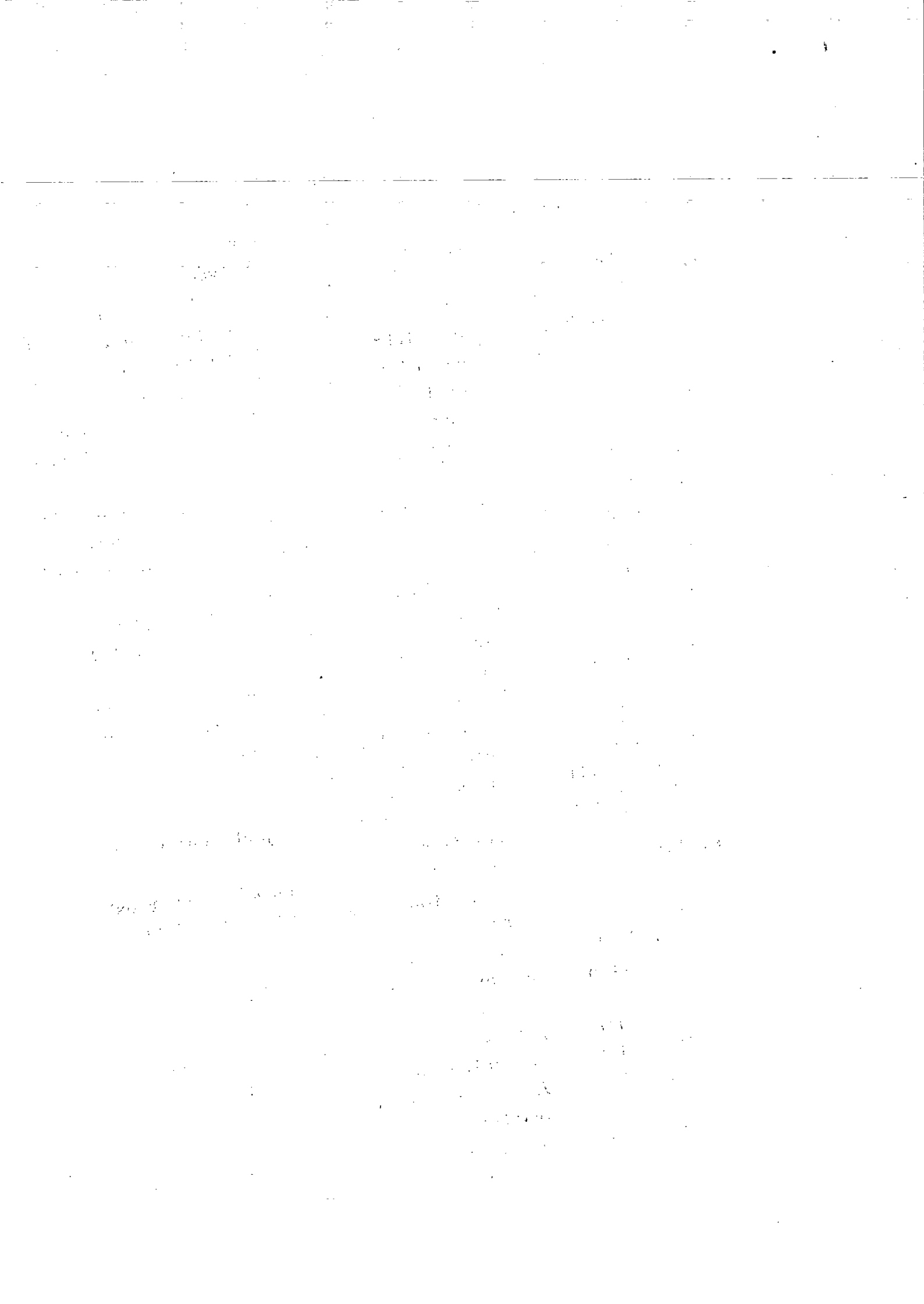
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

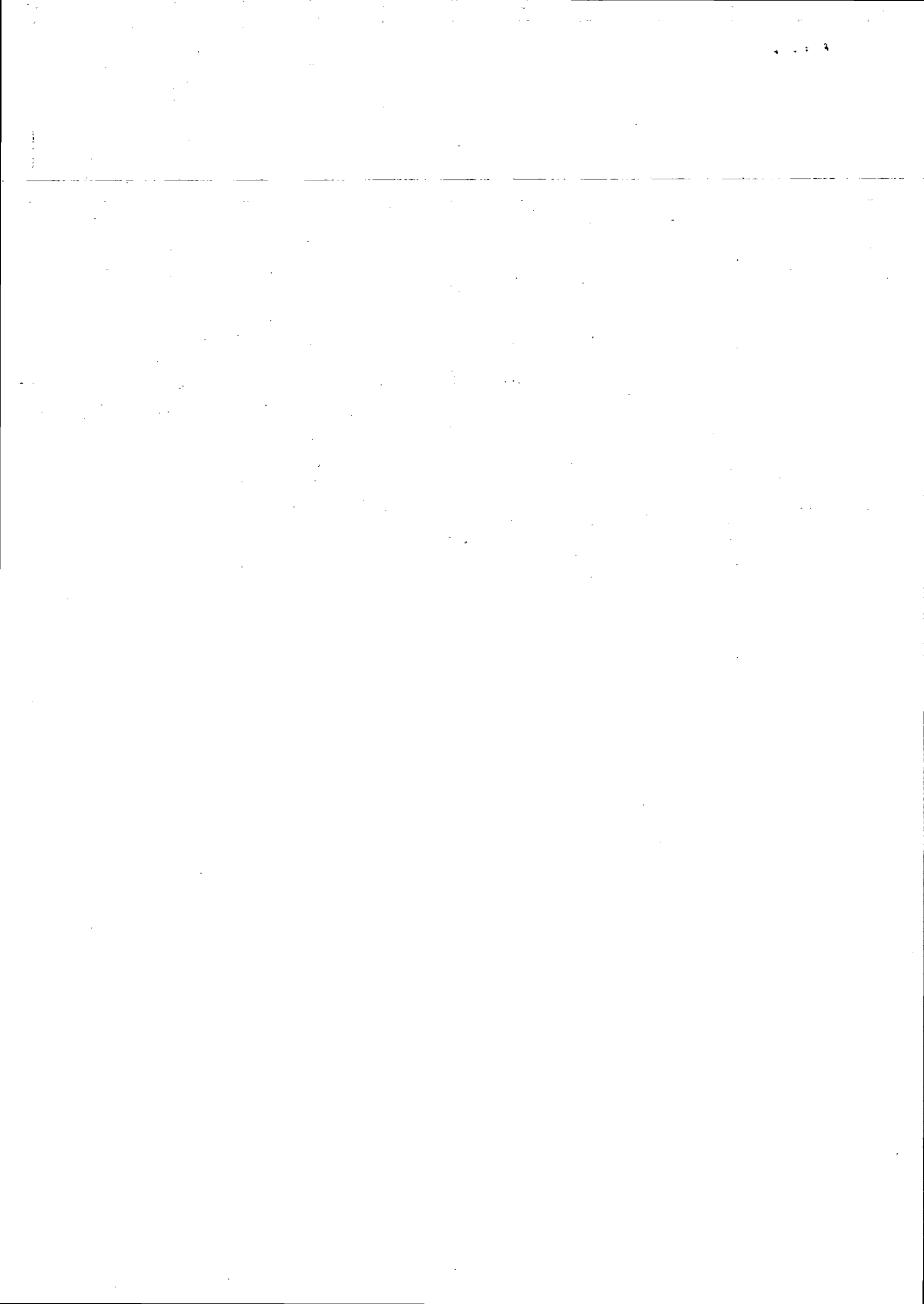
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

- s. 128, 13.lfo forhøjelse af det niveau → forhøjelse af det teknologiske niveau
- s. 128, 22.lfn tilmed så → tilmed hurtigt på dette tidspunkt, i og med en del nye industrier så
- s. 130, 8. lfn en tidligere → en ikke tidligere
- s. 133, 16.lfn lay major → lay not in any major
- s. 134, 16.lfn britisk prisaftaler → britisk Leblanc-industri i en stor trust. Derefter lavede denne prisaftaler
- s. 136, 1. lfn fra £437000 til → fra £437000 i 1903 til
- s. 144, 14.lfn og den anden orden → og at den orden
- s. 145, 16.lfo om nødvendigheden → om og på nødvendigheden
- s. 149, 12.lfn særegenheder. → særegenheder udgrænset.
- s. 157, 9. lfo fænomen så → fænomen, der i hvertfald var kendt, så
- s. 160, 1. lfo stenen. → stenen af udstrømninger fra jernet forårsagede, at jernet blev trukket imod magnetjernstenen.
- s. 161, 2. lfo genidealiserer → idealiserer
- s. 162, 13.lfn avlede → avlende
- s. 163, 28.lfn when. → when this magnetstone was put under them.
- s. 165, 3.lfo traces of fire → traces of sulphur exhaling noxious fumes. These are signs of fire
- s. 165, 26.lfo Olinius → Plinius
- s. 169, 5.lfn som er det kapitalismens → som er kapitalismens
- s. 175, 8.lfo periode for brydning → brydningsperiode
- s. 179, 9.lfn grænsningsland → græsningsland
- s. 194, 4.lfo Vrid-(son-)kraften → Vridnings(sno-)kraften.
- s. 202, 5.lfo Green idgangsåimlt o Æapæces pg → Green udgangspunkt i Laplace's og



- s. 213,7.lfo nemlig bevæget elektricitet → UD!
- s. 215,14.lfo $K = \rightarrow K = \epsilon/c_0$
- s. 219,19+17.lfn TO ERSTATTES MED KVADRATROD TO
- s. 220,21.lfo diamagnetiske → diamagnetiske stoffer
- s. 220 DE NEDERSTE ELLEVE LINIER STARTENDE
MED: "Efter 1870..." FALDER UD!
- s. 232,4. lfo matematikere/fysikere → matematikere/
historikere

111



BILAG:

Projektbeskrivelse.

Det foreliggende projekt er en fagkombination/fagintegration af fagene fysik, matematik og historie. Som projekttitlen siger, er projektet et forsøg på at udvikle en ansats til en historieteori om sammenhængen mellem naturerkendelse, teknologi og samfund. Vores historiske grundlag er "kritikken af den politiske økonomi", og på dette bygger vi nogle mere specifikke hypoteser, om hvorledes teknologi og specielt naturerkendelse er determineret af samfundets økonomiske grundlag, dvs. af om samfundet er kapitalistisk eller førkapitalistisk. Som illustration/verifikation af de opstillede hypoteser er projektet opdelt i to empirisk/analytiske dele. Hvoraf den ene er en gennemgang af Storbritanniens økonomisk-teknologiske historie fra et feudalsamfund ca. år 1200 til et udviklet kapitalistisk samfund ca. 1900. Den anden del er en gennemgang af en naturerkendelsesgrens udvikling fra førkapitalismen til den udviklede kapitalisme. Der er her tale om en gennemgang af en naturerkendelse med et bestemt genstandsområde, nemlig elektricitets- og magnetismeerkendelse fra ca. 600 år før vor tidsregning til ca. 1900 i vor tidsregning.

TIL EN HISTORIE TEORI OM NATUR-
ERKENDELSE, TEKNOLOGI OG SAMFUND.

AF

ERIK GADE

HANS HEDAL

HENRIK LAU

FINN PHYSANT

FORDORD

Vi har som projektgruppe arbejdet med denne rapport i perioden september 1979 til december 1980. Vi er: Hans og Finn, der begge studerer fysik og historie, Erik, der studerer matematik og historie og Henrik, der studerer matematik og datalogi. Rapporten er udført indenfor rammerne af de studiemæssige bindinger for ét modul på RUC's gymnasielæreruddannelse ifagene: fysik, matematik og historie. De konkrete moduler vi indfrier på de enkelte fag, er bredde-modulet i fysik, modul 3 på matematik og modul 2 på historie. I projektarbejdet har vi modtaget lærervejledning fra Ib Thiersen i historie, Helge Kragh i fysik og Stig Andur Pedersen i både matematik og fysik.

Under udarbejdelsen af projektet har en del personer hjulpet os. Først og fremmest en tak til Dorte Phaff Ussing der har deltaget som aktivt gruppe-medlem under det første års forløb af projektarbejdet. Endvidere tak til Niels Christian Nielsen, der har været os behjælpelig med dels arbejdets teori-dels arbejdets naturerkendelsesmæssige aspekter. Anders Hede Madsen har hjulpet os med bearbejdningen af Green's matematiske arbejder - tak til ham! Også en tak til Lise Odgaard Gade og Frank Ludvigsen for maskinskrivnings-assistance.

RUC 22/12/80

INDHOLD:

| | |
|-----------------|----|
| Forord..... | 2. |
| Indhold..... | 3. |
| Indledning..... | 4. |

DEL I

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 1. Teori..... | 8. |
| 1.1. Indledning..... | 9. |
| 1.2. Kapitalens udviklingslogik..... | 9. |
| 1.3. Udviklingen i naturforhold..... | 17. |
| 1.4. Sammenfatning..... | 37. |

DEL II

| | |
|---|------|
| 2. Den industrielle revolutions forhistorie..... | 45. |
| 2.1. Det engelske feudalsamfund..... | 46. |
| 2.2. Opkomsten af det borgerlige samfund..... | 56. |
| 2.3. Konklusion..... | 66. |
| 3. Den første industrielle revolution 1770-1848..... | 68. |
| 3.1. Indledning til de industrielle revolutioner..... | 69. |
| 3.2. Den engelske totalkapitals akkumulationsbevægelse..... | 70. |
| 3.3. Akkumulationsbevægelsens indvirkning på branchestrukturen..... | 73. |
| 3.4. Konklusion..... | 91. |
| 4. Den anden industrielle revolution 1848-1896..... | 94. |
| 4.1. Den engelske totalkapitals akkumulationsbevægelse..... | 95. |
| 4.2. Akkumulationsbevægelsens indvirkning på branchestrukturen..... | 97. |
| 4.3. Konklusion..... | 123. |
| 5. Opgangsfasen 1896-1914/18..... | 127. |
| 5.1. Den britiske totals akkumulationen 1896-1914/18..... | 128. |
| 5.2. Akkumulationsbevægelse og branchestruktur..... | 130. |
| 6. Konklusion på del II..... | 141. |

DEL III

| | |
|---|------|
| 7. Teoretisk resume..... | 147. |
| 8. Prækapitalistisk elektricitets- og magnetismeerkendelse..... | 156. |
| 8.1. Elektricitets- og magnetismeopfattelse i antikken..... | 157. |
| 8.2. Interimperioden, 400-1100..... | 168. |
| 8.3. Konklusion..... | 170. |
| 9. Optakten til den naturvidenskabelige revolution..... | 173. |
| 9.1. Petrus Peregrinus..... | 177. |
| 9.2. Girolamo Cardano..... | 179. |
| 9.3. William Gilbert..... | 180. |
| 10. Kapitalistisk elektricitets- og magnetismeerkendelse..... | 187. |
| 10.1. Indledning..... | 188. |
| 10.2. Fra Gilbert til Coulomb..... | 190. |
| 10.3. Potentialteori..... | 193. |
| 10.4. Ørsted..... | 210. |
| 10.5. Precht1, Biot, Savart og Ampere..... | 211. |
| 10.6. Faraday..... | 214. |
| 10.7. Den tyske skole..... | 217. |
| 10.8. Maxwell..... | 221. |
| 10.9. Konklusion..... | 225. |
| 11. Efterskrift..... | 230. |
| LITTERATURLISTE..... | 233. |

INLEDNING

Titlen på dette projekt er "Til en naturerkendelse, teknologi og samfund". Indledningssvis skal bemærkes, at vares anvendelse af begrebet "naturerkendelse" er i bred forstand, hvilket vil sige, at udover at dække naturvidenskab, omfatter det også alle andre naturerkendelsesformer, så som håndværksmæssig erfaring.

Grundene til at tage et sådant profekt vedrørende relationerne mellem naturerkendelse, teknologi og samfund i historisk perspektiv op er flere. Først og fremmest er vi i denne arbejdsgruppe 4 personer med naturvidenskabelig baggrund i traditionel forstand. Det vil sige at den omfattelse af naturvidenskaberne vi kender fra gymnasiet/HF er en opfattelse af naturvidenskaberne som løsrevet fra den samfundsmæssige udvikling, og dette gælder selvfølgelig især de "hårde" eksakte naturvidenskaber, fysik og matematik.

Vi har altså et behov for at bevidstgøre os selv om relationerne mellem naturerkendelse (herunder naturvidenskab), teknologi og samfund i historisk perspektiv. For at kunne begribe disse relationer, mener vi det er af stor betydning at forstå hvorledes overgangen fra det førkapitalistiske samfund til det kapitalistiske indvirker på naturerkendelsens og teknologiens historiske udvikling.

Dette projekt som hovedsageligt beskæftiger sig med overgangen fra førkapitalismen til kapitalismen, og dennes samfundsmæssige etablering, er det første af to projekter, som vi har planlagt at lave i vores uddannelse. Det andet, endnu ikke påbegyndte projekt, skal være en analyse af relationerne mellem naturvidenskab, teknologi og samfund i det 20. århundredes kapitalistiske samfund. I dette kommende projekt vil vi specielt beskæftige os med matematik og fysiks teknologiske anvendelse i de t 20. årh. Heri ligger også den pointe, at få en indre sammenhæng i vores studieforløb.

Af andre grunde til at tage sådant projekt op er, at vi følegr en gymnasielæreuddannelse og der er derfor stor sandsynlighed for, at vi sidenhen skal finde ansættelse i dette erhverv. Projektarbejdet skal derfor også bruges til at udvikle vores kvalifikationer til en fremtidig tværfaglig gymnasielæres praksis i fagene fysik, matematik og historie. I fagene fysik og matematik vil vi bruge vores historiske viden i et opgør med den nævnte traditionelle fagdisciplinopsplitning og i stedet formidle en forståelse af naturerkendelse, teknologi og samfund som sammenhængende størrelser, der udgør en samfundsmæssig helhed, i hvilken naturerkendelsen og teknologi spiller en stadig større rolle. Ligeledes vil vi i faget historie formidle en forståelse om at naturerkendelsen og teknologien er stadig mere afgørende komponenter i vort naturvidenskabeligt/industrielle samfunds virkemåde.

I gruppen har vores udgangsdiskussion kredset om begreber som: "opkomsten af videnskabsbaseret teknologi", "videnskabeliggørelse af produktionen" eller "naturvidensakben som produktivkraft". Vi mener, at den historiske proces, som disse begreber betegner, er en meget vigtig forudsætning for den stoflige udformning og funktionsmåden af det 20. århundredes samfund. Denne proces, som altså er inddragelsen af naturvidenskab i større stil aom teknologi i produktionen, har bl.a. haft: 1; den høje materielle levestandard i I-landene, 2; menneskets stigende fremmedgørelse over for dets eget samfund, 3; kapitalismens store overlevelsessevne, som konsekvenser. I Europa var den historiske baggrund for den nævnte proces den feudale produktionsmåde, som var den historiske forudsætning for kapitalismen.

Den måde som den feudale produktion var opdelt på i land og by, var for det første et agerbrug, der var karakteriseret ved primitive arbejdsmidler: segl, oksetrukne tråpløve ovs., med en betydelig hjemmeproduktion først og fremmest beregnet for selvforsyning af fæstebondens hustand og husholdning. I byen var produktionen en håndværksmæssig småborgelig produktionsform. Begge disse produktionsformer var udelukkende erfaringsbaseret, dvs. baseret på erfaringer fra den umiddelbare praksis

i produktionen. Naturen blev således erkendt gennem arbejdsprocessens erfaring. Hvorimod den spekulative naturerkendelse var hovedsagelig henvist til en af-sides tilværelse i klostrene i den tidlige middelalder, fjernet fra den almindelige praksis. Det var denne lavproduktive feudale produktionsmåde, som kapitalen forefandt, og det var denne, som den måtte opløse, omforme og underordne i sin tvangsmæssige søgen efter profit.

For at forøge sig selv var kapitalen nød til at omforme produktionsprocessen. I første omgang var det ved en ændring af organisationen i arbejdsprocessen, senere ved en håndværksmæssig forbedring af teknologien og til sidst ved en massiv inddragelse af naturvidenskab som produktivkraft (som arbejdsproduktivtetsfremmende middel), for at sænke værdien af de produkter, der skal til for at reproducere arbejdskraften og dermed arbejdskraftens værdi, således at merværditilægnelsen og profitraten steg.

Inddragelsen af naturvidenskab som produktivkraft foregik først og fremmest ved inddragelsen af fysik og kemi, og denne inddragelse kunne antage forskellige former og være mere eller mindre løs og ufuldstændig, ihvert fald i starten. Men som Bernal udtrykker det:

"Elektricitetens og megnetismens historie er det første eksempel i historien på et rent videnskabeligt område omformet fra eksperimenter og teorier til industri i stor stil. Den elektriske industri er nødvendigvis videnskabelig tværs igennem. Samtidigt finder vi her det mest uigendrivelige eksempel på hvordan videnskabelig forskning med et slag kan gå over i ingeniørpraksis."/1, s 619/.

El- og magnetismelærens anvendelse var altså det første tydelige og klare udtryk for, at naturvidenskaben havde fået en kvalitativ ny stilling i forhold til produktionen.

Ud fra disse overvejelser formulerede vi følgende, almene problem; Hvad er den historiske sammenhæng mellem naturerkendelse, teknologi og samfund? Selve besvarelsen af dette problem foregår som allerede nævnt ikke bare i dette projekt, men også i et kommende, hvor vi specielt vil behandle det 20. årh.

Inden for dette projekts rammer opstillede vi oprindeligt følgende problemer: Hvad er det for samfundsmæssige processer, der betinger opkomsten af videnskabsbaseret teknologi?

Hvorfor anvendes der teknologi og naturvidenskab i produktionen?

Og dermed;

Hvorledes udvikler teknologi sig overhovedet rent historisk?

Er inddragelsen af stadigt mere effektive teknologiske innovationsmetoder, så som naturvidenskab, blot og bar tilfældige bigivenheder rent samfundsmæssigt?

Eller;

Hvorledes udvikler naturerkendelsen sig overhovedet rent historisk?

Er naturerkendelsen da en fra produktionen fuldstændig løsrevet størrelse, der udvikles egenlogisk?

Der udkrystalliseres heraf to problemer: 1) Påtvinger kapitalens udvikling naturerkendelsen bestemte udviklingstendenser under kapitalismens samfundsmæssige etablering, igennem kapitalens krav om fremadskridende akkumulation? Dvs. igennem akkumulationstvængens stadige krav om innovation af arbejdsprocessen.

2) Bestemmer overgangen fra førkapitalisme til kapitalisme en forandring i naturerkendelsens historiske form?

Hele del II af denne rapport, udgør en besvarelse af problem 1. Vi vil her beskrive de af kapitalens akkumulations nødvendiggjorte kvalitativt forskellige innovationsformer i arbejdsprocessen. Der er tale om fire faser;

1) umiddelbar erfaringsbaseret innovationsform, 2) almen ingeniørerfaringsbaseret innovationsform, 3) videnskabsbaseret innovationsform, og 4) målrettet/systematisk videnskabsbaseret innovationsform. Denne eftervisning udføres med Storbritanien som omdrejningspunkt. Idet Storbritanien var udgangspunkt for den industrielle kapitalisme på verdensplan.

Hele del tre af denne rapport, udgør en analyse af relationerne mellem naturerkendelse og samfund i et historisk perspektiv hvor vi vil besvare problem 2. Vi vil her beskrive hvorledes opkomsten af kapitalistiske samfundsforhold rent faktisk producerer den kapitalistiske naturvidenskab ud fra den prækapitalistiske spekulative naturerkendelse. Denne eftervisning udføres for el- og magnetismelærens udvikling.

Den foreløbige svarhypotese vi har på de opstillede problemer er: Det var kapitalismens udviklingslogik der nødvendiggjorde denne udvikling af naturerkendelse og teknologi.

I hele første halvdel af denne rapport, opstiller vi en almen teori for de historiske sammenhænge mellem naturerkendelse, teknologi og samfund. Det teoretiske udgangspunkt er dels "Kritikken af den politiske økonomi" og dels Niels Christian Nielsens; "Den moderne naturvidenskabs samfundsmæssige konstitution i kapitalismen og selvstændiggørelsen som træk ved dens tidlige institutionalisering". Det er denne første del, der danner udgangspunkt for analysen af de opstillede problemer, som vi leverede en hypotese som svar på. Denne hypotese forsøges verificeret ved bearbejdning af historiske/empiriske data, eventuelt med modifikation af hypoteser som resultat.

Litteratur:

1. Bernal, J.D. "Videnskabens historie", bind 2.
Pax Oslo 1978.

DEL I

"DEN MÅDE, HVORPÅ DET MATERIELLE LIV
PRODUCERES, BETINGER DEN SOCIALE,
POLITISKE OG ÅNDELIGE LIVSPROCES
OVERHOVED."

/K. MARX: FORORDET TIL "KRITIKKEN
AF DEN POLITISKE ØKONOMI" S. 13/

KAPITEL I

TEORI.

1. Indledning.
2. Kapitalens udviklingslogik.
 1. Den iboende værdiforøgelsestvang
 2. Den kapitalistiske produktionsproces som enhed af arbejds- og værdi-
øgningsproces.
 3. Måder at forøge værdi på.
 4. Kapitalens akkumulationsproces.
3. Udvikling i naturforhold.
 1. Prækapitalismen
 1. Prækapitalismebegrebet.
 2. Mangelen på en udviklingsdynamik.
 3. Prækapitalistisk naturforhold.
 2. Den oprindelige akkumulation.
 1. Naturforholdets ændring.
 3. Kapitalismen
 1. Simpel Kooperation.
 2. Manufaktur.
 3. Storindustri.
 4. Naturvidenskaben.
 1. Etableringen af kapitalens teknisk-instrumentelle naturforhold.
 2. Den institutionaliserede naturvidenskab.
 - Kapital og offentlighed
 - Naturerfaring og offentlighed.
4. Sammenfatning.

1.1. Indledning.

I dette kapitel vil vi ansatsvis udvikle og opstille en helhedsteori om relationerne mellem naturerkendelse, teknologi og samfund set i historisk perspektiv. Med denne hensigt forholder vi os til den i indledningen afgivne formålserklæring, som går ud på at bevidstgøre os selv om disse relationer. Som vores teoretiske grundlag har vi valgt "kritikken af den politiske økonomi", der i hovedtræk er en teori om de tvangsmæssige udviklingsnødvendigheder, som kapitalens udvikling fra kimform til samfundsmæssigt fænomen påtvinger samfundsudviklingen. Specielt har kapitaludviklingens direkte og indirekte tvangsmekanismer over for naturerkendelsens, teknologiens og innovationsformernes historiske udvikling interesse med henblik på formålserklæringen og den/de opstillede problemformuleringer. Udgangspunktet vil i dette kapitel blive taget i fremstillingen af de almene træk ved de førkapitalistiske samfund. Disse vil vi bruge til især at kontrastere med udviklingstræk i kapitalismen, for at vise den radikale indflydelse kapitaludviklingen har på samfundsudviklingen og selvfølgelig især på den historiske udvikling af naturerkendelse, teknologi og innovationsform. Hovedvægten vil dermed i dette kapitel blive lagt på at specificere/præcisere teorien, således at den bliver mere sensitiv over for de nævnte tre genstandsfelter. De i teorien opnåede specificeringer bruges til at nuancere den på forhånd opstillede svarhypotese/arbejdshypotese, sådan at denne i højere grad bliver empirisk testbar.

1.2 KAPITALENS UDVIKLINGSLOGIK.

I dette afsnit skal redegøres for kapitalens iboende lovmæssigheder af expansiv karakter. Først skal det argumenteres, hvorledes den blotte eksistens af rigdom på formen penge vil føre til, at disse før eller siden akkumuleres uafbrudt. Denne iboende tendens skal betegnes kapitalens værdiøgningstvang. Dernæst fremføres forskellige måder hvorpå denne ekspansion, eller rettere værdiøgning kan foregå. Tilsidst beskrives alment, hvilke konsekvenser denne ekspansive værdiøgningstvang har for arbejdsprocessen i kapitalistisk regi.

1.2.1. Den iboende værdiforøgelsestvang.

Den simple vareomsætning.

Vareomsætningens umiddelbare form er $V - P - V$ relationen, forvandling af vare til penge og forvandling tilbage til vare, sælge for at købe. Her modsvarer og afsluttes modtagelsen af penge for vare, med udbetaling af penge for vare.

$V - P$ relationen kan f.eks. være udvekslingen af korn for penge, og $P - V$ relationen udvekslingen af penge for en frakke.

Pengene udveksles definitivt fra en hånd til en anden, der foregår en pengecirkulation. Varen i kredsløbet udgår fra en omsætning og indgår i forbrug, brugsværdi er målet, idet varene er kvalitetstvist forskellige, og relationen er en produktudveksling.

Den almene formel for kapitalen.

Ved siden af den simple vareomsætning finder vi en anden, den almene formel

for kapitalen: P - V - P, denne betegner en omsætning, hvor det er pengene, der skifter plads to gange. Køberen får varen fra sælgerens hånd og overgiver den videre til en anden købers hånd. P - V relationen betegner køb af vare fra sælgers hånd, og V - P relationen betegner salg af vare til købers hånd.

Den samlede relation, P - V - P, af V - P relationen, hvor penge udveksles for en vare, og modsvaret af P - V relationen, hvor varen udveksles for penge, er altså pengecirkulation. Ledemotivet og bestemmende formål for denne er her bytteværdien, og målet er således midlet for at starte en ny relation.

P - V - P relationen synes dog meningsløs, hvis ikke pengesummerne adskiller sig kvantitativt fra hinanden, således at der tilslut tages flere penge ud af omsætningen end der bliver kastet ind i den. Den meningsfulde og fuldstændige form bliver derfor P - V - P', hvor P' er P + P, dvs. lig den oprindeligt udlagte pengesum plus tilvækst. (1).

Pengenes cirkulation, gennem køb af vare og stadig udveksling af vare for penge realiserer pengene som kapital. Denne pengenes cirkulation som kapital har kun værdiøgning som formål, og må derfor hele tiden fortsætte, for at målet realiseres /4, s /.

1.2.2 Den kapitalistiske produktionsproces som enhed af arbejds- og værdiøgningsproces.

Det næste skridt i analysen er at afklare hvor/hvordan P kan blive større end P i den kapitalistiske produktionsproces. Her vil vi se nærmere på produktionsprocessen, bestående dels af en arbejdsproces og dels af en værdiøgningsproces.

Arbejdsprocessen.

I første omgang vil vi se på arbejdsprocessen uafhængigt af den særlige form den antager under givne sociale betingelser. Arbejdsprocessen består af tre elementer: 1) arbejdet selv 2) arbejdsgenstanden og 3) arbejdsmidlerne (arbejdsredskaberne)/4, s 303/.

I arbejdsprocessen fremkalder menneskets virksomhed, arbejdet, via arbejdsredskabet, en ting eller kompleks af ting som arbejderens skylder ind mellem sig og arbejdsgenstanden, produkter. Dette produkt er en brugsværdi, et naturstof der gennem formændring er blevet tilpasset menneskelige behov. Arbejdsgenstanden kan enten være genstande leveret af naturen, fisk, malm, etc. eller råmaterialer, dvs. at genstanden gennem arbejde har undergået en vis forandring. Foruden arbejdsredskabet består arbejdsmidlerne også af bygninger, veje etc. Arbejdsprocessen er altså en formålsrettet virksomhed, med det sigte at fremstille brugsværdier, tilegnelse af naturstof til opfyldelse af menneskelige behov. Denne struktur ændre sig ikke, ved at arbejderen udfører den for kapitalisten og ikke for sig selv. Arbejdsprocessen under kapitalismen viser to karakteristiske træk: For det første: Arbejderen arbejder under kapitalistens kontrol, og hans arbejde tilhører kapitalisten. Kapitalisten passer på, at arbejdet bliver udført på en ordentlig måde, og at produktionsmidlerne bliver anvendt formålstjenligt, at der altså ikke går mere råmateriale til spilde end højst nødvendigt, og at arbejdsredskabet skånes, dvs. at det kun bliver ødelagt i det omfang, som dets anvendelse i arbejdet nødvendiggør./4, s 306/.

For det andet: Produktet er kapitalistens ejendom, ikke den umiddelbare producent eller arbejderens. Kapitalisten køber arbejdskraft til dens værdi, anvender den som enhver anden vare. Anvendelsen af varen tilhører køberen af varen, og

ejeren af arbejdskraften afleverer i virkeligheden kun den af ham solgte brugsværdi, når han afleverer sit arbejde. For kapitalisten er arbejdsprocessen kun konsumtion af den af ham købte vare, nemlig arbejdskraften, som han dog kun kan konsumere, når han føjer produktionsmidler til.

Værdiøgningsprocessen.

Produktet, der er kapitalistens ejendom, er en brugsværdi, f.eks. garn eller støvler. I vareproduktionen er brugsværdiens på ingen måde målet med processen.

"Brugsværdien bliver kun produceret af kapitalisten, fordi og for så vidt de udgør det materielle substrat for bytteværdi, eller sagt med andre ord: er bærere af bytteværdi." /4, s 313/.

Der er to ting kapitalisten har for øje. Dels at producere en brugsværdi, der har bytteværdi, dvs. kan sælges, dels vil han producere en vare, hvis værdi skal være højere end den samlede værdi af de vare, der medgår til dens produktion, dvs. produktionsmidlerne og arbejdskraften.

"Han vil ikke blot producere en brugsværdi, men også en vare, ikke kun brugsværdi, men også værdi, og ikke blot værdi, men også merværdi." /4, s 313/.

Hvorledes opnår kapitalisten denne merværdi. Et produkts værdi er bestemt af den mængde arbejdstid, der er materialiseret i dene bytteværdi, der under givne sociale betingelser er nødvendige for dens produktion, og den værdimængde produktionsmidlerne overfører til produktet. Den værdimængde produktionsmidlerne overfører til produktet, analyserer Karl Marx i Kapitalens 1. bog kap. 13, og når frem til, at de aldrig tilføjer mere værdi, end de i gennemsnit mister ved at blive forbrugt, de er ikke merværdiskabende.

Arbejdskraftens værdi er bestemt af værdien af de livsfornødenheder, der efter sædvanen er nødvendige for gennemsnitsarbejderen. Mængden af disse livsfornødenheder, selv om deres form kan variere i en bestemt epoke, må antage en konstant størrelse, det som varierer, er værdien af denne mængde. Arbejdskraftens daglige vedligeholdelsesomkostninger og dens daglige anvendelse, det levende arbejde, som den kan yde, er to vidt forskellige størrelser. Den første bestemmer dens bytteværdi, den anden udgør dens brugsværdi. Værdien af arbejdskraften, og den værdi, som arbejdskraften skaber under arbejdsprocessen er altså to forskellige størrelser. /4, s 322/.

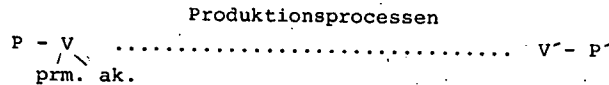
Det er denne pifference, kapitalisten har for øje, da han købte arbejdskraften. Loven om bytte af ækvivalenter, bliver på ingen måde krænket, da arbejdskraften bliver købt til sin værdi. Det er først ved anvendelsen af arbejdskraften brugsværdi i produktionsprocessen merværdi skabes. Hvis arbejderen kun arbejder indtil hans arbejdskraftsværdi er erstattet med en lige så stor værdi (nødvendig arbejdstid), så modsvares den nye værdi den værdi, som er indskudt ved købet af arbejdskraften. Beskæftiges arbejdskraften udover dette tidspunkt, så forøges den indskudte værdi, der produceres merværdi, en værdiøgningsproces.

Den kapitalistiske produktionsproces.

Vi kan nu uddybe kapitalens almene formel $P - V - P'$. Vores Kapitalist er i besiddelse af en sum penge, som han køber varen (V) for, produktionsmidler

(prm), der kaldes konstant kapital, og arbejdskraft (ak.), der kaldes variabel kapital, som en enhed af en arbejdsproces og en værdiøgningsproces.

Som vi har set, opstår merværdien i værdiøgningsprocessen, derved kan produktets værdi blive større end de indskudte varer. Kapitalisten skal nu sælge sine produktet på marked, for at få realiseret merværdien i penge, og kredsløbet kan tage en ny begyndelse.



1.2.3 Måder at forøge værdi på.

Ud fra betragtningen af produktionsprocessen kan vi se, at den kapitalistiske produktion ikke blot er produktion af brugsværdi, men ifølge sit væsen er produktion af merværdi. Merværdien kan forøges på to måder, relativt og absolut.

Den absolutte merværdiproduktion.

Om den absolutte merværdiproduktion skriver Marx:

"Produktionen af den absolutte merværdi består i, at arbejdsdagen forlænges ud over det punkt, hvor arbejderen kun har produceret et ækvivalent for værdien af sin arbejdskraft, og at kapitalen derpå tilegner sig dette merarbejde./4; s 724/.

Øgningen af den absolutte merværdiproduktion, vil derfor bestå i at arbejdsdagen forlænges ydeligere, men der vil dog være en grænse for hvor meget arbejdsdagen kan forlænges, fastsat af arbejderens absolutte minimums reproduktionstid.

Den relative merværdiproduktion.

At forøge merværdien relativt, gøres ved at producere mere i den samme tidsenhed, således at den samlede produktion tilføjes den samme værdi som tidligere, omend den uforandrede bytteværdi udtrykker sig mere i brugsværdi end tidligere, omend værdien af de enkelte vare antager. Det nødvendige arbejde forkortes herved, idet arbejdsloønnens ækvivalent fremstilles på kortere tid. Denne arbejdsloønnens ækvivalent, betegner værdien af de nødvendige subsistensmidler, der skal til at reproducere arbejdskraften, og derved arbejdstiden der bruges til at producere disse produkter.

Den nødvendige arbejdstid kan derfor kun falde, hvis der bruges mindre arbejdstid til produktion af arbejderens subsistensmidler, og det er dertil at arbejdets produktivitet må forhøjes, hvad der opnås ved indførelse af produktivitetsfremmende udstyr og arbejdsdeling, således at der med samme arbejdskraftsmængde kan frembringes flere produkter. Metoderne til at forkorte denne nødvendige arbejdstid, er dem der fører til den gennemgribende omvæltning af de tekniske arbejdsprocesser og grupperinger i samfundet, gennem indførelse af bedre og mere arbejdsbesparende redskaber. Hvilket Marx udtrykker på følgende måde med udgangspunkt i den absolutte merværdiproduktion:

"Produktionen af den absolutte merværdi udgør det generelle grundlag for det kapitalistiske system og er udgangspunkt for produktionen af den relative merværdi. For dennes vedkommende er arbejdsdagen på forhånd delt i to dele, nemlig i nødvendigt arbejde og merarbejde. For at forlænge merarbejdet bliver det nødvendige arbejde forkortet ved metoder, der gør det muligt at fremstille arbejdsloønsens ækvivalent på kortere tid.....Produktionen af den relative merværdi fører til en gennemgribende omvæltning af de tekniske arbejdsprocesser og grupperingerne i samfundet." /4, s 724.Vo understregning./.

Indførelsen af arbejdsdelingen er også i sig selv et middel til produktivitetstigning, og arbejdsdelingen fører også selv til maskinernes udvikling, gennem opsplitning af arbejdsprocessen i delprocesser som disse kan overtage.

Når kapitalen indfører bedre maskiner, så gør han det dog ikke med hensigt at sænke arbejdskraftens værdi. Den enkelte kapitalist tænker kun på, hvordan han bedst kan opnå mest mulig merværdi, og sælge sine varer billigere end konkurrenternes. Billiggørelsen af varene lykkes altså gennem indførelse af produktionsfremmende udstyr, og en mere rationel arbejdsdelign. Er billiggørelsen af varene på en enkelt fabrik større end på de øvrige fabrikker, der fremstiller samme vare, vil dennes vare være mindre værd end den samfundsmæssigt nødvendige gennemsnitsarbejdstids værdi, der skal til for at producere samme vare, fordi den samfundsmæssigt nødvendige gennemsnitsarbejdstid til at begynde med praktisk taget ikke forandres gennem øget arbejdsproduktivitet på en fabrik. Kapitalisten, der ejer denne ene fabrik, der altså frembringer flere varer end sine konkurrenters på den samme tid, får en midlertidig ekstremerværdi, fordi det er først når produktivitetens fremmende udstyr og arbejdsdeling er blevet udbredt til de produktionsenheder, der producerer subsistensmidlerne for arbejderne, at den samfundsmæssigt nødvendige gennemsnitsarbejdstid for hans produktion nedsættes. Det er alle enkeltkapitalisternes jagt efter denne ekstra-merværdi, som altså realiseres når kapitalisten kan sælge sin vare for en pris der ligger over dens individuelle værdi, og samtidig under dens samfundsmæssige værdi, som fører totalsamfundsmæssigt til en til et vist punkt stadig stigende merværdiproduktion, gennem forkortelsen af den nødvendige arbejdstid.

1.2.4 Kapitalens akkumulationsproces,
som den proces der formidler værdiforøgelsestvangens gennemslag
i den stofflige side af produktionsprocessen.

Begrebet akkumulation bestemmes af Marx i Kapitalen som:

"Anvendelse af merværdi som kapital, dvs. forvandling af merværdi tilbage til kapital kaldes kapitalens akkumulatiom." /4, s 820/.

Denne forvandlede merværdi fungerer da som tillægskapital til den oprindelige kapital.

I dette kapitel vil vi behandle kapitalens akkumulationsproces i dens generelle form. Kapitalens akkumulotionsproces er den proces, der formidler kapitalens iboende værdiforøgelsestvangs gennemslag i den stofflige side af produktionsprocessen. Vi vil her undersøge de forandringer som kapitalens sammensætning undergår i løbet af denne, som følger af en snæver vekselvirkning mellem den værdimæssige og den stofflige side af produktionsprocessen. Hvor den værdimæssige side er det i sidste instans bestemmende moment.

Kapitalens sammensætning kan betragtes på to måder: værdimæssigt og stofligt. Den værdimæssige sammensætning betegner den organiske sammensætning K/V, som er forholdet mellem kapitalens konstante del K og den variable del V. Den stoflige sammensætning betegnes den tekniske sammensætning, som er forholdet mellem mængden af produktionsmidler der indgår stofligt i kapitalen, og den mængde arbejde, der skal til for at anvende dem.

Kapitalens akkumulationsproces fremadskriden ved uforandret organisk sammensætning.

På et givet tidspunkt forsynes arbejdsmarkedet med et rigeligt udbud af arbejdskraft, prisen v på denne er lav. Der hersker en konstant teknisk sammensætning og dermed en konstant organisk sammensætning. Idet vi har forudsat, at denne forbliven uforandret, alt imens kapitalen forøges: "da er det åbenbart, at efterspørgslen efter arbejde og arbejdernes subsistensfonds (størrelsen af V , vor anm.) vokser i samme forhold som kapitalen og desto hurtigere, jo hurtigere kapitalen vokser."/4, s s 863/. Kapitalakkumuleringen foregår derfor ved kvantitativ udvidelse af produktionen på det hidtidige teknologiske niveau. I forløbet af denne proces kan det ske at "bibringelsestrangen i ganske særlig grad virker ansporende, som f.eks. ved at der åbnes nye markeder og der opstår nye områder for kapitalinvestering som følge af nyudviklede samfundsmæssige behov ovs."/4, s 865/. Akkumuleringen kan da optrædes, ved at delingen af merværdien i tillægskapital og revenu (kapitalisternes substistensfonds) forskydes til fordel for tillægskapitalen. Men efterhånden vil udbuddet af arbejdskraft ikke stå mål med efterspørgslen, på trods af arbejderbefolkningens vækst p.g.a. de relativt gode vilkår:

"Af ovennævnte grund kan det derfor ske, at kapitalens akkumulationsbehov vokser hurtigere end arbejdskraften eller forøgelsen af antallet af arbejdere: efterspørgslen efter arbejdere kan derfor overgå tilførslen af arbejdere og dermed sætte arbejdslønningerne i vejret. Dette må endog til slut blive tilfældet, hvis de ovennævnte forudsætninger uforandret varer ved."/4, s 865/.

Prisen på arbejdskraft: v , dvs. lønnen, vil da stige, og det vil da blive ved med at gøre i det omfang, at den ikke forstyrrer akkumulationens bevægelse, i og med merværditillægget M og dermed akkumulationsraten er stor nok. Denne fremadskridende uforstyrrede akkumulationsbevægelse er da en mulighed. Men kun indtil at akkumulationens fremadskriden forstyrres. Akkumuleringen aftager: kapitalen er i krise, idet arbejdets pris er steget hurtigere end akkumuleringen kan følge med. Arbejdskraft udstødes nu af produktionen i større omfang, indtil at udbuddet af arbejdskraft igen er større end efterspørgslen. Herved falder prisen på arbejdskraft indtil de førhen gunstige akkumulationsbetingelser genoprettes, og dermed har akkumuleringen gennemløbet sin cirkelbevægelse: Krisecyklussen. Denne er da karakteriseret ved skiftevis opslugning og udstødning af arbejdskraft i massemålestok. Denne bevægelse producerer en relativ overbefolkning: den industrielle reservearmé, som er parat til at opsuges, når efterspørgslen på arbejdskraft, der kan udbyttes, er stigende, for derpå atter at udstødes:

"Eller, og det er den anden side alternativet, akkumuleringen afsvækkes, som følge af den stigende arbejdspris, eftersom den spore, der ligger i gevinsten, midter sin brod. Akkumuleringen aftager. Men ved at den tager af, forsvinder årsagen til dens aftagen, dvs. misforholdet mellem kapital og arbejdskraft,

der kan udbyttes. Den kapitalistiske produktionsprocesmekanisme fjerner således selv de hindringer den midlertidigt skaber. Arbejdets pris falder atter til et niveau, der svarer til kapitalens behov, når det gælder at øge sin værdi."/4, s 873 f/.

Kapitalens akkumulationsproces fremadskriden ved forandring af den organiske sammensætning.

Vi har betragtet akkumulationsprocessen i en fase, hvor kapitalforøgelsen sker på et bestemt teknologisk niveau, uden at kapitalens tekniske sammensætning ændres. Med teknologisk niveau mener vi, at arbejdsproduktiviteten er tilnærmelsesvis konstant, og at der allerhøjest fremkommer småændringer af den eksisterende produktionsteknologi. Vi vil nu betragte akkumulationsprocessen i en fase hvor arbejdsproduktiviteten ændres - altså faseovergangen mellem to teknologiske niveauer.

På et tidspunkt i forløbet af akkumulationsprocessen bliver det mere gunstigt at investere i udvidelse af arbejdsproduktiviteten:

"Er det generelle grundlag for det kapitalistiske system nu givet, kommer man under akkumulationens forløb altid til det punkt, hvor udviklingen af det samfundsmæssige arbejds produktivitet bliver til den kraftigste løftestang forakkumulationen./4, s 876 f/.

Det, der muliggør denne investering i udvidelsen af arbejdsproduktiviteten, er kapitalophobning. Hvilket Marx også citerer Adam Smith for:

"Den samme årsag..... der øger lønningerne, nemlig kapitalens forøgelse, tenderer mod at forøge arbejdets produktive kræfter (arbejdsproduktiviteten, vor anm.) og giver en mindre mængde arbejde mulighed for at frembringe en større mængde produkter." /4, s 875/.

En stigning i arbejdsproduktiviteten betyder, at den mængde produktionsmidler, en arbejder anvender, vokser med produktiviteten af hans arbejde. I det der på den ene side indgår en større mængde rå- og hjælpestoffer i arbejdsprocessen. På den anden side vokser mængden af koncentrerede produktionsmidler i form af bygninger, maskiner osv:

"Arbejdsproduktivitetsens vækst fremtræder således i aftagen i arbejdsmængde i forhold til den mængde produktionsmidler, arbejdsmængden sætter i bevægelse..."/4, s 877 f/.

Arbejdsproduktivitetsens stigning hænger altså sammen med en stigning i kapitalens tekniske sammensætning og:

"Denne forandring i kapitalens tekniske sammensætning, væksten i mængden af produktionsmidler, sammenlignet med mængden af den arbejdskraft, der sætter dem i bevægelse, afspejler sig så igen i kapitalens værdisammensætning, idet den konstante bestandtdel af kapitalværdien vokser på bekostning af dens variable bestandtdel."/4, s 878/.

Resultatet af at investere i forøgelsen af arbejdsproduktiviteten med det formål at optrappe akkumulationen bliver da en stigning i kapitalens organiske sammensætning K/V. På trods af den billigørelse af produktionsmidlerne der evt. sker, da der jo bl.a. også indtræder en billigørelse af arbejdskraften med sti-

gende arbejdsproduktivitet. Resultatet af denne radikale omvæltning af kapitalens værdimæssige og stofflige bestanddele er, at den bliver ganfødt på et nyt teknologisk niveau, hvor kapitalen, udover at den har forbedret sin akkumulationsdygtighed, har større arbejdsproduktivitet, større teknisk sammensætning og større organisk sammensætning:

"Men også den gamle kapital kommer med tiden til det punkt, hvor den fornyes fra top til tå, hvor den skifter ham og ligeledes bliver genfødt i den forbedrede tekniske skikkelse, hvor en mindre mængde arbejde er nok til at sætte en større mængde af maskiner og råstoffer i bevægelse."/4, s 885/.

Kapitalens koncentration.

Enkeltkapitalernes vækst muliggør en koncentration af produktionsmidler. Koncentrationen af produktionsmidler modsvares da af en koncentration af kapital:

"Med den voksende mængde rigdom, der fungerer som kapital, forøgerakkumuleringen af koncentrationen af rigdom hos de individuelle kapitalister og udvider dermed grundlaget for produktion i stor målestok og for de specifikt kapitalistiske produktionsmetoder."/4, s 881/.

Til denne kapital-koncentration hører da en bestemt koncentration af produktionsmidler og en bestemt arbejdsorganisation:

"Hver enkelt individuel kapital er en større eller mindre koncentration af produktionsmidler med tilsvarende kommando over en større eller mindre arbejdshær."/4, s 881/.

Udover at denne stordrift bliver sat i anvendelse for at forøge arbejdsproduktiviteten, giver den også mulighed for at økonomisere med udleggene V til arbejdskraft og K til produktionsmidler:

"...hvorledes man kun under denne forudsætning (kooperation i stor målestok) kan organisere deling og kombination af arbejdet, spare produktionsmidler gennem koncentration i massemålestok, bringe arbejdsmidler som f.eks. maskinsystemer i stand, der allerede på grund af deres stofflige egenskaber kun kan anvendes i fællesskab, kan stille uhyre naturkrafter i produktionens tjenest og gøre det muligt at forvandle produktionsprocessen til teknologisk anvendelse af videnskaben."/4, s 879/.

Kapitalens centralisation.

I takt med kapitalens fremadskridende akkumulation river aflæggere sig fra de oprindelige enkeltkapitaler og fungerer som nye selvstændige kapitaler. (4, s 881/). Denne opsplitning af den samfundsmæssige total kapital mere end modvirkes af en modsat rettet bevægelse: Kapitalens centralisation. Denne sætter sig igennem i den enkelte kapitalers konkurrencekamp. Centralisationen er en ændring i fordelingen i de allerede eksisterende og fungerende kapitaler, hvor mange små kapitaler eller kapitaler under dannelse går sammen om at dannelsen af en enkelt, eller nogle kapitaler overtager de andre. Denne vækst i kapitalens størrelse, som følger af kapitalernes centralisation, gør de nydannede kapitaler mere akkumulationsdygtige:

"De kapitalmængder, centralisationen har svejset sammen fra den ene dag til den anden, reproducerer og formerer sig som de øvrige, blot hurtigere og bliver dermed til nye kraftige løftestænger for den samfundsmæssige akkumulation. Hvis man derfor taler om den samfundsmæssige akkumulations fremskridt, er der dermed - nu om stunder - stiltiende indbefattet centralisationens virkninger." /4, s 885/.

Lige som for koncentrationens vedkommende gælder det for centralisationen, at væksten i kapitalernes størrelse giver mulighed for stordriftens fordele:

"Industrivirksomhedernes forøgede størrelse er overalt udgangspunktet for en mere omfattende organisation af mange totalarbejde, for en mere omfattende bredere udvikling af de materielle drivkræfter, de råder over, dvs. udgangspunktet for en progressiv forvandling af isolerede og traditionelt drevne produktionsprocesser til samfundsmæssigt kombinerede og videnskabeligt disponerede produktionsprocesser." /4, s 884/.

Kapitalens akkumulationsprocess og naturvidenskaben

Som beskrevet er det den specifikt kapitalistiske produktion i stor målestok, der muliggør den teknologiske udnyttelse af naturvidenskaben. Både centralisations- og koncentrationsbevægelsen bidrager til denne produktions måde, men det er især den ene af disse bevægelser, der er ansvarlig for inddragelsen af naturvidenskab i produktivt øjemed. Hvor kapitalens centralisation ikke kun betegner sammensmeltningen af småkapitaler til en stor kapital med produktion i stor målestok som formål, betegner den ligeledes sammensmeltningen af enkelte virksomheders kapitaler til en stor kapital, hvor de enkeltvirksomheders produktionsmålestok dvs. deres teknologiske niveau ikke forøges. På denne måde bidrager kapitalens centralisation ikke til den teknologiske udnyttelse af naturvidenskaben. Kapitalens koncentration betegner derimod en vækst af arbejdsprocessens objektive elementer (produktionsmidler ovs.) i forhold til de subjektive (arbejdskraft), i form af en udvikling mod stadigt større produktionsmålestok. Derfor er koncentrationen udelukkende kapitalens bevægelse mod den teknologiske udnyttelse af naturvidenskaben.

Det er altså især i kapitalens koncentrationsbevægelse og i mindre grad i centralisationsbevægelsen at muligheden og betingelsen for den teknologiske udnyttelse af naturvidenskaben ligger.

1.3. Udviklingen i naturforhold og arbejdsproces.

Efter at have set nærmere på den værdimæssige side af kapitalens udvikling vil vi nu koncentrere os om det stoflige udtryk kapitalens udvikling får. Det kvantitative mål for den stoflige udvikling vil vi betegne den tekniske sammensætning, som er forholdet mellem mængden af produktionsmidler, der indgår stofligt i kapitalen, og den mængde arbejde der skal til for at anvende disse. Med andre ord er det udviklingen i arbejdsprocessen, vi her vil beskrive, men ikke nok med det - denne udvikling skal beskrives som bestemt af den værdimæssige udvikling, da denne underlægger sig den stoflige udvikling, som følge af kapitalens iboende værdiforøgelsestvang.

Da der synes at eksistere umiddelbart naturlige grænser for inddrivelsen af absolut merværdi i form af grænserne for arbejdsdagens længde, vil vi i

det følgende beskrive kapitalens stofflige udvikling som ene og alene bestemt af den kapitalistiske jagt efter relativ merværdi, som stadig tvinger drastiske forandringer igennem indenfor den kapitalistiske arbejdsproces og det kapitalistiske naturforhold. For at beskrive hvorledes denne udvikling sætter sig igennem vil vi tage udgangspunkt i den arbejdsproces og det naturforhold, der er den kapitalistiske produktions grundlag: Den prækapitalistiske. Derefter fremstilles udviklingen videre ved en beskrivelse af omvæltningen og opløsningen af prækapitalismen igennem den oprindelige akkumulation, hvorved arbejdsprocessen og naturforholdet underlægges en kapitalistisk udvikling. Denne beskrives dernæst ved en klassifikation i de for kapitalismen tre karakteristiske arbejdsprocesudformninger: den simple kookeration, manufaktur og storindustri. Der gøres under disse rede for det samfundsmæssige naturforholds udvikling. Der skal her gøres opmærksom på, at enhver kapitalistisk udvikling af arbejdsprocessen ud fra et prækapitalistisk grundlag ikke nødvendigvis gennemløber disse tre udviklingsstadier trinvis, men at de kan overspringes enkeltvis, parvis etc. (2)

Arbejdsprocessen og naturforholdet er overhistoriske begreber, dvs. at de udsiger noget alment om alle historiske epoker. Arbejdsprocessen er stofskiftet mellem menneske og natur, og i denne realiseres naturforholdet. Men for at disse begreber skal kunne anvendes til at udsige noget om specifikke historiske epiker må de specificeres. Det er dette vi vil gøre i de følgende afsnit, kapitlet ud, hvor vi vil gøre rede for arbejdsprocessens og naturforholdets udvikling. Men inden da kan der på overhistorisk niveau gøres nærmere rede for arbejdsprocessens elementer og deres indbyrdes relationer.

Som allerede beskrevet er arbejdsprocessens tre elementære momenter 1. den formålsrettede aktivitet eller arbejdet selv, 2. arbejdsgegenstanden og 3. arbejdsmidlerne (eller arbejdsredskaberne).

Arbejdet kan yderligere specificeres i sine to delkomponenter, det konkrete og det almene arbejde. Det konkrete arbejde er det manuelle, materielt producerende arbejde. Det almene arbejde er åndens arbejde, den overordnede strukturering, regulering og innovering af arbejdsprocessen, og dets produkts karakter er genstandsmæssiggørelsen af det almene arbejde og tilfredsstillelsen af det almene samfundsmæssige behov. / 5; s. 20/

Arbejdsgegenstanden er den ting, som mennesket (det arbejdende) for at dække sine behov forvandler v.h.a. arbejdsmidlet. Arbejdsgegenstanden kan være givet umiddelbart fra naturen f.eks. i form af råolie, malm, træ, kul etc.. Den kan også eksistere som forarbejdede dele af de naturgivne arbejdsgegenstande. Eller som egentlig halvfabrikata, der har gennemløbet indtil flere produktionstrin og altså er blevet be- eller forarbejdet op til flere gange.

Arbejdsmidlet er den ting, som det producerende menneske skyder ind imellem sig og arbejdsgegenstanden, og med hvis hjælp det arbejdende menneske indvirker på arbejdsgegenstanden i overensstemmelse med sin vilje. Arbejdsmidlet kan være enhver form for arbejds- og produktionsinstrumenter. Dette gælder såvel urmenneskernes primitive værktøj såsom stenredskaber, som det gælder enhver moderne maskine, kemisk produktionsfroskrift, produktionsautomater og vogne, beholdere o.l.. I videre forstand kan også bygninger, veje, højspændingsledninger o.s.v. betragtes som arbejdsmidler.

1.3.1. Prækapitalismen:

Som indledning til dette afsnit om den prækapitalistiske arbejdsproces og naturforhold vil vi gøre opmærksom på, at vi hverken ønsker eller forsøger en begribelse af prækapitalistiske samfund i deres egen ret som historiske realiteter. D.v.s. de af Marx bestemmelse af kvalitativt/herskabsformer: urkommunismen - slavesamfundet - feudalismen ovs. Vægten lægges på nogle almene træk ved prækapitalismen som historisk kontrast eller profileringsbaggrund for kapitalismen og altså specielt arbejdsprocessen og naturforholdet under kapitalismen.

Senere i fremstillingen vil vi tage det engelske feudalsamfund op til nærmere beskrivelse, og hermed give en bestemmelse af de specifikke træk ved dette samfund, der er udgangspunktet for den industrielle revolution.

1.3.1.2. Mangelen på en udviklingsdynamik:

I det førkapitalistiske samfund findes ingen udviklingstvang: - ingen værdi forøgelsestvang. Mens kapitalforholdet i den kapitalistiske produktionsmåde overløjer såvel reproduktion af det menneskelige liv som relation, hvorefter der udbyttes, og omformer disse hidtil naturgroede sammenhænge, således at disse underlægges det samfundsmæssige princip, historisk frembragt, som kapitalens værdiforøgelsestvang er; eksisterer der intet tilsvarende udviklingstvingende princip i de førkapitalistiske samfund./2, s 16/.

Denne forskel, mellem på den ene side det førkapitalistiske samfund og på den anden side de samfund, hvor den kapitalistiske produktionsmåde hersker, kan på dette relativt abstrakte niveau iagttages som en forskel i de nævnte samfundstypers rigdomsformer. Thi den reelle rigdom, som qua Marx rigdomsbegreb er alle individers uudviklede produktivkraft./3, s 550/. - Altså summen af menneskets evner til at opfylde sine behov/2, s 11/, optræder på forskellig måde i de to samfundstyper her i spil. - Medens rigdommen i de førkapitalistiske samfundstyper fremstod på konkret form som brugsværdi, fremstår rigdommen i kapitalistiske samfund på abstrakt form som penge. I de førkapitalistiske samfund måltens en mands rigdom f.eks. i mængden af kvæg og jord, han ejede. Jo mere han ejede. Jo mere han ejede af sådant, jo mere var han i stand til at konsumere. Dette konsum kunne han så nyde direkte, selv, eller inddirekte gennem det følge han oppebar.

Sålange rigdommen imidlertid på denne måde udtrykkes i brugsværdier, er der trods alt grænser for hvor megen rigdom, der kan ophobes. Der kommer ganske enkelt et tidspunkt, på hvilket det ikke er muligt at konsumere mere. Og således eksisterer der ikke indbygget i denne rigdomsform hverken trang eller tendens til forøgelse af rigdommen. Dette hænger videre sammen med de i de førkapitalistiske samfund eksisterende formål for produktionen, nemlig sikring af det menneskelige liv og af samfundet/2, s 12/.

under den kapitalistiske produktionsmåde optræder rigdommen derimod på abstrakt form som penge i stedet for konkrete brugsværdier. Da pengene er et udtryk for (bytte)værdiens selvstændiggørelse er de derfor en nødvendig konsekvens af produktionen qua vareproduktionen. Og pengene optræder nu som den umiddelbare repræsentant for rigdom, fordi man kan købe alle brugsværdier med penge. Hvor der var grænser for brugsværdiophobning, findes der ingen sådan grænse h.t. pengene. Netop ligger der endda i selve pengebegrebet en tendens til grænseløs forøgelse af pengene. I "Kapitalen" finder vi denne tendens på formen Penge - Vare - Penge. Formens forløb giver jo ingen mening, dersom der ikke undervejs etableredes en kvantitativ forskel i ekstrema P - P.

Og derfor må udviklingen nødvendigvis korrigeres til Penge - Vare - Flere Penge. Dette er kapitalens grundform./4, s 164 f/.

Men spørgsmålet bliver da om der overhovedet findes principielle sammenhænge for de førkapitalistiske samfundsformationer? Om arbejdets(produktionens) formål i sådanne samfund er hævðelsen hos Marx:

"Alle disse fællesvæseners formål er opretholdelse; d.v.s. reproduktion af individerne, som danner fællesvæsenet, som ejere d.v.s. i den samme objektive eksistensmåde, som samtidigt danner medlemmernes forholdet sig til hinanden og derfor kommunen selv."/3, s 393/.

Dette, at reproduktionen er det overvejende princip for de førkapitalistiske samfund, får konsekvenser for produktionsprocessens udformning. Arbejdet bliver således begrænset til det for reproduktionen nødvendige, og i det øjeblik der skabes ligevægt mellem arbejdet og de nødvendige brugsværdier ligger der i overensstemmelse med produktionens formål ikke nogen tilskyndelse til at forøge produktionen eller effektivisere produktionsprocessen, ligesom relationerne mellem individerne vil forblive statiske. Med reproduktionen som overgribende princip bliver de førkapitalistiske samfund bragt på en statisk eller naturgroet form./2, s 14/. Det naturgroede i organiseringen af produktionsprocessen giver sig udslag i en noget nær statisk teknologi:

"Ser man f.eks. på sådan noget som redskabssystemer, er der tale om en udvikling over århundrede, ja årtusinder. I mange dele af verden (udenfor Europa) anvendes endnu redskaber f.eks. plove, der er nøjagtig magen til de, man finder i de tidlige oldtidssamfund for 4-5000 år siden./2, s 15/.

Dette forhold (naturgroetheden) ændres ikke af det faktum, at der i faktisk alle kendte samfund har eksisteret en opsplitning mellem arbejdet i den selvreproduktive aktivitet og i et merarbejde, tilegnet af ikke producenter (3). Denne ikkeproduktive klasse er en klasse af parasitært anstrøg, da den hverken reelt eller formelt deltager i produktionen; end ikke produktionsmidlerne besidder den. Producenterne kan udføre deres produktion helt uafhængigt af den udbytende klasse. Imidlertid var det udbyttergruppens eje af jorden, hvorpå producenterne agerede, der gav sig udtryk i et krav om ydelse af merarbejde (om dette faktiske blev inddrevet afhang ene og alene af udbytternes evne til at gennemtvinge sine krav). Udbytningen bundede i det magtforhold, der eksisterede mellem overherre og bonde, men var, og det er væsentligt i denne sammenhæng, normalt frosset fast på et sædvanbestemt niveau, som ikke tenderede mod en permanent forøgelse. Formålet med udbytningen var også for udbytternes reproduktion af egne medlemmer og egen videre eksistens./2, s 16/.

Men selvom hverken reproduktionen af individ eller af samfund affødte en udviklingstvang(-logik) for de førkapitalistiske samfund og ej heller udbytningsrelationen gjorde det, så er der jo indet i vejen for at disse faktorer faktisk etablerer sammenhænge i de førkapitalistiske samfund:

"Disse to forhold: Reproduktionen af individet og af samfundet og udbytningsrelationen skaber selvfølgelig en sammenhæng i de førkapitalistiske samfund./2, s 16/.

1.3.1.3. Prækapitalistisk naturforhold.

For førkapitalismen gælder det, at produktionen har karakter af at være umiddelbar brugsværdiproduktion, dvs. at produktionens formål har været frembringelsen af brugsværdier til tilfredsstillelse af fællesskabets (4) forhåndenværende menneskelige behov. Produktionens karakter af at være umiddelbar brugsværdiproduktion betegner således enheden mellem menneske og natur. Endvidere er enheden bestemt som det levende og aktive menneskes enhed med de naturlige og uorganiske betingelser forstået med naturen. Men ikke nok med dette, også producentens egen levende krob er hans naturlige forudsætning for produktionen. Denne produktion af brugsværdi, i modsætning til kapitalismens bytteværdiformålsbestemmelse, forestås af fællesskabet, som underlægger naturen et samfundsmæssigt, subjektivt formål - sin samfundsmæssige bestemmelse. Der produceres både efter de individuelle behov, samt de behov, som sættes med fællesskabet med højere enhed:

"Kun som medlem af fællesskabet... har mennesket reel eksistens, og først derigennem optræder det overhovedet i sin enhed med naturen, idet medlemskabet af fællesskabet er forudsætning for ejendom... Brugsværdien bestemmes således både af individuelle menneskelige behov i egentlig forstand, dvs. ikke blot de behov, der rejser sig fra de umiddelbart fælles opgaver, men sådanne, der sættes med fællesskabet som højere enhed og dets formål som sådan. /5, s 62 f/.

Den brugsværdiformålsrettede produktion foregående i en umiddelbar enhed med naturen er esensen af det prækapitalistiske naturforhold. Den prækapitalistiske arbejdsproces er naturgroet, dvs. der er underlagt naturprocessernes tvang: I et teknisk udviklet agerbrugssamfund, der er afhængig af en eller nogen få afgrøder, vil produktionsprocessens udformning og endvidere organiseringen af arbejdsdelingen være bestemt af de krav, afgrøden stiller til forbedring af jorden, plejning af afgrøden, høsten etc. Samtidigt vil afhængigheden af naturen være stor, da produktionsoverskuddet vil være ringe. Dette betyder for det første, at i de førkapitalistiske samfund har arbejdet en lav udvikling af sin produktivkraft, og naturen endnu er en overmægtig størrelse, som man udnytter men ikke behersker. /2, s 14 f/. Arbejdet er dermed uspecialiseret - udviklingen af arbejdsdeling er lav. Arbejdsmidlerne er enkle og simple, enten forsynet de umiddelbare producenter fra naturens hånd eller håndværksmæssigt fremstillet. Desuden betyder det, at de umiddelbare producenter selv styrer og regulerer arbejdsprocessen på grundlag af egne mål (som nævnt ovenfor) og erfaringer (5) med naturens og dennes tvang:

"Enheden med natur under førkapitalistiske betingelser underlægger det menneskelige arbejde organiske skranke, der et element i den førkapitalistiske naturtvang. Samtidigt er den til gengæld også det menneskelige arbejdes beskyttende kappe: Indenfor enheden lader arbejdet sig ikke selv beherske, dets erfaringer styrer arbejdsprocessen, der forløber i sin egen kvalitative tid, bestemt gennem sit formål i de forhåndenværende menneskelige behov. /5, s 79/.

Det almene, styrende, regulerende og innoverende erkendelsesafkast, det almene arbejde, er dermed integreret i de umiddelbare producenters arbejds kvalifikationer og erfaringer.

Innoveringen af den førkapitalistiske arbejdsproces er således baseret på de umiddelbare producenters erfaringer i den naturgroede arbejdsproces. Denne innovationsform vil vi fremover betegne som erfaringsbaseret.

Den ovennævnte prækapitalistiske naturerkendelsesform i form af en umiddelbar erfaring med naturkræfterne og -processerne har en bestemt karakteristisk, som adskiller denne kvalitativt fra den kapitalistiske. I nedenstående vil vi opdele i rums og tidsopfattelse mhp. senere sammenligning med den kapitalistiske:

Om rumopfattelsen gælder det, at når naturen under prækapitalismen er genstand for umiddelbar brugsværdiproduktion, som allerede nævnt, må naturen fremtræde for menneskene i kraft af sine brugsværdikvaliteter - sin potentialitet for behovstilfredsstillelsen. Den byder så at sige sine kvaliteter til. Naturen begribes under disse omstændigheder kvalitativt, dvs. ud fra sine brugsværdimæssige kvaliteter, /5, s 61/, og i kvalitativt individuering (6), konstitueres gennem brugerens, bearbejdningens og fortæringens mulighed. Ydeligere gælder det som nævnt, at del almen og konkrete arbejdede udgør en enhed, og således er den prækapitalistiske naturerkendelse integreret i de umiddelbare producenteres arbejds erfaringer og kvalifikationer. /5, s 62/. Denne erkendelse er selvsagt partikulær, og den opbevares og for midles alene som et integralt element i de umiddelbare producenteres faglige traditioner, knyttet til en ganske specifik anvendelsessammenhang. Denne integration i den særlige anvendelsessammenhang betyder, at naturerkendelsen bindes til brugsværdiernes konkrete individualitet/enestående frem for at bortabstrahere denne. /5, s 70/.

Angående prækapitalistisk tidsopfattelse er arbejdsprocessen i og med den er underlagt naturens tvang også underlagt dennes tid. Tiden er ikke abstrakt som under kapitalismen, men erfares som konkret, idet den som nævnt er bundet til de konkrete naturprocesser, der påtvinger arbejdsprocessen sit forløb. Reproduktionstiden for fællesskabet er dermed bestemt af naturprocessernes tvingende egentid, og der er derfor ikke nogen forskel på det enkelte subjekts tid og den samfundsmæssige tid:

"Overordnet er denne bestemt gennem det naturlige forløb af den samfundsmæssige reproduktion, årstidernes, døgnet, afgrødernes og vildets cykliske regularitet." /5, s 72/.

Sammenfattende kan siges af de prækapitalistiske umiddelbare producenter naturerfaring er kvalitativ, konkret og kvalitativt individuierende. I det aller tidligste udviklede fællesskab eksisterer naturerkendelsen dermed kun på et niveau: som ren arbejds kvalifikation. I de mere udviklede urfællesskab eksisterer naturerkendelsen på to niveauer, som religiøs-mytisk bestemmelse af naturen og som arbejds kvalifikation. Ved en ydeligere udvikling af ejendomsformerne i de prækapitalistiske samfund, samt en ydeligere hierarkisering eller/og en udvidelse af arbejdsdelingen sker der en ydeligere differentiering i og af den samfundsmæssige arbejdsproces, og i takt med differentieringen modificeres naturerkendelsen - ja, den kommer endda til at eksistere på endnu en form, ud over de to omtalte, som et overordnet, abstrakt spekulativt naturbegreb.

I urfællesskabet er grundejendommen den eneste eksisterende ejendomsform, og der eksisterer følgelig ikke selvstændige ejendomsformer ved siden af denne. Grundejendommen er rammen for produktionens direkte forhold til naturen, og er igennem denne direkte forhold sig at naturen fremtræder differentieret og dermed rig på bestemmelser. Grundejendommen er dermed urfællesskabets bevidste forhold sig til sit eget naturgrundlag for produktionen, og således på dette historiske niveau eneste virkelige indholdsbestemte forhold mellem menneske og natur. Udenfor den via grundejendommen realiserede enhed

mellem menneske og natur er differentieringen endnu så bestemmelsesløs, at den i det naturgroede fællesskab sætte overordnede religiøse og mytiske bestemmelser af naturen som brugsværdi dominerer fællesskabets naturerkendelse som helhed. De af den umiddelbare produktion springende differentieringer af naturen bliver således omfattet og indvævet i naturmyten./5, s. 68 f/.

Med udviklingen af de forskellige ejendomsformer og dermed flere forskellige indholdsmæssigt bestemte forhold mellem menneske og natur (herunder håndværkerens ejendomsrelation til sit arbejdsinstrument) konkretiseres differentieringen mellem menneske og natur, dvs. naturen finder flere bestemmelser. Dette får imidlertid samtidigt til konsekvens, at den umiddelbare sammenvævning og overlaping mellem naturens overordnede bestemmelse i fællesskabets formål og de aktivt i den materielle produktion gjorte differentieringer, hvis enhed er en konkret naturbestemmelse, ophæves. Samfundsmæssigt dannes der i takt med en forøget arbejdsdeling et alment og overordnet spekulativt naturbegreb. Blot er det spekulative naturbegreb alment og overordnet, netop fordi det repræsenterer sammenfåtningen eller adstraktionen af den umiddelbare produktion konkrete, partikulære, dvs. særlige grundet arbejdsdelingen, naturerkendelse(r). Men for det spekulative naturbegreb ligesom den umiddelbare produktion naturerkendelse er naturtvangen stadig den herskende, idet naturgroetheden behersker den umiddelbare produktion, som er alle samfundsklassers også de parasiterendes eksistensgrundlag:

"Overordnet betragtet må naturen for såvel det almene - spekulative - naturbegreb som de partikulære naturerkendelser fremtræder først og fremmest som overmagt, som en mangfoldighed, der unddrager sig begribelse, og på hvis vilkår mennesket må eksistere. Forsoning er den egentlige førkapitalistiske form, hverken beherskelse eller erkendelsesmæssig reduktion er i egentlig forstand mulig."/5, s. 71/.

På den ene side er den overordnede abstrakte naturbestemmelse, som dikteres af det overordnede reproduktive formål, integreret i institutionerne og funktionerne i tilknytning til reproduktionen af det førkapitalistiske fællesskabs højere enhed, hvad enten disse antager mytiske, religiøse, statslige, fyrstlige eller moralske og juridiske former. På den anden side er den umiddelbare produktion naturerkendelse, uberørt af det almene naturbegrebs eksistens, stadig integreret i de umiddelbare producenters partikulære faglige kvalifikationer. Disse samsundsmæssige funktioner, både højere og lavere, som den prækapitalistiske naturerkendelse er integreret i, er dermed samfundsmæssigt nødvendige reproduktive funktioner. Det gælder derfor for prækapitalismen, at naturerkendelsen ikke er isoleret til et subjekt, der er adskilt fra resten af samfundet, men at naturerkendelsens subjekt er samfundsmæssigt - altså spredt over samfundets medlemmer i modsætning, hvilket skal vises, til kapitalismen./5, s. 70/.

I de højest udviklede førkapitalistiske samfundsformationer, hvor vareproduktion bliver udbredt i en vis målestok (antikken er her grænsetilfælde), antager de to naturbegreber tendentielt modsat karakter. Vareproduktionens og den generaliserede vareproduktions dvs. kapitalismens betydning for det samfundsmæssige naturbegreb og de to separate (prækapitalistiske) naturbegrebers ophævelse, kommer vi ind på i de nærmest følgende afsnit.
/5, s. 69/.

1.3.2. Den oprindelige akkumulation.

Den oprindelige akkumulation er den kapitalistiske produktionsmådes historiske tilblivelsesproces, en overgangsproces mellem prækapitalisme og kapitalisme, der primært er bestemt af sameksistensen og brydningen mellem de konkrete historiske udgangspunkter. Nærmere bestemt er det den proces, hvorunder de samfundsmæssige produktions- og reproduktions processer påtvinges værdiøgningstvungen og hvor specielt arbejdskraften underlægges denne.

Da hverken penge, varer eller produktionsmidler på forhånd er kapital, må der en forvandling til. Forvandlingen som sådan kræver imidlertid særlige omstændigheder for at kunne finde sted. To væsensforskellige varebesiddere må i den sammenhæng konfronteres med hinanden. Den ene er ejeren af penge og produktionsmidler, for hvem målet med konfrontationen er at øge værdien af værdisummen, som vedkommende er i besiddelse af, ved at indkøbe fremmed arbejdskraft. Andenparten i konfrontationen er den frie arbejder, der sælger sin egen arbejdskraft og derfor sælger arbejde.

"Kapitalrelationen forudsætter, at arbejderne adskilles fra ejet af betingelserne for virkeliggørelse af arbejdet. Når den kapitalistiske produktion først står på egne ben, opretholder den ikke blot denne adskillelse, men reproducerer den i stadigt voksende målestok." /4,s999/

Den kapitalistiske produktion er produktion i større målestok, hvor mange arbejdere og produktionsmidler er samlet under samme kapitals kommando i modsætning til den prækapitalistiske produktion, som er en håndværksmæssig måde at producere på og er karakteriseret ved, at producenten selv tjener til sit underhold og besidder de dertil nødvendige produktionsmidler. For at denne produktionsmåde skal kunne udvikles til en kapitalistisk, skal der ske en koncentration af produktionsmidler, og en koncentration af rigdom, der kan transformeres til produktionsmidler og lønarbejde. Udgangspunktet for kapitalismen er således, at en vis akkumulation af sådanne rigdomme har fundet sted. Om denne akkumulation siger Marx:

"Den kan kaldes den oprindelige akkumulation, fordi den i stedet for at være det historiske resultat, er det historiske grundlag for den specifikt kapitalistiske produktion." /4,s880/

Betingelsen overhoved for de udviklinger, der fører mod den udfoldede kapitalisme, er etableringen af et marked med udgangspunkt i første omgang i tilfældige bytte af overskudsproduktion, dernæst i håndværkets og byernes vækst og endelig i den internationale handels opkomst og dermed det stigende udbyd af varesorter og mængder, specielt inden for luksusvarernes område.

Yderligere forudsætninger er et fast marked, efterspørgsel efter de varer, som kapitalistklassen begynder at producere og eksistensen af en smidig forsyning af de varer der nu investeres i forhold gøres det muligt at omsætte eller cirkulere varer, og dermed etableres udgangspunktet for kapitalen:

"Vareomsætningen eller varecirkulationen er udgangspunktet for kapitalen. Vareproduktion og udviklet vareomsætning, handel, udgør de historiske forudsætninger, under hvilke den opstår. Verdenshandel og verdensmarked indleder i det 16. århundrede kapitalens moderne livshistorie." /4,s258/

Sammenfattende vil vi sige, at den proces, der skaber den nye kapitalrelation, er identisk med den, der adskiller arbejderne fra ejet af sine arbejdsbetingelser. Processen skaber på den ene side forvandlingen af de samfundsmæssige midler til livets opretholdelse og produktion til kapital, og på den anden side forvandler den de umiddelbare producenter til lønarbejdere:

"Den såkaldte oprindelige akkumulation er således intet andet end den historiske proces, der adskiller producent og produktionsmidler. Den fremtræder som "oprindelig", fordi den udgør kapitalens forhistorie og forhistorien til den produktionsmåde, der svarer til kapitalen." /4: s. 1000/

Naturforholdets ændring

Den revolutionering af det samfundsmæssige liv, som kapitalismens etablering betyder, kan i henseende til naturforholdet i første omgang karakteriseres ved opløsningen af de førkapitalistiske ejendomsformer til jorden. Det lader sig beskrive som arbejdskrafternes underlæggelse under vareformen, hvorfor den indebærer adskillelsen mellem de umiddelbare producenter og deres produktionsmidler/produktionsbetingelser, den stoflige akkumulation af brugsværdierne på andre hænder i et tilstrækkeligt omfang til at kunne absorbere både det nødvendige arbejde og et merarbejde, disse brugsværdiers eksistens som værdi og sig selv valoriserende værdi, altså ikke som middel til tilfredsstillelsen af umiddelbare behov. I og med adskillelsen mellem de umiddelbare producenter og deres produktionsmidler/produktionsbetingelser, adskilles det konkrete og almene arbejde - en ekspropriation af produktionens åndelige potenser fra de umiddelbare producenter, hvorved de umiddelbare producenter bliver frataget muligheden for selv at styre/planlægge produktionsprocessen. Potenserne koncentrerer i den kapital, de kommer til at stå ansigt til ansigt med. Det er denne adskillelse, der ændrer naturforholdet.

Dette ændrede naturforhold er derfor karakteriseret ved adskillelsen mellem menneske og natur. Ved adskillelsen mellem menneske og natur forstås, at naturen træder overfor arbejderens som kapital, derved står han selv tilbage som fri arbejder, frigjort på den ene side fra de sociale herskabsrelationer, frigjort på den anden side fra sin binding til de naturlige produktionsbetingelser. Denne sidste frigørelse er dobbelt, fordi den både repræsenterer en forarmelse af ham, men også i civilisatorisk forstand en frigørelse fra den særlige, naturtvangsmæssige binding til et bestemt stykke natur og i en bestemt relation dertil.

Det skal her bemærkes, at enheden mellem menneske og natur er, forstået fra arbejdet som en stofskifterelation, en evig naturbetingelse for det menneskelige liv, og for så vidt det historiske resultat fremtræder som en adskillelse af det naturnødvendigt forbundne, må resultatet selv være en fordrejning.

Adskillelsen mellem mennesket og dets naturlige produktionsbetingelser er for det første altså tilvejebringelsen af den første afgørende forudsætning for det historiske brud med naturtvangen. Mennesket frigøres fra sin binding til et bestemt stykke natur. Derved bliver det muligt at underlægge arbejdet menneskelig kontrol, det bliver genstand.

Hvad angår naturen, er ophævelsen af den førkapitalistiske ejendomsform også ophævelsen af dens bestemmelse gennem bestemte brugsværdikvaliteter. Den produktion, der med ejendommen som forudsætning havde tilfredsstillelsen

af forhåndenværende menneskelige behov til formål, og som derfor satte naturen som betingelse for den subjektive aktivitet, bortfalder med ejendommen. Den tingenes individualitet opløses og fremmedgøres hermed, idet produktionens indtrtning på de menneskelige behov vendes på hoved, revolutioneres, således at produktionen fremtræder som menneskenes formål, men hvor produktionens egentlige formål - dens væsen - er værdiens grænseløse selvforøgelse. Når arbejdet genstandsgøres (objektiveres) i produktionsprocessen, fremmedgøres tingenes individualitet følgelig med nødvendigheden. Det levende arbejdes erfaringsdimension underlægges objektivering. Brugsværdierne som det bestemte menneskelige behovs bestemte naturlige genstand, reduceres til primært at være genstand slet og ret, materiale for opslugningen af menneskeligt arbejde slet og ret. Arbejdet ophører at være et livtag i naturen med et bestemt formål og indhold med henblik på arbejdernes umiddelbare reproduktion individuelt og i fællesskabet, og bliver i stedet, i form af lønarbejde, et middel til erholdelse af en bestemt mængde samfundsmæssig ækvivalent.

Både menneske og natur bliver i denne proces objekter for kapitalen, momenter i kapitalens værdiforøgelseskredsløb. Frigørelsen fra naturtvangen gør altså ikke det levende arbejde til subjekt, men til ting, til brugsværdi for kapitalen. Herved kommer kapitalen til at fremtræde som produktionens overgripende subjekt.

1.3.3. Kapitalismen

1.3.3.1 Kapitalistisk arbejdsproces i form af simpel Kooperation.

Den kapitalistiske produktion begynder i samme øjeblik, den samme individuelle kapital på et og samme tidspunkt beskæftiger et større antal arbejdere. Hermed har arbejdsprocessen samtidigt udvidet sit omfang i forhold til den feudale. Der produceres nu efter en helt anden målestok. Et større antal arbejdere virker nu sammen på samme tid under samme kapital. Dette, siger Marx, danner:

"...både historisk og begrebsmæssigt udgangspunkt for den kapitalistiske produktion."/4, s 484./

Med hensyn til produktionsmåden adskiller den simple Kooperation sig ikke på nogen anden måde fra den lavsmæssige håndværksproduktion end ved det større antal arbejdere, der beskæftiges samtidigt under samme kapital. Lavsmestrenes værksteder er blot udvider. Den simple Kooperation er den form arbejdet antager når mange arbejder side om side planmæssigt og eventuelt i fællesskab i ens men parallele produktionsprocesser under samme 2tag". Der er derfor ikke tale om nogen specialisering eller arbejdsdeling.

I besiddelsesmæssigt henseende er der sket en radikla forandring med ophævelsen af det lavsmæssige håndværk og ligeledes for det feudale landbrug. Før var det som nævnetfeudalismens direkte producenter, der besad produktionsmidler og produktionsbetingelser. Nu er der sket en forskydning af besiddelses- og ejendomsretten fra de direkte producenter, til kapitalisten. Marx sammenligner videre den simple Kooperation med den forgangne feudale arbejdsproces:

" I begyndelsen er forskellen altså blot kvantitativ. Vi har set, at den merværdimængde, som en given kapital producerer, er lig den merværdi, som den enkelte arbejder leverer, multipliceret med antallet af samtidigt beskæftigede arbejdere."/4, s 482/.

Men hvorfor fører kapitalisten arbejdere sammen, i stedet for at lade dem arbejde i forlagsvirksomhed, dvs. under den samme kapital blot i hvert sit værk-

sted? Resultatet tager sig jo ud som det samme: merværdien vokser proportionalt med antallet af arbejdere. - Svaret er, at den umiddelbare og primære motivation for kapitalisten er, at der er en ekstramerværdi at hente for kapitalisten ved økonomisering med produktionsmidlerne. De produktionsmidler, der forbruges af arbejderne i fællesskab, dvs. bygninger, varme etc. afgiver en mindre værdidel til det enkelte produkt, fordi den samlede værdi, de afgiver, fordeler sig på en større mængde produkter på samme tid; 4, s 485/. Hermed kan der produceres billigere vare. Sekundært opnåede han (kapitalisten) kontrollen over arbejdsprocessen, idetdens samling under et tag forbedrede mulighederne for opsyn med dens forløb og især arbejderens overholdelse af produktionstiden for et bestemt produkt. Hvilket på længere sigt gav ham mulighed for at hæve arbejdsproduktiviteten og dermed akkumulationen.

Den simple kooperation er karakteriseret ved at arbejdsdelingen og arbejdsredskaberne i det store hele ikke har ændret sig fra den feudale arbejdsproces. Men væsentlig ændring i arbejdsdelingen er indtrådt, og som først måske kunne synes som en detalje:

Adskillelsen mellem håndens og åndens arbejde begynder i den simple kooperation, hvor kapitalisten borteksproprierer den overordnede produktionsrettelæggelse: det ledende og administrerende almene arbejde fra de umiddelbare producenter, som nu kommer til at repræsentere det udførende konkrete arbejde. Det borteksproprierede almene arbejde lægges enten i hænderne på kapitalisten selv eller på en af ham udvalgt stedfortræder: en opsynsmand, arbejdsleder/kommandant eller ingeniør, som vi fremover vil bruge som fællesbetegnelse for disse arbejdsfunktioner. Der er hermed sket et fald i den umiddelbare producents (den forhenværende selvstændige håndværker eller fæstebonde) kvalifikationer - abstraktionsniveauet for den til produktionsprocessen tilhørende erkendelse er for den umiddelbare producent faldet. Problembevidstheden og det erkendelsesmæssige afkast i forhold til produktionen er ikke længere i samme grad den umiddelbare producents. I stedet er det kapitalisten eller dennes stedfortræder, ingenøren, der bliver nøglepersoner i produktionens informationshæraki, både som modtager, udvalgere og koordinatore af totalarbejderens erfaringer i produktionsprocessen og som direkte kontrolanter af dennes forløb uden om det konkrete arbejdes erfaringer i denne. Denne form for erfaringsopsamling i den nye kapitalistiske koopererende arbejdsorganisation bliver således erstatningen for den prækapitalistiske form, herunder den feudalistiske, hvor erfaringsbearbejdningen og formidlingen foregår inden for producenterens fællesskab og håndværkerens faglige traditioner.

Selve den simple kooperation karakteriseres ikke af innovationer af arbejdsprocessen. Dog kan enkelte justeringer i forhold til det af den feudale produktionsmåde overleverede teknologiske niveau fremkomme, f.eks. indførelsen af vandmølle, idet det som nævnt stadig er den håndværksmæssige produktion der er grundlaget. Afgørende som innovation er etableringen af drift i større målestok, i og med overgangen til simpel kooperation, og denne er baseret på kapitalistens erfaring om at drift i større målestok giver ekstraprofit.

Den simple kooperation er en variant af den mere alment organisationsform af arbejdsprocessen : kooperation, og udgør en historisk overgang mellem feudalisme og manefakturen.

Begrebet kooperation har en nærmere betydning, som i og sig er identisk, med den betydning, som man tillægger i dagligdags sprogbrug. Kooperation, dvs. den form arbejdet antager, når mange arbejder side om side

planmæssigt eller i fællesskab i samme produktionsproces, eller i forskellige men sammenhængende produktionsprocesser. Allerede heraf er det tydeligt, at kooperation er den fælles benævnelse for al kapitalistisk arbejdsorganisation, hvor mange arbejdere arbejder under samme kapitals kommando.

Kooperation ved arbejdsdeling er en anden variant. Denne er i modsætning til den simple kooperation kendetegnet ved arbejdsdeling og specialisering i større eller mindre grad. Denne er den fremhærskende form arbejdet antager i manefakturen og storindustrien.

Summa summarum om den simple kooperation:

Arbejdet : ekspropriation af det almene arbejde, uspecialiseret inden for sit erhverv, mange arbejder side om side, i ens arbejdsprocesser.

Arbejdsmidlet : redskaber enkle og af individuel karakter, erfaringsbaseret udvikling af disse, nogle arbejdsmidler (bygninger etc.) bruges i fællesskab, så godt som ingen arbejdsdeling, den tekniske sammensætning er faldet (dette fald inkrænker sig til overgangen feudalisme/kapitalisme).

Arbejdsstanden: som under feudalismen - kvantiteten tiltaget.

1.3.3.2. Kapitalistisk arbejdsproces i form af manufaktur.

Manufakturen er det udviklingsstade af den kapitalistiske arbejdsproces på den håndværksmæssige produktions grundlag, der er karakteriseret ved at kapitalens akkumulationstvang nu nødvendiggør manipulation med arbejdsprocessen med arbejdsprocessens subjektive faktorer dvs. en opsplnitning af arbejdet eller og en sammenføjning af forskelligt kvalificeret arbejde. Den udviklede manufakturs resultat bliver dermed den dequalificerede delarbejder. Manufakturen er dermed kendetegnet ved kooperation ved arbejdsdeling og adskiller sig derved afgørende fra den simple kooperation ved arbejdsprocessens subjektive faktor.

Manufakturens organisation har to grundformer, der trods lejlighedsvis sammenblanding er to væsentlige forskellige former. Denne dobbeltkarakter udspringer af den færdige vares natur, det bliver enten dannet alene ved mekanisk sammensætning af selvstændige delprodukter eller skylder sin endelige skikkelse en række sammenhængende processer og manipulationer.

Heterogen manufaktur; Et antal arbejdere fra forskellige selvstændige håndværk, forenedes under samme kapitalists kommando. Disse arbejdere (delarbejdere) producerer hver deres del til en helhed, som så samles af en arbejder. F.eks. var en karet det samlede produkt af et stort antal uafhængige håndværkeres arbejde, karatmager, sadelmager, skrædder, kljnsmed etc. For så vidt står vi endnu på den simple kooperations grund. Imidlertid indtræder der snart en væsentlig ændring. Skrædderen, kljnsmeden etc. der kun er beskæftiget med karet fremstilling, mister efterhånden med vanen også evnen til at udføre sit gamle erhverv i sit fulde udstrækning. Endvidere har delarbejderen en stilling, der er vidt forskellig fra den stilling, som en selvstændig håndværker, der arbejder for sine egne kunder, har. På denne måde opstod klædemanufakturen.

Organisk manufaktur; I denne form for manufaktur, den fuldenste form, produceres artikler, der gennemgår en sammenhængende udviklingsfase, en rækkefølge af trinprocesser, d.v.s. at produkter der gennem et antal specielle delarbejdere, for at ende som et produkt.

I den simple Kooperation fremstiller håndværkeren hele varen selv, imidlertid foranlediger ydre omstændigheder snart, at koncentrationen af deres arbejder skal udnyttes på en anden måde. Kapitalisten skal f.eks. levere en større mængde varer inden for en bestemt tidsfrist. Arbejdet bliver derfor fordelt. I stedet for at lade samme håndværker udføre de forskellige operationer efterhånden, bliver operationerne adskilt, isoleret og udført side om side. Hver operation bliver nu overdraget forskellige håndværkere, og alle bliver udført af de kooperende på samme tid.

"Manufakturperioden forenkler, forbedre og mangfoldiggør arbejdsredskaberne ved at tilpasse dem til delarbejderens særfunktioner. Den skaber dermed tillige en af de materielle betingelser for maskinerne, der er en kombination af simple instrumenter." /74, s 505, vor understregning/.

Resultatet bliver at arbejdsproduktiviteten forøges betydeligt, hvilket især arbejdsdelingen bidrager til, og sidst men ikke mindst: produktionen af relativ merværdi. Den billigørelse af arbejdskraften, der er en følge af den øgede arbejdsproduktivitet indtræder med forstærket virkning. Ikke nok med at der sker en billigørelse af arbejdskraftens reproduktionsomkostninger, som følge af billigørelsen af subsistensmidler, der sker også en dequalificering af arbejdskraften/arbejdet, idet arbejderen som følge af specialiseringen ganske enkelt skal overskue færre arbejdsopgaver end før. Reproduktionen af arbejdskraften i form af uddannelse sker der da en billigørelse af - der er ikke så mange færdigheder arbejderen skal oplæres i som før. Alt dette betyder en ydeligere forøgelse af merværdien.

Varetagelsen af opsplittningen af arbejdet og sammenføjnngen af manufakturarbejderen med forskellige kvalifikationer i manufakturen betyder en udvidelse af ingeniørens almene arbejdsfunktioner i forhold til den simple Kooperation. Ingeniøren repræsenterer nu også processens enhed som central organisator. Han kommer nu også til at forestå arbejdsprocesinnovationen, som under manufakturen udelukkende består i en rationalisering af arbejdsdelingen og forenkling, forbedring og mangfoldiggørelse af allerede eksisterende håndværksmæssige arbejdsredskaber. Disse innovationer grunder sig på en mere almen erkendelse på et mere overordnet/abstrakt niveau end de prækapitalistiske umiddelbare producenters umiddelbare erfaring med arbejdsprocessen. Det almene ingeniørarbejdes almene erkendelse er opnået (som nævnt) gennem ingeniørens funktion, som overordnet modtager, udvælger og koordinator af totalarbejderens erfaringer (dvs. enheden af de enkelte delarbejdere) i produktionsprocessen, samt gennem direkte kontrol af produktionsprocessen uden om de umiddelbare producenters erfaringer i denne. Der er derfor her tale om en kvalitativt ny og mere overordnet/abstrakt erkendelsesform: den almene ingeniørerkendelse som basis for arbejdsprocesinnovationen. Således viser det sig, at kapitalen har eksproprieret ydeligere en del af det almene arbejde: det innovationerende arbejde, fra de umiddelbare producenter, som ingen atomisering af arbejdsfunktionerne reduceres til dequalificerede delarbejdere.

Summa summarum om den manufakturmessige arbejdsproces:

- Arbejdet : specialiseret i forhold til tidligere, mange arbejder side og side i arbejdsdeling: reduktion til delarbejde.
- Arbejdsmidlet : forenkling, forbedring og mangfoldiggørelse af disse ved at tilpasse dem delarbejdets særfunktioner.
- Arbejdsgegenstanden: øgning i kvantitet og kvaliter, i øvrigt begrænset i forhold til udviklingsniveauet af processens teknologi.

1.3.3.3. Kapitalistisk arbejdsproces i form af storindustri.

Storindustrien er fabriksmæssig forædling af indkøbte råvarer og havfabrikata, hvorved der ved maskinelle metoder kan fremstilles store mængder af ensartede varer. Altså karakteriserer indførelsen af maskiner i stor målestok industri.

En maskine er:

" en mekanisme der anvender et stort antal redskaber af samme eller lignende art på samme tid og som drives af en enkelt drivkraft af hvad art den nu må være."/4, s 551/.

Alt egentlig maskineri består af tre væsenforskellige faktorer, nemlig kraftmaskinen, transmissionsmekanismen og endelig værktøjs- eller arbejdsmaskinen. Marx giver følgende elementarbeskrivelse af de tre faktorer:

"Kraft maskinen virker som drivkraft for hele maskinen. Enten frembringer den sin egen drivkraft, som dampmaskinen, the caloric engine, elektriske motore ovs., eller den modtager impulser fra en naturkraft, der allerede findes i færdig form uden for den selv, som vandhjulet fra det faldende vand, møllevingen fra vinden ovs. Transmissionsmekanismen, sammensat af svinghjul, drivaksler, tandhjul, trisser, stænger, tov, remme, gear og mellemkoblinger af forskellig art, regulerer bevægelsen og forvandler, hvor det er nødvendigt, dens form, f.eks. fra en lodret til en kredsformet og fordeler og overfører kraften til værktøjsmaskineriet. Disse to dele af maskineriet eksisterer kun for at give værktøjsmaskinen den bevægelse, hvorved den skal angribe arbejdsgegenstanden og forandre den på hensigtsmæssig vis. Det er denne del af maskineriet, fra værktøjsmaskinen, at den industrielle revolution i det 18. århundrede udgår. Og det er fortsat den, der hver eneste dag påny er udgangspunkt når håndværks- eller manufakturdrift bliver til maskindrift. /4, s 547/.

Den manufaktur produktionsskabte selv de maskiner, der revolutionerede dennes tekniske grundlag og dermed ophævede manufakturen som produktionsform:

"En af dens (manufakturen) fuldendte frembringelser var værktøjerne for produktionen af selve arbejdsredskaberne, og især de allerede anvendte komplicerede mekaniske apparater... Dette produkt af den manufakturmessige arbejdsdeling producerede på sin side maskiner. De ophæver håndværket som regulerende princip for den samfundsmæssige produktion."/4, s 538/.

Grunden til at den manufakturmessige arbejdsproces blev revolutioneret var, at denne udgjorde en skranke for den fortsatte merværdiproduktion. Mulighederne for at forøge arbejdsproduktiviteten gennem Kooperation ved ar-

bejdsdeling var begrænsede, da dette udelukkende var manipulation med arbejdsprocessens subjektive faktor, og dennes muligheder var udtømte. Man var da nød til på bekostning af arbejds processens subjektive faktorer at udvikle de objektive, heriblandt den storindustrien væsentlige faktor:

"Storindustrien måtte derfor gøre sig til herre over det produktionsmiddel, der var dens kendetegn, nemlig maskinen; den måtte producere maskiner ved hjælp af maskiner. Først på den måde skabte storindustrien det tekniske grundlag, der svarede til dens krav og kom dermed på egne ben." /4, s 562/.

Det endelige resultat bliver da maskinsystemet som produktionsorganisme for storindustrien i sin rene form:

"I manufakturen er struktureringen af den samfundsmæssige arbejdsproces rent subjektiv, en kombination af arbejdere der hver gør sin del. I maskinsystemet har storindustrien en produktionsorganisme, der er helt objektiv og som arbejderen forefinder som en færdig materiel betingelse for produktionen." (vor fremhævelser) /4, s 564/.

Men selv om storindustrien er baseret på anvendelse af maskiner og på en reduktion af arbejdsprocessens subjektive elementer, bliver den subjektive faktor: den menneskelige natur, stadig ved med at være en skranke for kapitalens iboende værdiforøgelsestvang og som sådan stadig genstand for reduktion.

Den nødvendige tendens i storindustriens udvikling går da mod en frigørelse fra den menneskelige naturs begrænsninger, dvs. mod den stadige erstatning af det menneskelige arbejde i arbejdsprocessen med objektive elementer, som ikke har disse begrænsninger:

"Arbejdsmaskinens tiltagende størrelse og det øgede antal redskaber, hvormed den samtidigt opererer, betinger en bevægelsesmekanisme af mere massiv og omfattende art, og dette medfører videre at denne mekanisme for at overvinde sin egen modstand kræver en drivkraft af en større styrke end mennesket; rent bortset fra, at mennesket er et yderst ufuldkommet redskab til at producere ensartet og kontinuerlig bevægelse." /4, s 551/.

Begrænsningerne for udvidelsen af kapitalakkumulationen i den storindustrielle produktionsproces kommer nu mere og mere til at ligge i arbejdsprocessens objektive faktorer, da begrænsningerne fra de subjektive faktorer mineres og erstattes med de objektive faktorens begrænsninger. Storindustrien bliver da med den fremadskridende kapitalakkumulation genstand for en permanent omvæltning af arbejdsprocessen, hvor den bestandig hæves fra et teknologisk niveau til et højere. Arbejdsmidlet i form af maskinen er da det objektive element, der er midlet til en relativ merværdi:

"I manufakturen er arbejdskraften udgangspunkt for omvæltningen af produktionsmåden, i storindustrien er arbejdsmidlet udgangspunktet." /4, s 547/.

Denne, af kapitalens iboende værdiforøgelsestvang nødvendiggjorde udviklingen i storindustrien, producerer en udviklingsnødvendighed overfor innovationsformen og karakteren af det almene arbejde i den storindustrielle arbejdsproces. Som nævnt var innovationen i den prækapitalistiske arbejdsproces baseret på de umiddelbare producenteres umiddelbare

erfaringer i arbejdsprocessen - det konkrete og almene arbejde var integreret i den enkelte umiddelbare producents virksomhed, og dette gælder lige så forlagsproduktionen. Men i den simple kooperation og især i manufakturen adskilles det almene arbejde fra det konkrete ved ekspropriation fra de umiddelbare producenter, som dequalificeres til delarbejdere. Samtidigt med, at det almene arbejde borteksproprieres, får det en anden form nødvendiggjort af adskillelsen og underlæggelsen under profitmotivet. Det almene arbejde samles hos kapitalisten eller kapitalistens agent i produktionen: ingeniøren. Det almene arbejde får form af udøvelsen og tilegnelsen af en ny mere almen/abstrakt erkendelsesmæssig basis for innoveringen og den øvre overordnede tilrettelæggelse af produktionen, nemlig den almene ingeniørerkendelse. I storindustriens begyndelsesfase udvidedes ingeniørernes arbejdsfunktioner, som følge af kapitalens akkumulationstvang, til også at omfatte teknologisk-maskinel innovation, men stadigvæk byggende på det almene ingeniørarbejdes almene/abstrakt/overordnede erkendelse indhøstet gennem direkte kontrol af produktionen uden om delarbejderens erfaringer, samt gennem modtagelse, selektion og koordination af totalarbejderens erfaringer i produktionsprocessen. Men i selve storindustrien nødvendiggør den stadige fortsættelse af kapitalakkumulationen inddragelsen af den institutionaliserede naturvidenskab, samt arbejdsorganiseringensvidenskab, idet arbejdsprocessens tekniske arbejdsmæssige problemer/skranker for værdiøgningen når så højt abstraktions- og almengørelsesniveau, at det er muligt at bygge bro mellem den institutionaliserede naturvidenskabs abstrakt/almene erkendelse og disse tekniske problemer. Det videnskabelige og ingeniørmæssige almene arbejde forenes nu adskilt fra det konkrete arbejde i kapitalens tjeneste:

"Produktionens åndelige kræfter udfolder sig i en retning fordi de forsvinder i mange andre. Hvad delarbejderen midter koncentrerer i den kapital, de står ansigt til ansigt med. Det er et produkt af den manufakturermæssige arbejdsdeling at konfrontere dem med den materielle produktionsproces's åndelige kræfter som fremmed ejendom og som en magt, der behersker dem. Denne adskillellesproces begynder i den simple kooperation, hvor kapitalisten repræsenterer den samfundsmæssige arbejdsorganismes enhed og vilje overfor de enkelte arbejdere. Den udvikler sig i manufakturen, der læmlæster ham til delarbejder. Den fuldendes i storindustrien, som gør videnskaben til en selvstændig produktivkraft adskilt fra arbejdet og tvinger den ind i kapitalens tjeneste."/4, s 529/.

I første omgang bliver de forhåndværende naturvidenskabelige resultater udnyttet til innovation af den storindustrielle arbejdsproces's objektive elementer gennem revolutionering af maskinerne, uden at de er produkter af teknologisk-måltrettet naturvidenskabelig forskning, der snævet er rettet mod at skabe teknologiske innovationer. Maskinerne får nu status af at være materialiseret naturvidenskabelig erkendelse af naturkræfterne. Denne beskrevne innovationsform er den naturvidenskabsbaserede, og den abstrakte anvendelse af maskiner er en forudsætning for at denne innovationsform kan tages i anvendelse:

"Som maskineri får arbejdsmidlet en materiel eksistens, der betinger, at menneskekraft erstattes af naturkræfter og erfaringsmæssig rutine af bevidst anvendelse af naturvidenskaben."/4, s 564/.

Den almene ingeniørerkendelses innovationsform eksisterer videre side om side med den videnskabsbaserede, men denne sidste bliver mere og mere

nødvendig for den fortsatte revolutionering af produktionsprocessen, På et vist tidspunkt bliver kombinationen af disse to innovationsformen utilstrækkelig og dermed en skranke for den stadige kapitalakkumulation og må suppleres med en tredje, mere rationel form: den systematisk videnskabsbaserede af arbejdsprocessen, hvor de teknologiske innovationer er produkt af en teknologisk målrettet, bevidst planlagt, systematisk naturvidenskabelig forskning i større målestok:

"Mens de videnskabelige resultater endnu i den kapitalistiske udviklings tidlige fase udnyttes uden at der i væsentlig omfang giver direkte pålæg til løsning af specifikke problemer, bliver videnskaben i dag benyttet som direkte frembærer af teknologier til produktionssektoren."/1, s 2/.

Summa summarum om den storindustrielle arbejdsproces:

- Arbejdet : ydeligere dequalificering/videnskabeliggørelse.
- Arbejdsmidlet : maskinisering overvejende baseret på anvendelse af det tekniske-naturvidenskabelige almene arbejde, arbejdsprocessens objektive faktorer bliver dominerende - stadig stigende teknisk/organisk sammensætning.
- Arbejdsgenstand : øgning i kvantitet/kvaliteter begrænset i forhold til det teknologiske niveau.

1.3.4. Naturvidenskaben.

1.3.4.1. Etableringen af kapitalens teknisk-instrumentelle naturforhold.

Med opkomsten af den simple varecirkulation og vareproduktion bliver produktionen af værdi middel til at opnå brugsværdi. Samfundsmæssigheden knyttes via markedet, ved at de enkelte brugsværdiproducerende privatproducenter sætter deres arbejdsprodukter i et bytteforhold til hinanden. I dette bytteforhold tildeles de enkelte brugsværdier en gensidigt kvantitativt mål for overhovedet at kunne udveksles. Dette mål er udtryk for varens værdi, som således er den størrelse, som formidler de indbyrdes adskilte producenters samfundsmæssighed. I varebyttet reduceres de konkrete brugsværdier til at være fremtrædelsesform for værdien. Naturens eneste samfundsmæssigt gyldige bestemmelse bliver således værdien, i og med brugsværdien er den form naturen antager ved tilfredsstillelsen af menneskelige behov:

"De konkrete brugsværdikvaliteter reduceres til fremtrædelsesform for værdien, der på sin side fremtræder som naturens samfundsmæssigt gyldige naturlige bestemmelse."/5, s 86/.

Brugsværdien og med den naturens egenkvalitativitet bliver således naturens private, subjektive bestemmelse, idet privatproducenterne kun som privatproducenter og -konsumenter forholder sig til denne brugsværdi, og denne bliver som sådant subjektivt, tilfældigt og privat.

| <u>VÆRDI</u> | <u>BRUGSVÆRDI</u> |
|---------------------|-------------------|
| ----- | ----- |
| samfundsmæssig | privat, subjektiv |
| kvalitativitetssløs | kvalitativ |
| abstrakt | konkret |

Den abstrakte kvalitativitetsløse værdisubstans sætter hermed som naturens eneste samfundsmæssigt gyldige bestemmelse, og naturen bliver herved kvalitativitetsløs i det samfundsmæssige begreb om denne:

"Brugsværdiernes subsumtion under værdien er derfor eliminatio-
nen af enhver samfundsmæssig mulighed og gyldighed af et indholds-
mæssigt begreb om naturens egenkvalitet." /5, s 86/.

den samfundsmæssige bestemmelse af naturen bliver da en bestemmelse som blot og bar kvalitativitetsløs ting/objekt, med andre ord som samfundsmæssigt ubestemt, eller som ren fakticitet (dvs. noget tilstedeværende noget givet). Dette skal ses i modsætning til den prækapitalistiske naturgroede arbejds (og erfarings-)proces, der var underlagt naturens tvingende egenkvalitativitet:

"Den tilbageblivende mulighed af et samfundsmæssigt gyldigt naturbegreb baserer sig således i den samfundsmæssige bestem-
melse af naturen som ren tinglighed eller objektivitet, i en fremtrædelse med andre ord som samfundsmæssigt ubestemt som i princippet fri for tvingende egenkvalitativitet og dermed som råstof tilgængeligt for enhver bestemmelse og granseløs beherskelse. Naturens væsen bliver dens fakticitet." /5, s 86/.

Denne samfundsmæssigt ubestemte materialitet er hermed tilgængeligt for enhver privat/samfundsmæssig bestemmelse.

Den kvalitetsløse naturens orden fastsættes således ikke kvalitativt, men efter en abstrakt rumlig målestok uafhængig af de konkrete materialitets egenkvalitativitet, dvs. efter en rumlig universelmålestok beregnet til at ordne naturen som blot og bar fakticitet:

"Ordene bliver indeholdt i fakticiteten, hvilket betyder, at den reduceres til tingenes rene positionalitet, deres (kontingente) placering i et abstrakt rum. Af samme grund er den eneste tilbageblivende helhedskonception af naturen den blotte og bare opsummering af dens dele." /5, s 86/.

Den simple cirkulations/vareproduktions samfundsmæssige naturbestemmelse kan således konkretiseres til det abstrakte rums ordsmålestok.

Ved adskillelsen af de umiddelbare prækapitalistiske producenter fra det umiddelbare naturforhold i den oprindelige akkumulation dannes et nyt forhold mellem natur og menneske, som nu bestemmes af at den samfundsmæssige arbejdsproces underlægges værdigøningen, som tvangsmæssigt formål med produktionen. Denne arbejdsproces, hvori naturforholdet realiseres, udgør stofskiftet mellem menneske og natur. Materialiteten, dvs. i form af den samfundsmæssige arbejdsproces's subjektive og objektive elementer: arbejdet, arbejdsmidlet og arbejdsgenstanden bliver nu underlagt værdigøningens tvangsmæssige formål. Materialiteten bliver hermed objekt for det nye samfundsmæssige subjekt: kapitalen, som blot er den samfundsmæssige værdisubstans i en mere udviklet form. Den simple varecirkulation/produktionens reduktion af naturen/materialiteten til ren genstand påtvinges brugsværdiproduktionen samfundsmæssigt med kapitalens etablering, hvorefter varecirkulationen bliver det samfundsmæssige stofskiftes dominerende form, samt forstærkes:

"Den formelle bestemmelse af naturen som fakticitet og som råstof for grænseløs beherskelse i vareformen er i den kapitalistiske produktion realitet og forudsætning ... Den formelle reduktion af brugsværdi-produktion, til reel beherskelse hvorunder naturens kvalitativitet reduceres til randbetingelser. Her viser det sig reelt, at værdiabstraktionen er den teknisk-instrumentelle holdnings a priori."/5, s 87 f/.

For kapitalens eksisterer naturen/materialiteten nu kun som ren skranke/ randbetingelse for værdiøgningen. De brugsværdimæssige kvalitativiteter er uinteressante for værdiøgninge undtagen i en henseende: nemlig som skranke, dvs. som blot og bar forhindring for værdiøgningen. Altså bliver naturen ligegyldig i den logik som kapitalens værdiøgningstvang, som det samfundsmæssigt herskende princip, påtvinger menneskene, og kun interessant i det omfang at den fungerer som skranke for værdiøgningen. Det er disse skranke- kers periodiske fjernelse som kapitaleakkumulationens fremadskriden nødvendig- gør. Hermed ligger der i selve kapitalens udvikling/udfoldelse nødvendigheden af et kapitalistisk naturforhold, som er indrettet på at fjerne disse skranke, indbefattet en naturerkendelse, der er indrettet på det samme. I dette kapitalistiske naturforhold bliver naturen objekt for teknisk-instrumentel beherskelse. Hermed konstitueres det kapitalistiske samfundsmæssige naturforhold, det teknisk-instrumentelle, der er fuldbyrdelsen af den simple cirkulations bestemmelser, herunder det abstrakte rum.

Med værdiøgningens underlæggelse af den samfundsmæssige arbejdsproces i kapitalismen etableres en samfundsmæssig tid. Da produktionens formål nu er værditilegnelse slet og ret, bliver det værdiens målestok, som bliver den samfundsmæssige tid, og denne målestok er den abstrakte tid. Igennem værditilegnelsens og det abstrakte arbejdets diciplinering tvinges overholdelsen af de abstrakte produktionsmål (værdiøgningen) både igennem over for kapitalisten og arbejderne:

"En produktion, der har sit formål i rigdommen slet og ret, må nødvendigvis subsumere ethvert forløb og enhver erfaringsproces under den abstrakte tid som værdimål og dermed som eneste alment gyldige relationalitetsprincip."/5, s 88/.

Denne tid, som afløser den prækapitalistiske naturgroede tid, er den første samfundsmæssige tid:

"Derimod under kapitalismen er den organiske naturtvang brudt. Tiden ophører at være angivet ved de organiske naturprocessers forløb. Den kapitalistiske produktions abstrakte tid er den første egentlige samfundsmæssige tid i historien."/5, s 89/.

Denne samfundsmæssige tid underlægger sig og forenes med de subjektive tidsstrukturer, som er sanselige og kvalitative ligesom de prækapitalistiske tidsstrukturer : resultatet bliver nye subjektive tidsstrukturer:

"Enheden af de forskellige specifikke og kvalitative tidsstrukturer består i deres subsumption under den abstrakte og tingsliggjorte tid."/5, s 89/.

Men disse har ingen samfundsmæssig gyldighed, da de er private og subjektive:

"Derimod er tiden indbegrebet af kvalitativ forandring, i denne samfundsmæssige gyldighed reduceret til ren kvantitet, indenfor hvilken hverken erfaring, forandring eller historie er mulig. Enhver erfaring må forholde sin realitet til denne tids rationalitet, hvorved dens kvalitative indhold, dens dimension af forandring og historie reduceres til irrational subjektivitet." /5, s 89/.

1.3.4.2. Den institutionaliserede naturvidenskab.

Her skal indledningsvis gøres rede for hvilke betingelser det kapitalisatte naturforhold sætter for den kapitalistiske naturerkendelses subjekt. Dette gøres ved bla. a. opsummering af de i de foregående afsnit opnåede resultater.

I det prækapitalistiske fællesskab er subjektiviteten for naturerkendelsen som nævnt samfundsmæssig, hvilket vil sige, at naturerkendelsen er knyttet til samfundsmæssigt nødvendige umiddelbare reproduktionsfunktioner på alle niveauer i samfundets hierarkiske orden. Af overordnede kan nævnes religiøse reproduktionsfunktioner af underordnede den umiddelbare produktion. Med etableringen af det kapitalistiske naturforhold gennem den oprindelige akkumulations ekspropriation af de umiddelbare producenteres produktionsbetingelser/produktionsmidler bortfalder muligheden af naturbegrebets direkte integration og bestemmelse i umiddelbart samfundsmæssige funktioner, herunder den umiddelbare produktion. I stedet må der dannes andre instanser for den kapitalistiske naturerkendelse. Sammenhængende med ovennævnte proces ophæves det samfundsmæssige grundlag for at naturerkendelsen kan eksistere på adskilte former; som alment, spekulativt begreb og som faglig kvalifikation idet den prækapitalistiske samfundsorden opløses og erstattes med en kapitalistisk.

Ved kapitalens underlæggen sig den samfundsmæssige arbejdsproces igennem den oprindelige akkumulation adskilles det almene arbejde fra det konkrete, idet det almene arbejde borteksproprieres de umiddelbare producenter sammen med produktionsbetingelser/produktionsmidler og dispositionsretten over disse. Den samfundsmæssige naturerkendelse, der netop er indeholdt i det almene arbejde, må derfor netop organiseres som alment arbejde uafhængigt af de umiddelbare producenter og den umiddelbare produktion. Denne proces er i og for sig sammenfaldende med den førstnævnte.

Som instans for integrationen af den kapitalistiske naturerkendelse bliver de kapitalistiske planlægnings- og tilrettelægningsfunktioner for produktionen, i det omfang at naturerkendelsen kan udnyttes i denne (vi kommer i et senere afsnit ind på dette). Men i det omfang den ikke kan udnyttes i den kapitalistiske produktionsproces må den finde andre instanser, og det er disse vi nærmere vil bestemme i dette afsnit. Da de søgte instanser, som nævnt ikke er integreret i den kapitalistiske umiddelbare produktionsproces, kan der derfor ikke være tale om nogen værdiskabende aktivitet. I stedet må de finansieres af en del af den samfundsmæssigt skabte merværdi, den disponible tid er allokationsform for denne /5, s 110/. Den søgte samfundsmæssige naturerkendelse, naturvidenskaben og denne instanser er hermed ikke integreret i det umiddelbare arbejde, og den er derfor ikke underlagt de kapitalistiske styrings- og planlægningsfunktioner. Det følger heraf at videnskaben må fremstå som uafhængig af udefra kommende direkte bestemmelse eller styring, og den individuelle bærer af naturvidenskaben - disponible tid er under kapitalismen individuelt disponible tid - fremtræder som autonom og fri /5, s 111/. Heraf naturvidenskabens selvforståelse.

Med det kapitalistiske naturforholds reduktion af enhver konkret-sanselig naturerfaring til samfundsmæssig ikkegyldig irrationalitet og individuel, må erkendelsessubjektet være i stand til at organisere erfaringen på en sådan måde, at den almengøres og dermed gives samfundsmæssighed. Dette kan i konsekvens af det kapitalistiske naturforholds bestemmelser præciseres som et nødvendigt krav om erfaringsindholdets nødvendige underlæggelse under og organisering efter den abstrakte tids og det abstrakte rums former. Hvilket kapitalistisk erkendelsessubjekt kan indløse sådanne krav? Privatejendommens og privatproduktionens gennemslag gennem den oprindelige akkumulation er opløsningen af individerne i deres privathed, og som private, individuelle erkendere kan disses umiddelbare erfaringer ikke tilskrives andet end privat gyldighed - som subjektive, irrationelle og tilfældige. For at erkendelse af samfundsmæssig gyldighed i det hele taget kan opstå under kapitalismen må dens subjekt etableres på offentlighedsform. Der opstår således en sfæreopdeling af samfundet i en privat-sfære og en offentlighedsfære. Det vil sige, at de enkelte individuelle/private erfaringssubjekter må organiseres omkring en offentlighed til hvilken deres individuelle erfaringer må formidles, for at erfaringerne kan få samfundsmæssig gyldighed ved udgrænsning af deres individuelle, subjektive særegenheder. Sådanne offentligheder kan således være organiseret omkring forskellige genstandsområder for erfaring herunder naturerfaring. Formidlingen af naturerfaring til den naturvidenskabelige offentlighed sker således ved en udgrænsning af alle subjektive private erfaringslementer og en reduktion af naturerfaringen(7) til de kapitalsatte abstrakte tids og rumkategorier. Som instrument til indfrielsen af disse betingelser optræder så historisk det naturvidenskabelige eksperiment, der med sine procedurer sikrer udgrænsning af naturerfaringens subjektive og private sider. Hermed er naturvidenskaben institutionaliseret på offentlighedsform.

1.4. Sammenfatning.

Der er nu med dette første kapitel i denne rapport etableret en teori for, hvorledes kapitalens logik er det afgørende moment i den sidste ende, den helt konkrete udformning af arbejdsprocesser - og hvorledes dette foregår via afgørende indflydelse på såvel teknologi som naturvidenskab.

Værdigøningen er som klarlagt i 1.2.1. det overgribende moment i den kapitalistiske pengecirkulation, ja endog det eneste moment, der giver cirkulationen $P - V - P$ mening. Og hvordan bliver P forvandlet til P' (altså $P + P$) i den kapitalistiske produktionsproces? Vi finder svaret i den værdimæssige side af denne proces. Værdimæssigt indblander kapitalisten i princippet to størrelser i produktionen - produktionsmidler og arbejdskraft. Af disse to er det kun arbejdskraften, der har den særlige egenskab at kunne skabe værdi. Denne værdi fremkommer som produkt af det af arbejderens udover til sin egen reproduktion tvangsmæssigt udførede arbejde - dvs. merværdien kan af kapitalisten indhøstes som forakel mellem arbejdskraftens brugsværdi og dennes bytteværdi. Forskellen ønsker kapitalisten så stor som muligt og derfor iværksættes der til stadighed foranstaltninger til forøgelse af denne merværdi, hvilken for en given produktion kan gøres på to måder - relativt og absolut. Den absolutte måde indebærer en forlængelse af arbejdsdagen. Denne udvikling er i det lange løb uinteressant for os, da den udfolder sig på et og samme tekniske niveau af produktionen, og iøv-

rigt er stærkt begrænset, hvorimod den relative måde i denne sammenhæng er nok så interessant. Måden fungerer på flg.vis: ved øget produktivitet afgiver arbejdskraften mindre værdi per produktemne, hvorved arbejderens reproduktion og dermed arbejdskraftens værdi billiggøres, således bliver videre forskellen mellem arbejdskraftens brugsværdi og bytteværdi gjort mulig at forstørre.

Hvorledes formidles nu denne kapitalens iboende værdiforøgelsestvang til den stofflige side af produktionsprocessen, dvs. arbejdsproces. - Dette foregår igennem kapitalens akkumulationsproces. Denne proces kan forløbe enten med eller uden en ændring af den organiske sammensætning, der betegner forholdet mellem mængde af produktionsmidler og den mængde af arbejdskraft, der skal til for at anvende disse. Processens forløben uden ændring af den organiske sammensætning er dels ikke teknologisk innovativ dels ikke den for kapitalistisk produktion i længden den karakteristiske, derimod betegner kapitalens akkumulationsproces's fremadskriden ved forandring af den organiske sammensætning faseovergangen mellem to teknologiske niveauer. På et tidspunkt bliver det således mere attraktivt i forbindelse med kapitalophobningen at investere i produktivetsforbedringer fremfor kvantitativ produktionsapparat-udvidelse på et og samme teknologiske niveau. Man investerede i øget arbejdsproduktivitet, hvilket betyder at den mængde produktionsmidler en arbejder anvender, vokser med produktiviteten af hans arbejde. Arbejdsproduktivitetens vækst fremtræder således i aftagen i arbejdsmængden i forhold til den mængde produktionsmidler, arbejdsmængden sætter i bevægelse - der fremkommer en stigning i kapitalens organiske sammensætning. Resultatet bliver en stigning i kapitalens organiske sammensætning, og dermed en kapital på et nyt teknologisk niveau, hvor den fremtræder med en forbedret akkumulationsdygtighed, større arbejdsproduktivitet og derudover større teknisk sammensætning og større organisk sammensætning. I takt med kapitalakkumulationen processerer såvel en koncentration som en centralisation af kapitalen. Hvor centralisationen blot betegner sammensmeltningen af enkelte kapitaler til en stor kapital på samme tekniske niveau, som den mindre betegner kapitalens koncentration derimod en vækst af arbejdsprocesserens objektive elementer i forhold til de subjektive, i form af en udvikling imod en stadig større produktionsmålestok. Således er koncentrationen udelukkende kapitalens bevægelse mod en større teknologisk udnyttelse af naturvidenskaben.

Vi skal nu koncentrere os om kapitalens stofflige udvikling som et udtryk for og et produkt af den foran nævnte akkumulationsudvikling. Det vil med andre ord for det første sige kapitalens iboende værdiforøgelsestvangs gennemslag i arbejdsprocessen og for det andet den samme tvangs gennemslag i naturforholdet. Samtidigt har vi bidraget kategorierne, arbejdsproces og naturforhold historicitet og set at de førkapitalistiske samfunds mangel på en udviklingstvang netop i modsætning til de kapitalistiske samfund giver sig udslag i statiske arbejdsprocesser (produktionens formål er reproduktion og intet derudover) og et naturgroet samfund med deraf følgende naturforhold.

Eftersom den prækapitalistiske produktion havde fællesvæsenets reproduktion som formål var produktionen rettet mod brugsværdiproduktion. Og netop denne produktion i en enhed med naturen er essensen af det prækapitalistiske naturforhold. Således var den prækapitalistiske arbejdsproces underlagt naturens tvang. Betydningen af dette var for

det første, at arbejdets produktivkraft i det førkapitalistiske samfund var lav, og naturen var derfor en endnu ikke behærsket faktor. For det andet styrede og regulerede de umiddelbare producenter selv arbejdsprocessen grundet på individets ønske, erfaringer med naturen og dennes tvang. De umiddelbare producenteres erfaringer var således grundlaget for arbejdsprocessens innovering. En sådan form for innovering kan kaldes erfaringsbasering. Denne naturerkendelsesform giver sig samtidigt udslag i at kategorierne rum og tid optræder som konkrete kategorier i den førkapitalistiske begrebsverden. Under førkapitalismen kan naturerkendelse antage forskellige nuancerede udformninger (eks. spekulativt naturbegreb), men alt i alt gælder der, at naturerkendelsen ikke er isoleret til et sybjekt, der er adskilt fra resten af samfundet, men at naturerkendelsens subjekt er samfundsmæssigt i modsætning til det under kapitalismen herskende - og derfor er det spredt over samfundets medlemmer.

Gennem den oprindelige akkumulation forvandlede førkapitalisme til kapitalisme - de samfundsmæssige produktions- og reduktionsprocesser underlægges værdiøgningstvungen, som følge af processen, der adskiller producent og produktionsmidler. Dette får samtidigt konsekvenser for naturforholdet og videre naturerkendelsen. Arbejdskræfterne underlægges vareformen, hvorved de umiddelbare producenter borteksproprietes fra deres ganske produktionsbetingelser. Derimod falder den stofflige akkumulation af brugsværdier på andre hænder i et omfang stort nok til at absorberer både nødvendigt arbejde og merarbejde. Brugsværdierne eksisterede som værdi og ikke i for tilfredsstillelse af umiddelbare behov. De umiddelbare producenter får herved borteksproprietet deres åndelige potenser, som nu koncentrerer i den kapital, producenterne står overfor. Det er i denne adskillelse, der ændre naturforholdet. Med adskillelsen træder naturen overfor arbejderer arbejderer som kapital. Og desuden bliver det muligt at underlægge arbejdet menneskelige kontrol, det bliver genstand. Produktionen for tilfredsstillelsen af umiddelbare menneskelige behov bortfalder med de nye ejendomsrelationer. Tingenes individualitet ophæves og fremmedgøres hermed, således at den kapitalistiske produktion ser ud til at være menneskenes formål, men hvor det egentlige formål er værdiens grænseløse selvforøgelse. Ved arbejdets genstandgørelse i produktionsprocessen, fremmedgøres tingenes individualitet følgelig med nødvendighed. Erfaringsdimensionen for det levende arbejde underlægges objektivering. Og brugsværdierne reduceres til først og fremmest at være genstand eller materiale for opsigningen af menneskeligt arbejde. - I denne proces ender vel mennesket som natur som objekter for kapitalen. Det levende arbejdes frigørelse fra naturtvungen gør således på ingen måde dette til subjekt, men til ting eller brugsværdi for kapitalen. Derved fremtræder kapitalen som produktionens overgribende subjekt.

Vi er så nået til selve etableringen af kapitalens tekniskinstrumentelle naturforhold. Det eneste der giver varer samfundsmæssig hed, er deres bytteværdi - det er det eneste, der kan udveksles i relation til. Naturrens eneste samfundsmæssigt gyldige bestemmelser er således værdien. Det samfundsmæssige begreb om naturen må derfor være såvel abstrakt som kvalitativtetsløst og endvidere bliver naturen såvel objektiveret og behandlet som ren fakticitet. Gennem adskillelsen producent/produktionsbetingelser opstår nu et naturforhold underlagt værdiøgningen, dvs. arbejdsprocessen dermed underlægges det nye samfundsmæssige subjekt: kapitalen. Den va-

reproduktion/cirkulations reduktion af materialiteten til ren genstand bevirker at naturen nu kun eksisterer som randbetingelse for værdiøgningen. Naturen bliver derfor umiddelbart ligegyldig i den logik som kapitalens værdiøgningstvung påtvinger menneskene, og kuninteressant i det omfang, at den fungerer som skranke for værdiøgningen - det kapitalistiske naturforhold står hermed implicit etableret (men med tvang opstået) som fjerner af sådanne skranke. Og det teknisk-instrumentelle naturforhold konstitueres hermed. Endelig skal her af betydning for naturvidenskaben nævnes etableringen af både samfundsmæssigt abstrakt rum og samfundsmæssigt abstrakt tid.

Naturvidenskaben institutionaliseres nu af nødvendighed. Vi skal se hvorledes. Med etableringen af det kapitalistiske naturforhold gennem den oprindelige akkumulations ekspropriation af de umiddelbare producenters produktionsbetingelser/-midler bortfalder mulighederne af naturbegrebets direkte integration og bestemmelse i umiddelbart samfundsmæssige funktioner her under den umiddelbare produktion. I stedet må der dannes andre instanser for den kapitalistiske naturerkendelse. Den samfundsmæssige naturerkendelse, der netop er indeholdt i det almene arbejde, som nu jo er adskilt fra det konkrete, må derfor netop organiseres uafhængigt af de umiddelbare producenter og den umiddelbare produktion. I det omfang den kapitalistiske naturerkendelse er umiddelbart anvendbar, inddrages den, men i det omfang dette ikke er muligt, må der søges andre veje, instanser. Skal dette være tilfældet, må der ikke være tale om en værdiskabende aktivitet. I stedet bliver der tale om finansiering v.h.a. en del af den samfundsmæssigt skabte merværdi, fordelingsformen for denne bliver den disponible tid. Hermed ser vi, at den kapitalistiske naturerkendelse ikke er underlagt nogen af de kapitalistiske styrings- og planlægningsfunktioner. Det følger heraf, at den individuelle bærer af naturvidenskaben må frestå som autonom og fri. Og videre må det kræves, at erkendelsesobjektet nødvendigvis må organisere erfaringen på en sådan måde, at denne almengøres og gives samfundsmæssighed. Dvs. at denne bl.a. underlægges under og organiseres efter abstrakt tids og det abstrakte rums former. - Herefter kan erkendelses subjektets udformning konkretiseres ydeligere. For den samfundsmæssige erkendelse i det hele taget kan dannes i kapitalismen, må dens subjekt etableres på offentlighedsform. Dermed er sagt, at de enkelte videnskabsfolk individuelle erfaringer må formidles omkring en offentlighed, v.h.a. en udgrændning af deres subjektive eller individuelle særegenheder. Dette sker ved naturerfaringens reduktion til den abstrakte tids og det abstrakte rums kategorier.

Endelig skal vi vende os mod de helt konkrete udformninger af de kapitalistiske arbejdsprocesser - velvidende at rækken simpel Kooperation - manufaktur - storindustri ikke fremkommer ved en stram historisk tvang. Den faktiske historiske udvikling tager sin begyndelse overalt i rækken. Tendentielt synes enhver kapitalistisk arbejdsproces imidlertid at bevæge sig hen imod den storindustrielle arbejdsproces's kvaliteter. Vi skal ikke her trække de konkrete arbejder, arbejdsmidler og arbejdsgenstande frem igen (se i stedet under "summa summarum" efter hvert af de tre foregående afsnit), men i stedet koncentreres om udviklingen i det almene arbejde i arbejdsprocessen. Allerede i forbindelse med simpel Kooperation og især med manufaktur adskilles det almene arbejde

fra det konkrete. Det almene arbejder antager dermed en ny form underlagt værdiøgningstvungen - ingeniøren opstår. Denne almene ingeniørerkendelse udøver og tilegner en ny og mere almen og abstrakt erkendelsesbasis for innovering og andre produktionstilrettelæggelser. Denne rolle udvides i den begyndende storindustrielle sammenhæng til også at indeholde teknologisk-maskinelle innovationer, stadigvæk bygger ingeniøren dog på totalarbejderens erfaringer i produktionsprocessen. Under selve stor industriens fase er dette imidlertid ikke nok. Skal kapitalakkumulationen i længden fortsættes må både den institutionaliserede naturvidenskab og arbejdsorganiseringsvidenskaben inddrages. Og hermed forenes naturvidenskab og det ingeniørmæssige arbejde ofte om de samme opgaver. Til at begynde med udnyttes kun de forhåndenværende naturvidenskabelige resultater, der er tale om en videnskabsbaseret innovationsform. Heller ikke denne er i længden rationel nok og den systematiske naturvidenskabsbaserede innovationsform taget i brug. I denne er de teknologiske innovationer produkt af teknologisk målrettet, bevidst planlagt, systematisk naturvidenskabelig forskning i større målestok.

Litteratur:

- 1: Altvater, Elmar: Produktivkraft Wissenschaft, Rote Blätter nr 5/6 1970.
- 2: Jyske Historiker, den: Produktion og udbytning i førkapitalismen, nr. 14 1978. Aarhus Universitet.
- 3: Marx, Karl: Grundrids bind 2. Modtryk 1975
- 4: Mars, Karl: Kapitalen bind 1. Rohdos 1970.
- 5: Nielsen, N. C.: Den moderne naturvidenskabs samfundsmæssige konstitution i kapitalismen og selvstændiggørelsen som træk ved dens tidlige institutionalisering. Aarhus Universitet 1979

Noter:

- 1: At der af P - V - P relationen kan udledes en tilvækst, skyldes den særlige egenskab ved varen arbejdskraft, at der kan udledes mere værdi af den end der er brugt til dens reproduktion, d.v.s. af dens brugsværdi og bytteværdi er to forskellige størrelser.
- 2: For eksempel opstarter visse tyske storindustrier direkte på den prækapitalistiske baggrund.
- 3: For os synes det imidlertid uvist, i hvilket omfang den herskende klasse var parasitær (eller ej) i samfundsmæssig sammenhæng i sådanne samfund. Man kan således godt tale om, at herskende klasser har udført samfundsmæssigt nødvendige funktioner. F.eks. var krigerfunktionen en tidlig og central udformning af sådanne samfundsopgaver. Og netop denne gav anledning til arbejdsdeling og social hierarkisering.
- 4: Fællesskab er en fordanskning af det Marx'ske begreb Gemeinschaft, og betyder for så vidt kun samfundet, men med en betoning af, at der er et samfund, der er baseret - på den ene eller anden form - på arbejdets (og ejendommens, til en vis grad) umiddelbare samfundsmæssighed.
- 5: Forholdet mellem det lidt snævrere begreb erkendelse og begrebet erfaring er erfaringsbegrebets mere processuelle karakter. Sådant at forstå at erfaring kendetegner erkendelsen som en aktivitet, der er konkret integreret i menneskelige og sociale livsprocesser, dermed en størrelse hvis resultat ikke kan adskilles fra processen og heller ikke fra den sammenhæng den er produceret i, d.v.s. en social og processuel sammenhæng.
- 6: Begrebet kvalitativt individuering; Herom knytter sig en gammel filosofisk tradition. Man kan skelne mellem kvalitativ og kvantitativ individuering eller indre kontra ydre individuering, hvor den ydre individuering, og det er den der også er kvantitativ, f.eks. er kendetegnet ved at man individuierer en genstand ved at pege på den. I en ganske bestemt forstand er det den måde, hvorpå den moderne naturvidenskab er henvist til at in-

dividuere. De kan individuere en genstand ved at pege på den i den forstand, at de giver den nogle koordinater i et tid og rumssystem, og det er den eneste individuering der er mulig, og det er et diskussionsspørgsmål for dem selv i starten om den er mulig, fordi enhver indholdsmæssig indre eller kvalitativ individuering er umulig, fordi genstandene er materielt identiske. Sat derved, da er den kvalitative individuering betinget af at genstanden som sådan har nogen differentierende egenskaber at dens egenskaber, dens kvaliteter tilsammen er i stand til at differentiere den fra alt andet, og det forudsætter selvfølgelig et meget konkret begreb om den enkelte genstand for at kunne differentiere i den forstand. Den type af differentiering og de egenskaber der drages ind handler i meget høj grad om de forbindelser og relationer, som tingene indgår i, den helhed de indgår i, den plads de har deri. I et bestemt feudalt billede, det sted i verdens universelle hierarki den befinder sig. Muligheden af individuering er så synonym så at sige med muligheden af kvalitativ differentiering.

- 7: Et lignende standpunkt, om hvorledes en sfæreopdeling af samfundet og en atomisering af dets individer i det industrielle (kapitalistiske) samfund determinerer en bestemt herskende (natur-)erkendelsesform, findes i "Scientific knowledge and sociological theory" af Barry Barnes:

"It seems much more plausible to argue that the differentiation and industrialization of modern societies produced important shifts in the overall character of their knowledge. Anthropomorphism and teleology are modes of communication which rest on shared conceptions of value and legitimate order. Such modes become unstable in differentiated societies, with their institutionalized conflicts between different bases of power, and their diverse yet co-existing moral codes. Universally meaningful communication necessarily becomes impersonal in such a context. And natural knowledge, as an institutional form within an differentiating society, becomes impersonal too."/B. B. side 165/

DEL II

"TEKNOLOGIEN AFDÆKKER MENNESKETS
AKTIVE FORHOLD TIL NATUREN, DETS
LIVS UMIDDELBARE PRODUKTIONSPROCES
OG DERIGENNEM OGSÅ DETS SAMFUNDS-
MÆSSIGE LIVSFORHOLD OG DE ÅNDELIGE
FORESTILLINGER, DER UDSPRINGER AF
DEM."

/K. MARX: 1. BIND TIL KAPITALEN
SIDE 547/.

KAPITEL II

DEN INDUSTRIELLE REVOLUTIONS FORHISTORIE.

1. Det engelske feudalsamfund.
 1. Den tidlige middelalders engelske feudalsamfund.
 2. Markedes ekspansion påvirker landbrugssamfundet.
 3. Den absolutistiske stats opkomst.
 4. Absolutistiske stats krise.

2. Opkomsten af det borgerlige samfund.
 1. Den borgerlige revolution.
 2. Handelsekspansion, emperie og udenrigspolitik.
 3. Opkomsten af den branchemæssige basis for den 1. industrielle revolution.

3. Konklusion.

2.1. Det engelske feudalsamfund.

Dette kapitel skal først og fremmest give et vue over politiske og økonomiske udviklingslinier i det engelske samfund op til den industrielle revolution. Vi anser primus motor i opløsningen af dette prækapitalistiske samfund for at være markedets ekspansion. Dette kapitel er samtidigt et rids af, hvorledes en værdiophobning, den oprindelige akkumulation fører dette samfund hen imod en "take off" situation til en egentlig industriel kapitalisme. Politisk/ religiøst sætter den oprindelige akkumulation sig også dybe forandrende spor, hvilket ligeledes resumeres her. Samme akkumulation leverer samtidigt en ganske særlig for "take off" situation nødvendig branchefordeling i samfundet. Denne branchefordeling ser vi nærmere på. Og med denne fordelings etablering, konstitueres også med nødvendighed kapitalismens konjunkturrelle motorik. Men den værdiophobning den oprindelige akkumulation indebærer, leveres den første basis for en bevægelse bort fra det naturtvangsbehaftede feudale samfund. Dette var i sin tidligste udformning kendetegnet ved de små feudale isolerede enheders undertrykkelse under en vilkårlig enerådende fyrstelig magtfaktor. Senere prægedes samfundet af den absolutistiske stat, der dels fungerede som granat for bytteværdiens realiserbarhed dels fungerede som undertrykkelsesmekanisme overfor de umiddelbare producenter. Markedets samfundsmæssiggørende udvikling og en stadig større forekomst af bondeoprør bevirkede nødvendigheden af dannelsen af en for samfundet samlende overhøjhed i form af magtkoncentration og centralisation: Den absolutistiske stat. Endelig kendetegnes dette samfund i sin sidste fase ved den borgerlige revolution, som indebærer bortkastelsen af førkapitalistiske institutioner og ejendomsformer, samt etableringen af nye kapitalistiske.

Ydeligere konkluderes til sidst om de under feudalismen fremherskende innovationsformer.

2.1.1. Den tidlige engleske feudalisme.

Der må her igen gøres klart, at der for det feudale samfund ikke gør sig noget overgribende samfundsmæssigt subjekt gældende. Derimod er der tale om visse rimelig klare sammenhænge. Det er flg. sammenhænge, der kan fremdrages: Arbejdets formål er i disse samfund at skabe brugsværdier, som skal tjene til reproduktion af individerne, af samfundet og udbytningsrelationerne./1, s 13/.

Vi har allerede været inde på, at dette forhold medfører, at den samlede arbejdsmængdes omfang begrænses til det for reproduktionen nødvendige. Når dette niveau først en gang er etableret, vil der ikke videre eksistere nogen tilskyndelse til at forsøge at øge produktionen. Tekniske sammenhænge og relationerne mellem individerne og alle øvrige samfundsmæssige forhold vil forblive statiske eller med et andet ord, naturgroet. /1. s 14/.

Foruden reproduktionen har det naturgroede feudale samfund også en udbytningsrelation som karakteristikum. I så godt som alle sådanne samfund forekommer der arbejde i form af både den selvreproduktive virksomhed og et merarbejde - dette tilegnes af feudaltherrene, som som er en klasse af parasitær karakter. Som faktisk begrundelse for udbytning kan anføres feudaltherrens ejerskab til jorden./1, s 15/. (1)

Trods udbytternes parasitære træk er der dog fornuft i at påpege, at den feudale bonde ikke var slave i dette ords egentlige forstand. I modsætning til slaven besad feudalbonden ofte såvel jord, der produceredes på som arbejdsmidlerne, der produceredes med. Feudalherrens ejendomsret var det eneste, der kunne bruges til at godtgøre inddrivelsen af merarbejde og om indrivelsen lykkedes afhang ene og alene af feudalerens evne til gennemtvingelsen af denne./1, s 15/.

Reproduktionen af individet og af samfundet, og udbytningsrelationen var de eksisterende sammenhænge i feudale samfunds som det engelske fra ca. 1100 til 1500. Vi skal her koncentrere os om den engelske feudalisme-udformning og i særdeleshed dennes forfald - samfundets transformation til et kapitalistisk samfund.

Der forekom i hele Vesteuropa efter 1100 en opblomstning af handelen. Med handelens vækst blev der flere handelsmænd og deraf opstod et handlende samfund altså et større marked, som med sin voksende orientering mod anvendelsen af penge, var et første skag mod det eksisterende herregårdsøkonomis selvforsyning./2, s 58/. Dette handelsopsving var samtidigt en medvirkende årsag til etableringen af betalingsformen, pengebetaling for arbejdsydelser. - Markedets vækst med den feudale samfundsbetingelsers bortgang som følge var stort set et entydigt billede mellem 1100 og 1500. Der findes imidlertid eksempler på at markedernes vækst fremmede livegenskabet, ligesom sammenhængen mellem den i England etablerede pengeøkonomi og det feudale samfund ikke umiddelbart producerede mere markedsorienteret produktion./2, s 60/.

"Alligevel var væksten i handel og i bymarkeder et karakteristisk træk ved det 13. årh., samtidigt med at der var en feudal reaktion, og det var ikke karakteristisk for det 12. årh., hvor bevægelsen mod en forandring i betalingsformen finder sted."/2, s 61/.

Således synes det mest fornuftigt (forventet) af herremanden at anvende penge som betalingsform, men altså ikke nødvendigvis at nedskære (eftergive) feudale arbejdsydelser af den samme grund./2, s 62/.

Medens markedseksansionens væksts indflydelse på feudalismens udvikling er den væsentligste eksterne dekompositionsfaktor for det feudale samfund gennem øget forbrug og efterspørgsel, udvikling af pengeøkonomie. og samtidig nedtoning af de feudale byrder, angives der hos Dobb også flere eks. på interne faktorer af betydning. Feudalismens ineffektivitet som produktionssystem og den herskende klasses voksende behov for indkomst med efterfølgende uudholdeligt pres på de direkte producenter er begge sådanne interne faktorer (skønt det voksende behov for indkomst i sidste ende også er grundet på markedets vækst)./2, s 64/.

Med hensyn til produktiviteten synes der at være en tendens til at udpine jorden:

"Det primitive rotationsprincip, manglen på tilstrækkelige rodafgrøder og sååede græsser som lucerne, gav kun jordbunden ringe mulighed for at komme i balance efter at der var høstet."/2, s 65/.

Anvendelsen af gødskning i det hele taget var begrænset. På samme tid (England i det 13. årh.) forplantede feudalerens øgede inkomstbehov sig til en ny og intensiveret udbytning af de direkte producenter./2, s 66/. Herrer tiltrukket af eksotiske varer faldt på det nye marked intensi-

verede deres feudale tryk på bønderne. Udbytning, plyndring og krige spredte masser af død og ødelæggelse, og derefter lagdes mindst de samme byrder, som før voldsudøvelsen på færre hænder./2, s 66/.

Disse forhold skabte videre især i det 14. og 15. årh. et grundlag for en hel serie af feudale kriser i form af at producenterne flygtede fra godserne i stort omfang. Følgevirkningerne heraf var f.eks. byvækst og storstilet vagabonderi.

På samme tid blev det udvidede feudale inkomstbegær stimuleret af det netop skabte marked dog i nogen grad imødegået af en betydelig befolkningsforøgelse. Denne synes at have været anselig i især det 12. og 13. årh. og at være begyndt år 1000. Modsat indtræder der efter 1300 en situation med hastigt mindskende befolkninger. Grunden hertil, skønt krige og pest oftest fremdrages, kan meget vel være at finde i de meget voldsomme byrder af egentlig feudal karakter./2, s 70/.

Manglen på arbejdskraft afføder selvfølgelig visse reaktioner hos feudallerene. Der findes eks. på både stramninger og lempelser af feudalbyrderne på denne tid, men et nyt karakteristikum er at kongemagten, den centrale magt, fra tid til anden synes at træde ind i rollen som en form for beskytter af de direkte producenters interesser.

Blev det efterhånden halvsvært for feudalleren at udvide sin indtægt, var en mulighed at vende sig mod pengeudbytning af bønderne./2, s 75/. Klart synes det nemlig at udbudet af arbejdskraft havde betydelig indflydelse på herrens villighed eller uvillighed til at overgå til ydelser af pengebetaling. Den direkte producent arbejdede i forbindelse med pengeydelse udelukkende på "egen" jord. Man betalte f.eks. en bestemt brøkdel af udbyttet til herren. Herrens mulighed for ekstrainkomst kunne således ligge i bondens tilfredshed ved at operere med egen besiddelse eller ligge i den betalte arbejdskrafts billighed som følger masseafvandring fra især landet./2, s 78/.

Ovennævnte princip (Om arbejdskraftudbudets betydning for indførelse af pengeafsløning) underbygges i gyldighed af at pengelønningernes størrelse kulminerede i det 14. årh., mens der i det 15. årh., hvor befolkningstomrummet var blevet tilstrækkeligt udfyldte, var en klar tendens til overgang til anden betalingsform./2, s 79/.

En anden mulighed for feudalleren for at udskifte arbejdsydelser var bortforpagtning af jern. Herved kunne han nedskære udgifterne til opsyn eller han kunne efterkomme ønsker fra et lag af mere velstående bønder, der var ivrige efter at lægge ydeligere nogle marker til deres besiddelser i håb om ydeligere socialt avancement./2, s 80/. I tankerne for herremandens valg i denne situation må vi her have godsernes størrelse og arbejdskraftens mængde. Hvad der dog uvilkårligt kan fastslås, er den markante vækst i pengeydelse samt bortforpagtning i det 14. og 15. århund - redes England./2, s 82/.

En mærkbar differentiering af bønderne var følgen af disse overgange i udbytningsform. Ydeligere blev konsekvensen af dette forhold at den opstående antalsmæssigt mindre men dog ikke ubetydelige gruppe af velstående bønder havde en tendens til at lægge små jordlodder sammen og forbedre deres vekseldrift. Og disse produktionsforbedringer etableredes tillige tidlige brud med den feudale produktion og dermed hele det feudale samfund./2, s 85/. Under disse formforandringer af den engelske feudalisme må vi selvfølgelig ikke glemme, feudalleren til stadighed beholdt sin ret til at kræve de ydelser, der passede ham. Men der synes at være visse retningslinier eller sammenhænge mellem arbejdskraftudbuddet og anvendelse af udbytte form. Således synes den førnævnte befolkningsekspansion at have forårsaget et så drastisk fald i priserne på arbejdskraft, at pengelønnet arbejdskraft, faktisk blev det foretrukne. Medens der i forbindelse med stor tilvandring til de fremvoksende byer et århundrede senere kan spores en tilbagevenden til egentlige arbejdsydelser som form./2, s 87/.

Idet vi kigger nærmere på det 16. årh. er der imidlertid ikke længere tvivl om udviklingslinien : overgangen til pengebetaling var den altovervejende.

"Ved slutningen af det 15. årh. var den feudale orden i opløsning og svækket på mange måder."/2, s. 87/.

Rent tidsmæssigt trækker ophævelsen af flere konkrete feudale forhold ud i længe. I 1537 afviste overhuset en lov om frigivelse af livegne og ikke før 1646 under Republikken blev den feudale fasteform endelig afskaffet. Endnu i det 18. årh. kunne landarbejderen ikke rejse udenfor sit tilhørsogn uden hans tidligere herres tilladelse./2, s. 88/.

Det feudale engelske samfund var i hele perioden fra det 11. til det 15. årh. altovervejende et landbrugssamfund, men var i samme periode underlagt en tendens til større og større byudvikling - og herom må vi sige, at byerne som udviklingssubjekt for samfundet var meget væsentligere end landbruget.

Byernes vækst:

Oprindelsen til tidens forskellige bysamfund var dog ikke bare af en og samme form. Således findes der nemlig en del forskellige forklaringslinier herfor af stor gyldighed. F.eks. er det blevet antaget, at disse middelalderbyer faktisk var efterladte rester af romerske byer./2, s. 95/. Dette kan imidlertid ikke have gjort sig gældende for alle byerne, da de "mørke århundrede" satte et drastisk udslettende spor på den gamle romerske garnisoner.

Andre har anført, at periodens bydannelser hidhører fra befolkningsfortætelser i bestemte jordbrugsdyrkende herreser, mens en tredje forklaring anfører handelskaravaners bosættelser, som grundlag for bydannelser. Endelig er byernes opkomst også blevet forbundet med retten til sauvete eller fredshellighed. Dette kunne bibringes af den feudale autoritet. F.eks. kunne en feudaltherre til gengæld for ydelser fra handelsfolk eller håndværkere tilbyde beskyttelse, ja, nogle mener endog, at flere af disse byer simpelthen fungerede som befæstninger til anvendelse i nødstilfælde./2, s. 96 ff/. Men uanset hvorledes byerne rent faktisk kom til verden, så affødte de nogle ganske mærkbare konsekvenser i samfundet. Vi skal i det følgende se nærmere på hvilke.

Feudalismens byer adskilte sig fra tidligere bysamfund ved i høj grad at være baseret på handel og håndværk - og i mindre grad på det omkringliggende områders landbrug. Byerne havde samtidigt en relativ høj grad af politisk fri status. Dette var begrundet i det feudale samfunds decentraliserede magtstruktur. Således var det imidlertid ikke fra starten i det 11. årh. Det var faktisk ofte feudaltherre selv, der tog initiativet til byanlæggelsen. Vi har allerede været inde på årsagerne til grundlæggelserne og skal ikke fortsætte her, men blot konstatere at feudaltherre sikkert ofte kunne hente sig en økonomisk gevinst i sådanne situationer. Handel og håndværk var f.eks. meget oplagte objekter for feudaltherrens skatteindkrævning./6, s. 170/.

Men især handelsfolkene (og iøvrigt de andre beboeres) uselvstændighed i forhold til herren var i længden uholdbar og medførte mange væbnede oprør fra byernes side m.h.p. at frigøre sig fra myndigheden./6, s. 170/. Oprørene gav de enkelte byer forskellig grad af frihed - usædvanligt var det ikke at den politiske frigørelse gav byerne selvstyre. Dette kunne optræde i form af et byråd. Og med købmændene (de største) som ledende skikkelser i byens råd blev handelsinteresser da i høj grad varetaget, medens håndværkerne og deres interesser mere eller mindre var udelukket./6, s. 171/. Denne forskel kom eksempelvis til udtryk i relationerne mellem købmændenes gilder og håndværkernes laug.

"... købmændene var organiseret i gilder, håndværkerne i laug. I købmandsgilderne var alle medlemmer formelt ligestillede, men deres forskellige grad af succes i erhvervet medførte i regelen meget store forskelle imellem dem i såvel rigdom som indflydelse. I modsætning til gilderne optoges i laugene både håndværksmestre og svende; altså både "arbejdsgiver" og "arbejdstager" i en og samme organisation. Til gengæld var det så laugenes vigtigste opgave at sikre en ligelig fordeling af arbejde og indtægter mellem de forskellige værksteder, således at det normalt ikke var muligt for nogle medlemmer at vokse sig stor på andres bekostning."/6, s 171/.

Og det var købmændene der nødvendgjorde denne af håndværkerne selv indførte "indkomstpolitik". Købmændene sad nemlig i den grad på markedet i byen, at den helt og holdent beherskede såvel tilgang af råstoffer som afsætning af færdigvarer (der var håndværkernes). /6, s 171/.

Et samfund med procedurer som de her beskrevne leverer et godt grundlag for opkomsten af fenomenet kapitalakkumulation.

Handelskapitalen opstår.

Med markedets vækst og især med eksporthandlen var der plads til, at de privilegeredes (købmændenes) antal kunne vokse uden at der blev alvorligt overfyldt. Indadtil ekspanderede markedet ikke blot ved byernes vækst og forøgelsen af bymarkederne, men også ved pengeøkonomiens tiltagende indtrængen på godserne i form af udvidet anvendelse af købt arbejdskraft og bortforpagtning af jorden mod en pengeafgift. Ikke desto mindre var det eksporthandelen, der skabte de største muligheder for hurtig handelsudvidelse, og det var på dette område de mest imponerende formuer blev skabt, og det var disse formuer, der især kom til at udgøre handelskapitalen.

Dannelse af forlagskapitalen.

Handelskapitalen havde i sit første stadium et rent ydre forhold til produktionsmåden, og købmanden var blot en mand der fjernede de varer som produceredes af håndværkerlaugene eller bønderne, for at opnå gevinst på grund af prisforskellen mellem forskellige produktionsområder. Men senere begyndte handelskapitalen at vinde indpas i produktionsmåden, dels for at udbytte den mere effektivt på den gamle produktionsmådes grundlag, og dels for at omdanne den med henblik på større profit og for at kunne betjene et større marked./2, s 170/. Der sker således en forskydning af købmandens opmærksomhed bort fra rene spekulationsgevinster, hen mod den profit der kunne skabes ved, at den handlende reducerede købsomkostningerne. /2, s 174/. Denne profit kunne indløses af forlagskapitalen igennem opnåelse af større kontrol over leverandørerne. Den typiske form som sådanne billigelsesforsøg antog, var at der etableredes et privat afhængighedsforhold mellem et privat klientel af håndværkere og en købmands-arbejdsgiver, som gav disse arbejde på forlagsbasis. Forsyningerne kunne så billiggøres ved at reducere det vederlag, som håndværkeren var villig til at acceptere for sit arbejde og ved at fremme en bedre organisering af arbejdet (f.eks. ved en forbedret arbejdsdeling mellem håndværksfagene). Arbejdsorganisering af en sådan karakter blev kendetegnende for forlagskapitalen. Det første stadium i denne overgang - hvor dele af handelskapitalen overgik til en stædig skarpere kontrol med produktionen - synes at have forekommet i udvidet målestok indenfor tekstil, læder og de små metalfag i det sekstende årh., da de største købmænd i spidsen for sammenslutninger som possementmagernes, manu-

fakturhandlernes, klædemørgernes og læderhandlernes sammenslutninger, begyndte at opfordre håndværkerne til at slå sig ned i forstæder og på landet. I visse tilfælde monopoliserede en organisation, der allerede overvejende bestod af handelsfolk (som f.eks. manufakturhandlere og possementmagere) en gros-handelen af en eller anden færdig vare og fik håndværkerne under sin kontrol eller optog dem ligefrem i sig, mens den samtidigt begyndte at give arbejde på forlagsbasis til håndværkerne på landet, hvor det var unddraget bylaugenes vedtægter. I mange tilfælde søgte købmandsarbejdsgiverne også at indordne byens håndværkerlaug under sig, så at iværksættelsen af laugsrestriktioner slækkes eller endda ophævedes.

2.1.2. Markedsekspansionen påvirker landbrugssamfundet.

Mellem det 13. og 16. årh. ændredes strukturen i det prækapitalistiske engelske samfund. Dette var først karakteriseret ved små isolerede enheder, hvis produktion var underlagt umiddelbare menneskelige behov, men blev siden karakteriseret ved større enheder og ved en markedsorienteret produktion.

Den stadig større handel bevirkede, at forteelser så som arbejdsfordeling med flg. specialisering forsk. områder imellem kunne forekomme. Den neproces blev forstærket gennem den ekspanderende handel, der blev følgen af den store efterspørgsel, der mødte det engelske uld på udenlandske markeder. Det var ikke udsædvaligt, at en sådan situation til fulde blev udnyttet af folk med penge f.eks. folk fra højadlen eller bedrekårs bønder. Sådanne folk begyndte at anskaffe sig store fårehjorde (ulden var let at sælge) eller dyrke levnedsmidler (de efterhånden store byer antog uden besvær store mængde heraf). Især under prisrevolutionen (se næste afsnit) forøgede folk af denne slags deres indkomster betydeligt. Prisrevolutionen grundede sig i pengerigelighed. Enorme mængder af ædle metaller bragtes omkring 1600 til Europa. Dette forhold var af stor betydning for den ændrede klassestruktur i landbruget, eftersom økonomisk aktive folk så som de før nævnte fåreholdere og levnedsmiddeldyrkere kom til at stå meget stærkere end økonomisk inaktive folk så som herremænd eller forskellige adelsfolk, der endnu lod sig underholde af feudale ydelser. I en sådan periode var et gennemgående træk at pengerelationer udskiftede alle tidligere f.eks. mellem jordejer og forpagter eksisterende relationer. Ydeligere et forhold der virkede ind og gav udviklingen i landbruget et skub fremad, var konfiskationen af jorder fra de engelske klostre mellem 1536 og 1540.

En markant udviklingslinje blev tegnet af enclosure, altså jordomlægning til græsgange m.h.p. udnyttelsen i forbindelse med fårehold. Disse omlægninger fik vind i sejlene af de stigende priser på uld i hele perioden fra det 14. til det 16. årh. Ligesom det forhold at fåreholdet for et givet areal krævede langt mindre arbejdskraft end f.eks. korndyrkning til sin drift, også skubbede på jordomlægningerne. Gode priser på de forsk. landbrugsvarer medførte en yderligere intensiveret jordomlægning med efterfølgende ydeligere byvækst. På samme tid tog enclosure m.h.p. opdyrkning fart, og bevægelsen som helhed fortsatte uforstyrret også i det 17. årh. Enclosurebevægelsen tog altså følgende former: indhejning (ekspropriation) af markederne i "common field" (fællesvæsenet) systemet, med afskaffelsen af fæstebondens forskellige fælles traditionsbundne rettigheder; sammenlægning eller nedrivning af gårde; indhegning af eller udstykning af skove, moser, uopdyrkede områder og endelig indhegningen af ikke

hidtil anvendt jord som på den ene eller anden måde kunne hævdes ret til. Ofte foregik ekspropriationerne ved brutale ududsættelser. Taberne i forbindelse med enclosure var som regel fæstere og smålandbrugere der fordrevne fra deres jorde, var dømt til indtrædelse i by eller landproletariatet i heldigste fald, og ellers måtte lade sig underkue af tidens fattiglove.

Ved indgangen til det 16. årh. var op imod 1/3 af den engelske landbefolkning helt uden jord. Disse besiddelsesløse bønder flygtede til byerne - frem for alt London, hvis indbyggertal mere end tidobledes i løbet af det 16. årh. og det 17. årh. - og satte ekstra skub i byerhvervenes udvikling, og efterspørgslen efter landbrugsprodukter.

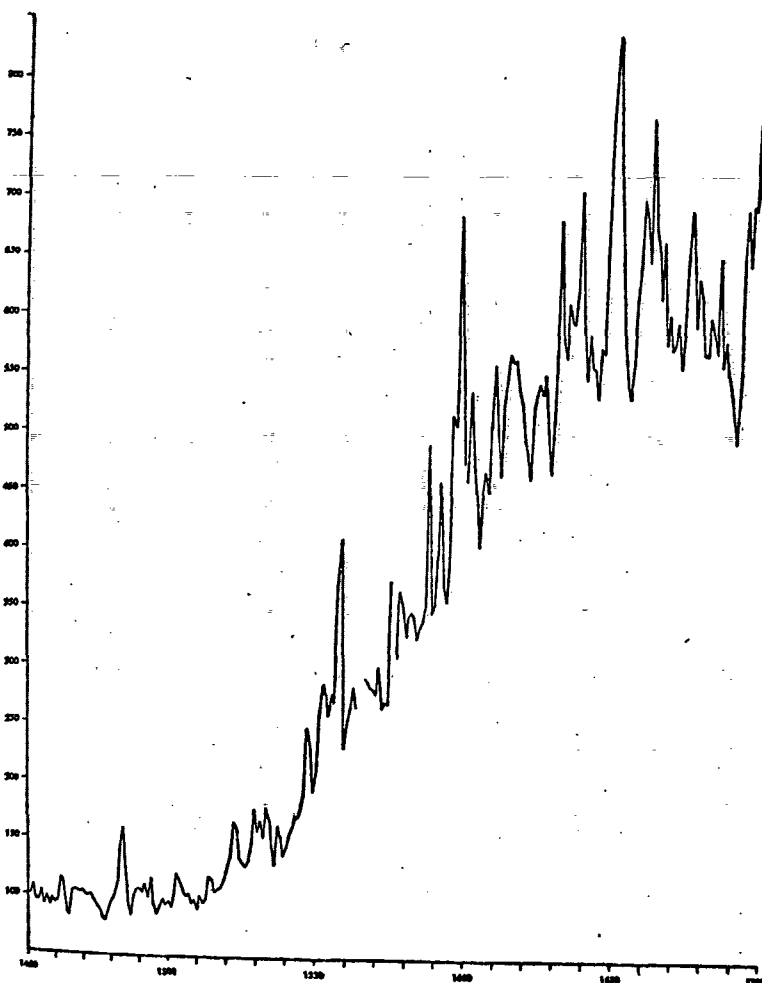
Foruden nogle af de oprindelige godsejere, som var blevet tilskyndet af de økonomiske vanskeligheder i det 15. årh. til at udnytte deres jorder bedre, og til at indhegne fællederne, var det især de selvstændige, større bønder (yeomen), der nød godt af den strukturelle omvæltning i landbrugssamfundet. Disse klasser havde især deres udbredelse i de sydengelske områder, hvor de nød godt af Londons efterspørgsel på landbrugsprodukter. Det var ved denne proces, gennemførelsen af enclosure ved opløsning af det feudale landbrugsfællesskab, at arbejderne adskilles fra ejet af betingelserne for virkeliggørelse af arbejdet. Det er her at den ene af de to væsenforskellige varebesidder skabes - lønarbejderne, som et led i den oprindelige akkumulation.

Prisrevolutionen.

I begyndelsen af 1500-tallet gjorde følgende to forhold sig gældende for Europa som helhed: for det første havde den stadige vækst i vareudvekslingen fremkaldt et latent stigende behov for penge, og for det andet strakte de europæiske guld og sølvminers ressourcer slet ikke til dækning af dette behov. Imidlertid spredtes omtrent samtidig amerikansk guld og sølv ud over Europa. Søvejen til Amerika og de rige amerikanske guld og sølvminer udgjorde det faktiske grundlag for at den pengeknaphed, som havde kendetegnet 1500-tallets tidligste år, v.h.a. øget udmøntning blev vendt til pengerigelighed. Denne til stadighed øgende pengerigelighed var en af årsagerne til de voldsomme prisstigninger generelt i det 16. årh, som bevirkede en vækst i leveomkostningerne.

I perioden 1530 - 1640 femdobledes priserne generelt. I perioden 1510 - 80 steg madvarepriserne 300 %, tekstilvarepriserne 150 %. Yderligere årsager til at priserne steg kan nævnes: manglen på arbejdskraft, monopoler på handelen, m.v.

Prisrevolutionen gav sig udslag i en hel række sociale konsekvenser, som vi her allerede har set på. Folk, der producerede til et marked for at sælge, lukrerede på prisstigningerne - der var tale om en stadig forøgelse af indkomsterne. Situationen var den stik modsatte for folk, der opretholdt livet ved at købe varer for deres lønninger - prisstigningen betød en stadig indkomstnedgang. Dette betød i længden, at en regulær fornuftig fordeling, der udgør et af momenterne i den oprindelige akkumulation, er den proces hvorunder de nye kapitalrelationer skabes. Processen skaber de samfundsmæssige midler til produktion af kapital, der er villig til at investere i produktionen og dermed kapitalismens etablering.



The English cost of living, 1450 - 1700./7, s 65/.

2.1.3. Den absolutistiske stats opkomst

Der var to afgørende årsager til den absolutistiske stats opkomst, for det første var det engelske feudalsamfund i løbet af det 14. årh. og 15. årh. præget af en optrapning af klassekampen mellem feudalherrene og fæsterne, der fik udtryk i tilbagevendende omfattende bondeoprør, der fremtvang nødvendigheden af en samfundsmæssig centralmagt til afløsning af herremændenes decentraliserede og vilkårlige magtudøvelse i løbet af middelalderen.

For det andet gjorde endnu en samfundsmæssiggørende effekt sig gældende: markedets ekspansion i form af en voksende fjernhandel. Der var hermed skabt en samfundsmæssig sammenhæng, hvis tingslige udtryk var pengene, der dog ikke alene kunne fungere som tingsligt udtryk. De skulle præges og bakkes op af en samfundsmæssig magt, der kunne garantere, at de blev repræsenterede, at de blev respekteret som tingsligt udtryk for samfundsmæssigheden./8, s 152 f/.

Denne udvikling imod stigende samfundsmæssiggørelse under feudalismen fik sin kulmination i dannelsen af den absolutistiske statsmagt. Den engelske absolutistisme udkrystaliseres som resultatet af en række krige mellem de forskellige højadelshuse (Rose-krigene), hvor Tudorerne (1485-1603) blev det absolutistiske dynasti. Den absolutistiske kongemagt erstattede herremændens lokale magtudøvelse med en samfundsmæssig centralmagt, den absolutistiske stat, med egne embedsmænd og hær lønnet af kongen. I dette statsapparat fik den kapitalistisk orienterede lavadel

uddelegeret udøvelsen af lov og orden som lokale fredsdommere. Dette nye statsbureaukrati havde egne selvstændige interesser i samfundets kapitalakkumulation, hvilket ofte modificerede lov og ordensudøvelsen i modsat retning af kongemagtens politik, som i sidste instans var bundet til feudadaladelens antikapitalistiske interesser. Ligeledes blev indrivelsen af told, skatter og afgifter bortforpagtet til "customs-farmers" og "tax-farmers", som beholdt en stor del af de indkrævede beløb selv og modtog bestikkelser til gengæld for ikke at indkræve de lovbefalede afgifter. Denne opkrævning af afgifter var nødvendig, fordi kongemagten både skulle financiere sit eget statsapparat, støttet af feudadaladelen, samt bekoste en omfattende krigsførsel, og dette kunne ikke gøre ved egen produktiv virksomhed. Den absolutistiske stat var således allerede fra sin dannelselse parasitisk - og i dens kriseperiode især over for den opkommende specifikt kapitalistisk produktion. Men indtil 1590 havde den absolutistiske kongemagt mange økonomiske interesser til fælles med det fremvoksende borgerskab, i kraft af det var nødvendigt for den at skaffe sig økonomiske midler til finansiering af opbygningen af den nu centraliserede militær/ flåde og dets krigsførsel, samt statsadministrationen. Dette interessefællesskab gjorde sig gældende i afviklingen af den katolske kirke (Reformationslovgivningen 1529 - 36) og den følgende selvstændiggørelseskamp mod den internationale katolske kirke. Med denne afvikling elimineredes to barrierer mod den fremspirende kapitalakkumulations fortsatte ekspansion. Den kapitalismefjendtlige katolske moral blev nu stort set ikke længere støttet af statsmagten. Samtidigt ophævedes kirkens position som feudal jordejer i stor målestok ved at kongemagten eksproprierede klosterjorder og kirkegodser (som sædvanligt på grund af økonomiske problemer) og solgte denne til kapitalbesiddere, hvilket fjernede en afgørende skranke for kapitalakkumulationens stadige ekspansion og samtidigt gav hårdt tiltrængte penge i statskassen. Interessefællesskabet gjorde sig også gældende i kampen mod Spanien, der var dominerende på verdensmarkedet. Spanien beherskede i kraft af sin stærke flåde søhandelsforbindelserne og et flertal af kolonierne. Da den Uovervindelige Armada var slået i 1588 ophørte Spaniens dominerende rolle på verdensmarkedet. England og Holland overtog derefter gradvist denne plads, navnlig gennem oprettelse af nye kolonier og handelskompanier, samt i plyndringen af spanske kolonier og skibe for guld. Denne plyndring af de spanske skibe for guld, eksproprieringen af den kirkelige jord, samt ophobningen af uhyre summer fra den begyndende slavehandel var afgørende momenter i den historiske proces, som Marx benævner den oprindelige akkumulation, som bragte ejendom i form af kapital over på kapitalistiske hænder. Den oprindelige akkumulation af kapital, der er villig til at slå sig på industrielproduktion, og som også indbefatter en akkumulation i mindre målestok blandt håndværkere; dannede baggrund for noget i retning af en industriel revolution i århundredet før 1640. Denne ekspansive udvikling forstærkedes af den udvidelse af det engelske udenrigsmarked, som var resultatet af sejren over Spanien i 1588. England havde i lang tid været et land, der producerede meget uld. Det eksporterede råmateriale til Holland, der dér blev forarbejdet til klæde. Nu udvikledes den engelske klædeindustri sig med stor hastighed, og engelske købmænd begyndte at eksportere færdi- eller halvfærdiggjorte klæder i langt større målestok. I samme periode fandt en stor udvikling sted i kulminedrift, og i 1640 producerede England over 4/5 af Europas kul, der spillede en vigtig rolle i fremvæksten af mange andre industrier - jern, tin, glas, sæbe og skibsbygning.

Der var også ved at opstå et egentligt hjemmemarked i England, hvor melleghandlerne var begyndt at handle mellem de forskellige lokaliteter i stadig større målestok, således at der knyttedes en stadig voksende gensidig afhængighed mellem storbyen London og provinserne. Der var dog stadig væsentlige skranke for handelskapitalens og dens industrielle kapitalers akkumulation i form af provinsbyernes laugs- og handelsrestriktioner. Ved en underminering af handelsrestriktionerne igennem regulær konkurrence blev handelskapitalens skranke nedbrudt, og forlagskapitalen omgik sine begrænsninger ved at forlægge produktionen til byernes forstæder og opland, hvor den kunne udnytte de borteksproprierede bønderes arbejdskraft. Absolutismens etableringsfase var således en tid med relativ fremgang for den spirende kapitalisme./10: s. 14-44/

2.1.4. Absolutismens krise.

Efter at den absolutistiske statsmagt under Tudorerne (1485 - 1603) havde medvirket til at fjerne adskillige hindringer for den fremvoksende kapitalisme, begyndte der i slutningen af det 16. årh. at være alvorlige begrænsninger for den fortsatte kapitalakkumulation i England. Begrænsningerne som skærbedes:

1) På grund af en utilstrækkelig handelspolitik/udenrigspolitik fra den absolutistiske kongemagts side vandt Holland overtaget i handelen på verdensmarkedet indbefattet kolonihandlen, det engelske klæde blev fordrevet fra det tyske marked, og den reaktionært feudaltiske, spanske absolutisme, hvis hære ekspanderede på kontinentet var en stadig trussel mod den engelske fremspirende kapitalisme.

2) Prisrevolutionens konsekvenser var for alvor begyndt at slå igennem i slutningen af det 16. årh, Borgerskabet, der levede af at købe varer for at sælge dem, og således kunne følge med prisstigningerne, blev derved ikke berørt af prisrevolutionen. Omvendt faldt realværdien af kronens og de andre feudale jordbesidderes statiske indkomster, da de kun købte for at konsumere uden at sælge. Resultatet var at feodaladelen blev ramt af en dyb økonomisk krise. Den absolutistiske stat var da tvunget til at intervenere i forøget omfang i samfundsøkonomien, og det vil især sige den fremvoksende kapitalistiske produktion, for at tilvejebringe de økonomiske midler, der var nødvendige for opretholdelsen af den selv og hele den feudale orden.

3) Alt ialt var der sket en omfattende akkumulation af kapital i handel, industri og landbrug i løbet af absolutismens kriseperiode, men denne kunne ikke investeres produktivt, da samfundet stadig var domineret af de feudale ejendomsforhold.

I løbet af Stuarternes regeringsperiode (1603 - 1649) blev den absolutistiske statsmagt og det samfund den repræsenterede, det feudale samfund, en stadig større hæmsko for den fortsatte kapitalakkumulation, hvorfor den revolutionære nødvendighed pressede sig mere og mere på overfor borgerskabet. Her skal skildres de afgørende begivenheder, især af kategorien 1 og 2, som førte frem til revolutionens start i 1640.

Under Jakob I (1603 - 1625) iværksattes en statsintervention i form af oprettelsen af monopoler i forøget på at profitere på og kontrollere visse produktioner, kul, alun, sæbe, etc. og den dertil hørende handel, som konsekvens af kapitalens fuldstændige nedbrydning af den feudale regulering af produktionen. Med denne politik hæmmedes kapitalakkumu-

lationen og blev derfor mødt med protester og sabotageaktioner fra borgerskabets side. Det endte med dyb krise og stor arbejdsløshed i 1616, og i 1621 måtte Jakob I ophæve denne politik.

Kong Jakob I som var presset af borgerskabet, støttede sig på Europas reaktionære feudale magter for at styrke den kriseramte absolutistiske statsmagt. Spansk militærmagt var stadig en trussel mod det fremvoksende borgerskab, og underhuset, som stort set repræsenterede borgerskabets interesser og nærmest havde status af at være en rådgivende forsamling, ønskede en militant anti-spansk politik, som først blev opnået ved omvæltningen af absolutismen.

En anden statsinterventionspolitik - forøget told, tvungne lån, nye skatter - førte til voldsomme konflikter i parlamentet, som lang tid havde gjort krav på retten til at kontrollere beskatningen og ikke ville tillade skatterne at blive forhøjet, med mindre der blev givet fuld kontrol over statsmaskineriet. Karl I, som fulgte Jakob I, brugte tvungne lån som politik overfor borgerskabet. Dette førte til et åbent brud. I "Petition of Right" 1628 erklærede parlamentet, at beskatning uden dets samtykke og vilkårlige arrestationer af skattenægtere var ulovlige. Andre paragraffer prøvede at gøre det umuligt for kongen at have en stående hær. Karl I accepterede lovgivningen, men blev hurtigt uenig med parlamentet, om fortolkelsen af loven. Modsætningen mellem kongemagt og parlament var nu taget så meget til, at kongen nu ikke længere kunne samarbejde med parlamentet. Derfor blev parlamentet i 1629 opløst ved et kugleskud fra kongens side, og i elleve år var han i stand til at udøve sit personlige styre.

En tredje form for statsintervention, der blev forsøgt af Karl I efter at alle andre var slået fejl, var et forsøg på at genoplive og forøge indkomsten af de feudale afgifter, og dette ramte feudalerne og deres fæstere. Der var heller ikke nogen mulighed for at kongemagten kunne blive finansielt uafhængig af borgerskabet på denne måde - det eneste, den kunne opnå, var at afskære sig fra sine allierede: feodaladelen, som i forvejen var i økonomiske problemer p.g.a. prisrevolutionen, og derfor selv var blevet mere og mere afhængigt af det kongelige hof med hensyn til jobs og biindtægter.

Karl I forsøgte sig også med en ny form for beskatning i 1637. Flådens forfald og de mange piratangreb blev brugt som undskyldning til at indsamle "ship-money" - en skat der specielt faldt på borgerskabet, uden at den i særlig grad anvendtes til at finansiere den militære beskyttelse af handelen, som mere og mere blev påkrævet, da kapitalakkumulationen var truet.

Igennem disse elleve år under Karl I's diktatur blev oppositionen tvunget til at organisere sig, anført af borgerskabet, for at komme igennem med sine krav. I 1639 - 40 slog oppositionen til, idet borgerskabet generelt nægtede at betale skat, og i 1642 brød krigen ud for alvor. /10: s. 14-44/

2.2. Opkomsten af det borgerlige samfund.

2.2.1. Den borgerlige revolution og dens konsekvenser.

De to stridende parter i krigen var på den ene side højadelen, den feudale lavadel og handelsoligarkiet i London, som samledes omkring kongen i forsvaret af den feudale orden. På den anden side samledes den kapitalistiske orienterede lavadel, borgerskabet og småborgerskabet omkring den revolu-

tionære fløj i parlamentet støttet af de af puritanismen opflammede masser. I løbet af 1645 havde den feudale aristokratiske kongemagt overalt lidt nederlag, og Karl I var taget til fange. De militære nederlag bragte imidlertid ikke nogen afgørelse, og i 1649 blev Karl I henrettet, monarkiet afskaffet og erstattet af republikken. Under denne forfatning blev en ny enehersker, Lord Protector, der nød borgerskabets og den kapitalistisk orienterede lavedels tillid udnævnt for at genordne de engelske statslige forhold. Oliver Cromwell, der blev Lord Protector, regerede frem til 1657. I løbet af hans regeringstid blev der iværksat en aggressiv udenrigspolitik, som fjernede den absolutistiske kongemagts handelspolitiske skranke for den fortsatte kapitalakkumulation. Først og fremmest blev en meget afgørende handelspolitik sat i kraft med "Navigation Act" i 1651, der blev basis for engelsk dominans på verdensmarkedet i løbet af det næste århundrede. Navigationsakten var rettet mod at vinde Europas fragtskibsfart til de engelske skibe, og mod at ekskludere alle rivaler fra handelen med engelske kolonier. Dette førte til krige med Holland, som havde monopoliseret verdensfragten i den første del af det 17. årh. p.g.a. den absolutistiske kongemagts utilstrækkelige handelspolitik. Holland tabte krigen mod det militært overlegne England, der nu overtog førerskabet på havet. Navigationsakten blev således realiseringen af borgerskabets handelspolitiske krav før revolutionen. En sådan imperialistisk politik, som den nævnte, krævede en stærk flåde, som blev opbygget, hvad Karl I ikke gjorde. Hermed blev grundlaget for engelsk imperialismes fremtidige dominans lagt ved erobringen af Jamaica fra Spanien under Navigationsaktens beskyttelse - Jamaica blev basis for engelsk slavehandel. Ligeledes blev der iværksat en radikal indenrigspolitik, som afskaffede de indenrigspolitiske skranke for kapitalakkumulationens fortsatte ekspansion. Idet den feudale ejendom specielt jordejendommen blev erstattet med en kapitalistisk (herunder blev resten af kirkens ejendom og anden konfiskeret feudal jordejendom solgt til kapitalbesiddere), hvilket gav mulighed for at oprindeligt akkumuleret kapital kunne investeres i stedet for at ligge brak.

I 1660 var drivkraften i borgerkrigen ebbet ud, og monarkiet blev restaureret. Men nu som et monarki der havde opgivet sine absolutistiske fordringer. Borgerskabet havde fastholdt magten i underhuset, og fremover beholdt borgerskabet og lavedelen såvel sin skattebevillingsret som dets ret til godkendelse af kongens ministre, og sikrede genindfridelsen af Navigationsakten og de andre grundlæggende politiske forandringer der var opnået ved revolutionen. Da den engelske kongemagt endnu engang, i 1688, forsøgte at genindføre absolutismen, led den et hurtigt nederlag. I "the Glorious Revolution" 1688 - 89, sikrede det engelske borgerskab sig sin endelige sejr, og kongemagten var fremover bundet til det engelske borgerskab.

Omstødelsen af den feudale ejendom og erstatningen af denne med den kapitalistiske, private legitimerede og muliggjorde lavedels fortsættelse af enclosurebevægelsen indtil den ophørte 150 år senere, da den var fuldbyr-det. De borteksproprierede fæstebønder, der var i defrnsiven overfor borgerskabet, kom til at eksistere som et forarmet landproletariat, der var tvunget til at vandre til byerne da landbruget ikke kunne ernære dem længere. I byerne blev de en talrig industriel reserve arme i det omfang de ikke fungerede som arbejdskraft for forlags- og manufakturproduktionen, som via overskudet af arbejdskraft skulle betale lave lønninger, og derigennem havde gunstige akkumulationsvilkår, der skulle føre frem til den 1. industrielle

revolution.

I tiåret efter revolutionen forsvandt den forgangne absolutistiske kongemagts støtte til byerne laugs og handelsprivilegier, og blev efterhånden umulig at administrere og i realiteten ineffektive. Dette gav starten på den geografiske omorganisering af forlags- og manufakturproduktionen, som nu søgte bort fra den førhen eneste kapitalistisk orienterede del af England den syd/østlige del til den nord/vestlige del (Lancashire ovs.) i takt med at transport og kommunikation forbedredes. Denne del skulle i modsætning til under den absolutistiske fase bliver den mest industrielt fremskredne del af England, og den del som den 1. industrielle revolution skulle tage sit udgangspunkt i./10: s. 44-62/

2.2.2. Handelsekspansion, imperie og udenrigspolitik 1650-1780.

De tre faktorer, handelens ekspansion, imperiet og dettes udenrigspolitik udvikledes i løbet af 1700-tallet til en enhed, som blev grundlaget for den industrielle revolution. Med ekspansiv udenrigspolitik voksede imperiet og med dette udenrigsmarkedet og således udenrigshandelen. Således skabtes samtidigt incitamentet for en industriel revolution. Og dette forstærkede behovet for den allerede fødte forlags- og manufakturproduktion. Perioden 1650 - 1780 synes, at kunne opdeles i henholdsvis perioden 1650 - 1700 og 1700 - 1780./3, s. 235/. Den tidligste periode var for England karakteriseret ved besiddelsen af koloniale monopoler, entrepoter (frihavne) og effektivering af reeksport, medens den seneste periodes karakteristikum var eksporten af manufaktur fremstillede varer til kolonierne. - Og disse to former for udenrigspolitik synes at have leveret udmærkede betingelser for det nærværende produktionsapparat. Isolation og dermed beskyttelse (af eget produktionsapparat) i forhold til store dele af det øvrige Europa og samtidigt et stort (koloni-monopolistisk) marked at producere til (for eget udvudende produktionsapparat).

Denne beskyttelsespolitik (beskyttelse af eget produktionsapparat) havde klare konsekvenser på den nationale økonomiske plan. Mellem 1700 - 1780 stort set fordobledes den engelske udenrigshandel - og videre tredobledes den gennem de næste tyve år (indtil 1800). 1700 - 1780 var samtidigt årrækken i hvilken, der foregik en overgang fra at Europa stod som det største engelske handelsmarked til at kolonierne overtog denne rolle./3, s. 226/.

Britiske handelsfolk satsede i højere og højere grad på kolonihandelen. Omkring 1700 udgjorde den allerede ca. 15 % af den samlede handel. Dette tal var i 1775 så stort som en trediedel. Koloniernes udstrækning var samtidigt ved at blive global. der lå betydelige annekterede områder i Nordamerika, Indien, Sydøstasien og Vestafrika.

"Jamaica was captured i 1655... The first Dutch war opened India and the far eastern trade to English merchants, the second Dutch war West Africa and the slave trade....After 1730 Parliament granted £ 10000 a year for first on the Gold Coast to protect the interests of the slavers.... Senegal and Goree were captured in 1758./3, s. 228/.

Den måske mest indbringende (profit-)handel, slavehandelen spillede en betydelig rolle for den industrielle revolution på dette fosterstade. Ikke blot var den indbringende i al almindelighed - den blev samtidigt udvidet i stort omfang i løbet af 1700-tallet. Slaver kunne eksempelvis sælges i Vestindien for 5 gange så meget, som de kostede på den afrikanske kyst. Så selv-

om tabene under de horribile slavetransporter kunne beløbe sig til 20 %, var dette inden begrundelse for handelsfolkene for at indstille affærene./3, s 213/. Omfanget af handelen antyder størrelsen af skibstonnage, der sejlede ud i dette ærinde. Umiddelbart efter den spanske Arvefølgekrig (1714) drog mellem 2 og 3000 tons britiske skibe ud på sådanne missioner. Dette tal var efter den amerikanske Uafhængighedskrig (1787) et tal, der havde ændret sig til 22000 tons./4, s 53/.

Ikke blot slavehandelen i sig selv var et stort rygstød til den engleske økonomiske vækst. Også hele trekantshandelen var en "ideel" industrigrundlægger:

"The slave trade was essential to the triangular imperial trade which grew up under the Navigation Acts. It seemed to economists an ideal trade, since slaves were bought with British exports, and transported in British ships."/3, s 227/.

Udenrigspolitikken, der blev ført af 1700-tallets engelske regeringer, synes netop at have haft frugtbar indflydelse på industriel udvikling ved sin modsætningsfyldthed. Arhenderet var karakteriseret ved eksistensen af to modsat orienterede retninger. Disse var udtryk for forskelligartede økonomiske interesser. Den ene retning støttet af handelsfolk fremførte gang på gang at krig og koloniunderlæggelse var vejen til national velstand og magt. Den anden støttet af de store jordejere ønskede fred, eftersom krigsførelsen i 1700-tallets England ofte blev etableret på grundlag af jordejernes skatteydelse. Jordejerne brød sig ikke om handelseventyr./3, s 231/.

Hvor de udenrigspolitiske urolige tider synes at have været et solidt grundlag for gemen kapitalophobning og investering i eksportproduktion, synes de rolige at have fungeret som incitamentsgivende perioder for investering i produktionen til hjemmemarkedet. Om en sådan periode skriver Hill.

"Walpole's era of peace also allowed the development of some of England's greatest assets - the technical skill of her craftsmanship and the methods of mass production supplying the home market."/3, s 231/.

I hele perioden var det imidlertid eksportproduktionen der var betydeligst af omfang og betydeligst af vækst. Et faktum der vidner om at dette var handelskapitalisternes store æra og at det bestemt ikke var en fredelig tid. Mellem 1700 og 1750 forøgede de til hjemmemarkedet producerende industrier deres udkomme med 7 %, mens dette tal for eksportindustrierne var 76 %. For perioden 1750 til 1770 var de tilsvarende tal henholdsvis 7 % og 80 %./4, s 48/.

To af Englands kolonier, Nordamerika og Indien, har hver haft sit møde med aggressiv engelsk kolonipolitik. For Amerikas vedkommende døjede det sig in casu den engelske kolonipolitik om at varetage engelske kapitalinteresser. D.v.s. 1. bevare så stort et marked som muligt, 2. ved bl.a. at lade amerikansk industri forblive på det embryonale stade og 3. udnytte de få "perler", der fandtes i amerikansk erhvervsliv - altså t.eks. skibsproduktionen. - De første to punkter blev ført ud i livet gennem egentlig lovgivning. En lov fra 1699 forbød enhver form for eksport fra alle kolonier (de engelske), endog, til andre amerikanske kolonier (for de amerikanske koloniers vedkommende). Tilsvarende lovgivning blev i løbet af århundredet (det 18.) effektueret indenfor jern og metalbranchen og for kulminedrift./3, s 235 f/.

I forhold til Indien blev der ført en endda hårdere politik, eftersom

udbytningen af den indiske arbejdskraft blev styret centralt af private interesser i Indien, nemlig af The East India Company. Allerede i 1661 udtalte et engelsk regeringsdekret, at kompaniet blev overdraget såvel ret til skatteinddrivning, som ret til at føre krig. Disse forhold blev først vendt til det bedre for inderne via regeringsdekreter af 1773 og 1784.

2.2.3. Opkomsten af den branchemæssige basis for den 1. industrielle revolution.

Med allehånde muligheder, i form af kapitalophobning (i forbindelse med udenrigshandelen), befolkningskoncentration (urbanisering) og vækst, relativt gode indenrigsmarkedsbetingelser, velvillig regeringspolitik og andre faktorer, for at en industriel produktion kunne iværksættes, vil vi i dette afsnit se, hvorledes de enkelte industrier (brancher) kommer op at stå.

Vi vil her af hensyn til klarhed i fremstillingen af teknologianovatoriske aspekter dels fremhæve de samfundsmæssige behov, der i det enkelte tilfælde har gjort sig gældende, dels fremhæve de enkelte arbejdsprocessers karakter i forhold til etableringen af storstiler produktion.

Af faktiske brancher, der i specielt i 1700-tallets England var de dominerende i omfang, var først og fremmest bomuld, kul og jern. Derudover var brancherne med henblik på tilvejebringelse af transportmidler og muligheder, skibsbygning og landbrug også af betydning. Desuden kan samtidig nævnes bankvæsen, uddannelse o.l.

Bomuldsbranchen.

Lad os til en begyndelse vende os mod bomuldsbranchen, den på tiden vi her beskæftiger os med væsentligste (i nationaløkonomisk henseende) branche. Befolkningstilvæksten, som havde været karakteristisk for 1700-tallets England, etableredes en stor efterspørgsel på hjemmemarkedet efter tekstilvarer (såvel som andre varer). Denne efterspørgsel var en af forudsætningerne for den ganske 1. industrielle revolution. Sagen var den, at produktionen af tekstilvarer før den 1. industrielle revolution ikke kunne holde takt med efterspørgslen. Denne produktion led under diverse begrænsninger, der så at sige lå indbygget i produktionen selv (produktionsprocessen). En sådan begrænsning lå i selve råvaren, altså uld. Uld som sådan tager det jo tid at få til at reagere på forskellige efterspørgselsudsving. Det tidsmæssige problem ligger i opfostringen af fårehold. Der opstår tilmed i samme forbindelse et pladsproblem i og med fårene kræver græsningsarealer. Denne begrænsning blev imidlertid brudt ned ved i stedet for råuld at anvende bomuld som grundlag for tekstilproduktionen.

Bomuldsmanifikationen var i hele det 18. årh. perifer i forhold til uldmanifikationen. Dette gjaldt m.h.t. antal beskæftigede, investeret kapital og produktionens størrelse. Af råbomuld importerede England i de første ti-år af århundredet lidt over 1 mill. pounds per år. Priserne på denne var £ 30-35000. Uldmanifikationen til sammenligning konsumerede omkring 40 mill. pounds per år til en pris af £ 2 mill. I 1741 var denne forskel stadig enorm selvom såvel konsumtionen af bomuld som prisen derpå var steget, medens prisen på uld var faldet. I 1 1/2 mill. pounds råbomuld kostede nu £ 55000, mens prisen på 60 mill. pounds uld var £ 1 1/2 mill. I 1760 var importen af råbomuld steget til ca. 2 1/2 mill. pounds. Og en generation senere i 1787 var konsumtionen af råbomuld oppe på 22 mill. pounds. Et halvt århundrede senere

beløb importen af råbomuld sig til 366 mill. pounds. Bomuldsfremstillingen havde dermed overtaget uldfremstillingens plads, og var blevet Englands betydeligste tekstilprodukt./9, s 41 f og 82/.

Bomuldsfremstillingens enorme ekspansion i sidste halvdel af det 18. årh. skyldes dels at bomuldsfremstillingen var forholds ny, og derved fri for de traditionelle restriktioner, samt at bomuldsmanufacturen var blevet forbundet med de oversøiske markeder (trekantshandelen), samt at den var parat til at indrage ny teknologi. Uldproducenterne fik gennemført forbud mod import af uld i begyndelsen af det attende århundrede. De engelske bomuldsproducenter fik derved "free run" på hjemmemarkedet til opbygning af en industri.

"The English wollen industry succeeded in 1700 in banning their import altogether, thus accidentally succeeding in giving the domestic cotten manufacturers of the future something like a free run of the home market."/4, s 57/.

Endvidere blev bomulden en af hjørnestenene i den engleske handel, som sammene grundlaget for den engelske beherskelse af verdensmarkedet. England importerede store mængde bomuld fra Indien og Amerika, ved åbningen af de store bomuldsplantager i det sydlige USA i begyndelsen af 1780-erne havde overvundet den hindring for tekstilproduktionen, som råvarer forsyningen udgjorde, som de bearbejdede og videre solgte til Europa og kolonierne. En anden hindring for udvidelsen af tekstilproduktionen lå i selve arbejds- og produktionsprocessen. Bomuldsindustrien var, da den ikke var underlagt laugsordninger etc. åben overfor innovationer i selve produktionsprocessen. Det er disse innovationer der bliver drivkraften bag revolutioneringen af bomuldsindustrien.

Produktionsprocessen består dels af en spindeproces, der fremstiller tråd eller garn ved en kraftig snoning af råmateriale fibre. Fibrene ordenes parallelt (kæmmes) i et tykt bundt, der strækkes til det bliver så tyndt, at det kan snoes til en tråd. To eller flere tråde kan snoes til sammensat tråd eller garn. Det næste trin i produktionsprocessen er vævning. Fremstilling af tekstilstof ved sammenfletning af to på hinanden vinkelrette trådsystemer; kædetråde, der går på langs i varen og de tværgående skudtråde.

Bomuldsproduktionen var til at starte med en hjemmeindustri, hvis organisation kunne tage forskellige former, men oftest stod en storkøbmand bag. Han leverede råbomuld til væverne, som derefter selv måtte sørge for at få garnet spundet, hvilket ofte kunne være problematisk. Produktionsprocessen var nemlig belagt med flaskehalse og hvorledes såvel spinde og væveprocessen helt konkret fungerede som sådanne flaskehalse for bomuldsproduktionen i løbet af det 18. årh. beskrives i næste kapitel.

Kulbranchen.

En faktor, der indvirkede som katalysator på kulbranchens udvikling var den latente træmangel, som var bibragt af et voldsomt træforbrug f.eks. til skibsbygning og brændsel./9, s 95/. Kulbranchen var ligeledes kendetegnet ved dels at opfylde visse samfundsmæssige behov og ved at være tvunget til som branche at skulle overvinde visse rent produktive begrænsninger. Behovene, der skulle opfyldes, var tilvejebringelsen af brændsel til både en voksende befolkning og en voksende manufaktur. Begrænsningerne rent produktivt lå i de svært udnyttelige miner - svært udnyttelige p.g.a. vand-

og gasindsivning.

Allerede to århundreder før den 1. industrielle revolution var England Europas hovedproducent af kul. Som nævnt i afsnittet om absolutismens opkomst producerede England 4/5 af Europas kul, der som brændsel spillede en vigtig rolle i fremvæksten af mange andre kapitalistiske industrier. Men først og fremmest forsynede den almene urbaniseringsproces, som England var inde i i løbet af 1700-tallet og det tidlige 1800-tal, den fremvoksende kapitalistiske kulminedrift med et betydeligt marked:

"Fortunately the general process of urbanization provided a substantial stimulus for coal in the early nineteenth century as in the eighteenth." /4, s 69/.

Skønnede eksempler på det 18. århundredes årlige engelske kulproduktion er:

| | |
|------|------------------------|
| år | |
| 1700 | 3×10^6 tons |
| 1760 | 5×10^6 tons |
| 1770 | $6,2 \times 10^6$ tons |
| 1780 | 10×10^6 tons |

Kilde: /9, s /.

Kulminedriften er og var en arbejdsproces, som kan beskrives ved sine to delprocesser. Først selve brydningen af kullet, dernæst transporten af kullet op af og væk fra minen.

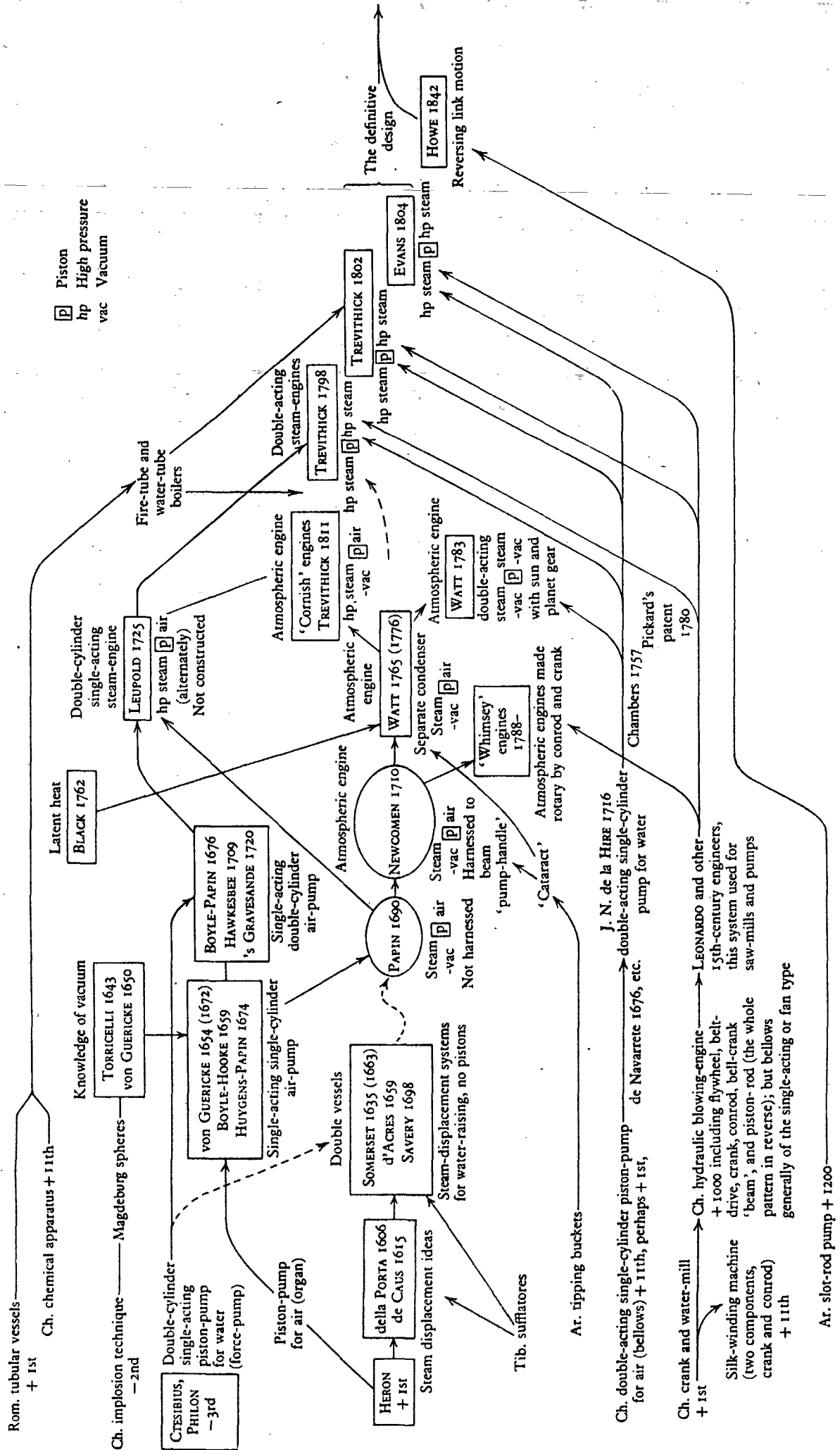
I tiden op til den 1. industrielle revolutions start, og for den sags skyld helt op til den 1. verdenskrig foregik brydningen af kullene med hakker, og udvidelsen af produktionen iværksattes simpelthen ved kvantitativ øgning af antallet af arbejdere. Brydningen af kullene var altså arbejdsintensiv. Først efter 1. verdenskrig indledtes en egentlig mekanisering af brydningen. I den tidlige brydning af kul var den skranke for udvidelsen af kapitalakkumuleringen grundvandsindsivning i minerne (en anden skranke var den problematiske forekomst af forskellige giftgasser i mineskakterne). I takt med markedets vækst i begyndelsen af 1700-tallet stødte kapitalakkumuleringen på denne skranke. For at have profitten var man nødsaget til at indføre et pumpe-system, der kunne fjerne det indsvivende grundvand fra minerne. I 1705 opfandt Newcomendampmaskinen, som er en løsning på dette problem - den første anvendelige løsning. Maskinen drev ved hjælp af et damptryk i en cylinder en dampe. I 1712 opfandt indsprøjtningsskondensatoren (1), som omtrent tredoblede maskinens ydeevne; og i løbet af det næste halve århundrede fremstilledes Newcomenmaskinen i stort antal:

"Newcomens maskine muliggjorde væksten i den engelske kulproduktion; dens betydning for den industrielle revolution har ofte været overset, vel nok fordi dens anvendelsesmuligheder var begrænset." /5, s 35 f/.

Newcomens maskine hævede arbejdsproduktiviteten ved at det indsvivende vand bortledtes, og minerne derfor kunne udnyttes bedre.

Selve opfindelsen af Newcomens dampmaskine hidhørte fra konkret ingeniør-mæssigt udviklingsarbejde, der undergik stadige forfininger indtil 1770, hvorefter Watts' maskine tog over. Det er imidlertid ikke usandsynligt, at Newcomen-maskinen som teknologi-innovation faktisk godt kan bære karakteristikken naturvidenskabsbaseret. Vi må i denne sammenhæng dog nøjes med at henvise til Needhams' korts henvisning til von Guericke's, Boyles, Hookees, Huygens og Papins arbejder som indflydelseshavende arbejder m.h.p. Newcomens arbejde.

CHART TO SHOW THE DEVELOPMENT OF THE STEAM-ENGINE



Jernbranchen.

Jernindustrien opstod også i denne førindustrielle epoke. Den imødekommer i første række forskellige af hærens og flådens ønsker m.h.t. våber og skibe. Men i højere og højere grad bliver der også brug for jern til at opbygge en produktionsmiddelindustri med. For, jerneindustrien fandtes i selve produktionen flaskehalse i form af problemer i forbindelse med forædlingen af råproduktet. Problemerne udspandt sig i særdeleshed omkring, hvorledes kul- og svovlholdigheden i råprodukterne kunne nedsættes.

Før den 1. industrielle revolution var Storbritanien ikke producent i stor målestok af jern, men dog blant verdens hovedproducenter og flg. Hobsbawn var den globale efterspørgsel efter jern så sent som i 1780-erne næppe på mere end 100000 tons /4, s 70/. (Se ligeledes tabeller i 3. kap.)

I denne førindustrielle tidsalder var hærens og flådens periodiske behov for våben og skibe hovedafsætningen for den britiske jernindustri, der var under konkurrence udefra, idet en betydelig del af det britiske jernforbrug importeredes indtil slutningen af det 18. årh. fra Sverige og Rusland.

Jernproduktionen var og er en arbejdsproces, der bestod af tre delprocesser. Først selve minedriften, dernæst selve udvindingen af råjern (pig iron) på basis af malm under tilførsel af varme, og sidst - råjernet, der skulle igennem en forædlingsproces, hvor råjernet bliver behandlet ved varmetilførsel og/eller mekanisk med det formål af ændre jernets stofflige egenskaber, således at smedjernet (wrought iron) eller stål fremkommer som resultat af processen. Stål er en forædlet udgave af jern. Det besidder samtlige metallens og i særdeleshed ferrometallets egenskaber - blot i endnu højere grad. Kemisk kan de to skelnes fra hinanden ved kulindholdsforskellighed. Råjern har en kulholdighed på mellem 2,5 og 4 % medens stålets kulindhold andrager 0,1 til 2 %. Smedejernet indhold af kul udgør mindre end 0,1 %. Jo højere kulindholdet er, jo større er metallens hårdhed, jo mindre kul, jo blødere, mere eftergivende og smidigt er metallet. Sejheden når et maximum ved 1,2 %'s indhold af kul altså indenfor stålzonen, hvorfra denne aftager gradvist og hurtigt indtil indholdet andrager 3 %, hvorefter faldet i sejhed flader ud. Resultatet er, at råjern er hårdt men skrøbeligt, medens på den anden side smedejernet kan være så blødt at det kan bøjes med håndkraft. I stålet forenes de to andre metalformers fordele. Stål er både hårdt, elastisk og plastisk./9, s 251/.

På det 18. århundredes førindustrielle stade af jernproduktionen brugtes mindre trækulsfyrede ovne til udvinding af råjern. Forædlingen foregik ved at råjernet rengjordes for slagger ved udhamring på primitive hammerværker, ofte under anvendelse af vandkraft. Senere blev udsmeltningsovnene gjort større og herved steg temperaturen, hvilket resulterede i at råjernet fik en højere kvalitet pga. mindre kulindhold, man kunne så udvinde støbejern.

Landbruget.

Landbruget var i 1700-tallet kendetegnet ved landbrugsrevolutionerne. Om lægningen indenfor landbruget medførte, at man begyndte at producere på større marker. Markernes kvalitet blev forøget f.eks. ved dræning. Det dyrkede areal voksede konstant i dette tidsrum. Dette til trods skete der samtidigt flere og flere enclosureindgreb. Ligeledes var enclosure et karakteristisk for landbruget. Enclosure betød på en og samme tid frem- og tilbagegang for landbruget. Afvandringen, som følge af brugsnedlæggelser, blev nemlig vendt til et latent behov for brødfødsel af den voksende bybefolkning. Denne udvik-

ling medførte, at landbrugets kapacitet måtte ekspandere, dersom den samlede befolkning skulle brødfødes. Produktionen af korn var før 1700 kun lige stor nok til at brødføde befolkningen, men som følge af omlægningerne i landbrugsproduktionen var der i 1750 endog tale om en eksport af korn. Denne udgjorde ca. 200000 tons eller ca 13 % af Englands samlede fødebehov.

Perioden fra 1750 til 1800 var en opgangstid for landbruget, som også påvirkede andre brancher bla. jern og stålindustrien. Efter træ var blevet en mangelvare, blev store dele af træet på landmandens maskiner erstattet af jern eller stål. Dette førte endvidere til øget produktion. Maskiner overtog efterhånden en del af arbejdet. I denne periode begyndte man at bruge såmaskiner, le og hestesko, og desuden blev ploven forbedret som følge af brugen af jern.

Skibsbygning.

En branche, som skal ses i sammenhæng med handel, kolonier og krigsførelse er skibsbygning. Skibsbygningen fungerede som produktionsgren i den gryende kapitalisme, fordi den udruster kapitalen med udstyret, der er nødvendigt for at kunne effektuere inddrivelsen af markeder i form af kolonier og udstyret, der er nødvendigt for at kunne opretholde den nationale produktionsapparatbeskyttelse i form af toldskraver o.l. Lignende brancher fulgte i kølvandet af denne: våben, uniformer, støvler, sejldug, øl o.l. Forskellige af disse brancher var ingeniørerkendelsesbaserede, hvad angik deres teknologiske innovationer. Dette gjorde sig i særdeleshed gældende for skibsbygningsbranchen.(2)

Transport.

En anden essentiel forudsætning for industriens og for den sags skyld landbrugets udvikling var mærkbare forbedringer i transport og kommunikation. Udviklingen kom til at medføre en markant produktionsbilliggørelse med konsekvenser for den ganske samfundsmæssige udvikling. Kanalerne gjorde transport billigere, end den nogensinde før havde været:

"Transport by road was at least four times as expensive per ton-mile as by canal: twenty times as expensive for coal, some said. One horse could draw eighty times as much in a canal barge as by cart on a soft road, and four hundred times as much as a pack-horse could carry. So the fact that between 1600 and 1760 England seven hundred miles of navigable rivers had been nearly doubled was of crucial importance."/3, s 249/.

Andre brancher.

Et bankvæsen bliver på denne tid en samfundsmæssigt uundværlig ting og udvikler sig efter 1694 (Bank of England), men det ser ud til at være foregået geografisk ujævnt med konsekvenser for produktionens sammensætning. Denne langsomme udvikling for den provinsielle bankvirksomheds vedkommende betød lokalt at industrier blev sultet for kapital til fordel for større industrier, som producerede til et udenlandsk marked:

"The slow development of provincial banking meant that local industries were starved of capital to the advantage of big foreign-trading capital."/3, s 244/.

Endnu en indflydelseshaver på de store udviklingslinier skal vi her blot nævne; det drejer sig om tendensen til øgelse af arbejdskraftens kvalifikationsniveau og intellektuel uddannelse generelt i disse år (The Royal Society er også et produkt af denne tid).

2.3. Konkluderende om kapitel 2.

Af forskellige årsager indtræder der i den engelske historie en markant markeds ekspansion - allerede begyndende i 1100-årene. Sporene herfra i det feudale samfund er betydelige. Nye store behov hos herremændene iværksætter ydeligere markedsudvidelse og en befolkningsbevægelse mod det, der efterhånden kan kaldes byer. Hermed skabes samtidigt mulighedsbetingelsen for en faktisk ikke landbrugsmæssig produktion - forskellige håndværk stables på benene i byerne. Når der på et tidspunkt forekom tilstrækkeligt store ophobninger af kapital, som et led i den oprindelige akkumulation, kunne de første kapitalakkumulærende institutioner konstitueres - altså efter handelskapitalen forlagskapitalen bevægede sig gennem formforandrende udviklingstrin henimod stadig mere industriel udformning. Udenlandske markeder var her en benyttet rigdomskilde.

Under denne bevægelse har den engelske stat konstitueret antaget politiske udformninger adækvate i forhold til denne. Fra enerådende feudale fyrster over den mere centralt udformede absolutistiske stat videre via den borgerlige revolution med puritanisme til, helt klart "markeds"-orienterede statsudformninger udøvende f.eks. merkantilisme. De egentlige ejendomsforhold ændredes naturligvis også karakter i periodens løb. Den tidlige herremand-bonde forhold udskiftes over talrige udformninger til det kapitalistiske kapitalist-lønarbejder forhold.

Den naturtvangsbetonede engelske middelalder-landbrugssamfund undergår i samme bevægelse en betydelig branchemæssig forskydning henimod det senere industri-samfund. Landbruget kommer til at spille en stadig mindre betydende rolle i samfundet. Både hvad angår antal beskæftigede, og hvad angår procentvis andel af nationalproduktet. Landbrugets rolle overtages i første omgang af bomuld, jern og kulbrancherne. De tidlige former for landbrug og håndværk i den aktuelle periode kendetegnes ved at styringen, reguleringen og innovationen af arbejdsprocessen var erfaringsbaseret. Gennem den oprindelige akkumulation sker der en ekspropriation af retten til at styre, planlægge og innovere. Det erkendelsesmæssige afkast af produktionen er nu kapitalens agents og ikke de umiddelbare producenters. De senere produktionsgrene i perioden så som bomuld, jern, kul skibsbygning, landbrug o.s.v. var således prægede af ingeniør-baserede teknologiinnovationer. Endda udgjorde en opfindelse som Newcomens dampmaskine muligvis et eks. på en naturvidenskabsbaseret teknologiinnovation.

Litteratur:

- 1: Jyske historiker, del: Nr. 14; Produktion og udbytning i førkapitalismen
Århus 1978.
- 2: Dobb, Maurice: Kapitalismens udvikling. Rhodos 1975
- 3: Hill, Christopher: Reformation to Industrial Revolution. Penguin Books
1969
- 4: Hobsbawm, E. J.: Industry and Empire. Penguin Books 1969
- 5: Jensen, E & B. Klødal: Den industrielle revolution England 1780-1850
Gjellerup 1973.
- 6: Jensen & Thiersen: Noter til historiebog. RUC 1980
- 7: Kamen, Henry: The Iron Century. Cardinal 1976.
- 8: Kurasje 19/20: Andersen et al.: Kapitalismens alder vitalitet.
- 9: Landes, David S.: The Unbound Prometheus. Cambridge 1969
- 10: Hill, Christopher: The English Revolution 1640. London 1940.

Noter:

- 1: Se note 3 i kapitel 1.
- 2: Skibsfarten var som en af de første brancher genstand for indførelsen af en naturvidenskabsbaseret teknologi, nemlig søfartskronometeret. John Harrison demonstrerede i 1764, at bestemmelse af længdegraden ved hjælp af kronometer var mulig. Den naturvidenskabsgren, der lå bag denne innovation var dynamikken. Bernal fremhæver denne innovations betydning i "Videnskabens historie" siderne 496-99. Men som den første egentlige naturvidenskabsbaserede produktionsteknologi er John Roebucks opfindelse af en svovlsyrefremstillingsmetode endnu tidligere på den. Allerede i 1746 oprettes den første produktion, der producerer efter denne metode (innovationen er nærmere omtalt i næste kapitel).

KAPITEL III

DEN 1. INDUSTRIELLE REVOLUTION 1770-1848

1. Indledning til de industrielle revolutioner.
2. Den engelske totalkapitals akkumulationsbevægelse.
 1. Almene lovmæssigheder.
 2. Konjunkturcyklen, 1770-1848.
3. Akkumulationsbevægelsens indvirkninger på branchestrukturen.
 1. Bomuldsbranchens udvikling
 2. Jernbranchens udvikling.
 3. Kulbranchens udvikling.
 4. Jernbanebranchens udvikling.
 5. Landbrugsbranchens udvikling.
4. Konklusion.

3.1. Indledning til de industrielle revolutioner.

I det foregående kapitel har vi nu etableret de historiske forudsætninger for industrikapitalismens etablering i Storbritanien, og vi har gjort rede for hvilken innovationsform, der var den fremherskende i det feudale England. Vi vil nu atter en gang trække de historiske teoretiske intentioner frem, som vi har med denne 2. del af projektet. Vi ønsker at fremføre den tese, at værdiøgnings tvangen, som er den drivende kraft i kapitalismens udvikling, og altså også den engelske, påfører denne en bestemt udviklingstvæng og retning, imod stadige revolutioneringer af arbejdsprocessen. Ydeligere fremføres den tese, at kapitalens værdiøgnings tvang som konsekvens af de stadige revolutioneringer nødvendiggør en kapitaltvungen forandring af innovationsformerne. Der er altså tale om at hvis kapitalen skal kunne akkumulere, så skal der ske en fortløbende forandring i akkumulationsformerne, hvilket er det samme som at sige, at der skal ske en fortløbende forandring af den naturerkendelsesmæssige basis, der ligger bag de kapitaludviklingstvungne innovationer. Denne periode vi beskæftiger os med, er derfor så at sige den periode, hvor kapitalens agenter bevidstgøres om, hvilke midler der skal tages i anvendelse for kapitalismen skal være levedygtig, og disse midler er i højeste grad naturvidenskabsbaseret af teknologien. Det skal da også vises, at den nationalkapital, som er dette arbejdes hovedinteresse, sakker økonomisk og magtpolitisk agterud, da den forsømmer at udnytte naturvidenskabsbaserings muligheder. Denne nationalkapital er den britiske. Samtidigt formår tysk og amerikansk kapital ved en naturvidenskabsbaseret kraftanstrengelse at indhente og overhale den britiske gennem den for denne katastrofale "Store Depression" fra 1873 til 96. Den britiske kapital er den, der først forstår at udnytte den naturvidenskabsbaserede teknologiske muligheder i den såkaldte "første industrielle revolution", 1770 - 1848, dette gør den som allerede nævnt ud fra sine helt specifikke økonomiske forudsætninger. Samtidigt er den naturerkendelsesmæssige basis, der er for den 1. industrielle revolution ikke så vanskelig at fremskaffe. Dette skal forstås på den måde, at enetn udnytter man allerede forhåndenværende eller mere eller mindre tilfældige naturvidenskabelige resultater, eller i stedet er en ingeniørerkendelsesmæssig tilgang tilstrækkelig til at løse de teknologiske problemer, som den 1. industrielle revolution frembyder. I den 2. industrielle revolution bliver de teknologiske problemer for den fortsatte kapitalakkumulation mere abstrakte, almene og komplicerede, og dermed påkræves der en tilsvarende mere abstrakt og almen erkendelsesmæssig basis for at løse disse. Under den 2. industrielle revolution sker det, at den britiske kapital mister sit naturvidenskabeligt-teknologiske forspring. Inogle brancher fortsætter man med at innovere på samme naturvidenskabsbaserede facon, uden at den erkendelsesmæssige basis ændres afgørende, i andre forbliver man på samme teknologiske niveau uden overhovedet at innovere. Dette får drastiske konsekvenser i konkurrencen med de mere teknologisk bevidste tyske og amerikanske kapitaler. I Tyskland opretter man nu store laboratorier, som udfører teknologisk målrettet forskning i mere organiseret regi (denne form for teknologisk innovation betegner vi som målrettet, systematisk naturvidenskabsbaseret), samtidigt med at man centraliserer og koncentrerer sin industri på et nyt teknologisk niveau. Britisk kapital mister her sin verdensøkonomiske dominans til Tyskland og USA, og dermed sin verdenspolitiske dominans, igennem den økonomiske og politiske læreproces Den store Depression. Det er bla, ud fra denne læreproces, som kapitalens agenter gennemgår, et man skal forstå, at midlet til økonomisk og politisk succes kommer til at stå klart for de storindustrielle vestlige nationalkapitaler i løbet af det 20. århundrede, og dette er

permanent teknologisk fornyelse baseret på målrettet, systematisk naturvidenskabsbaseret teknologi. Alt i alt er det denne udviklingstendens vi vil påvise, og dette gøres ved systematisk at følge udviklingen i teknologisk niveau og de dertil hørende innovationsformer.

Vi vil ligeledes påvise, at denne fortløbende innovering er uløseligt knyttet til fremgang i kapitalakkumulationen. De succesivt efter hinanden afløsende innovationsmåder er som nævnt: erfaringsbasering, ingeniørerkendelsesbasering, naturvidenskabsbasering og målrettet, systematisk naturvidenskabsbasering.

3.2. Den engelske totalkapitals akkumulationsbevægelse.

3.2.1. "Take-off" positionen.

Udviklingen i 1700-tallets England kan karakteriseres ved en enkelt ting: Den oprindelige akkumulation. Og sammen med den oprindelige akkumulation indfandt der sig i samfundet alle øvrige betingelser for skabelsen af et kapitalforhold med mulig opkomst for en industrielt producerende kapital.

Og lad os lige rekapitulere fra kap. 1. Dette indebar, at først og fremmest måtte en vis rigdomsophobning være til stede, hvilket ikke kan betvivles i Englands tilfælde med den udenrigshandel og kolonialudbytning. Yderligere forudsætninger for den egentlig kapitalistiske produktionsmådes opståen var et fast marked, efterspørgsel efter de varer, som kapitalistklassen begyndte at producere og existensen af smidig forsyning af de varer, der nu investeredes i (altså bl.a. varen arbejdskraft). Om disse faktorer kan vi konkludere, at de enten faktisk eksisterede eller var under udvikling omkring midten af 1700-tallet i England. Med bibringelse af befolkningstilvækst i byerne, havde enclosurebevægelsen skabt såvel store faste markeder i og omkring byerne (for slet ikke at nævne de udenlandske markeder. Se tidligere) som et proletariat, som på dette tidspunkt stod frit stillet til fri udnyttelse af mulige kapitalister (derudover satte en egentlig befolkningstilvækst sig igennem 1750-). Og at der rent faktisk var efterspørgsel efter den kapitalistiske pionerindustri - bomuldsindustriens - produkter viste sig at være et faktum, da den først var startet.

Ikke blot løsrev landbrugrevolutionen masser af mennesker fra de landlige egne af landet - men samtidig foregik der, med vægten lagt på den sidste halvdel af det 18. årh., en mindre befolkningsexplosion. Dette kan de flg. tal antyde:

| | |
|------------------------|---------------|
| Antal indb. i England: | |
| Beg. af 1600-tallet: | ca. 5 mill. |
| 1740 | : ca. 6 mill. |
| 1801 | : ca. 9 mill. |

Konsekvensen rent økonomisk af befolkningstilvæksten var i første række, at England omkring 1770 ikke blot besad verdensmarkedet (den amerikanske uafhængighedskrig var godt nok under opsejling på dette tidspunkt), men også et expanderende hjemmemarked. De to væsentligste årsager hertil var som nævnt ikke blot landbrugsrevolutionen, men også et stort fald i børnedødeligheden. Smitsomme sygdomme, epidemier, hungersnød og decideret urenlighed var noget samfundets borgere i al almindelighed mærkede mindre til.

Befolkningstilvæksten blev sammen med enclosurebevægelsen udgangspunkt

for skabelsen af det ejendomsløse proletariat. Og dermed altså et større hjemmemarked.

Også verdensmarkedet expanderede i årene omkring 1770 under faktisk dominans af det engelske imperie. Stadigvæk arbejdede de mere eller mindre merkantilistiske Navigation-Act-bestemmelser til fordel for de engelske handelskapitalister. Til alle disse veludviklede quasi-kapitalistiske betingelser kom nu den stakeg større efterspørgsel efter tekstilprodukter.

- Alt dette var den helt rigtige take-off-situation for den første industrielle revolution i England.

Den oprindelige akkumulation havde således, som proces i England i 1700-tallets første halvdel, skabt et omfattende marked med baggrund i udviklingen af handelen og vareproduktionen i forlag og manufaktur. Og udviklingen fuldbyrdede sig samtidig ved landbrugsrevolutionen, der skabte en ny klasse, lønarbejderklassen, hvormed implicit de to modsatte kategorier, bærerne af kapital og bærerne af lønarbejde, havde fået deres realhistoriske existens

Men den med disse ovennævnte faktorer involverede produktionsmåde var af en sådan kraft, at den var kendetegnet ved en arbejdsproces, hvori de subjektive mennemskelige elementer var kapacitetsbegrænsende for produktionen. Udviklingen af produktionen var simpelthen begrænset af manufakturens organisatoriske basis i håndværket, Uanset hvor langt arbejdsprocessen, her i spil, blev udviklet eller specialiseret, så kunne en sådan specialisering ikke drives længere end til en opdeling af den af håndværkerne udførte arbejdsproces. Endda med en arbejdsdeling ført ud i det extreme var det ikke muligt at drive kapaciteten for produktionen ud over skranken, karakteriseret ved den enkelte håndværkers ydeevne. Den industrielle revolution sprængte fra 1770 i det engelske samfund totalt grænserne for produktion på denne vis.

Med den industrielle revolution blev skrankerne for produktionskapacitet (og kvalitet og ensartethed af produkterne) forrykket betydeligt - først og fremmest p.g.a. den teknologiske anvendelse af maskinen. Manufakturens grænser blev hermed brudt - omdrejningspunktet i arbejdsprocessen var nu det objektive element arbejdsmidlet, hvor det før havde været det subjektive, håndværkeren, mennesket. Grænsen for produktionens omfang og kvalitet bestemtes herefter af maskinens ydeevne.

For os er det her nærliggende at postulere en årsagssammenhæng mellem den i 1770 eksisterende ophobede investeringsvillige kapital og den teknologiske udvikling, der samtidig blev udgangspunktet for den industrielle revolution. Indenfor bomuldssektoren var det the flyeng shuttle fra 1733, the spinneng jenny fra 1765, kombinationen af disse med vandkraft i 1770'erne samt påhægtelsen af dampmaskinen på disse i begyndelsen af 1780'erne.

Indenfor jernsektoren var det i det væsentlige the pudling-proces fra 1784, der var omdrejningspunktet.

For begge sektorer var dampmaskinen selvfølgelig af vital betydning. Denne blev gjort industriel anvendbar i 1781

3.2.2. Konjunkturcyklen: 1770 - 1848.

Den industrielle udvikling antager flg. form: Først og fremmest er bomuldsbranchen gennembruddet for industrien i 1770'erne. Dernæst er det meget oplagt kul- og jernindustrien i 1790'erne, der udvikler sig, for ingen in-

dustri kan vel klare sig uden jern på en eller anden form. Og da enhver kapitalistisk industri kræver gode transportmuligheder til at afsende produkter og til at blive bibragt materialer og arbejdskraft, synes det heller ikke forbavsende, at der i England udvikler sig en jernbaneindustri i 1830'erne. Endelig har landbruget i perioden udviklet sig og har dermed kunnet brødføde den stadig større befolkning, som perioden bød på.

Den omtalte periode er karakteriseret ved en decideret høj- og en decideret lavkonjunktur. Boomét i den engelske økonomi 1793-1815 var i særdeleshed den industrielle revolutions skyld - efterspørgslen på bomuld først og siden jern var stor. Stort set alt, der kunne produceres, kunne afsættes. Godt nok blev der ført krig mod Frankrig, men fastlandsspærringen kunne trodses enten ved smugleri eller ved at vende sig mod andre handelspartnere end fastlandet - f.ex. USA. I 1815 lader det til at mange engelske industrien havde sat snuden op efter tilbagevinding af et stort europæisk marked i forbindelse med afslutningen af Frankrigskrigen, men da det kom til stykket, eksisterede dette marked slet ikke, og store engelske lagre måtte realiseres med tab - konjunktoren vendte. Vi går nu ind i en periode fra 1815 - 1848, som er karakteriseret ved en økonomisk grundstemning af depression (vi entrer altså en periode med faldende prisniveau).

Da der ca. 10 år senere herskede reetableret økonomisk optimisme, fordi 1815-recessionen var bekæmpet, resulterede denne optimisme i en voldsom spekulation. Denne forårsagede imidlertid pengeriighed, da der udstedtes en mængde penge for at imødekomme den økonomiske aktivitet, og den hermed flg. inflation forvoldte krisen i 1825. At der fra officiel side blev anvendt forkerte midler imod inflationen forvoldte blot deflation og ændrede intet. I løbet af 1826-27 blev inflationskrisen bekæmpet og økonomiet kunne atter heles.

Men i 1836-39 var der atter et sammenbrud. Årsagen var også denne gang inflation i forbindelse med stor pengeriighed. Det egentlige sammenbrud kom imidlertid denne gang fra USA. For første gang nogensinde var det kapitalistiske verdensmarked i krise.

Yderligere en recession forekom i denne periode, Årene 1846-48 blev udsat for et krisegennemslag. Fejlslagne kornhøster bevirkede levnedsmiddelprisstigninger, hvilket forårsagede havede lønninger, som især ramte den engelske jern- og kulindustri.

Perioden som helhed oplevede imidlertid, nok så industrielt udviklet England end blev, ikke et endeligt brud med Interregnumtidens merkantilistiske indgreb i form af Navigation Acten o.l.. Først og fremmest blev den engelske bomuld toldbeskyttet imod den indiske. Dette begyndte allerede inden denne periode. Og det samme gjorde sig gældende for landbruget m.h.t. kornlovgivning i 1815.

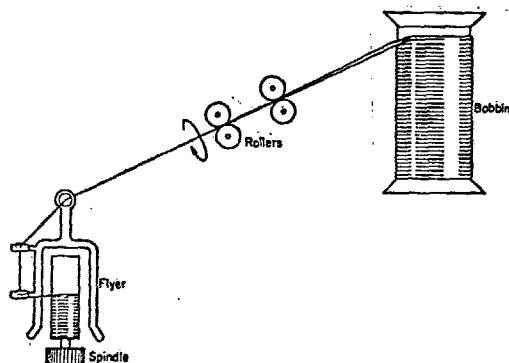
3.3. AKKUMULATIONSBEVÆGELSENS INDVIRKNING PÅ BRANCHESTRUKTUREN.

3.3.1. Bomuldsbranchens udvikling.

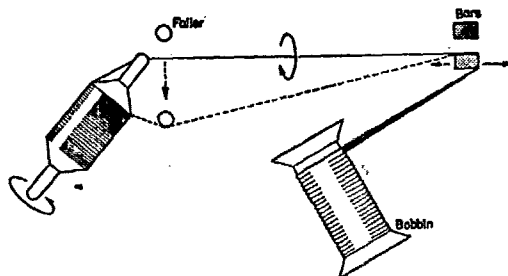
Den 1. industrielle revolution havde sit udgangspunkt i bomuldsproduktionen. For at den 1. industrielle revolution kunne fuldbyrdes måtte man overvinde en række begrænsninger i bomuldsproduktionen, som gjorde det muligt at forøge produktionen i forhold til efterspørgslen. Med åbningen af bomuldsplantagerne i USA var råmateriale tilførelsen ikke længere en skranke. Hindringen for udvidelsen af produktionen lå nu i selve arbejdsprocessen. Bomuldsindustrien var, da den ikke var underlagt løvsordninger etc., åbent overfor innovationer i selve arbejdsprocessen. Det er disse innovationer der var drivkraften bag revolutioneringen af bomuldsindustrien.

The flying shuttle, en væv opfundet af John Kay i 1733, hvor skytten havde fået en udformning, således at den hurtigt kunne skydes igennem, vandt almindelig udbredelse i 1760'erne, og satte væverne i stand til at øge deres produktionshastighed betydelig. Der skulle nu fem-seks spindere til at forsyne en væver med garn. Spindeprocessen var blevet en flaskehals, det var derfor at stor tilskyndelse, at få konstrueret en brugbar spindemaskine.

Den første spindemaskine blev opfundet i 1738 af englænderen L. Poul. Det var først med konstruktionen af Water-rammen i 1769, (der var tænkt trukket af heste) der var en videreudvikling af Poul's maskine, samt konstruktionen af Spinde-Jennyen i 1767, at spindeproduktionen begyndte at tage form. Produktionen blev med indførelsen af disse maskiner, eksproprieret fra hjemmet til en fabrik.



Water-frame. /3: s. 94/

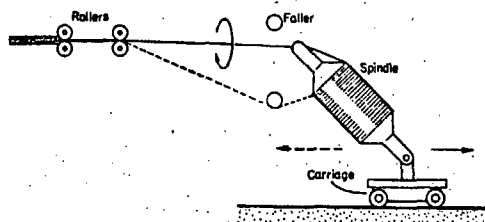


Hargraves Spinde-Jenny. /3: s. 96/

Bomuldsfibrene der først skulle kæmmes, føres gennem henholdsvis en valse eller "bars" der klæmmes sammen, hvorved tråden trækkes så tynd, at den kan snos, hvorefter den rulles op på spindlen.

Med SpindeJennyen og Water-rammen blev spindehastigheden forøget 10-15 gange. I 1775 blev en ny udgave af Water-rammen konstrueret, der nu skulle trækkes af et vandhjul. Spindemaskinen var derved blevet uafhængig af håndværkerens ydeevne. Begrænsningen i produktionens omfang var nu udelukkende et spørgsmål om maskinens spindekapacitet, det objektive element.

Fra slutningen af 1770'erne kom der en række teknologiske nyskabelser, som udelukkende var forbedringer af de gamle eller en kombination af disse. Omkring 1775 kom den såkaldte Mule, der var en krydsning af Jennyen og Water-rammen. På Mule-maskinen kunne der være op til flere hundrede spindler.



Cromptons "Mule". /3: s. 97/

Inden for vævningen udvikledes også nye teknologier, i 1785 kom vævestolen. Den store opfindelse inden for vævningen var en Loom, mønstervæv, af J. M. Jacquard i 1801.

"The next significant development in the revolutionary period 1790-1825 was a single individual invention that was to have far reaching consequences in technologies undreamt of at that time. This was the loom invented by J. M. Jacquard in 1801. It was not without precedent; in fact it represented the final resolution of an old problem; that of weaving, economically and quickly, a fabric with a pattern that repeats itself."
/3: s. 119/

Disse teknologier/maskiner der var med til at revolutionere bomuldsindustrien, havde af ingeniørerkendelsesmæssig basis. Det var praktiske mænd som ikke havde noget forhold til naturvidenskab. /4: s. 226/

Det næste trin i tekstilproduktionen er blegningsprocessen. Den førindustrielle blegningsproces var overladt til solen.

"There was not enough cheap meadowland.....in all the British Isles to whiten the cloth of Lancashire once the water frame and mule replaced the spinning wheel." /4: s. 227/

Den revolutionering inden for tekstilproduktionen som de teknologiske opdagelser medførte, måtte nødvendigvis følges op af en revolutionering inden for blegningsprocessen, d.v.s. udvikling af en metode med masseproduktion som formål.

Lang tid før udviklingen inden for spindeprocessen, udvikledes en blegeproces ved "souring" - man lod klædet trække ca. 48 timer i en svag syre, sædvanligvis kærnemælk. Manglen på råmateriale førte frem til den første revolutionering i det 18. århundrede af blegeprocessen, med introduktion af

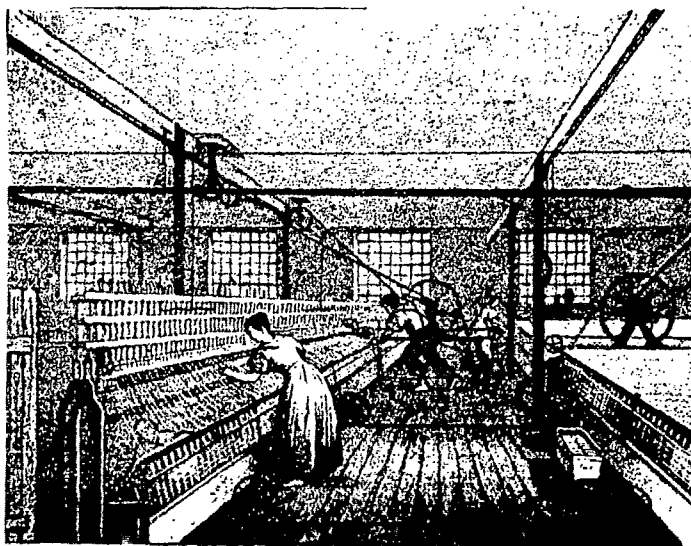
svovlsyre til "souring"-processen, som hurtigt vandt almindelig udbredelse i starten af det 18. århundrede.

Produktionsmetoden var at brænde svovl sammen med saltpeter i en glasklokke og fortætte produktet i vand. En forbedring blev lavet af Joshua Ward i 1736, med udskiftning af glasklokken til en glasballon på ca. 180 l.. Prisen pr. pund svovlsyre faldt fra 30 shilling til omkring 2 shilling. Det vides ikke om hvilken naturerkendelsesmæssig basis, der var for denne innovation:

"Ward was a druggist and a quack doctor, and it is not known whether his partner, John White, had any scientific knowledge of chemistry." /4: s. 228/

Den afgørende forbedring af svovlproduktionen blev udført af John Roebuck. Hans innovation baserede sig på et stykke naturvidenskabelig viden af kemisk art, som kun en trænet kemiker ville besidde; nemlig at bly er en af de meget få materialer, der ikke angribes af svovlsyre. Han erstattede så glasballonen i Ward-processen med bly. Glassets skrøbelighed havde hidtil begrænset arbejdsproduktiviteten. Prisen faldt nu til 3,5 pence pr. $\frac{1}{2}$ kg.. Roebucks innovation var således den første egentlig naturvidenskabsbaserede produktionsteknologi (Den første produktion startede i 1746):

"....there is no doubt about science lying at the basis of the crucial improvement thath was carried out by Dr. John Roebuck at Birmingham - a town whose very varied trades, many af them using the acid for metalpickling og cleaning, procided avrapidly expanding marked." /4: s. 228/



Samuel Cromptons "mulemaskine" fra ca. 1775. Maskinen kombinerede principperne fra Hargreavis og Arkwrights maskiner. Den forspundne tråd, der sidder øverst til venstre på en række spoler, løber gennem ruller frem til spindlerne forrest på den bevægelige vogn. Når manden skubber vognen frem vindes den spundne tråd, og ved tilbagetrækningen trækkes ny tråd frem til spinding. Kvinderne knytter knækkede tråde og barnet (under maskinen) opsamler spildbomuld. /9: s. 161/

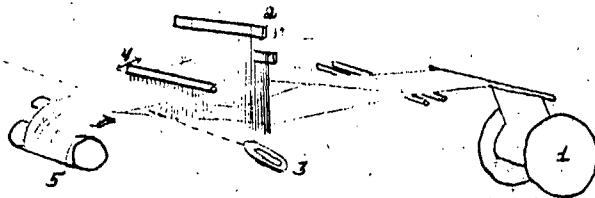
Det var føret i 1750'erne, at svovlsyre blev inddraget i syrningsprocessen, der blev reduceret fra at tage et par dage til få timer: Arbejdsproduktiviteten voksede således meget i blegningsprocessen, der blev både billigere og mere effektiv.

Naturvidenskaben blev yderligere involveret som erkendelsesmæssig basis, da kemikeren Karl Scheele fra Sverige opdagede klor, der som blegemiddel var ret effektivt. Det blev i 1785-6 introduceret i tekstilproduktionen: Klor var både besværlig og farlig at håndtere, hvilket bevirkede at i de følgende år blev der gjort meget for at løse dette produktionstekniske problem. Først i 1798-9 løste Charles Tennant og Charles Macintosh problemet ved at fremstille blegpulver ud fra den kemiske reaktion mellem klor og læsket kalk (Ca(OH)_2). Hermed blev den grænse blegningsprocessen havde sat for tekstilproduktionen ophævet og ekspansionen af tekstilindustrien kunne hermed siges kun at afhænge af spinde- og vævetechnologien.

"The bleaching bottleneck was broken and it is surely clear that the nineteenth-century expansion of the textile industry depended as much on chlorine bleaching as the machinery for spinning and weaving." /4: s. 230/

Innovationsformen i blegningsprocessen var naturvidenskabsbaseret, i modsætning til spinde- og væveprocenssen, der var ingeniørerkendelsesbaseret.

"The "wheels" of chemical processes - the molecules, atoms and electrons, as we should think of them nowadays - are well hidden To advance industrial chemistry fast enough to keep pace with mechanical developments required the special insights of men who were educated in chemistry as a science." /4: s. 230/



Vævens arbejdsprincip: De tråde, som danner kædetrådene, er vinklet op på kædebommen (1) og fordeles på to eller flere skafter (2) med tilhørende lidsler. Hver tråd er ført gennem lidslens øje. Når det ene skaft løftes, og det andet sænkes, opstår et mellemrum, som skytten (3) med skudgarnet føres gennem. Derefter sænkes det skaft, der er oppe, og det andet løftes, hvorefter skytten føres tilbage gennem den nye åbning. Efter hver skudindføring presser vævebledet (4) skudtrådene sammen og danner et stof (5)

Det var løsningen dels af blegningsproblemet samt James Watts konstruktion af dampmaskinen, som var naturvidenskabsbaseret, se kul, i 1781, som blev anvendt som drivkraft på water-rammen og loomen, der bevirkede, at kapitalakkumuleringen i bomuldsindustrien kunne ekspandere. Yderligere forudsætninger for det industrielle gennembrud i slutningen af 1700-tallet var dels at der var skabt et marked for maskinens forøgede produktionskapacitet og dels at der var ophobet rigdomme, som var villig til at forvandle sig til industri kapital.

Innovationerne i bomuldsmanifikationen tog først form i det andet årti af det 19. århundrede, hvilket skyldes den begyndende faldende akkumulation, da lavkonjunktoren satte sig igennem i 1815, med faldende priser på produkterne og stigende priser på råmateriale. For at modvirke dette indtog bomulds-kapitalisterne de nye teknologier i produktionsprocessen. Den dermed forøgede produktivitet, samt maskinernes relative billige anskaffelses pris, gav bomuldsindustriens kapitalister en særlig gunstig position. Skønmæssig har der været omkring 1,7 millioner spinder i starten af 1780'erne og mellem 4-5 millioner i 1812, på samme tidspunkt 2.400 power-looms og 200.000 hand-looms. Mellem 1830-40 næsten fordobles antallet af spindler og antallet af power-looms firedobles. Det var derfor her i første halvdel af det 19. århundrede at bomuldsproduktionen blev en storindustri:

| | Spindlers (millions) | Looms (thousands) | |
|---------|-------------------------|-------------------|-------|
| | | Hand | Power |
| 1819-21 | 7.0 | 240 | 14 |
| 1829-31 | 10.0 | 240 | 55 |
| 1844-46 | 19.5 | 60 | 225 |
| 1850 | 21.0 | 40 | 250 |
| 1861 | 30.4 | 3 | 400 |
| 1870 | 38.2 | | 441 |
| 1878 | 44.2 | | 515 |
| 1885 | 44.3 | | 561 |
| 1890 | 44.5 | | 616 |
| 1903 | 47.9 | | 683 |
| 1914 | 59.3 | | 805 |

Capital equipment of the cotton industry, 1813-1903
/5: s. 191/

Ved mitten af århundredet var mekaniseringen i fabrikkerne faktisk fuldstændig i hele bomuldsindustrien, den første og på den tid den eneste mekaniseret industri. Bomuldsindustrien blev hvad man kalder en ledende sektor i samfundsøkonomien, og denne industris behov for fabriksbygninger, maskiner, damp etc. kan i sig selv forklare en stor del af den økonomiske vækst i første fjerdedel af det nittende århundrede, men også revolutioneringen indenfor kul- og jernsektoren.

3.3.2. Jernindustriens udvikling.

I 1770 startede den 1. industrielle revolution med bomuldsproduktionens hastigt tiltagende kapitalakkumulation. Ud over jernproduktionens traditionelle marked: hær og flåde, havde den nu fået et ekspanderende hjemmemarked i bomuldsproduktionens og andre produktioners behov for produktionsmidler. På baggrund af denne udvidelse af jernproduktionens aftagermarked, der udelukkende var et hjemmemarked, oplevede jernproduktionen en hastigt tiltagende kapitalakkumulation, der dog rantes af periodiske tilbageslag pga. de periodisk forekommende behov fra hær/flåde:

"Var in general and the Navy in particular gave the iron industry constant encouragement and an intermittent market; fuel economy gave it a permanent incentive to technical improvement. For these reasons - until the railway age - the industry's iron capacity tended to run ahead of the market, and its rapid spurts were followed by dragging depressions which the iron-masters sought to solve by a desperate search for new uses for their metal, and to palliate by pricecuts and cuts in output" /8,s70/

Den store overskud af ubeskæftiget arbejdskraft, der var løsgjort ved borteksproptieringen af bønderne siden det 15. århundrede fungerede som industriel reservearmé med lavt lønniveau og dermed som gunstig akkumulationsbetingelse for den skiftevis ekspanderende og indskrænkende jernproduktion.

De periodiske mankedseksansioner gav mulighed for en stigning i kapitalakkumulationen ved en indførelse af arbejdsproduktivitetshævende udstyr (se citat ovenfor). Tre større innovationer hævede arbejdsproduktiviteten. De to første opfindelser var: 1. Darby's opfindelse i 1735 af smeltningen af jern med koks i højovne i stedet for de mindre trækulsfyrede ovne, Cort's opfindelse af puddling-processen og dennes kombination med valsning med ruller, som forbedrede forædlingsprocessen og ud over at øge arbejdsproduktiviteten muliggjorde en bedre kvalitet. Den naturerkendelsesmæssige basis for disse innovationer kan karakteriseres som værende almen ingeniørerkendelse (dog med et håndværksmæssigt tilsnit), idet de tekniske problemer var vanskelige:

"But though the improvement of quality involved the solution of difficult technical problems, yet these were of a type that involved no major discovery - merely gradual improvements in operating conditions, arrived by patient trial and error" /4,s212/

Anvendelse af naturvidenskaben var der i hvert fald ikke tale om:

"The ironmasters had no idea why some things worked and others did not; nor did they care. It was not until the scientists learned enough about the process of converting ore to metal to provide a guide to rational technique and measures for testing performance." /11,s92/

Den tredje innovation var Watt's dampmaskine, som man brugte til at forsyne højovnene med blæsere, der blæste atmosfærisk luft ind i højovnene. Som nødvendig forudsætning for udviklingen af Watt's dampmaskine var naturvidenskaber, som erkendelsesmæssig basis (for uddybet behandling se under: Kulindustrien 1770 -1848).

Disse tre nævnte innovationer i arbejdsprocessen blev udbredt i løbet af 1770'erne og 80'erne:

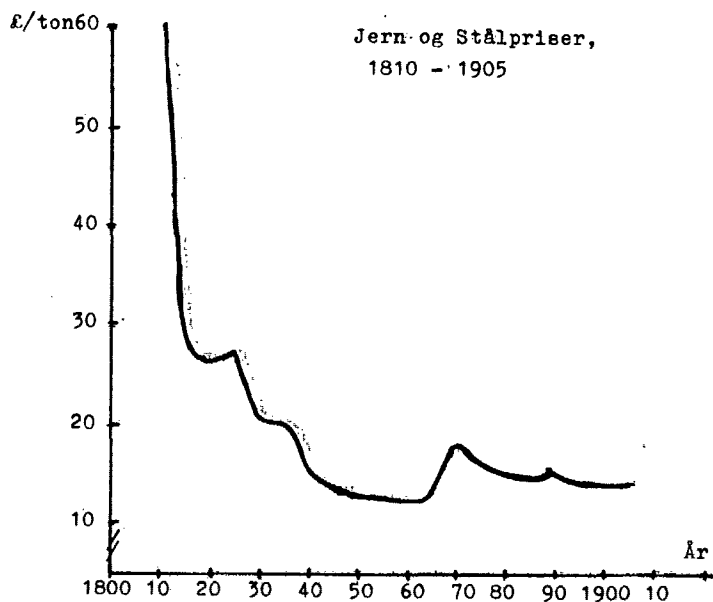
"From then on the industry rapidly escaped from dependence on foreign bar-iron and diminishing supplies of domestic timber and was able to use the relatively abundant British resources of iron ore and coal. The transition from charcoal to coke iron was almost complete by the end of the century."
/5,s221/

Indførelsen af disse processer satte yderligere gang i kapitalakkumulationen, og fra 1740 til 1796 syvdobledes produktionen af råjern i flg. landes:

| | |
|------|-------------|
| 1740 | 17.350 tons |
| 1788 | 68.300 " |
| 1796 | 125.079 " |
| 1806 | 258.206 " |
| 1810 | 250.000 " |
| 1820 | 368.000 " |

/6,s301/

Denne vækst i produktionen og kapitalakkumulationen og de periodiske, kortvarige tilbageslag fortsatte i begyndelsen af det 19. århundrede. Samtidigt faldt priserne pga. den stigende belliggørelse ved forøget arbejdsproduktivitet, og i de kortvarige økonomiske tilbageslag faldt de for meget (se kurven over jern- og stålpriser).



I denne periode med indførelsen af maskiniseret produktion i form af dampmaskiner, som kraftmaskiner og højovne etc. i udstrakt grad passerede jernproduktionen over i sin storindustrielle fase. I faseovergangen dannedes hermed en storindustriel produktionsmiddelsektor, men ikke i det kvantita-

tive omfang, som er typisk for den fuldt udviklede kapitalisme.

I perioden 1815 -1848 efter Napoleonskrigene gik den fremvoksende britiske industri kapitalisme ind i en langvarig depressionsperiode, som også ramte jernindustrien:

"We, who see the period from the 1780s to the 1840s in the light of later developments, see in simply as the initial phase of industrial capitalism... This is to underestimate the instability and tension of this initial phase - particularly of the three decades after Waterloo - and those who thought seriously about its prospects. Early industrial Britain passed through a crisis which reached its stage of greatest acuteness in the 1830s and early 1840s." /8,s728/

Hobsbawm kommer med følgende forklaringer på denne depression, der var karakteriseret af faldende profitter:

"When the general economic climate changed from one of long-term inflation and prices to one of deflation after the end of the wars, the pressure on profit-margins increased, for under inflation profits enjoy an extra boost and under deflation a slight lag." /8,s76/

Denne deflatoriske prisbevægelse, som for jernindustriens vedkommende var fortsættelsen af deflationen 1770 -1815, kan ses af grafen over jern- og stålpriser. Den anden forklaring, som supplerer denne hos Hobsbawm, er af overproduktions/underkonsumptions kategorien:

"But markets were not expanding fast enough to absorb production at the rate of growth to which the economy had got used. At home, as we can see, they were sluggish, and probably became even more sluggish in the hungry thirties and early forties." /8,s76/

I det meste af denne generelle depressionsperiode indtol begyndelsen af 1840'erne fik jernkapitalen dermed en aftagende kapitalakkumulation. Dette betød dog ikke en kapitalflugt fra jernindustrien - man investerede stadigvæk i kvantitativ udvidelse af produktionen. Antallet af højovne i funktion steg, og efter 1829 begyndte der at finde en kvalitativ udvidelse af råjernsproduktionen sted. Man begyndte at forsyne højovnene med blæsere, der blæste varm luft ind i stedet for tidligere, hvor de kun blæste kold. Herved kunne der økonomiseres yderligere med udlægget til produktionsmidler, hvilket var nødvendigt for den depressionsramte jernkapital. Denne proces fandt udstrakt anvendelse efter 1829.

Væksten i antallet af højovne i atarten af det 19. årh. anslået af Deane & Cole:

| | i funktion |
|----------|------------|
| 1806 | 161 |
| 1823 | 250 |
| 1830 | 300 |
| 1839 | 396 |
| 1847 | 433 |
| /5,s228/ | |

Resultatet af denne vækst i antallet af fungerende højovne var at produktionen af råjern femdobledes fra 1810 til 1839:

| | |
|-----------|--------------|
| 1810 | 250.000 tons |
| 1820 | 368.000 " |
| 1825 | 581.367 " |
| 1830 | 678.417 " |
| 1835 | 940.000 " |
| 1839 | 1248.781 " |
| 1848 | 1998.568 " |
| /11, s96/ | |

Denne produktionsstigning havde baggrund i at den industrielle revolution i andre lande (USA, Tyskland, Frankrig og Belgien), ligeledes pga. kapitalismens gennemslag, blev et vigtigt eksportmarked efter Napoleonskrigene (1815), der aftog mellem 15 og 20 % af produktionen af jern hovedsageligt til konstruktion af maskiner:

"After the Napoleonic wars, when industrialisation began to develop in other countries, iron acquired an important export market: between fifteen and twenty per cent of ourput could already be sold abroad." /8, s70/

Der havde altså fundet en afgørende strukturændring sted i britisk jernindustri afsætningsmarked, der indtil Napoleonskrigene afslutning udelukkende havde været hjemmemarkedet, som hele det 18. århundrede stort set havde været hærns og flådens periodiske behov for jern. Men med Napoleonskrigene afslutning havde dette også forandret sig afgørende med den industrielle revolutions voksende behov:

"British industrialization produced a miscellaneous domestic demand for the metal, not only for machines and tools, but also for bridges, pipes, building material and domestic utensils, but even so total output remained much below what we today would consider necessary for an industrial economy." /8, s70/

Men denne markedseksponering reddede dog ikke britisk jernkapital ud af depressionen. Produktionsstigningerne var ledsaget af omfattende prorfald indtil begyndelsen af 1840'erne, og prorfaldene fastholdt den aftagende kapitalakkumulation (om prorfald se graf for jernstålpriser).

Først i løbet af 30'erne begyndte den voksende kapitalinvestering i jernbanerne at afbøde stagnationen og denne jernbaneekspansion sikrede jernindustrien et voksende marked, der nåede et maksimum i 1845-47, hvor det udgjorde omkring 40 % af hjemmemarkedets forbrug. Derefter stabiliserede jernbanens efterspørgsel sig til at være omkring 15 % af jernindustriens produktion:

"The railways were largely responsible for the doubling of British iron output between the middle 1830s and the middle 1840s, and at their peak - 1845-47 - accounted for perhaps forty per cent of the country's entire domestic consumption, settling down thereafter to a steady fifteen per cent of its output. Such a vast economic stimulus, coming at the very moment when the economy was passing through its most catastrophic slump of the century (1841-42), could hardly have been better timed." /8, s114/

Jernkapitalens akkumulation tiltog således omkring 1840 og frem, hvorved den passerede 10 år tidligere ind i en periode med opgangskonjunktur, der først sluttede i 1870'erne) end andre produktionsgrene:

"After its sudden rise to prominence at the end of the eighteenth and very beginning of the nineteenth century, the industry grew slowly, if at all, in the later Napoleonic War and immediate post-war years, expanded more or less in step with the rest of the economy in the 1820's and 1830's, when it accounted for rather less than 3 1/2 per cent of national income, and grew rapidly in the 1840's, and more rapidly in the 1860's to reach its high relative importance of the 1870's." /5,s227/

3.3.3. Kulbranshens udvikling.

I 1780 gik kulminedriften ind i den 1. industrielle revolutions opgangs-fase. Men kulminekapitalen var allerede inde i en periode med voksende kapitalakkumulation som nævnt på grund af urbaniseringen. Selve bomuldsindustrien, som også var inde i en tid med hastigt tiltagende akkumulation, havde dog ikke så stor produktionskapacitet at den kunne stimulere kapitalakkumulationen i større omfang i kulproduktionen:

"Yet in this respect, it was not unique, and it lacked the direct capacity to stimulate what, as analysts of industrialization most, namely the heavy capital goods industries of coal, iron and steel, for which it provided no outstandingly great market." /8.s 69/

Denne urbaniseringsproces gav ind i det 19. århundrede det marked som stimulerede kulkapitalens akkumulation mest:

"At the beginning of the nineteenth century the principal market was the household market or the small domestic manufactures which were practically indistinguishable from it." /5. s.218/

Den periodisk stigende akkumulation og produktion i jernindustrien stimulerede også kulminedriften. Opfindelsen af puddling i jernbaneindustrien i 1780'erne og indførelsen af Watts dampmaskine som blæser til de stadig større ovne, der nu blev forsynet med kul som brændsel i stedet for trækul. Disse faktorer skabte en stigende efterspørgsel efter kulindustriens produkter i slutningen af århundredet:

"The transition from charcoal to coke iron was almost complete by the end of the century." /5. s.221/

Med disse stigende behov for kul blev transporten af kullet op af minerne en skranke for udvidelse af kapitalakkumulationen. Førhen blev kullet transporteret op af mineskakterne ved hjælp af hestetrukne hjul, men nu var denne metode utilstrækkelig. De hidtidige dampmaskiner kunne ikke udføre den roterende bevægelse, der var nødvendigt for at kunne trække kullet op af minerne. Men igennem 1770-erne udviklede Watt en roterende dampmaskine:

"Med James Watt gradvise forbedringer af Newcomens maskine (herunder først og fremmest kondensatoren), var den kraftkilde udviklet, som var anvendelig for de nyligt fremvoksende bomuldsfabrikker. Det var den roterende dampmaskine, som Watt udviklede gennem 1770-erne i kompaniskab med jernvarefabrikanten Matthew Boulton." /9, s 38 f/.

Watts opfindelse af den afgørende forbedring af Newcomemaskinen, den separate kondensator, baseredes på en varmeteori udviklet af den skotske fysiker

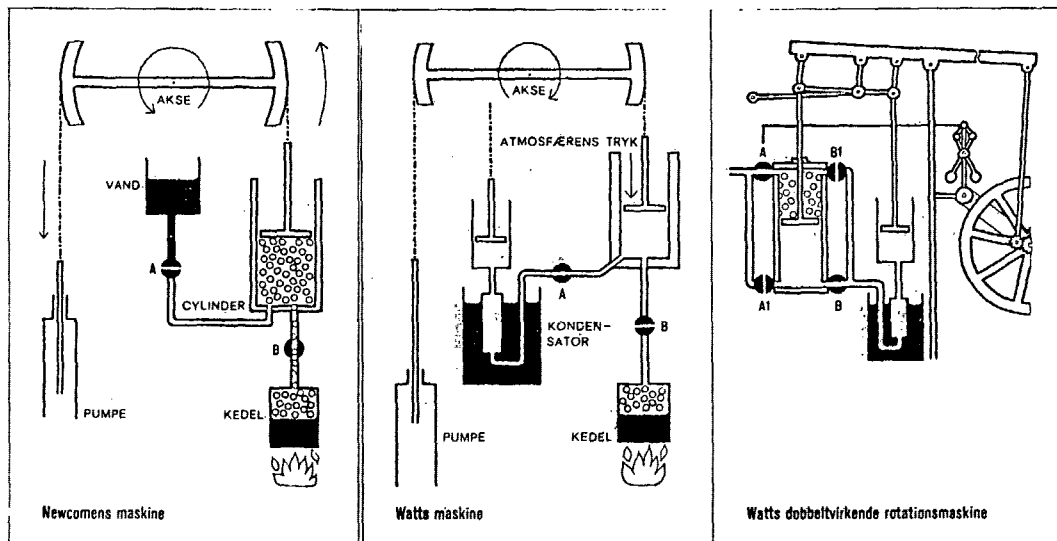
Joseph Black. Black var ophavsmanden til det nye varmebegreb, hvor varme blev betragtet som et elastisk måleligt/kvantificerbart fluidum, som hverken kunne skabes eller ødelægges. Omkring 1760 indførte Black en metode til at måle varmemængder ved at måle temperaturen, som var tildelt en bestemt mængde stof. Ligeledes fremsatte han den klare distinktion mellem varme og temperatur, eller varmemængde og varmeintensitet. Idet han forkastede det ældre synspunkt, at de varmemængder, der var nødvendige til at skabe lige store temperaturtilvækster i forskellige legemer med samme masse var lige store.

I stedet viste han, at ethvert stof havde sin egen "varmekapacitet", som kun kan være afhængig af materialets beskaffenhed, men uafhængig af den forhåndenværende mængde, og han bragte det så vidt at han kunne fastslå varmekapaciteten. Blacks varmekapacitet er ikke det samme som vi forstår ved varmekapacitet i dag, som indbefatter massen af legemet. I stedet svarer Blacks varmekapacitet til det, der i moderne fysik betegnes specifik varmfylde. Forskellen på den ældre varmeteori og Blacks er:

Eldre teori : $\Delta Q = k \cdot m \Delta t$ (k stofuafhængig)

Blacks teori: $\Delta Q = k_s \cdot m \Delta t$ (k_s stofafhængig "varmekapacitet")

I 1761-4 viste Black, at bestemte varmemængder forsvinder gennem visse fysiske tilstandsforandringer, sådan som smeltning og fordampning. Han demonstrerede også, at de samme varmemængder kommer til syne igen igennem de omvendte forandringer/ændringer, frysning og kondensering (fortætning). Black kaldte denne forsvindende og tilbagekommende varmemængde den latente varme. /12. s.350/ Blacks opdagelse af latent varme blev kort tid efter anvendt af laboratorieinstrumentmageren James Watt (1736 - 1819), som da var beskæftiget med at forbedre dampmaskinen. Watt havde som opgave at reparere en model af newcomemaskinen (se illustration) for universitetet i Glasgow, hvor han færdedes i et miljø hvor man hyppigt diskuterede Blacks varmeteoretiske synspunkter. Black fungerede som videnskabsmand på Glasgow Universitet. I newcomemaskinen blev dampen fortættet, ved at koldt vand overskyllede cylinderen fra oven samtidig med at det ligeledes blev blæst ind i cylinderen nedefra.



Watt fandt ud af at problemet med maskinens manglende ydeevne skyldtes, at en del af dampen fortættes når den ekspandere i den på forhånd afkølede cylinder, og at dette både gav et styrketab og varmetab. Varmen tabtes ved, at den ekspanderende blev tvunget til at afgive noget af sin "latente varme" ved den utidige fortætning. Dilemmaet var således at cylinderens arbejdstemperatur ikke måtte falde under vands kogepunkt for at undgå tab af den latente varme, samtidig med at den skulle være kold for at sikre maksimal sammentrækning af stemplet ved kondensation. /7. s.104/

Watt løste problemet ved at lave en separat koldcylinder: den separate kondensator og en luftpumpe, der skulle udtømme den varme cylinder for damp, hvorved denne kunne blive holdt permanent ved damptemperaturen, mens fortætningen af damp foregik separat i kondensatoren. Denne opfindelse il765 var afgørende for dampmaskinens udvikling, fordi det gjorde den adskilligt mere effektiv. Hermed føjede Watts sit navn til kapitalismens andre store ingeniører, som revolutionerede arbejdsprocessen. Watt nægtede selv at opfindelsen blev gjort ved brug af Blacks teori om latent varme, hvorimod historikere er tilbøjelige til at forkaste Watts påstand. / 2. s.350/, /4. s.234/, /10. s.104/ Vi vil derfor klassificere Watts dampmaskine som naturvidenskabsbaseret.

Men udover den naturvidenskabelige basis for innovationen var der også en mere omfattende basis i form af almen ingeniør erkendelse, som skulle til produktionsprocessens stadig relativt konkrete, tekniske problemer -d.v.s. teknologiske skranke for den fortsatte kapitalakkumulation:

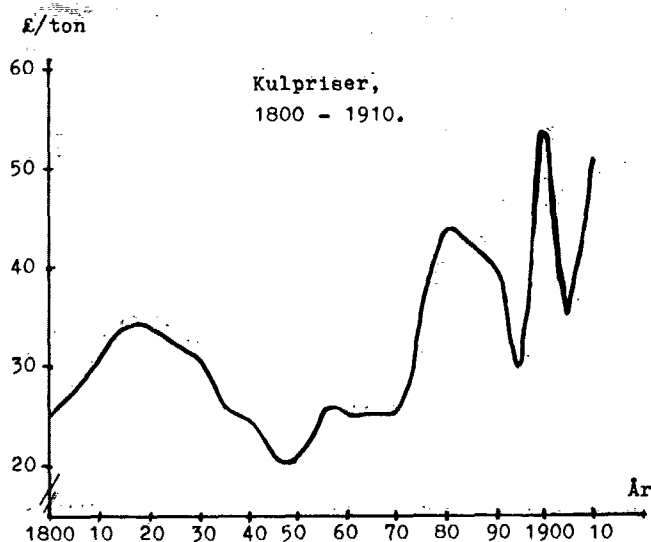
"It has to be added that the scientific effort of the years 1763-5 in which Watt conceived his invention is far outweighed by the engineering effort of a further decade needed to make practical machine." /4. s.234/

Fra 1790'erne kom den roterende i adstrakt anvendelse i minedriften:

"Mining thus pioneered the steam engine long before James Watt, employed its improved versions for vinding gear from the 1790s." /8 s.70/.

Med indførelsen af denne maskine tiltog kapitalakkumulationen i kulminedriften. Med den udstrakte indførelse af Watt-maskinen, passerede kulminedriften definitivt over sin stor industrielle fase. Skranke for en egentlig masseproduktion var blevet brudt, og selve brydningen af kul udvides blot kvantitativt i takt med den stigende efterspørgsel ved opsugning af billig arbejdskraft fra den overrådige industrielle reservearmé, som havde oversvømmet Storbritannien i stigende omfang p.g.a. borteksproprieringen af bønderne. I starten af det 19. århundrede fardelte den britiske kulproduktion sig i følge Dean & Cole på fire afsætningsmarkeder. Her er klart den mindste del eksportmarkedet på 2%. Husholdnings-/hjemmeproduktionsmarkedet tegner sig for 50 - 66% af produktionen, jernindustrien for 10 - 15% og resten fordeler sig på forskellige småproduktioner af håndværkets, den simple kooperations eller manufakturens art. /5. s. 218/ Det var dermed altså væksten i hjemmemarkedet som drev kulindustriens ekspansion. Nedenstående angiver den årlige kulproduktion i Storbritannien i tons for udvalgte år fra 1800 - 50. /5. s.216/ Der aflæses tydeligt en voldsomt stigende tendens, som konsekvens af overgang til og kvantitativ udvidelse på nyt teknologisk niveau: /5. s.216/

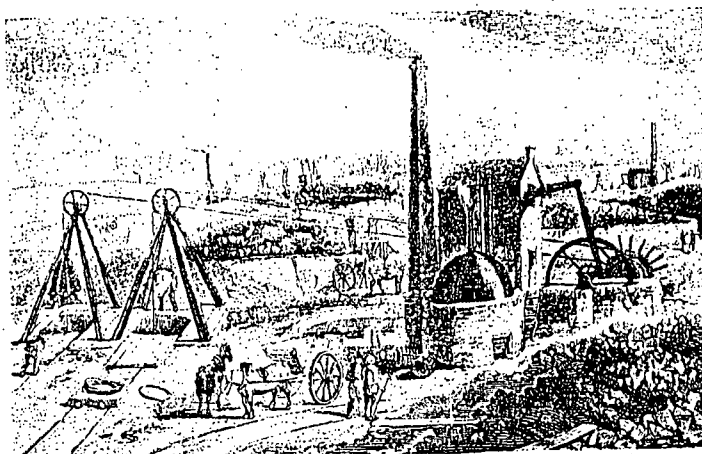
| | | |
|------|------|------------------------|
| 1800 | 11,0 | × 10 ⁶ tons |
| 1816 | 15,9 | " |
| 1820 | 17,4 | " |
| 1825 | 21,9 | " |
| 1830 | 22,4 | " |
| 1835 | 27,7 | " |
| 1840 | 33,7 | " |
| 1845 | 45,9 | " |
| 1850 | 49,4 | " |



I denne almene højkonjunktur (1770 - 1815) steg kulpriserne i takt med at produktionen steg (se kurve over kulpriserne), hvilket betød voksende kapitalakkumulation. Men i perioden efter 1815 faldt priserne hurtigere end produktionen steg. Dette betød depression og stagnerende akkumulation. Kulkapitalen, der leverede kul udelukkende til hjemmemarkedet, blev ramt af den langvarige depression, som ramte den fremvoksende britiske industrikapital som helhed i årene 1815 - 1848. Kulmineindustriene, hvis produktion fordelte sig på den øvrige fremvoksende industri og husholdnings-/hjemmeproduktionsmarkedet, og dette sidste marked betød mindre og mindre (ca. 1800: 50 - 66%, 1840: 32%, 1869: 17%. /5. s. 219/), blev ramt som brændselsleverandør til den depressionsramte industri og det arbejdsløsheds- og lønfaldsramte hjemmeforbrug. I følge Hobsbawm var den almene kriseårsag overproduktion/ underkonsumtion:

"But markets were not expanding fast enough to absorb production at the rate of growth to which the economy had got used. At home, as we can see, they were sluggish, and probably became even more sluggish in the hungry thirties and early forties." /8. s.76/.

Denne stagnation i kapitalakkumulationen fortsatte indtil begyndelsen af 1830'erne, hvor stagnationen afbødedes af en af jernbanee ekspansionen stimuleret efterspørgsel efter kul og en voksende eksport. Kulminedriften var og er som nævnt en arbejdsproces, som består af flg. delprocesser: 1. selve brydningen, 2. transporten af kullet op og væk fra minen, til nærmeste aftagersted eller færdselsåre. De skranke, der var for udvidelsen af kapitalakkumulationen i den samlede arbejdsproces, var bortfjernet m.h.t. til brydningen og transporten af



Kulminedgange i South Staffordshire ca. 1850. Dampmaskinen (se væpneværk) er indført til at drive hejseapparatet. En læsset trolleyvogn - der passer til skinnerne - hejses op af skaktmundingen.

/9; s. 53f/

kullet op af minen v.h.a. dampmaskinen som pumpe og hejseværk: Men de skranker, der lå i transporten væk fra minerne, var ikke blevet elimineret på så radikal vis som i de andre dele af arbejdsprocessen. Disse skranker bestod i at kulminerne kunne befinde sig langt fra transportveje i form af floder og kanaler, samt at priserne for kanaltransport var høje, da driften af kanalerne var underlagt monopoler / 8. s.111 /. Skrankerne blev i stedet elimineret succesivt ved en række stadige mindre innovationer, som fuldendtes med indførelsen af det første egentlige damplokomotiv i 1825 og den almene udbredelse i løbet af 30'erne:

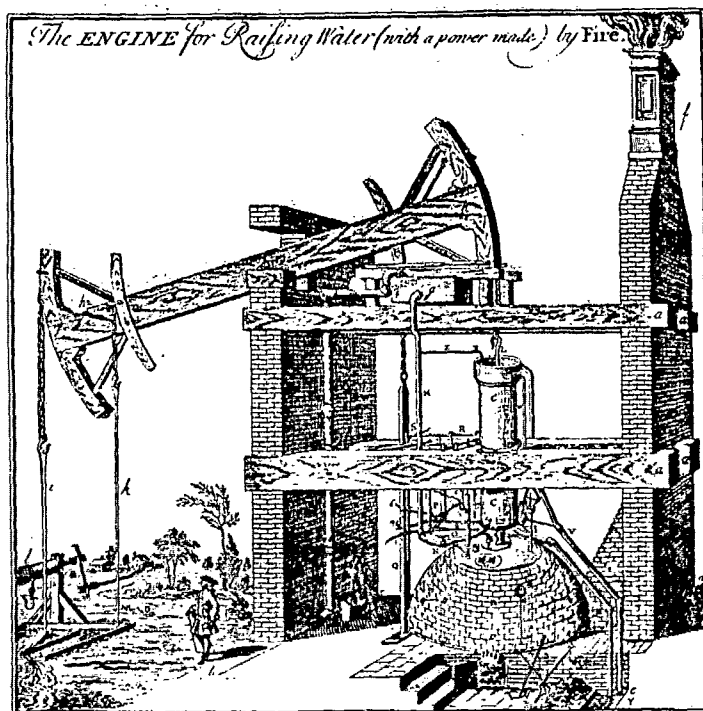
"Kanalbyggeriet og senere jernbanens udvikling var snævert knyttet til bjergværksdrift. Transporten i minerne og fra skaktmunding til udskibningssted var i flere århundreder foregået på "skinner". Først af træ, i det 18. årh. af jern - enten som plader med opbukkede kanter eller som egentlige skinner. Vognene eller slæderne blev trukket af mennesker eller heste. Senere eksperimenterede man med stationære dampmaskiner der v.h.a. lange kæder skulle trække vognene. Derfra og til at sætte dampmaskinen op på en vogn var der ikke lang vej rent logisk. Det var der derimod i praksis. Det varede en generation før der blev konstrueret et driftsikkert lokomotiv." /9, s.558/

Med den almene udbredelse af jernbanen på nationalt plan, i løbet af 30'erne og 40'erne, ikke bare til kultransport men også til andre formål, og den stigende kuleeksport stimulerede den ellers stagnerende kulkapitals akkumulation. Jernbaneekspansionen stimulerede således kulindustrien på to måder. For det første igennem jernbanens forbrug af jern, der krævede stadigt stigende mængder til sin udvinding og forædling. For det andet ved jernbanens eget forbrug af kul som dampmaskinebrændsel:

"This was the period of fastest advance in coal-mining. In the fifteen years between 1830 and 1845 coal output is estimated to have doubled at least. Exports multiplied by a factor of five; iron industry demands apparently more than doubled, and imports into London - stimulated by a fall in prices of about a third compared with less than 7 per cent registered by most general price indices - increased by about 80 per cent." /5; s. 219/

Disse nyligt opståede markeder for sværindustrien - her specielt kullet, som i perioden 1830-45 var en afbødning af kapitalakkumulationens aftagen i en ellers depressionsramt sværindustri, skulle i den 2. industrielle revolutions opgangsfasé være dem, som resulterede i en genopretning af gunstige akkumulationsbetingelser. Men kulindustriens afsætningsmarkeder havde også forandret sig afgørende fra det 19. årh.s start. Jernindustrien var vokset frem og havde overtaget en større andel. Til gengæld var husholdnings-/hjemmeproduktionsmarkedets forholdsmæssige andel aftagende. Der var ved at dannes en egentlig sværindustriel sektor karakteristisk for den fuldt udfoldede kapitalisme. I 1840 fordelte den engelske kulproduktion sig i følge Deane & Cole således: der var 25% på jernindustrien mod 10-15% omkr. 1800, der var 31,5% på husholdning/hjemmeproduktion mod 50-66% ca. 1800. I anden industri manufaktur (heri indbefattet tekstilindustrien) var 32,5%, og 5% fordelte sig på eksport, 3% på minedrift samt 3% på andet:

"Steam navigation by road and rail were in their infancy and the urban gas industry was spreading to cities outside London - together they may have taken as much as 3 per cent of the 1840 coal output." /5:s.219/



Newcomens atmosfæriske ild- og luftmaskine. (Efter H. Beighton 1717).

/9; s. 145f/

3.3.4. Jernbanens udvikling.

Drivkraften for udviklingen og opfindelsen af jernbanen var minedriften. Stigende efterspørgsel efter kul måtte nemlig imødekommes af tekniske forandringer, alt overvejende for at kunne transportere kullet op af minerne, til markeder og til havne.

Det var rationelt at trække kulvogne langs spor fra skakthullet til kanal eller flod, og naturligt at trække dem v.h.a. kraft fra stationære dampmaskiner, og nærliggende at opfinde en bevægelig dampmaskine (lokomotivet) til at trække eller skubbe disse. Det er derfor rimeligt, at sige at jernbanen var naturvidenskabsbaseret. Det var nærliggende at forbinde en kulmine, der lå fjernt fra floder eller kysten med en udvidet jernbane f.eks. fra Darlington til Stockton (1825). De store udgifter til at konstruere en sådan linie mere end betalte sig selv ved salget af kul, som den gjorde muligt. Endda på trods af at dens egen profit var mager. Da muligheden for en profitabel jernbane først var demonstreret, blev ideen udviklet.

Desuden var der behov for transport af varer til familierne, eftersom de til dels var flyttet til byerne, og nogle manufakturer var på landet. Og eftersom de ellers selvforsynende enheder på landet blev mindre selvforsynende, når familiemedlemmerne arbejdede f.eks. i manufakturen eller industrien, opstod der også fra deres side et behov for tilførsel af forbrugsvarer.

Transport og kommunikation var sammenlignet (med andre landes) let og billig, eftersom intet sted i England er mere end 70 miles (110 km.) fra havet, og endnu mindre fra farbar vandvej/8, s. 539/. Men alligevel p.g.a. baseringen i manufaktursektoren og industrien prøvede virksomhedsejerne for at øge profitten, at billigøre transportomkostningerne, og meget betydelige og dyre forbedringer i den indenlandske transport - med floder, kanaler og veje - blev foretaget fra det tidlige 18. årh., for at formindske den uoverkommelige udgift, der kunne fordoble tonprisen på varer, der skulle transporteres 20 miles over land.

"The landlocked manufacturers.....also pressed for cheaper transport. The difference in transport costs was so dramatic that major investments were patently worth while. Canals cut the cost between Liverpool and Manchester or Birmingham by eighty per cent."/8, s. 46/

Da investeringer i jernbaner havde vist sig profitable, investeredes der uhyre summer i dem. Tilstedeværelsen af disse uhyre summer skyldtes depressionen 1815-48. Presset fra den stigende uhyre store kapitalakkumulation for profitable investeringer resulterede i store jernbanekonstruktionsmanier, og i at den engelske jernbanes netværk allerede i 1850 eksisterede næsten fuldt udbygget. Der blev således mellem 1830 og 1850 åbnet omkr. 10000 km. jernbane. Mange af jernbanerne, der blev konstrueret, var irrationelle udfra ethvert transportkriterium, og gav konsekvent aldrig mere end den mest beskedne profit, og investeringerne i jernbanerne var da også kun alternativer til totalt uprofitable udenlandslån.

Jernbanekonstruktionen skabte et stort indenlandsk marked for jern, stål og kul, og det var faktisk hele transportrevolutionen (sømt betegner revolutioneringen af jernbane og dampskibe), og derved tildels jernbanekonstruktionen, der var drivkraften for en ny åbning af markeder og ekspansion af gamle. Brit-

terne begyndte også at investere i jernbanekonstruktion i Europa og USA, og dette resulterede i en øget efterspørgsel efter produktionsmidler.

Jernbanen stimulerede beskæftigelsen, og fordoblede det britiske jern-output imellem midten af 1830'erne og midten af 1840'erne. På jernbanealderens højdepunkt 1845-7 tegnede jernbanens konsumtion af jern sig for 40% af hele landets jernkonsumtion, for derefter at gå ned på et stabilt 15% niveau af landets jernoutput. Det var denne uhyre store økonomiske stimulus, der trak landet igennem den økonomisk katastrofale recession 1841-2, og som gav en gigantisk og vedvarende stimulus til produktionsmiddelindustrierne (de svære industrier: kul, stål og jern). Udenfor landet resulterede jernbaneinvesteringerne i en stor stimulus til eksporten af kul, jern og stål, der skulle bruges til den udenlandske konstruktion af jernbaner. Dowlais Iron Company forsynede f.eks. mellem 1830 og 1850 tolv britiske, men hele seksten udenlandske jernbaneselskaber/8,s.109/

3.3.5.Landbrug

Omlægningen af landbrugsproduktionen fra 1700 til 1750 medførte at man begyndte at producere på større marker. Markernes jordkvalitet blev forbedret bl.a. ved dræning, således at det dyrkede område blev stadigt forøget, men stadigt blev der dog foretaget enclosure-indgreb. Indhegningen blev endda intensiveret, som det fremgår af denne tabel:

Antal hektar encloset i England
1727-1845.

| År | hektar x 1000 |
|-----------|------------------|
| 1727-60 | 30 |
| 1761-92 | 191 |
| 1792-1815 | 405 |
| 1816-45 | 80 |

/4; s. 69/

Som følge af opgangsperioden i landbruget, der var fra 1750 -1800, og påvirkede landbruget, som den største erhvervssektor, en del andre erhverv. Således var de første produktionsfremgange indenfor jern-og stålbranchen påvirket af landbrugets behov. Eftersom træ var blevet en mangelvare, blev store dele af træet på landmandens maskiner erstattet af jern. Dette førte endvidere til en øget produktion. Maskiner overtog efterhånden en del af arbejdet. I denne periode begyndte man at bruge bl.a. radrenser, radsåmaskine og en plov forbedret med jern.

Produktionen af korn kunne dog ikke følge med den kraftige stigning i befolkningstallet, således måtte England, som det fremgår af flg. tabel, importere korn for at brødføde hele sin befolkning.

| År | befolk. antal x 1000 | forbrug x 1000 ton | produceret x 1000 ton | +netto export. -netto import. x 1000 ton |
|------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---|
| 1700 | 5826 | 166,5 | 168,8 | 2,3 |
| 1710 | 5981 | 170,9 | 175,5 | 4,6 |
| 1720 | 6001 | 171,5 | 177,7 | 6,2 |
| 1730 | 5947 | 169,9 | 174,3 | 4,4 |
| 1740 | 5926 | 169,3 | 176,0 | 6,6 |
| 1750 | 6140 | 175,5 | 188,2 | 12,7 |
| 1760 | 6569 | 187,7 | 193,9 | 6,2 |
| 1770 | 7052 | 201,5 | 198,3 | +3,2 |
| 1780 | 7531 | 215,2 | 212,2 | +3,0 |
| 1790 | 8247 | 235,6 | 227,1 | +8,5 |
| 1800 | 9024 | 257,9 | 241,2 | +16,7 |
| 1810 | 10309 | 294,6 | 279,2 | +15,4 |
| 1820 | 12088 | 345,4 | 318,6 | +26,8 |

Estimeret kornforbrug i England og Wales, 1700 - 1820.
/5: s. 65/

De teknologiske forbedringer indenfor landbruget, som blev indført på dette tidspunkt, blev hovedsageligt opfundet af godsejere fungerende som landbrugsingeniører /9, s. 19/. De teknologiske fremskridt og det voksende marked medførte, at der begyndte at forekomme en stigende interesse for investeringer i landbruget, og med starten på Napoleons-Krigene (1800-1815) og de deraf voksende priser på landbrugsvarer sattes for alvor gang i investeringerne og dermed kapitalakkumulationen. De stigende priser på landbrugets produkter og den stigende produktion medførte at profitterne blev stadigt større. Som det ses af nedenstående figurer steg priserne betydeligt under Napoleons-Krigene:

Landbruget gik det økonomisk godt under Napoleons-Krigene, og der blev investeret store penge. For at priserne på landbrugsvarer skulle blive ved med at være lige så høje som under krigen, blev der indført forskellige love, som skulle begrænse importen, dersom prisen på korn skulle komme under et vist niveau. Men som det ses af tabellerne faldt priserne alligevel betydeligt, og landbruget blev kriseberørt. I kølvandet på krisen fulgte mange krak for landmænd, som ikke kunne klare afdragene på investeringslånene. Herved blev mange landbrug solgt til små priser. Dette bevirkede, at en del store landmænd nu kunne udvide deres produktionsapparat. Dette betød, at der skete en kapital-koncentration, hvorved det samlede produktionsapparat blev samlet på færre hænder.

Krisen i landbruget varede til et stykke op i 1840'erne, hvorefter man langsomt begyndte at komme sig. Ved yderligere mekanisering og jordforbedringer, bl.a. ved dræning med lerrør, og ved anvendelse af importeret gødning, guano, begyndte produktionen igen at blive rentabel, bl.a. som følge af stor efterspørgsel på fødevarer under Den amerikanske Borgerkrig, og ligeledes som følge af at forskellige lande ophævede deres toldskranker. Herved var der så igen åbnet op for en opgangsperiode for landbruget.

3.4. Konklusion på den 1. industrielle revolution.

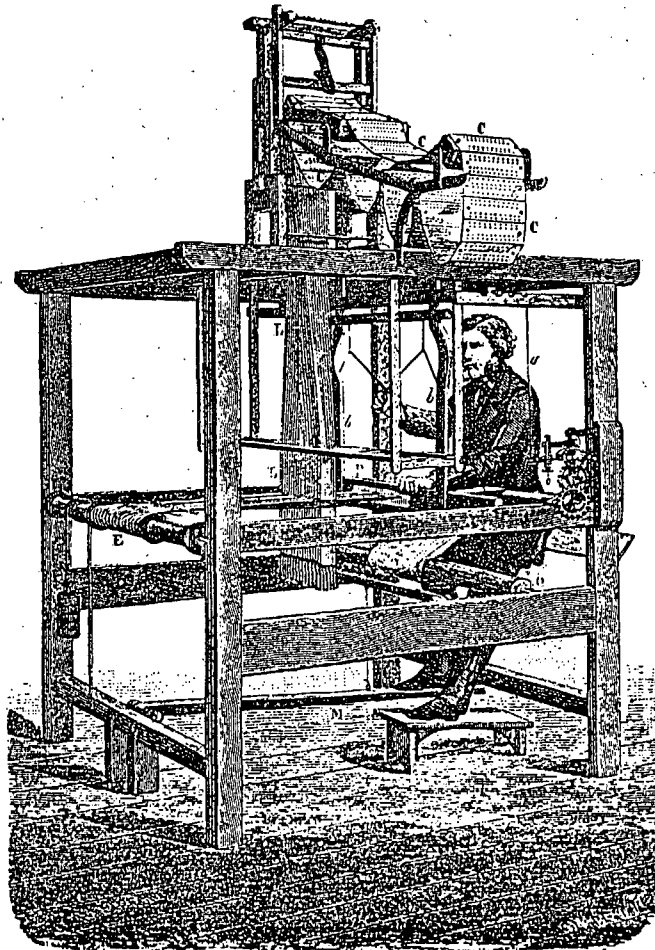
Ud over at den 1. industrielle revolution er en betegnelse for et afgørende brud med de førkapitalistiske produktionsmåder, og dermed et afgørende brud med den førkapitalistiske naturbundne produktion, er den 1. industrielle revolution også det første gennemslag af en egentlig langbølget konjunkturcyklus. Efter en industriel opstart i "take-off"-perioden fra 1770-93 sætter en langerevarig økonomisk opgang sig igennem fra 1793 - 1815. Fra 1815 - 1848 sætter der sig en økonomisk nedgangsperiode igennem, en nedgang præget af kortvarige recessioner.

Den økonomiske opgang, dvs. den britiske kapitals hastigt tiltagende akkumulation hænger snævert sammen med indførelsen af specifikt kapitalistiske innovationsmetoder. Det drejer sig i første omgang om en generel udbredelse af almen ingeniørerkendelse som naturerkendelsesbasis for innovationerne i alle kapitalistiske produktionsgrene i tiden før den kapitalistiske konjunkturcyklus egentlige gennemslag. Det vil altså sige i 1700-tallet op til ca. 1790. Disse innovationer udgør sammen med andre faktorer, først og fremmest væksten i et købedygtigt marked, forudsætningerne for den industrielle revolutions "take-off" og opgangsfasens opstart.

I anden omgang sker der en almen udbredelse af naturvidenskabsbaserede innovationer fra 1780 - 1815 - det drejer sig først og fremmest om dampmaskinen, der indføres generelt i alle produktionsgrene undtaget landbruget, som stadig støtter sig på ingeniørerkendelsesbaserede innovationer. Sekundært drejer det sig om indførelsen af en kamisk blegeteknologi i tilknytning til bomuldindustrien, og således ligeledes naturvidenskabsbaseret. Denne fase af generel udbredelse får som konsekvens, at opgangen i den britiske kapitalakkumulation tiltager ved indhøstning af relativ merværdi. Opgangsfasens resultat er derfor, at kapitalakkumulationen i tre ud af de fire mest økonomisk betydningsfulde brancher er afhængig af naturvidenskabsbaseret teknologi. De naturvidenskabsbaserede brancher er bomuld, kul og jern. Den ikke naturvidenskabsbaserede er som nævnt landbruget. Ydeligere konsekvenser af opgangsfasen er at den britiske bomulds- jern og kulproduktion, som de første produktionsgrene forvandles til egentlig storindustrielle og masseproducerende, med det forbehold at der ikke skete nogen ændring i den manuelt prægede brydning i kulminerne. Bibeholdt af den traditionelle manuelle anvendelse af hakker var som nævnt ikke nogen forhindring for udvidelsen af kulproduktionen til storindustriell masseproduktion, idet det var tilstrækkeligt at forøge antallet af arbejdere kvantitativt.

I 1815 var opgangsfasen ovre og erstattedes nu af en langvarig periode med økonomisk depression (1815 - 48). Denne periode karakteriseres ved at samtlige brancher har indstillet sig på et nyt teknologisk niveau, for tre ud af fires vedkommende kendetegnet af dampmaskinel, naturvidenskabsbaseret produktion. Den spore, som ekstramerværditillegnelsen var ved indførelsen af de teknologiske konkurrencemellem enkeltkapitalerne, er nu stilnet af, idet alle befinder sig på samme teknologiske niveau. Resten af den økonomiske nedgangsperiode er stort set karakteriseret ved stilstand på dette teknologiske niveau. I slutningen af 30-erne og begyndelsen af 40-erne sker der en teknologisk revolution i produktionen af transport; den dampmaskinelle og dermed den naturvidenskabsbaserede jernbane opstår, og kommer til at opsuge så uhyre kapitalmængder, som der aldrig før har været investeret i transport. Denne opkomst og udvidelse af jernbanenettet er dog ikke umiddelbart resultat af bekæmpelsen af tekniske og produktionsmæssige skranke for kapitalakkumulationen, men i første omgang rent spekulationsmæssigt objekt for kriserante

kapitaler, hvorfor der ikke begyndelsesvist var noget udviklet behov for en storindustrialiseret transport. Det var først i 50-ernes opgang, der udvikledes et sådant, og at man kan tale om jernbanen som løftestang for en ekspanderende kapitalakkumulation. Endeligt må det fremhæves, at overgangen til storindustri- el masseproduktion i kul, bomuld og jern er sammenfaldende med naturvidenskabs- produktive anvendelse. Dette skift i innovationernes naturerkendelsesmæssige basis fra almene ingeniørerkendelse til naturvidenskab betinges og nødvendig- gøres af produktionens stigende kompleksitet og sammensathed, samt atomise- ring i delprocesser. Der skabtes mere almene behov fælles for de enkelte delprocesser, som f.eks. behovet for en roterende bevægelse, og det er som løsning på disse generelle og komplicerede problemer, at den mere abstrakte og elmene erkendelsesform, naturvidenskab, inddrages.



Jacquards mønstervæv. Mens de engelske tekstilmaskiner var ret simple, kom franskmændene Jacquard i 1801 med periodens mest geniale opfindelse, den hulkortstyrede væv. Til finere mønstervævning var der tidligere blevet bygget komplicerede væve med et utal af pedaler, som væveren skulle træde på i en bestemt rækkefølge. Med Jacquards væv kunne pedalerne antal reduceres til én, idet hulkortene (over væverens hoved) bestemte hvilke kædetråde der skulle løftes (snorene der løfter kædetrådene sidder som et net midt i billedet). /9: s. 221/

Litteratur:

- 1: Abby, J.: The Agrarian Revolution. Longman Group 1972.
- 2: Bernal, J. D.: Videnskabshistorie, bind 2. Pax Oslo 1978
- 3: Cardwell, D. C. L.: Turning piont in Westen Technology, Science History Poblications. New York 1974.
- 4: Cipolla, C.: The Fontana Economic History of Europe, The Industrial Revolution. Fontana Books 1973
- 5: Deane, P & W. A. Cole: British Economic growth 1688-1959. Cambridge 1969.
- 6: Enclyclopedia of Social Sciences. New York 1950.
- 7: Open University, The: AST 281 Block 1, Units 1-3,; The Historical Perspective. The Open University Press 1973.
- 8: Hobsbawn, E. J.: Industri and Empire. London 1968.
- 9: Jensen, E. & B. Kledal: Den industrielle revolution, England 1780-1850. Gjellerup 1973.
- 10: Jensen & Thiersen: Noter. RUC 1980
- 11: Landes, D.: The Unbaund Prometheus. Cambridge 1969
- 12: Singer, C.: A Short History of Scientific Ideas to 1900. Oxford 1972

KAPITEL IV

DEN 2. INDUSTRIELLE REVOLUTION.

1. Den engelske totalkapitals akkumulationsbevægelse.
 1. Opgang 1848-1873
 2. Nedgang 1873-1896.

2. Akkumulationsbevægelsens indvirkning på branchestrukturen.
 1. Tekstilindustriens udvikling
 2. Jern- og stålindustriens udvikling
 3. Kulindustriens udvikling.
 4. Maskinindustriens udvikling.
 5. Elektrobranchens udvikling.
 6. Jernbanebranchens udvikling.
 7. Den kemiske industris udvikling.
 8. Landbrugets udvikling.
 9. Kapital eksport.

3. Konklusion.

4. DEN 2. INDUSTRIELLE REVOLUTION.

4.1. Den engelske totalkapitals akkumulationsbevægelse.

Opgang 1848-73

Dette var en periode, meget fremgangsrig og med stor velstand for den engelske kapital som helhed. Samtidig var perioden den under hvilken det kapitalistiske verdensmarked for alvor kom op at stå. Skabelsen af de kapitalistiske stater USA, Tyskland og Frankrig foregik i denne periode. Dels var netop denne opkomst af industrielle stater grunden til den engelske kapital velmagt; den stigende industrialisering forsynede tidens verdensbutik, England, med et stadig større marked for sine produkter indtil der kunne produceres egenhændigt i disse stater. Dels var eksistensen af store mængder investeringsvillig kapital at faktum for Englands vedkommende i 1848-73, og et nødvendigt faktum for landet for at skabe en opgangsperiode. Periodens jernbaneudvidelser tjener til at illustrere dette. Men taler faktisk om jernbanerevolutionen og med den engelske stålindustri som producent af mellem 65 og 70% af den totale verdensproduktion af stål er det oplagt henholdt til jernbanens udvikelse på verdensplan, at der var store profitter at hente for engelsk kapital.

Sagen var den at i særdeleshed USA havde brug for en stor jernimport (kvikket på dette tidspunkt var ensbetydende med import fra England) - derved kunne nemlig jernbanerne bygges og kornproduktionens store udbytte, som var kommet i stand i 30'erne og 40'erne p.g.a. teknologiske forbedringer af landbrugsredskaber, kunne derved eksporteres. En af grundene til at der fandtes stor økonomisk aktivitet grundet på risikovillig kapital på dette tidspunkt var den pengeregighed (inflation) som forekom grundet af opdagelsen af guldminer i Kalifornien i 1848. Den amerikanske efterspørgsel og import af varer fra England bevirkede en engelsk industriel ekspansion i årene efter 1848. Denne industrielle ekspansion fra 1848 til 1896 benævnes her den anden industrielle revolution.

Til anlæggelsen af de sværindustrielle og dermed kapitalkrævende (store udlæg til produktionsmidler såsom højovne, miner og skakter) foretagender krævedes et enormt kapitaludstyr. Derfor er denne tid vidne til grundlæggelsen af en del aktieselskaber (og truster o.l.) i USA, medens der i England ikke skete nogen videre udvikling af den allerede ekspanderende jern- og kulindustri organisering.

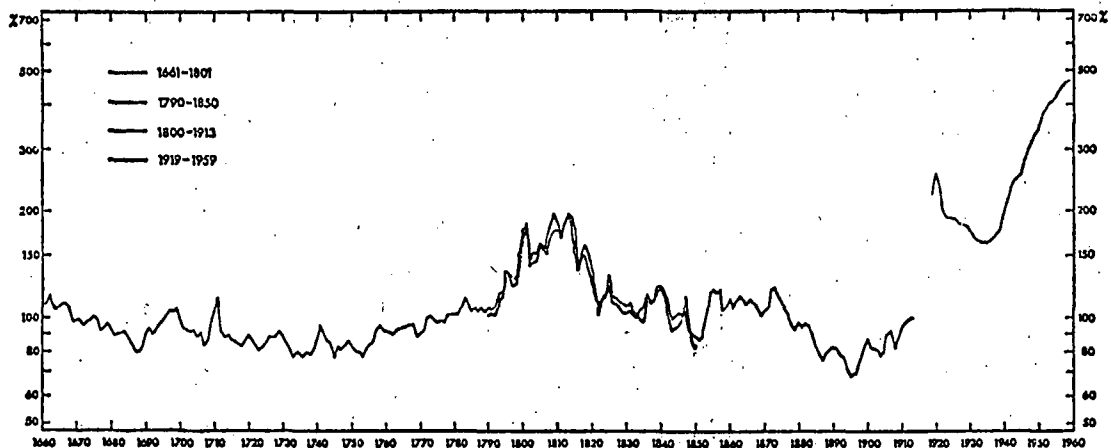
I kraft af sin tidlige industrialisering beherskede den engelske industrialisme verdensmarkedet. Der var ingen umiddelbar fare for konkurrence fra den gryende sværindustri i de øvrige lande. De store engelske kapitalophobninger, der akkumuleredes i opgangsperioden, søgte udenlands, hvor de opsøgte ofte meget og hurtigt profitgivende objekter. - Søgte f.eks. til kolonierne eller USA. De engelske udenlandsinvesteringer øgedes i denne periode fra godt 200 mill. £ til over 1 milliard £. Investeringerne udgjorde i begge tilfælde in casu USA omkring 20%.

Tidens store kapitalaktivitet indenfor sværindustrien smittede meget forståeligt af på andre industrier og dette kombineret med en stor befolknings-tilvækst i England udgjorde yderligere et incitament for økonomisk opsving. Den store kapitalaktivitet blev fulgt op af et politisk velvilligt indstillet klima. Liberalismen blomstrede og merkantilismen døde hen. Kornlovene ophævedes i 1846 og overalt i den industrialiserende verden ophævedes forbudet mod aktieselskaber i 1850'erne og 60'erne.

"Den store Depression".

Højkonjunktoren fik imidlertid sin bratte ende omkring 1873. Derefter kendetegnedes perioden indtil 1896 ved, for Englands vedkommende en stor økonomisk depression. Faktum var jo at den tidligere i 1800-tallet forekomne depression var præget af kortvarige kriser (1815, 1825 o.a.) - d.v.s. recessioner forårsaget af spekulationer foretaget på det opstående kapitalistiske markeds ujævne udvikling. Vender vi os mod Den store Depression, fandtes der nu en nøje sammenhæng mellem udviklingen indenfor den kapitalistiske produktionsproces og indenfor spekulatoren i aktier og andre værdipapiere. Og da højkonjunktoren fik sin bratte ende i 1873 så det godtnok umiddelbart ud til at være børskrak, men bag børskrakkene lå en kapitalistisk udvikling med stærke krisesyntomer. Disse fastholdt krisen indtil 1896. Generelt vil vi alligevel på trods af samfundets økonomiske besværligheder anføre at dette var perioden, i hvilken storindustriens endelige gennemslag engang for alle maner den sidste rest af naturtvang i det engelske samfund i jorden. Gennem naturvidenskabsbaseret af den teknologiske innovationsproces, forøges engelsk kapital, nemlig at kæmpe sig gennem depressionen forsøgende, at hengive sig til den relative merværdi som værdiøgningsform.

Det blev sammenbruddet inden for den amerikanske industri efteråret 1873, der forvoldte krisens start. Forskellige amerikanske jernbaneselskaber havde overspændt deres økonomi, ved for stærk belåning af aktierne i forventningen om fortsættelse af den igengværende vækst i jernbanenettet, og resultatet blev at en række jernbaneselskaber krakkede, da jernbanerne på dette tidspunkt var mere eller mindre færdigbyggede. Fortsættelsen af krisen forskybbedes imidlertid bort fra dette udgangspunkt. Den fortsatte depression skyldtes kronisk overproduktion i sammenhæng med mangel på markeder - fra 1880'erne var det tale om en krise hvis fortsættelse blev betinget af udviklingen i selve den kapitalistiske produktionsproces. Når varer i denne situation skulle realiseres skete dette til relativt lave priser. Bemærk hvorledes kurven over de store linier i de engelske priser i perioden 1873-96 er udsat for et stadigt fald.



Mere konkret var det ekspansionen af det amerikanske jernbanenet, der slog fejl i 1873. I England var det derfor i særdeleshed sværindustrien, der ramtes. - Krisen forløb med særlig udtalthed i perioderne 1873-79, 1882-87 og 1890-94.

Produktivitetsforbedringer med efterfølgende varebilliggørelse var blevet første kapital en måde for den enkelte kapitalist af producere sig ud af krisen på. Dette kunne opnås gennem centralisering eller koncentration af produktionen. Og samtidig med centralisering udvikledes en stor koncentration gennem udviklingen af ny naturvidenskabsbaseret teknologi, som yderligere forøgede produktionskapaciteten.

Således så 1880'erne en mærkbar elektrificering gribe om sig med industriel anvendelse af glødelampen og oprettelsen af elektriske kraftværker. Sporvogne og elektrisk drevne jernbaner så tiden også. Indenfor maskinindustrien blev dynamoen og dermed motoren et betydeligt udgangspunkt på dette tidspunkt. Udover at naturvidenskabsbaseret teknologi blev anvendt som kilde til videre økonomisk udvikling (og dermed eksistens) blev nu også statsmagtens indgreb i økonomien i form af rustningsprogrammer inddraget som overlevelsesmiddel.

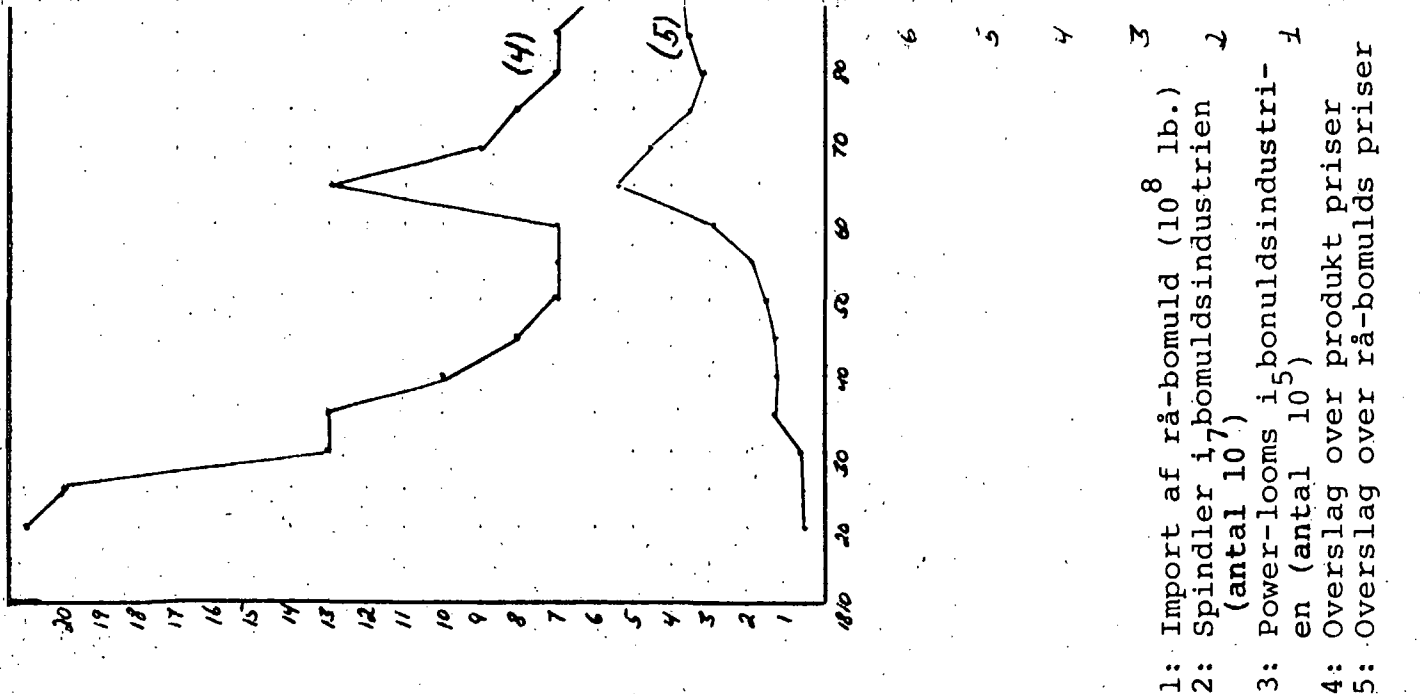
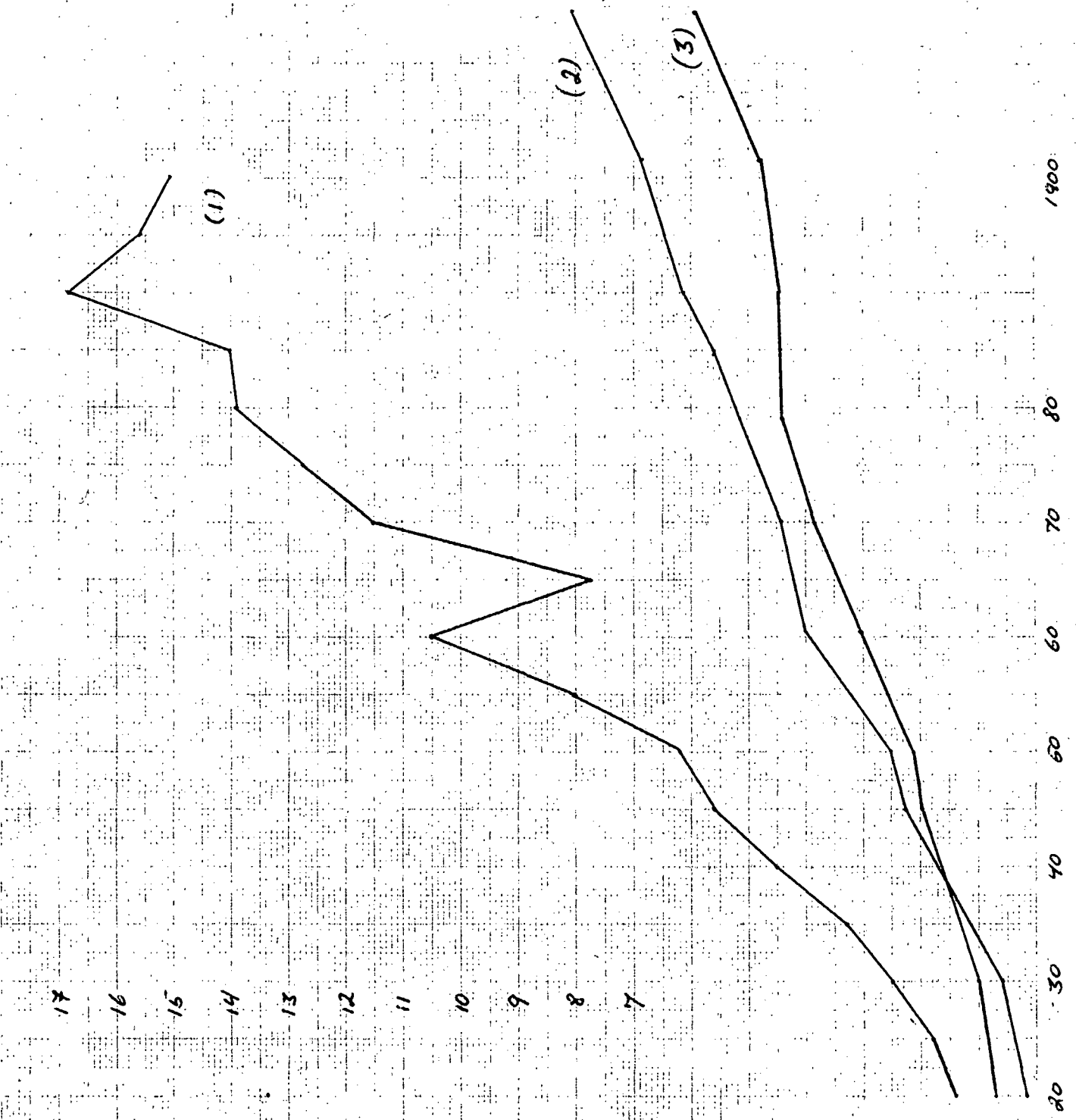
4.2 Akkumulationsbevægelsens indvirkning på branchestrukturen

4.2.1. Tekstilindustriens udvikling.

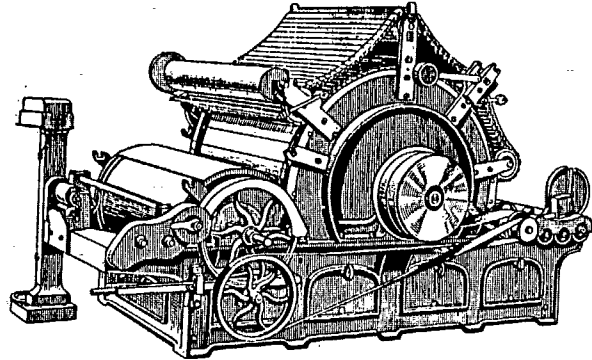
Bomuldsindustrien ekspanderede i hele det 19. årh., hvilket også kan ses af den stigende import af råbomuld. I første fjerdedel af århundredet tredobles bomuldsindustrien, der skyldes det ekspanderende hjemmemarked der komsumerede størstedelen af bomuldsindustriens produkter. Årtierne efter Napoleonskrigen, 1820'erne og 1830'erne, var en periode med aftagende kapitalakkumulation, som bomuldskapitalisterne prøvede at modvirke ved indførsel af produktivfremmende udstyr, hvilket bevirkede at produktionen ca. 4 1/2 dobles.

-Fra midten af årh. til "Den store Depression" ekspanderede bomuldsindustrien ved en kvantitativ udvidelse af produktionen. Inden for spinde- og væveprocessen skete der kun mindre forbedringer af de allerede eksisterende teknologier, der var baseret på dampmaskinen som kraftmaskine. Den store teknologiske opdagelse i bomuldsindustrien, i denne periode, var en "revolving flat card"-maskine i 1888, der dels øgede kvaliteten samt fordoblede kvantiteten i karte-processen.

Under "Den store Depression", var tilvækstraten for produktionens værdi faldet til omkring 20 %. Denne tilvækst, til trods en faldende kapitalakkumulation, skyldes, at eksporten efterhånden blev den vigtigste, mod slutningen af århundredet eksporterede England omkring 80 % af sin samlede bomuldsproduktion. Det var denne eksport, først og fremmest til de oversøiske markeder, hvor bomuldsindustrien kunne få afsat deres varer, som gav muligheden for en stadig men nedsat vækst under lavkonjunkturen, der var karakteriseret ved prisfald på de færdige produkter og prisstigninger på råbomuld. Denne periode, med en faldende kapitalakkumulation, medførte ikke indførsel af ny teknologi, som under lavkonjunkturen 1815-48, men en mindre udvidelse af den allerede eksisterende teknologi. I denne periode mistede bomuldsbranchen sin oprindelige økonomiske betydning fra den første industrielle revolution, hvor den fungerede som økonomisk ledende sektor.



- 1: Import af rå-bomuld (10⁸ lb.)
- 2: Spindler i bomuldsindustrien (antal 10⁷)
- 3: Power-looms i bomuldsindustrien (antal 10⁵)
- 4: Overslag over produkt priser
- 5: Overslag over rå-bomulds priser



Revolving flat card, 1887 /13,s573/

Den teknologi, der blev inddraget i bomuldsproduktionen i 1820'erne, 1830'erne og 1840'erne, som gav bomuldsproducenterne en gunstig position, blev efterhånden overført til de andre tekstilindustrier, efter årh. midte.

"Thus the "cotten famine" of 1861 to 1865 helped to oust the hand-loom weaver from cotten industry while accelerating the mechanization og the linen, jute, wollen, worsted, and shoddy industries." /13: s. 569/



4.2.2. Jern og stålindustriens udvikling 1848 - 96.

Det voksende eksportmarked for den engelske produktionsmiddelsektor, samt væksten i jernbanekonstruktionen både udenlands og indenlands fik afgørende konsekvenser for stål og jernindustrien:

"during the first half of the nineteenth century the industry's growth was associated with a substantial growth of the homemarket for iron and steel goods, but there was a sudden shift in the early 1850's to vary much greater dependence on the export trade."75, s 225/.

Dette voksende marked satte gang i kapitalakkumuleringen i jern og stålindustrien, og indledet dermed en ny højkonjunktur for disse. I indledningen af denne udgjorde stålproduktionen kun 49000 tons i 1850 mod en jernproduktion på 2250000 tons:78, s 116/.

Den voksende efterspørgsel muliggjorde en vækst i produktionen, og dermed en optrapning af kapitalakkumuleringen, som igen muliggjorde investeringer i produktivitetsudvidelser.

I jernudvindingsprocessen forøgedes produktiviteten kvantitativt på det eksisterende teknologiske niveau, blot ved en kvantitativ udvidelse af antallet af højovne. Antallet af højovne og dermed investeringerne i jernudvindingen voksede i perioden 1848 - 73 og opnåede sit maksimum i 1873.75, s 228/.

Denne stigning i investeringen i jernudvindingen kan aflæses af nedenstående diagram. Den venstre søjle står for det totale antal byggede højovne i nogle udvalgte årstal, og heraf indikeres følgelig investeringen af fast kapital. I den højre søjle anføres antallet af højovne i funktion i disse årstal, og denne kan derfor tages for et mål på udviklingen i investering i flydende kapital (råstoffer, hjælpestoffer).

Antal højovne:

| år | totale antal byggede | i funktion |
|------|----------------------------|------------|
| 1847 | 623 | 433 |
| 1852 | 655 | 497 |
| 1855 | 763 | 589 |
| 1860 | 872 | 582 |
| 1865 | 919 | 657 |
| 1870 | 923 | 664 |
| 1875 | 959 | 629 |
| 1880 | 924 | 567 |
| 1884 | 908 | 575 |
| 1890 | - | 349 |
| 1895 | - | 344 |
| 1900 | - | 403 |
| 1905 | - | 345 |
| 1910 | - | 336 |

Kilde:/5, s 228/

I jernforædlingsprocessen var arbejdsproduktiviteten lav og udgifterne til variabel og konstant kapital var høje. Det var derfor ikke profitabelt at udvide forædlingproduktionen kvantitativt på det eksisterende teknologiske niveau i samme målestok, som man udvidede antallet af højovne. Men afsætningsmarkederne for prisbilligt forædlet jern, dvs. stål eller smedjern voksede på grund af væksten i jernbanebyggeriet og den begyndende skibsbygning. Dette betød at de eksisterende jernforædlingsprocesser, der alle var langsomme, havde ringe kapacitet og som nævnt var kostbare, blev en "flaskehals" i produktionen og dermed en skranke for den fortsatte udvidelse af kapitalakkumuleringen. Over alt, hvor der

arbejdes med jernfremstilling, eksperimenterede man med metoder, der kunne bryde denne teknologiske skranke./9, s 68 f/.Skranken blev delvis brudt med opfindelsen af en ny teknologi, en produktionsmetode kaldet "bessemer-processen" i 1850. Denne metode var en kvalitativt ny måde at forædle jern råjern på. På den traditionelle måde førte man varme til periferien af den smeltede jernmasse i en digel. Efter Bessemermetoden holdte man smeltet råjern i en bessemerpære eller konverter. Afkølingen og bortfjerningen af urenheder foregik ved at man blæste atmosfærisk luft gennem det flydende metal, hvorved man bortbrændte kullet til gasser i form af kulilte, idet at den varme, som dannedes under iltningen, brugtes til at holde smeltemassen flydende. Som resultat var afkølingen ekstremt hurtig:

"As a result, decarburization was extremely rapid: three to five tons in the early days in ten or twenty minutes, as against perhaps 24 hours for the equivalent amount of puddled steel./11, s 225/.

Med indførelsen af bessemerprocessen var den menneskelige natur dermed ophævet som skranke for kapitalakkumuleringen i selve jernforædlingsprocesse. Menneskets råstyrke betød ikke længere noget, da den subjektive faktor var elimineret fra den del af processen. I stedet var den øvre begrænsning nu maskinens evne til at holde konverteren, således at indholdet af smeltemasse tømtes ud efter endt afkøling. Skranken for kapitalakkumuleringen uafbrudte fortsættelse kom derfor nu til at ligge i jernforædlingsprocesses objektive faktorer, og stålfremstillingen passerede herved i løbet af de næste årtier definitivt over i sin storindustrielle fase, kendetegnet ved en høj arbejdsproduktivitet til massefremstilling af stål:

"Moreover, there was no intrinsic limit to the size of the converter. In puddling, the capacity of the furnace molten iron a strong workman could stir by hand. The usual charge was about 200 kg. In the Bessemer process, by contrast, the only limit was the ability of machines to tilt the container and pour its contents. The early converters ran from 2 to 5 tons, by the end of the century, 20- and 25-ton vessels were common./11, s 255 f/.

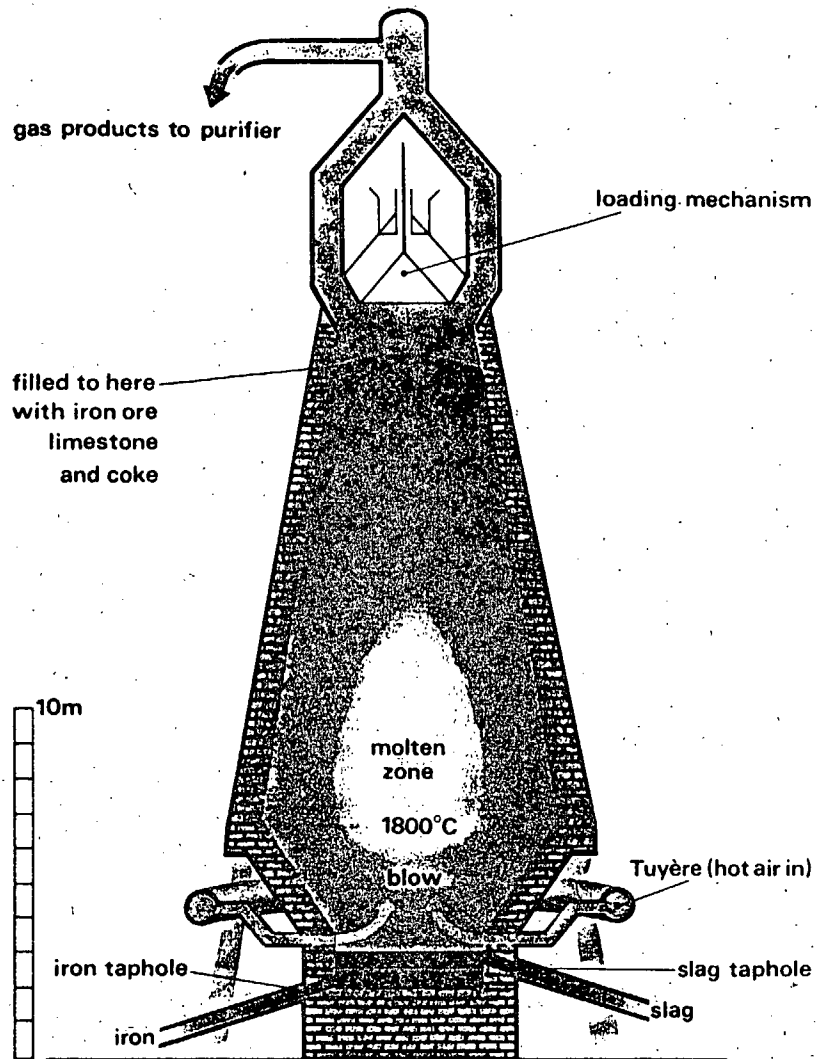
Bessemerprocessen kunne imidlertid ikke fjerne fosforindholdet fra råjernet (støbejernet), hvilket var nødvendigt i forædlingen af støbejern til stål. Konsekvensen var at bessemerprocessen stort set ikke kunne anvendes på det europæiske kontinent, idet det kun var USA og i mindre grad Storbritanien, som havde adgang til fosforfattigt jernmalm (hæmatit).

Det andet større fremskridt i stålfabrikationen: "Siemens-Martin processen" krævede også fosforfattigt jernmalm. Originaliteten i ovnen lå i dens udnyttelse af regenerationsfyrringsprincippet opfundet af brødrene Siemens i 1856, ved hvilket affaldsgasserne, som udvikledes ved iltningen, blev brugt til at forvarme forbrændingsluften. resultatet var en opnåelse af meget højere temperaturer og derved en besparelse på brændslet - altså en økonomisering med kapitalens konstante del. Kommerciel succes med denne metode blev ikke opnået før 1864, da Martin introducerede tilsætningen af affaldsjern i smelten for at gøre affaldsprocessen lettere. Den effektive anvendelse af Siemens-Martin teknikken dateredes til 1870'erne./11, s 257/.

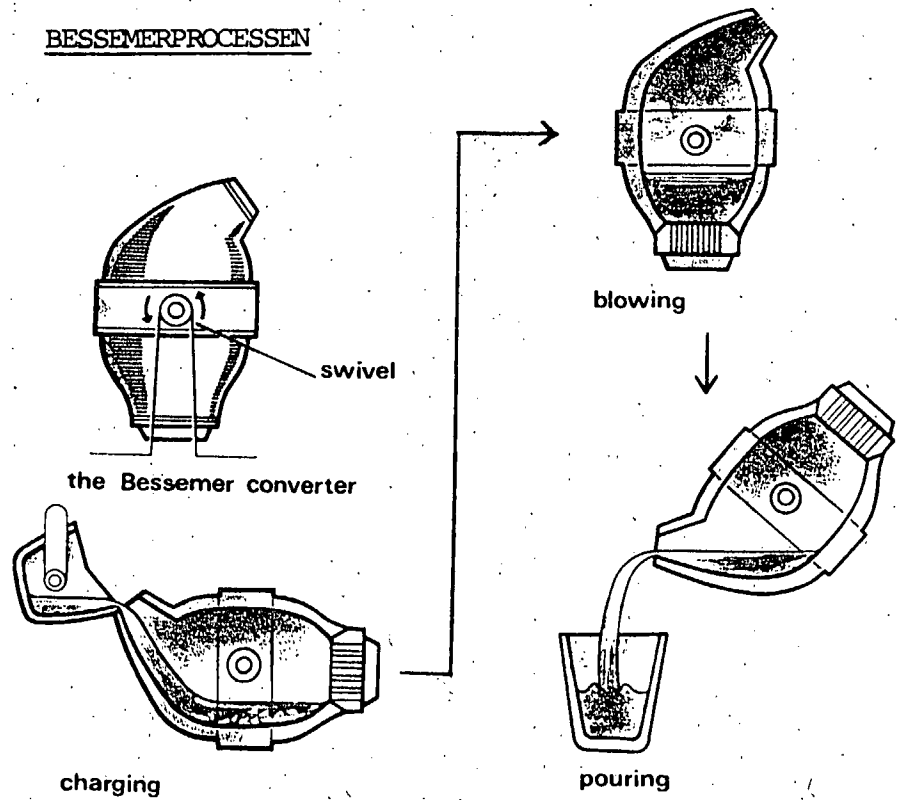
Hvor lille en rolle naturvidenskaben spillede som erkendelsesmæssig basis for udviklingen af Bessemer og Siemens-Martinprocesserne, er ikke helt klart beskrevet, men det antydes at denne var forsvindende./11, s 255 ff/:

"the creation of this steel industry owed less to science than did the revolution in bleaching sixty years earlier."/4, s 237/.

HÖJÖVN



BESSEMERPROCESSEN



Der var kun tale om et minimum af videnskabelig viden bag udviklingen af Bessemerprocessen. Udviklingen baseredes dog stort set på praktiske observationer af produktionen:

"Bessemer certainly made use of a modicum of scientific knowledge, but his invention of the "converter" for producing steel from pig iron (1856) came mainly from his persistence and his acute observation of accidental happenings, coupled with his ignorance - as an outsider to the industry - of what could not be done."/4, s 237/.

Med forbehold klassificeres denne innovation derfor som naturvidenskabsbaseret. På samme måde og af de samme årsager vil vi med forbehold klassificere Siemens-Martin processen som naturvidenskabsbaseret:

"Siemens, who developed the alternative open hearth process in following decade, came from a family of scientifically trained engineers and certainly made systematic use of his own scientific education, yet the main novelty in his process - the regenerative use of waste heat - surely owes more to the science of economics than to the whole of natural science./4, s 238/.

På grund af Storbritanniens favorable ressourcemæssige med hensyn til fosforfattigt jernmalm position gav disse to teknologiske innovationer for det meste britisk jern- og stålkapital, og i begyndelsen af 1870'erne stod Storbritanien for halvdelen af det stål som blev produceret efter Bessemer og Siemens-Martinprocessen i de fire største industrikapitalistiske lande i Vesteuropa:

"As a result of her favourable resource position, Britain dominated the early age of steel - in spite of the fact that no country had a greater stake in the old way of doing things." (vor understregning)/11, s 257/.

Denne dominans ses af nedenstående tabel over produktionen af Bessemer og Siemens-Martin stål i 1000 tons:

| | 1865 | 1869 | 1873 | 1879 |
|---------------|------|------|------|------|
| Storbritanien | 225 | 275 | 588 | 1030 |
| Tyskland (§) | 99,5 | 161 | 310 | 478 |
| Frankrig | 40,6 | 110 | 151 | 333 |
| Belgien | 0,65 | 2,9 | 22 | 111 |

(§) inklusive luxembourg. Nye grænser fra 1873. /11, s 257/.

Karakteristisk for disse to nye teknologier var at man sparede på den variable kapital i forhold til den konstante og opnåede en stigning i den tekniske og organiske sammensætning, hvorved arbejdsproduktiviteten steg kraftigt:

"the productivity per man of these industries rose very sharply, and they never required very much manual labour anyway./8, s 117/.

Indførelsen af en storindustriell masseproduktion af stål kunne realiseres, idet markedet for en masseproduktion var til stede. Markedet var givet på forhånd fordi det traditionelle smedejern i de eksisterende konstruktioner i stort omfang kunne erstattes af det bedre egnede stål. Dette fik så igen konsekvenser for råjernsproduktionen, som skulle levere råmaterialerne til forædlingen af stål. Kapitalakkumuleringen i råjernsudvindingsindustrien blev ydeligere stimuleret og produktionen steg voldsomt:

"The new ability to mass-produce steel reinforced the general impetus given to the capital goods industries by transport, for as soon as it was available in quantity a large-scale process of substituting it for less durable iron began, so that railways, steamships and so on in effect required two inputs of iron within little more than a generation."/8, s 117/.

Som en illustration af denne voldsomme stigning skal det nævnes at med indførelsen af de nye teknologier seksdobledes produktionen af stål og jern fra i begyndelsen af 40-erne: 1278000 tons til i begyndelsen af 70-erne: 6378000 tons:

| Annual averages for | Production of pig-iron (000 tons) | Estimated value of gross product (£m.) | Exports as percentage of gross product |
|---------------------|-----------------------------------|--|--|
| Circa 1805 | 250 | 16.21 | 23.6 ⁽¹⁾ |
| Circa 1818 | 325 | 9.15 | 29.6 ⁽²⁾ |
| 1820-24 | 428 ⁽⁴⁾ | 11.01 | 21.4 |
| 1825-29 | 658 ⁽⁴⁾ | 17.89 | 16.5 |
| 1830-34 | 689 ⁽⁴⁾ | 13.78 | 22.7 |
| 1835-39 | 1,150 ⁽⁴⁾ | 22.72 | 21.5 |
| 1840-44 | 1,278 ⁽⁴⁾ | 19.06 | 28.5 |
| 1845-49 | 2,000 ⁽⁴⁾ | 34.44 | 24.1 |
| 1850-54 | 2,757 ⁽⁴⁾ | 35.72 | 38.7 |
| 1855-59 | 3,526 | 47.06 | 39.5 |
| 1860-64 | 4,152 | 54.37 | 40.5 |
| 1865-69 | 4,904 | 65.02 | 42.1 |
| 1870-74 | 6,378 | 113.51 | 40.5 |
| 1875-79 | 6,381 | 102.44 | 32.8 |
| 1880-84 | 8,366 | 122.36 | 37.2 |
| 1885-89 | 7,661 | 103.47 | 40.1 |
| 1890-94 | 7,285 | 112.20 | 38.5 |
| 1895-99 | 8,638 | 122.29 | 36.2 |

^ Growth of the iron and steel industry, 1805 - 99./5, s 225/.

Under den lange opgangsperiode var der indtrådt en strukturændring i jern og stålindustrien på grund af den øgede anvendelse af stål. Hvor forholdet mellem produktionen i tons råjern og stål i 1850 var 2250000/49000 var den i 1880 7750000/1440000.

I begyndelsen af 70-erne satte "Den store Depression" sig igennem i stål og jernindustrien. Som nævnt nåede antallet af højovne i funktion sit maksimum i 1873 og af den i det foregående viste tabel ses det at jern og stålproduktionen stagnerede fra begyndelsen af 70'erne omkring et niveau på 7000000 tons som konsekvens af det stagnerende verdensmarked. Jern og stålindustrien var således ramt af profitratefald under Den store Depression:

"Even in absolute terms assted profits from ironworks never again reached the levels they attained in 1874 and 1875./5, s 227/.

Hobsbawn giver en forklaringsmodel for profitratefaldet af overproduktions/underkonsumptionstypen:

"As the vacuum of demand was filled, markets tended to be glutted, for though they had obviously increased fast enough - at least at home - to keep pace with the multiple expansion of output and capacity in

manufactured goods. As the titanic profits of the industrial pioneers declined, squeezed between the upper milestone of price reducing competition and the lower of increasing expensive and mechanized plant, with increasingly large and inelastic overheads, businessmen searched anxiously for a way out./8, s 129/.

Depresionen var afgørende i negativ retning for den britiske jern og stålkapitals konkurrencemæssige position på verdensmarkedet - ja endda på sit eget hjemmemarked, som den havde været enerådende på i det meste af det 19. årh. indtil 70-erne:

"In the international context the decline in the relative importance of British iron industry was of course more marked: British pig-iron, which had accounted for more than half the world supply in 1870, had fallen to only 20 per cent by 1901: and for British steel the fall over the same period was from 43 to 16 per cent. The industry was losing ground to foreign competitors even in the homemarket. Imports of iron and steel manufactures were by the early 1890's running at levels between a quarter and a third of British export of iron and steel goods, instead of the 5 to 10 per cent levels which had prevailed in the early 1870's." /5, s 227/.

Ikke nok med at britisk stål og jernkapital blev udkonkurreteret på verdensmarkedet i løbet af Den store Depression blev britisk stål og jernproduktion også indhentet og overhalet af de største konkurrenter USA og Tyskland:

| År | Storbritannien | Førenta staterna | Tyskland | Værdens sammanlagda produktion |
|------|----------------|------------------|----------|--------------------------------|
| 1740 | 20 | 1 | 18 | 160 |
| 1790 | 68 | 30 | 30 | 280 |
| 1800 | 190 | 40 | 39 | 460 |
| 1810 | 250 | 55 | 45 | 620 |
| 1820 | 368 | 110 | 89 | 1010 |
| 1830 | 677 | 180 | 118 | 1590 |
| 1840 | 1396 | 290 | 167 | 2770 |
| 1850 | 2249 | 564 | 396 | 4470 |
| 1860 | 3890 | 821 | 522 | 7300 |
| 1870 | 5964 | 1665 | 1240 | 11840 |
| 1880 | 7749 | 3835 | 2429 | 18160 |
| 1890 | 7904 | 9203 | 4035 | 26750 |
| 1900 | 8960 | 13789 | 7429 | 39810 |
| 1910 | 10012 | 27304 | 12905 | 64760 |

Råjernsproduktion i de vigtigste producerende lande, 1740 - 1910. (i tusind bruttoton)./14, s 232/.

I 1890-erne var situationen på verdensmarkedet totalt forandret. Tysk jernkapital var blot 20 år før den engelske jern og stålkapital håbløst underlegen pga. teknologisk-ressourcemæssige skranker for akkumulationen. Tysk jernkapital kunne ikke udnytte sine fosforholdige jernmalme og var derfor ikke i stand til at producere konkurrencedygtig stål i samme omfang som Storbritannien, med dens fosforfattige jernmalme. Men nu var situationen den omvendte. Der var tre årsager til at britisk jern og stålkapital blev konkurrencemæssigt underlegent og at tysk produktion indhentede den britiske:

1). Den første årsag hænger sammen med, at der i løbet af 1878 - 9 opfandt man en ny metode til at fremstille stål: Gilchrist-Tomas processen (den basiske konverterproces) af to englændere. Stål skal som nævnt have et meget lavt fosforindhold under 0,06 %, og dette lave indhold havde det hidtil kun været muligt at opnå ud fra i forvejen fosforfattige malme. Med den nye metode var man istand til på en billig måde at masseproducere stål ud fra fosforholdig jernmalm, som er den mest udbredte malmtypen i Europa. Metoden består i at man tilsatte basisk kalk-

sten i det smeltede jern i en bessemerkonverter, og denne kalksten forbinder sig med fosforindholdet til en slagge. Denne metode blev udviklet bl.a. ved hjælp af naturvidenskabelige eksperimenter i laboratorium:

"He set out to find the solution by scientific analysis - reading the technical literature, visiting iron works when time allowed, experimenting in a cellar laboratory."/4, s 238/.

Der er derfor ingen tvivl om at den erkendelsesmæssige basis for Gilchrist-Tomas processen var naturvidenskaben, og at der her var tale om målrettet naturvidenskabelig innovation /4, s 238/. Gilchrist-Tomasprocessen gjorde vældige jernmalmlejer i Lorraine, Saar og Luxembourg anvendelige til stålproduktion, hvorfor metoden hurtigt vandt stor udbredelse, men især den tyske jern og stålkapital iværksatte en omfattende investering i denne nye teknologi, i modsætning til Storbritanien som i stort omfang fortsatte med de nu traditionelle metoder ud fra fosforfattige malme:

"This specialisation by type of process both shaped and was shaped by the growth patterns of the respective national steel industries. Britain had relatively small plants, Germany large. Around the turn of the century, the biggest British mills were turning out only as much as the average Westphalian works....Nor was this simply a matter of delayed response to opportunity: new British plants in the 1890's were a quarter to a third of the size of their German competitors..."/ /.

Samtidigt med at den tyske jern og stål kapital havde indført den nye teknologi var der også sket en kapitalkoncentration, der ikke tilsvarende var fundet sted i britisk industri. Dette teknologiskift ledsaget af en kapitalkoncentration satte tysk kapital i stand til akkumulere hurtigere end britisk:

"Size of plants and integration, moreover, were closely related to technique and productivity. German equipment, originally smaller and less efficient than the British, grew rapidly in size and performance until, by the turn of the century, it outstripped that of her precursor by a wide margin."/11, s 263/.

2). Den anden årsag hænger sammen med den britiske jern og stålkapitals utilbøjelighed til at investere i en teknologisk omvæltning af sit produktionsapparat. Utilbøjeligheden kom af, at der på under den og mere profitable investeringsområder, der bød sig på under Den store Depression - herunder især kapitalexport:

"Investment in steel equipment there certainly was in the fourth quarter (of 19. century), but it seems to have been slow not only by comparison with the past record of the British industry but even more by comparison with foreign countries. In the eighties and nineties, according to Burn, "the rate of modernising was as certainly less, handled by modern methods." And at the beginning of the twentieth century there was stagnation not only of production and foreign trade but also of structure. Works important in 1904 had been already important in 1880 and for the most part had grown little since."/5, s 228 f/.

Dette fald i investeringerne i jernindustrien kan også ses i lyset af tallene over det årlige antal konstruerede højovne som topper i 1875 med 959, i 1884 er tallet 908. Ligeledes falder antallet af højovne i funktion fra max. 683 i 1873 til 336 i 1910, med et lokalt max. i 1900 på 403. (se tabellerne først i dette afsnit.).

3). Tysk kapital, som var alvorligt i vanskeligheder mth. at finde profitable investeringsmuligheder under Den store Depression og som ikke havde

de samme udveje som den engelske, var tvunget til at organisere sig i karteller som lavede prisaftaler for at garantere fremtidig profit:

"...The disparity extended backward to the smelting stage: the median member of the German steel cartel (1903) was four times as big as its British analogue (1900), more than twice as big as the median iron firm in the Cleveland area. 2011, s. 263/.

Ligeledes havde der fundet en horisontal integration sted i den tyske jern- og stålindustri, som ikke tilsvarende var fundet sted i den britiske:

"And the disadvantage to Britain was cumulative, for Germany put big and big together and Britain left small and small apart. In 1902 only twentyone open hearth firms of seventytwo in Britain, with one quarter of the make, had adjacent blast furnaces, whereas integration with smelting was almost universal in the Reich. The same was true of ties to later stages of manufacture: where the tendency of Westphalia was to build rolling mills relying increasingly on outside sources for their crude metal."/11, s. 263/.

Disse to sammenslutninger for sammenslytninger af kapitaler, hvor kommandoen over det samlede produktionsapparat samledes under en enkelt stor kapitals kommando er eksempler på kapitalcentralisation, der virker som en løfte stang for kapitalakkumuleringen idet man vinder stordriftens fordele. En sådan centralisationsproces var ikke fundet sted blandt britisk kapital, som også på dette område blev den tyske underlegen.

Konkluderende om britisk stål og jernkapital kan man sige, at den ikke i samme omfang som den tyske var økonomisk tvunget til at revolutionere, koncentrere og centralisere sit produktionsapparat, og derfor blev den tyske stål og jernkapital den engelske overlegen igennem Den store Depression.

4.2.3. Kulindustriens udvikling 1848 - 96

Det voksende eksportmarked for den britiske produktionsmiddel­sektor, samt væksten i jernbanekonstruktionen både udenlands og indenlands fik afgø­rende konsekvenser for kulmineindustrien, der nu primært tilhørte produktions­middel­sektoren. Idet nu husholdnings/hjemmeproduktionsmarkedets anvendelse af produktionen faldt fra 31,5% i 1840 til 17% i 1869, hvorfor selve konsumtions­middel­markedet (husholdningerne) må have udgjort en endnu lavere andel. Eks­porten steg i samme tidsrum fra en andel på 5% til 9%. Samtidigt tiltog kapi­talakkumuleringen og produktionen i kulindustrien p.g.a. de voksende markeder i løbet af den almene opgangstid for britisk kapital. De væsentligste tekno­logiske skrænker for kulkapitalens fremad skridende akkumulation var som nævnt overvundet i den 1. industrielle revolution, og kapitalakkumuleringen udvide­des simpelt hen ved opslugning af arbejdskraft til brydning af kullene på det samme teknologiske niveau. Kulmineindustrien var i forvejen en arbejdsinten­сив industri, og antallet af beskæftigede udvidedes fra 200.000 i 1841 til 300.000 i 1851 og 1.000.000 ca. 1900. Fra 1845 til 1875 tredobledes britisk kulproduktion fra $45,9 \cdot 10^6$ tons til $131,9 \cdot 10^6$ tons: /5. s.216/

Nineteenth-century coal output

| | Total U.K. output (millions of tons) | Value at pithead (£m.) | Proportion of output exported (%) |
|------|--|------------------------------|--|
| 1800 | 11.0 | 2.8 | 2.0 |
| 1816 | 15.9 | 5.2 | 2.5 |
| 1820 | 17.4 | 5.7 | 1.4 |
| 1825 | 21.9 | 6.9 | 1.4 |
| 1830 | 22.4 | 6.9 | 2.2 |
| 1835 | 27.7 | 7.6 | 2.7 |
| 1840 | 33.7 | 8.8 | 4.8 |
| 1845 | 45.9 | 9.2 | 5.5 |
| 1850 | 49.4 | 10.9 | 6.8 |
| 1855 | 61.5 | 16.1 | 8.1 |
| 1860 | 80.0 | 20.0 | 9.2 |
| 1865 | 98.2 | 24.5 | 9.3 |
| 1870 | 110.4 | 27.6 | 13.4 |
| 1875 | 131.9 | 46.2 | 13.5 |
| 1880 | 146.8 | 62.4 | 16.3 |
| 1885 | 159.4 | 41.1 | 19.3 |
| 1890 | 181.6 | 75.0 | 21.3 |
| 1895 | 189.7 | 57.2 | 22.6 |
| 1900 | 225.2 | 121.7 | 25.9 |

/5, s.216/

I 1870-erne gik kulminedriften ind i "den store depression" sammen med den øvrige industri og landbruget. Hidtil havde priserne steget omend uregel­mæssigt samtidigt med at produktionen steg, men fra slutningen af 70-erne faldt priserne, samtidigt med at produktionen steg - kulkapitalen var nu inde i en periode med af­tagende akkumulation, som fortsatte frem til slutningen af 90-erne. Kulkapitalens akkumulation var nu blevet den mest sårbare af alle britiske kapitaler. Den voksende afhængighed af verdensmarkedet, samt brand­stopbesparende innovationer gjorde denne sårbar overfor især handelsrecessio­ner /5. s. 220/. Den øgede uafhængighed af eksport ses også af nedenstående tabel. /5. s. 219 /

Anslået fordeling af den samlede kulproduktion i UK, som procent af tonnage:

| | 1840 | 1869 | 1887 | 1913 |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| Jernindustri | 25 | 30 | 16.5 | 11 |
| Minedrift | 3 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| Damp-fremdrift | 1.5 | 5 | 12.5 | 6 |
| Gas og elektricitet | 1.5 | 6 | 6 | 8 |
| Fabrikation i almindelighed | 32.5 | 26 | 26 | 22.5 |
| Hjemme/husholdningsforbrug | 31.5 | 17 | 17.5 | 13.5 |
| Eksport | 5 | 9 | 15 | 32.5 |

4.2.4. Maskinindustriens udvikling.

Der var to årsager til at produktionsmiddelindustrien kom ud af den lange depressionsperiode fra 1815 - 48 med gunstige akkumulationsbetingelser. Det ene var det omtalte voksende gennembrud for den kapitalistiske storindustri i resten af verden, som jo netop var baseret på maskinisering,

Estimated distribution of coal in the United Kingdom

(as percentages of U.K. coal tonnage raised)

| | 1840 (%) | 1869 (%) | 1887 (%) | 1913 (%) | 1929 (%) | 1955 (%) |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Iron industry | 25 | 30 | 16½ | 11 | 10 | 12 |
| Mines | 3 | 6½ | 6½ | 6½ | 5 | 4 |
| Steam navigation | 1½ | 5 | 12½ | 6 | 6 | 6 |
| Gas and electricity | 1½ | 6 | 6 | 8 | 11 | 32 |
| General manufacturing | 32½ | 26 | 26 | 22½ | 22½ | 28½ |
| Domestic | 31½ | 17 | 17½ | 13½ | 15½ | 16½ |
| Exports | 5 | 9 | 15 | 32½ | 30 | 6 |

/5, s. 219/

og som dermed fremskaffede et hurtigt fremvoksende eksportmarked for den engelske produktionsmiddel-sektor, der i århundredets midte stort set udgjordes af sværindustriene: jern og kul. Den anden årsag var den allerede omtalte uhyre mængde af brakliggende akkumuleret kapital, som slog sig på jernbane bygning allerede fra midten af 30-erne både indenlands men især udenlands (USA). Transporten blev med denne jernbane-ekspansion og udbredelsen af dampskibet ligeledes maskiniseret. Hvor den første industrielle revolutions periode, 1770 - 1848, havde været baseret på ekspansionen af bomuldsindustrien, blev denne nye periode baseret på etableringen af en egentlig produktionsmiddel-sektor, som udover at producere kul og jern også i stadigt højere grad producerede dampmaskiner og stål. Maskinindustrien, som således udelukkende var en dampmaskineindustri, fik derved sammen med den øvrige produktionemiddel-sektor en kraftig forøgelse af kapitalakkumulationen i den almene opgangsfase fra 1848 til 1870-erne. Produktionen udvides kvantitativt på dette nye teknologiske niveau:

"However, the rise of the capital goods industries provided a comparable stimulus to the employment of skilled labour in the vast expansion of engineering, the building of machines, ships and so on. The numbers of workers in these industries also just about doubled between 1851 and 1881, and unlike coal and iron they have continued to expand ever since." /8. s.117/;

Sammen med den øvrige produktionsmiddel-sektor blev (damp)maskinindustrien ramt af "den store depression" i 70-erne, som den først i slutningen af 90-erne kom

ud af. I denne depression var dampmaskinindustrien stæde­ den absolut domine­ rende i maskin fabrikationen, men der var tiltag til dannelsen af nye maskin­ industrier med eksplotionsmotorens og især elektromotorens/dynamoens udvikling.

4.2.5. Elektrobranchens udvikling indtil 1897.

Der er her tale om en branche, der i sit fundament støtter sig på naturvi­ denskab. Uden videnskabeligt forarbejde var elektrobranchen aldrig blevet stab­ let på benene - altså bygger elektrobranchen på naty­ rvidenskabsbaseret tekno­ logi.

Denne periode (1873 - 96) bragte elektrobranchens opkomst i England. Der synes, når en forklaring på denne branches opkomst (eller kapitalisering af det genstands­ område, der indtil det 19. årh.'s sidste fjerdedel udelukkende havde været en laboratoriekuriositet) skal bringes på benene især at være to karakteristika ved elektricitet, der kan begrunne denne (opkomst): god over­ føringsevne og stor fleksibilitet. Overføringsevne vil her sige den egenskab, som gør, at energi kan bevæges i rum uden betydelige tab. Og fleksibiliteten angiver evnen til at forvandles til andre energiformer - varmr, lys eller be­ vægelse. God overføringsevne og stor fleksibilitet er på en og samme tid i stand til at implicere følgende for effektivisering af produktionsapparatet væsentlige konsekvenser. På den ene side befriede elektriciteten såvel maski­ ne som værktøj fra deres hidtidige stedbundethed og på den anden side gjorde elektriciteten kraften til noget allestedsnærværende og placerede denne (kraf­ ten) indenfor enhvers rækkevidde. Disse konsekvenser vil vi karakterisere som ledemotiver for udviklingen af elektrobranchen i slutningen af forrige årh. /11. s.281/. Samtidig vil vi her fremhæve disse elektricitets to i produk­ toinsøjemed betydeligste egenskabers muligheder for at flytte grænser i pro­ duktionen. Netop disse muligheder for produktionsbilliggørelse var elektrici­ tetens frembærere.

Dynamo­ en udgjorde en flaskehals for udviklingen af elbranchen. Allerede i 1831 var de for dynamo­ en tilgrundliggende principper - altså teorien for el­ ektromagnetisk induktion - blevet afdækket af Faraday, og mindre dynamoer fremkom snart efter, men ikke før halvfjerds­ erne blev der tale om en egentlig kommerciel udnyttelse af dynamo­ en. I 1867 blev det bragt på bane at benytte det elektromagnetiske felt skabt af dynamo­ en selv. Og i slutningen af 1870­ erne kunne dynamoer fra Gamme og Siemens producere el. der i prisbillighed gjorde kommerciel anvendelse nært forestående. /3. s.1/. På dette tidspunkt kunne be­ lysningen som sådan stadigvæk være en skranke i produktionen i og med gasbe­ lysningen var for svag. Derfor kunne endog relativt dyr el-belysning grundet sin store styrke i visse tilfælde tages i brug for at intensivere eller måske endda udvide arbejds­ dagen.

Først af alle industrier kom den elektriske illumination+ (belysning) - denne blev dog hurtigt overgået af andre og "tungere" anvendelser af den nye energiform - f.ex. el-drevne transportmidler og trækraft i det hele taget. Siemens fremviste således det første el-drevne tog i 1879, det samme år som glødelampen kom på markedet. I løbet af den næste generation fungerede der så­ vel el-drevne sporvogne som undergrundsbaner i England. En anden af de tunge industrier var elektro-kemien. Her drejede det sig om Hall-Heroult-metoden til aluminiumfremstilling fra 1886 og Castners natrium- natriumcyanid- og ætsende sodaprocesser⁺⁺ (1886 og 94) - alle meget energikrævende processer. Også elek-

tro-metallurgien fremkom på dette tidspunkt. Inden for denne industri var den væsentligste innovation Sir W. Siemens' elektriske ovn, som havde den fordel frem for tidens øvrige apparatur, at den arbejdede ved høje temperaturer og dermed meget rene resultater (lægeringer). Tidens mest betydningsfulde udviklede fremstilling vimidlertid nok elektromotoren. En vekselstrøms-induktionsmotor blev fremstillet i Tesla i 1888. /11. s.287/. Denne elektromotor var et resultat af en længerevarende proces - en teknologisk rafineringsproces af en opfindelse fra 1834. En opfindelse der var baseret på Ørsteds opdagelse i 1820 af elektromagnetismen.

Netop fordi England var et så industrialiseret samfund som det faktisk var ved starten af den sidste fjerdedel af det 19. århundrede, var det et potentielt marked for elektricitet. Der eksisterede dog samtidig i dette samfund en række faktorer der arbejdede for, og faktorer der arbejdede imod indførelsen af elektricitet. En ting der arbejdede for udbredelsen af el., var de voksende forsteder til alle større byer, hermed fremstod nemlig behovet for sporvognen:

"The rapid expansion of suburban services in the conurbations, particularly in London, provided a potential market for electric traction." /3. s.3/

En ting der modarbejdede elektricitetens fremmarch var den prisbillige gas. Således gjaldt det at:

"In contrast to other countries, gas lighting in Britain remained generally cheaper than electric lighting until immediately before the First World War." /3. s.3/

Ligeledes var alle industrier ikke lige hurtige til at adaptere elektricitet - især var kulminedriften og bomuldsindustrien langsomme. /3. s.4/

Elektrificeringen har øjensynligt ikke budt på besparelser for disse industrier på dette tidspunkt. Endda så sent som i 1907 var kun 5% af den engelske bomuldstextilindustri elektrificeret og den tilsvarende procentdel for al minedrift var 4. /3. s.80/ Se også tabellen enkelte industriers elektrificeringsudvikling 1904 - 24 under "Elektrobranchen 1896 - 1914".

Den engelske frihandel synes både at have arbejdet for og imod en engelsk elektrobranche. Letheden hvormed udenlandsk materiel accelererede således elektrificeringen af sporvogne og konstruktionen af undergrundsbanen i London. Mens på den anden side udenlandske industriers succes (som vi skal vende tilbage til) måske netop kan tilskrives frihandlen i England.

"German and American oligopolists, operated.....domestic pricing agreements and cross-subsidized exports to Britain." /3. s.4/

1881 - 82 var perioden i hvilken de første engelske elektroindustrier bragtes på benene. Buelampemaskineri-produktionen expanderede således hurtigt i disse år. Der eksisterede alt i alt et tilpas optimistisk økonomisk klima med store forventninger til nye brancher - altså sådanne som elektrobranchen. En del firmaer skabtes indenfor branchen og det var almindeligt, at de enkelte firmaer var baseret på enkelt opfinders patenter. Andre firmaer havde udelukkende som målsætning at demonstrere udstyr og at sælge koncessionerne til dette.

På nationaløkonomisk plan og således set i forhold til de øvrige brancher manglede der imidlertid endnu et gennemslag, som kunne etablere elektrobranchen en gang for alle. Netop denne udeblivende endelige knæsettelse og den

almindelige krisestemning bevirkede, at den økonomiske tillid til branchen bristede og svage firmaer blev slået ud (særligt i midten af 80-erne). Der var dog betydelig forskel på firmaernes reaktion på den manglende publikum interesse, Siemens engelske afdeling koncentrerede produktionen i kabelafdelingen, mens firmaerne generelt, på nær Compton, skruede ned for blusset m.h.t. den tilsyneladende helt uprofitable belysningsafdeling. Hovedmarkedet for el-branchen var imidlertid endnu i midten af 80-erne belysningen. Og det drejede sig stadigvæk om belysning af enkelte isolerede enheder såsom hoteller, teatre, stationer o.l.

Sidst i 80-erne fremkom der et større opsving i efterspørgslen på elektrisk udstyr. De større af branchens firmaers afsætning steg signifikant. Så signifikant, at man taler om, at dette var den engelske elektrobranches guldalder: Londons stationer fik belysning, Ferrantis Dentford scheme /3. s.100/, udviklingen i switch-gear, el-drevne transportmidler. Disse opgaver indlod de større firmaer, med deres stadig dygtigere ingeniører, sig på.

Periodens optimisme økonomisk set indenfor branchen var dog kortvarig og endte i sidste halvdel af 90-erne. Sagen var den, at da sporvejs- og jernbane-elektrifikationen for alvor kom igang, tog de amerikanske firmaer øjeblikkelig føringen (og bevarede den). En ting som den mangefasede væksselstrøm ignoreredes f.eks. fuldstændig af engelske firmaer. Da kapacitetsgrænserne for generatur udstyr ekspanderede kraftigt i den sidste del af 90-erne begyndte man at importere sådant fra USA og Tyskland. Da man nåede året 1900 var den oprindelige britiske elektroindustri blevet fuldstændig udkonkureret af den amerikanske og den tyske.

Ikke blot var elektroindustrien behærsket af få firmaer internationalt - det var den på nationalt plan i England lige fra starten. Således besad blot 5 firmaer allerede i 1885 hele 75 % af glødelampemarkedet. (det engelske) /3, s 139 ff/.

4.2.6. Jernbanebranchen.

Jernbanebranchen er i faktisk i hele den nævnte periode af særlig nationaløkonomisk betydning grundet dens position som nøjlebranche. Denne position besad branchen for det første fordi den "beskæftigede" store mængder af kapital (enten direkte eller via jernbranchen), der ellers ikke var investerbare, og for det andet fordi den næsten lige indtil århundredets udgang var det egentlige incitament til produktion for jernbranchen.

Mønsteret, som den engelske jernbanebranche udfolder sig i, er tidsmæssigt groft inddelt: 1. Branchen er i England i slutningen af 40-erne og en år-række frem udgangspunktet for hele den økonomiske fremgang på samfundsplan. Enorme mængder af jernbane anlægges først og fremmest i England og siden af både i det øvrige Europa og USA (og senere også andre steder). 2. Fra denne under 1. beskrevne dominerende rolle aftager branchens betydning med såvel de amerikanske som de tyske svarindustriens udvikling modsvarende den engelske. Og i 1873 er det i stedet for den engelske nu den amerikanske svar-(jernbane)industri, der er udgangspunktet for de industrielle metropolers konjunkturelle bevægelser. 3. Herefter aftager jernbanebranchens samfundsmæssige betydning i de vestlige stormagter. Dels fordi jernbanerne simpelthen i stor stil var komplererede, dels fordi jern efterhånden anvendtes til andre produktioner end lige jernbaneproduktionen.

Vi skal samtidigt med ovenstående brancheforløb fokusere på et særligt

kvalitativt element ved dette forløb - nemlig branchens afhængighedsforhold af vital karakter til videnskabsbaseret teknologi - i særdeleshed telegrafen.

Jernbanebygningen var en brydende faktor i springet fra lavkonjunktur før midten af sidste årh. til højkonjunktur efter århundredes midte. Dobb karakteriserer denne jernbanebygning i 40-erne og 50-erne i England:

"Selvom vi kalder disse årtier midt i århundredet for "jernbanens epoke", vurderer vi ofte ikke den unikke strategiske betydning højt nok, som jernbanen havde for den økonomiske udvikling i denne periode. Jernbanerne havde den uvuderlige fordel for kapitalismen, at den var enormt kapitalabsorberebde, på det punkt overgås de kun af den moderne krigsførelses udrustning og nås næppe af den moderne byudviklingsindustri."/6, s 392/.

Det var med jernbanebyggeriet, at der blev skabt investeringsmuligheder for den fra krisen (1815 - 48) brakliggende kapital. Og selv om det enkelske marked for jernbaner fra tid til anden i disse år syntes mættet, fandtes der den udvej for dette problem ved i skedet at investere i udenlandske jernbaner:

"... de 2000 miles jernbanelinie, der blev åbnet i Storbritanien i 1847 -48, må have absorberet næsten en halv million tons jern til skinner og skinnestole alene, eller en fjerdedel af jernproduktionen på den tid, og i følge Tooke gav jernbaneudlæggene beskæftigelse til 300000 "direkte og indirekte på jernbanelinien" i kulminationsåret. I 1860 var der blevet lagt ca. 10000 miles spor i Storbritanien og i Nordirland: et tal, som blev forøget med det halve mellem 1860 og 1870"/6, s 392/.

"... denne investering i udlandet var først og fremmest til jernbanekonstruktion i meget stort omfang, og tjente en dobbelt funktion ved at skaffe et profitabelt marked for kapital og ved at stimulere eksporten af britiske kapitalvarer."/6, s 393/.

Denne udlandsinvestering, som oftest bestående af lån, beløb sig til gennemsnitlig årligt i perioden 1850-75 til £ 15 mill. udover reinvesteringen af nettofortjenesten på tidligere investering, som i 1870-erne havde nået et niveau på £ 50mill. Og med disse investeringer fulgte en ikke mindre en ikke mindre samfundsmæssigt betydningsfuldt eksport - eksporten af det til jernbanerne nødvendige jern:

" Mellem 1850 og 1855 blev der sendt for £ 35 mill. jern til jernbaner til udlandet, og mellem 1865 og 1875 for £ 83 mill."/6, s 393/.

Den totale effekt af storstilet jernbaneudbygning i såvel England som på kontinentet og i USA (og med årene i Indien, Rusland og andre steder) blev selvfølgelig et til stadighed voksende jernbanenet. Denne vækst anskueliggør den flg tabel.

| Year | UK | Europ+UK | America | Rest of world |
|---------|------|----------|---------|---------------|
| 1840-50 | 6000 | 13000 | 7000 | - |
| 1850-60 | 4000 | 17000 | 24000 | 1000 |
| 1860-70 | 5000 | 31000 | 24000 | 7000 |
| 1870-80 | 2000 | 39000 | 51000 | 12000 |

Would railway mileage opened, per decade:
(to nearest thousand miles)./8, s 115/.

Væksten i jernbanenettet kunne imidlertid klart nok ikke fortsætte. Der findes oplagt grænser for hvor megen jernbane et geografisk afgrænset område kan belægges med:

"... sådanne markedsstimulerende faktorer (mængder af ikke benyttet kapital, der blot venter på en chance til at blive benyttet; vor tilf.), som vi har rådet op, er af flygtig natur. Deres effekt vil være et engangs fænomen og ikke vedvarende, i den betydning, at der er en grænse for den ønskede mængde jernbane på et givet areal af jordens overflade, og den særlige række opfindelser som skaber behovet for en industri til at forarbejde en ny type maskiner, kan bringe grundlaget for den ny industri frem en gang, men kan ikke vedvarende fortsætte med at fremkalde ny industrier."/6, s 394/.

Jernbaneproduktionen nåede da også sine foreløbige grænser i 1873. Men især i USA blev der ekspanderet lige til det sidste sammenbrud, der også markerede enden på samtlige de industrialiserede samfunds højkonjunktur fra 1848-73. En medvirkende årsag var at jernbanerne nu aftog mindre metal end tidligere - jernskinnerne var blevet skiftet ud med betydelig mere holdbare stålskinner:

"Jernbanebyggeriet, der havde udgjort en kraftig stimulus i midten af århundredet, var endelig ved at tage af, selv om man ikke kan sige, at det havde nået sit mætningspunkt, når man betænker den genoplivelse af jernbanebyggeriet, der indtrådte sidst i 80-erne, og udvidelsen af det til Afrika og Asien. I den syv år, der gik forud for krisen, var to-talmængden af jernbaner i USA blevet fordoblet, og i løbet af de sidste fire af disse syv år havde Amerika bygget ca. 25000 miles. Efter 1873 kom der et pludseligt stop i konstruktionsprojekter, og dette plusefald, som fandt sted samtidigt med finanskriserne i 1873 og 1874, var en vigtig årsag til sammenbruddet. Ydeligere forårsagede udskiftelsen af jernskinner med stål, som havde længere levetid, en mærkbar indskærnkning i behovet for det metal til udskiftning, som en given sporlængde krævede."/6. s 405/.

Desuden blev dette sammenbrud gjort ikke mindre effektivt overfor den engelske sværindustri af det faktum, at de tidlige 70-ere havde skaffet USA en selvstændig jern og stålindustri. /6, s 406/. Jernbanebranchen fik imidlertid aldrig en betydning modsvarende den, den faktisk havde nationaløkonomisk omkr. midten af sidste århundrede i England.

Endelig indeholdt jernbanebranchen et moment, der sidenhen er blevet mere og mere kendetegnende for nye teknologier - teknologiens videnskabsbaserede moment. I dette tilfælde var det ikke bare teknologien i sig selv, der besad dette moment, men derimod noget som ekspanderede i et nært vekselvirkningsforhold til jernbanen - den elektriske telegraf. For at få et rimeligt udbytte af jernbanen økonomisk var det nødvendigt med et kommunikationsmiddel, der opererede hurtigere end togene på jernbanenettet (meget hurtigere) - altså f.eks. telegraf. /10, s.13 og 22/

4.2.7. den kemiske industris udvikling 1848 - 96.

Den kemiske industri var i perioden 1848 - 96 meget sammensat, bestående af vidt forskellige produktioner, hvor den økonomisk mindre betydende del stort set bestod af glas-, papir-, gummi-, keramik-, cement- og aluminiumsproduktion, samt anden metallurgisk produktion (herunder ikke medregnet jern og stålindustrien)/11, s 269/. De innovationer der forekom i denne gren af kemiindustrien var derfor mindre betydningsfulde økonomisk set:

"Yet all of these improvements took place in what were still minor areas of industrial activity (ovenævnte industrier) -- the great days of rubber and cement, for example, still lay in the future; or, occurring as they did in the manufacture of final products, their impact on the economy as a whole was limited."/11, s 270/.

I denne del af den kemiske industri forekom en del innovationen i tiden 1848 - 96, både af naturvidenskabsbaseret karakter og af ren ingeniørekendelsesbaseret karakter / 11, s 269 f/; men pga. deres begrænsede økonomiske betydning skal kun flg. eksempel på en naturvidenskabsbaseret innovation nævnes:

"the Hall-Hérout electrolytic process for the refining of aluminium from bauxite (1886), which changed a precious metal used for spoons at the table of Napoleon III to a light, non corrosive industrial substitute for iron and steel in some of their applications."/11, s 269/.

Den samfundsøkonomisk mest betydningsfulde del af den kemiske industri i perioden 1848 - 96 var alkaliindustrien og den organisk kemiske industri:

"The great advances in chemical manufacture in our period had these qualities of immediate scope and ramifying consequences. The two most important were Solvay method of alkali manufacture and the synthesis of organic compounds."/11, s 270/.

Alkaliindustrien.

I den 2. industrielle revolutions opgangsfasen fra 1848 til midt i 70-erne var alkalikapitalen inde i en periode med tiltagende kapitalakkumulation. Dette viste sig igennem et voksende marked for alkali, som bl.a. voksede pga. den stigende levestandard:

"The demand for alkalis increased with that for textiles and soap, consumption of which rose with income, improved sanitation, and higher standards of living; and the introduction of esparto grass into paper manufacture, to supplement the manifestly inadequate supply of rags, called for large quantities of bleaching powder." /11, s 270/.

I tiden fra 1852 - 78 tredobledes britisk produktion af soda (soda ash) fra 72000 til 208000 tons. Produktionen af soda krystaller (soda crystals) voksede næsten lige så hurtigt, fra 61000 til 171000 tons, og produktionen af blegepulver voksede næsten otte gange fra 13000 til 100000 tons. De fleste af alkaliprodukterne blev aftaget på det britiske hjemmemarked, men en betydelig og stadig voksende del eksporteret. I første omgang til USA, senere til Frankrig efter handelsaftalen i 1860 og til det tyske forbund. Eksporten steg fra 16500 tons i 1847 til 273000 i 1876 - en stigning på over 1500 %. De kontinentale landes produktion var, skønt den var voksende, en mindre brøkdelt af den britiske./11, s 270/.

Denne periode med tiltagende akkumulation og markedseksponering muliggjorde en forøgelse af arbejdsproduktiviteten, som i begrænset omfang virkede som løftestang for akkumulationen, idet produktionen befandt sig på et fremskredens storindustrielt stade med høj teknisk sammensætning og en fremskreden adskillelse mellem det almene og konkrete dequalificerede arbejde:

" the industri had never used much labour, and the impact of such innovations was correspondingly limited. In 1862, around 10000 men were employed in the Leblanc manufacture of England and Wales, as against 400000 in textiles. Of these a fraction (less than a fifth probably) were needed to perform the chemical process proper; the rest were engaged in packaging, handling, and maintenance."/11, s 271/.

De nævnte innovationer var af mekanisk karakter og involverede ikke naturvidenskab, men var alligevel teknisk komplicerede. De kan derfor betegnes som almen ingeniørerkendelsesbaserede:

"This growth evoked several improvements in technique, mostly of an instrumental character and more labour- than materialsaving; larger decomposing pans; mechanical roasters; the revolving furnace (late 1860's); and the Shanks vat (1861), which made it possible to extract the black ash by means of hydrostatic pressure rather than by laborious shovelling from tank to tank./11, s 270/.

Den grundlæggende produktionsteknologi i alkaliindustrien: Leblancprocessen havde ikke forandret sig i løbet af den almene opgangsperiode 1848 - 73, selvom der var indtrådt omfattende teknologiske justeringer i produktionen. Ligeledes var den britiske dominans på markedet heller ikke truet; men dette ville ændre sig med starten på den almene nedgangsface 1873 - 96.

Leblanc-processen havde naturvidenskaben som basis/4, s 232/, og var beregnet til masseproduktion, men alligevel indeholdt den nogle væsentlige potentielle skranker for den fortsatte kapitalakkumulation. Der var en stor mængde spildstoffer fra produktionsprocessen, som ikke kunne gendnyttede (klor, kalcium, svovl og fosfor), og den skulle snart komme under konkurrence fra en anden proces, som havde meget lavere produktionsomkostninger.

I 1811 opdagede Fresnel en kemisk reaktionsproces, der kunne danne natriumbikarbonat (NaHCO_3) og ammoniumklorid (NH_4Cl) ud fra koncentrerede opløsninger af salt (NaCl) og ammoniak (NH_3), ved at behandle disse med kulsyre (H_2CO_3). Når processens ene resultat : natriumbikarbonat blev opvarmet omdannedes den til soda (Na_2CO_3), vand og kuldioksyd. Det eneste, men til gengæld meget vanskelige problem, var at genvinde ammoniak ud fra biproduktet ammoniumklorid. Det var belgieren Ernest Solvay, som løste de tekniske problemer, der var ved at formidle den abstrakte kemiske reaktion ned til en konkret produktionsproces, og det tog ham endnu ti år at perfektionere denne. Solvay-processen var således en teknologisk innovation der var baseret på naturvidenskaben, men som krævede en langvarig udviklingsperiode, der var baseret på almen ingeniørerkendelse. den nye Solvay-produktion var også storindustriell, og først i midten af 1870-erne kunne den konkurrere med og underbygge Leblanc-industriens produkter:

"By the mid-1870's, Solvays alkalis, even with the burden of royalty payments, could undersell Leblanc products as then produced by about 20 per cent. The greatest saving was in materials."/11, s 272/.

Analogt med stålproduktionen spredte denne nye metode sig ud over det europæiske kontinent. Den britiske industri, som udelukkende havde investeret i Leblanc-produktion, blev presset af den hårde konkurrence til at billiggøre sine produktionsomkostninger ved at økonomisere i form af effektiviserende

justeringer af Leblanc-processen. Her derjede det sig blandt andet om genvinding af klor ud af biproduktet saltsyre (HCl) (Weldons proces 1869 - 70). Som resultat faldt priserne på Leblanc-alkali til en trediedel i årrækken 1873 - 90. Igennem denne billigørelse blev britisk alkali konkurrencedygtig, hvorved britisk alkaliekспорт mere end fordobledes fra 1870 - 83 og næsten forblev på det samme niveau indtil 1895. Men herefter var Leblancprocessen og dermed britisk alkaliindustri dage talte.

Den organisk-kemisk industri.

Midt i 1850-erne opstod den organisk-kemiske industri, som en helt ny gren af den kemiske storindustri. Denne var som dens navn angiver afledt af den organiske kemi, som havde udviklet sig afgørende igennem første halvdel af det 19. århundrede. De væsentligste stadier i denne naturvidenskabelige udvikling var: faradays isolation af benzen i 1825, Wöhlers opdagelse af organiske stoffers isomeri i 1828, Hofmann og hans elevs analyse og fraktionering af kultjære, og Kekulé's teoretiske model af benzolmolekylet. De praktiske opdagelser, som for midlende forbindelse mellem selve den kemiske videnskab og dens nye storindustrielle anvendelse, blev gjort af briter, tyskere, der arbejdede i Storbritanien og franskmænd: I 1856 syntetiserede Perkin den første anilinfarve, som fik navnet mauve; Natanson og Verguin i Frankrig udviklede farven anilinrød eller magenta i 1859; i 1863 lavede Martius, som byggedes på Griess forskning, den første kommercielt anvendelige azofarve (Bismarck-brun); endelig lykkedes det i 1869 Perkin i England og Gräbe og Liederman i Tyskland at fremstille alizarin, som var den første kunstige farve til at erstatte en anturfarve, i dette tilfælde kraprød.

Britisk kapital havde økonomisk favolable startbetingelser for opbygninger af en organisk-kemisk farveindustri. For det første fordi man allerede i mod-sætning til andre lande havde en udviklet britisk industri, som arbejdede med organiske stoffer. Denne var uden videre i stand til at omstille sig til den nye organisk-kemisk produktion. For det andet blev den tidlige forskning i organisk kemi og teknologisk forskning som beskriver primært udført i England og sekundært i Frankrig:

"Not only was the bulk of the early research conducted in english laboratories, but in no other country had the distillation of coal tar for commercial purpose advanced so far. The same enterprise that produced heavy oil.... and 'naphta' ... could easily turn out 'light oils' as well."/11, s 275/.

Britisk og i mindre grad fransk organisk-kemisk industri dominerede derfor verdensmarkedet indtil engang i 1870-erne /11, s 275/. Men inden længe mistede britisk og fransk organisk-kemisk kapital konkurrencemæssigt terræn til tysk pga. forældede produktionsmetoder og "brain-drain" til Tyskland:

"In both countries, however, this early development was soon blighted. In Britain the coaltar amateurs were out of their depth, and the specialists lost their native country. All but a few firms stagnated or failed... In France, many of the products ruined each other by a costly patent war in the 1860's."/11, s 275/.

I løbet af Den store Depression 1873 - 96 overtog tysk organisk-kemisk kapital dominansen på verdensmarkedet, igennem en voldsomt forøget produktivitet. Ved århundredeskiftet var tysk verdensmarkedshandel 90 %:

"German output of dyestuffs soared. In the late 1860's, the industry was still small, dispersed, and essentially imitative. Scarcely a decade later, Badische Anilin, Höchst, AGFA, and the other held about half of the world market; by the turn of the century, their share was around 90 per cent."/11, s 275/.

Denne voldsomt forøgede arbejdsproduktivitet i tysk industri var opnået igennem en omfattende koncentration og centralisation af kapital, i modsætning til hvad der var skat for britisk kapital. Afgørende var her at tyske banker støttede af statsintervention formidle dannelsen af disse uhyre store kapitaler:

"One would note part played by the banks, with state backing, in providing the German chemical firms with capital on a scale that could not be matched in Britain, where the private investor still reigned supreme."/4, s 246/.

Kapitalkoncentrationen var mulighedsbetingelsen for at den teknologiske udnyttelse af naturvidenskaben kunne stige til et nyt niveau - i en bevægelse fremtvinget af akkumulationstvungen. Nemlig til niveauet for indførelsen af den systematisk naturvidenskabsbaserede innovation af arbejdsprocessen, hvor teknologiske innovationer søges opnået gennem bevidst teknologisk målrettet naturvidenskabelig forskning:

"The resulting large-scale structure gave the German industry great advantages in financing and using research, in being able to offer customers a complete range of dyes (where English firms could only provide a few) and so on."/4, s 246/.

Den britiske organisk-kemisk industri var sin dominansperiode fra 1850-erne til 70-erne naturvidenskabsbaseret, dvs. at innovationerne godt nok var resultater af naturvidenskabelig forskning, men en forskning der ikke var særligt bevidst eller målrettet. De naturvidenskabelige resultater var som oftest tilfældige /4, s 243 ff/, og blev derfor udnyttet som allerede forhåndenværende resultater. Det var denne på tilfældigheder beroende innovationsmåde, der var basis for engelsk organisk-kemisk industri og blev utilstrækkelig for akkumulationen, for derefter at blive afløst af tysk industris bevidste, målrettede forskning. afløsningen indtrådte da Gräbe (som nævnt) i Tyskland fremstillede alizarin, som resultat af forskning der var iværksat på grundlag af direkte ordre fra hans overordnede Beyer, samtidigt med at Perkin opdagede alizarin:

"This was the last of the great British developments and the first of a long series of major discoveries by German laboratories; it marked a shift in the locus of innovation. It also symbolized the arrival of purposive research." (vor understregning)/11, s 274/.

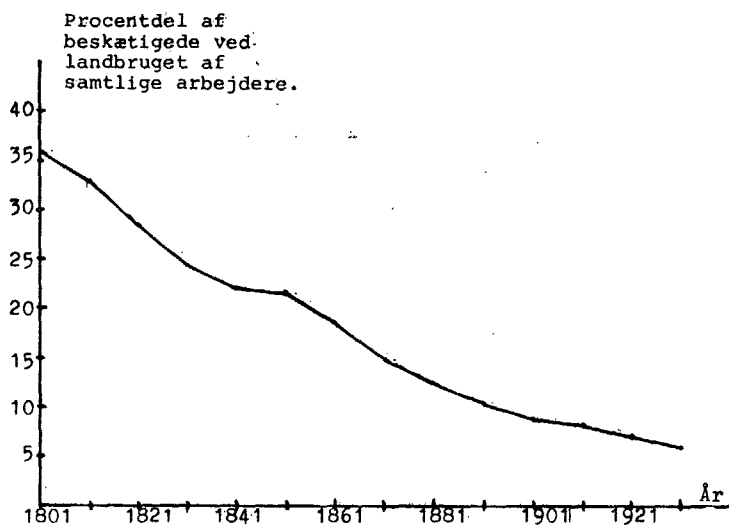
4.2.8. Landbrug.

Den lange deprissionsperiode fra omkring 1815 til 1840-erne, var så småt begyndt at slutte og priserne var begyndt at stige. Som følge af jernbanens udbygning i England kunne landbrugsvarerne hurtigt og billigt bringes fra det ene sted til det andet. Dette bevirkede sammen med den almene opgangsperiode, som var fra 1850 til midten af 1870-erne, at landbruget havde en voksende kapitalakkumulation og bedre priser for deres produkter.

Under den foregående depressionsperiode var man begyndt at mekanisere landbruget for derigennem at opnå en større produktivitet. Ved den første verdensudstilling i London i 1851 vistes en mængde forskellige maskiner, som skulle

effektivisere arbejdet indenfor landbruget, f.eks. forbedrede pløve, så- og gødningsmaskiner. En del af disse maskiner var drevet af dampmaskiner. Det var dog ikke kun på det maskinelle område der skete forbedringer, således åbnede man i 1843 et landbrugsforskningscenter. Forskningen gik bl.a. ud på at fremavle nye kornsorter, som gav et bedre udbytte. Justus von Liebig (1803 - 73) satte for alvor gang i den videnskabelige forskning omkring landbrugsjordens gødningsforhold. Liebig fandt f.eks. ud af hvordan man kunne fremstille fosfat ud fra svovlsyre og benrester, og i 1842 blev der åbnet en fabrik i Deptford, som skulle fremstille fosfat som kunstgødning. Udover kunstgødning fremstille der også kunstfoder./8, s 198/.

Selve landmanden var man også begyndt at undervise, da der i slutningen af 1830-erne var blevet åbnet den første landbrugsskole./1, s 51/. Medbegyndelsen af opgangsperioden fra 1850 til midten af 70-erne var der således sket betydelige forbedringer for hele landbruget, som resulterede i en voksende kapitalakkumulation. Disse forbedringer, der som karakterisk havde naturvidenskabsbaseret, var meget nødvendige for at landbruget skulle kunne brødføde den stadigt voksende befolkning. Samtidig med at den procentvise del af beskæftiget ved landbruget i forhold til resten af befolkningen stadigt faldt:



: Landbrugsbefolkningens procentvise fordeling fra 1801 til 1931.(4, s 327).

De mange forbedringer, som landbruget havde gennemgået, kunne dog ikke forhindre at importen af korn steg, således steg importen af hvede ca. 7 gange fra 1840 til midten af 1880-erne:

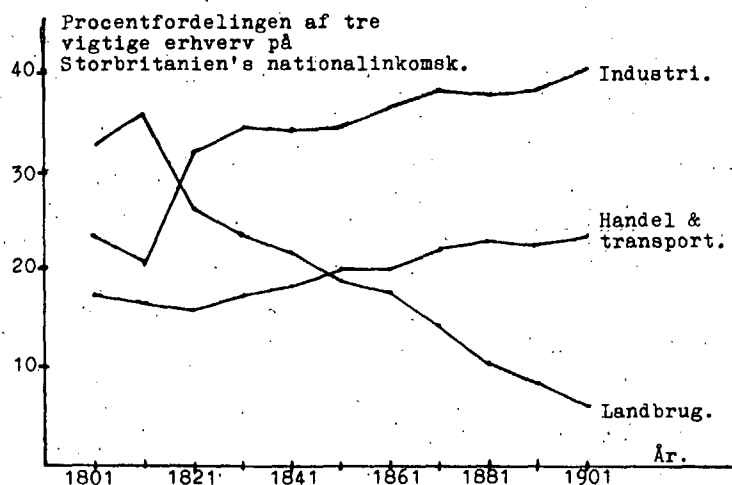
| år | import i 1000 tons. | år | import i 1000 tons. |
|--------|---------------------|--------|---------------------|
| 1840-4 | 2,02 | 1865-9 | 7,523 |
| 1845-9 | 2,509 | 1870-4 | 10,048 |
| 1850-4 | 4,176 | 1875-9 | 13,218 |
| 1855-9 | 4,054 | 1880-4 | 14,630 |
| 1860-5 | 7,320 | 1885-9 | 14,254 |

Storbritanniens import af hvede fra 1840 til 1889./ 8, s 198/.

Med ophævelsen af de forskellige love, som var blevet indført for at beskytte den engelske kornproduktion, i 1846, var der for alvor åbnet op for import af korn, men på grund af de store transportproblemer, som der var i alle andre lande end i England, var det kun i begrænset omfang at der kunne ske import af korn. Ophævelsen af beskyttelseslovene skal ses i lyset af, at landbruget havde stadig sværere at brødføde befolkningen. Samtidigt var industrien, som gik ind for frihandel, stærkt imod loven. Industriens fabrikanter var interesseret i at få så billige fødevarer til deres arbejdere, at arbejdslønnen kunne holdes nede/2, s 47/. Som følge af at Rusland og USA efterhånden havde fået opbygget et stort jernbanenet, begyndte korn, hovedsageligt hvede, at blive transporteret ud af landet. England var det vigtigste mål for denne eksport. Samtidig med at billigt korn strømmede mod England, blev der fra befolkningen stillet krav om eh mere varieret diæt, mere mælk og kød. Herved begyndte man i landbruget at producere animalske produkter. Dette medførte at man systematisk efter naturvidenskabelige retningslinier begyndte at forbedre husdyracerne bla. kvæg./2, s 19/.

Tiden indtil begyndelsen af 1870-erne havde været en gylden periode for landbruget. Med den store verdenskrise fra omkring midten af 1870-erne til 90-erne kom landbruget også ud i krise, som bl.a. medførte en omlægning af produktionen. Korneksporten for Rusland og USA var samtidigt kommet i gang for alvor, således at der i begyndelsen af 80-erne strømmede store mængder billigt korn til det engelske landbrug. Som før nævnt var allerede før krisen begyndt at producere animalske produkter. Krisen forstærkede overgangen til denne produktion. Da det næsten var umuligt for udenlandske producenter at eksportere frisk kød og mælk til England, var det netop indenfor den animalske produktion der var en mulighed for at undgå de værste af krisens konsekvenser./13, s 14/.

Under det 19. årh skete et vigtigt skred indenfor den britiske økonomi, hvor industrien overtog den plads, som den vigtigste erhvervssektor, som landbruget så længe havde haft, lige siden den prækapitalistiske tid:



Landbrug, industri og handel&transport erhvervenes procentfordeling på Storbritanniens nationalindkomst./3, s 166/.

Gennem hele perioden mister landbruget stadig mere terræn og med dette reduceres godsejernes politiske magt afgørende. Ved begyndelsen af årh. udgjorde landbruget ca. 32 % af nationalindkomsten for næsten konstant at falde gennem hele

århundredet til ca. 6 % i 1901. Krisens ophør indenfor landbruget dateres til omkring 1895. Overgangen til at producere forædlede landbrugsvarer havde haft en gunstig virkning, som igen begyndte at forbedre landbrugets indtjeningsmuligheder.

4.2.7. Kapital eksport.

Ud fra det foregående kan vi konkludere at højkonjunkturperioden 1848-73 var kendetegnet ved en høj kapitalinvesteringstakt, og med en meget stor udvidelse af industriens produktive apparat, der tog form af en udvidelse af fabriksanlæg og produktionen uden derved at sænke omkostningerne. Denne produktionsøgning oversteg efterhånden væksten i efterspørgslen, der medførte et fald i salgspriserne. I dette tilfælde blev et fald i profitabiliteten resultatet og en aftagende kapitalakkumulation, der var kendetegnet for den store depression.

Blant de mest nærliggende årsager til krisen i 1873, tildeles begivenheder på det udenlandske investeringsmarked normalt en førende plads./6, s 401/. På dette tidspunkt udgjorde disse investeringer en sikkerhedsventil for den engelske kapital. Det var hovedsagelig lån specielt til opbygningen af jernbaner, der tiltrak den engelske kapital i udlandet.

Som tidligere beskrevet var krisens

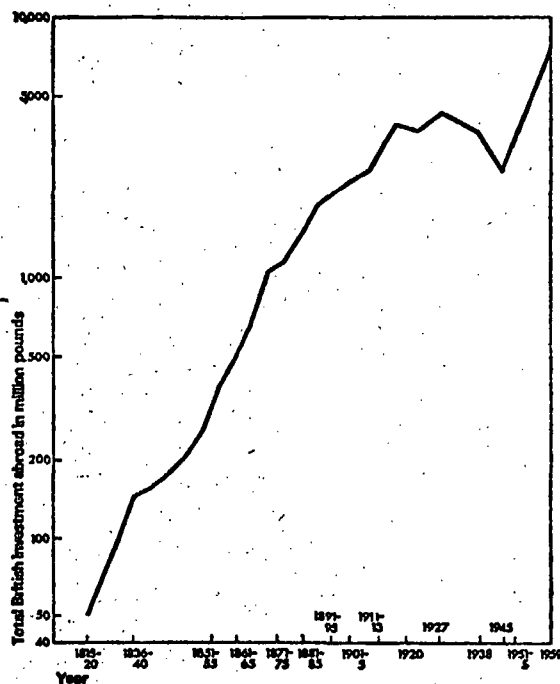
"Umiddelbare begrundelse forbundet med en pludselig tilstopning af denne sikkerhedsventil",

som resultat i forøgede investeringer på hjemmemarkedet. Denne ekspansion i produktionskapaciteten var særlig markant i kapitalvareindustrien (jern, stål m.fl.) i midten af 1870-erne. Mod slutningen af 1877 brød hjemmeinvesteringen også sammen, hvilket skyldes dels billige korntilførsel fra Rusland og USA, samt Tyskland's, USA's og tildels Frankrig's industrialisering.

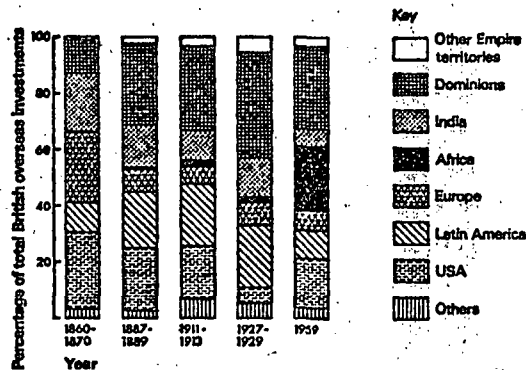
Den øget konkurrence i nedskæringen af priser og profitmarginer under depressionen, lagde grundlaget for centralisering, især indenfor sværindustrien. I Tyskland dannedes i 1870-erne sammenslutningen af producenter inden for jern- og kulindustrien, og i løbet af de tre næste årtier blev de mangedoblet både indenfor disse og andre industrier, omkring 1905 fandtes i nærheden af 400 karteller. De Forenede Staters nye industrier blev vidne i 1870-erne til opkomsten af truste. I England hvis industristruktur fundament, der var fastlagt i første halvdel af århundredet, var af individualistisk mønster, begyndte centralisationsbevægelsen først i slutningen af århundredet.

Den tyske og amerikanske centralisering udkonkurrerede stort set den engelske produktionsmiddelindustri på verdensmarkedet. Dette betød, at investeringerne i denne industri blev urentable hvilket tvang kapitalen til at finde nye investeringsområder i udlandet. De tidligere århundredes merkantilisme vandt terræn igen, denne interesse i investering i udlandet blev afgørende kendetegn ved den nye periode, 1896 - 1914.

"Udvidelsen af investeringsfeltet og søgen efter nye markeders stimuli for at muliggøre, at produktionsudstyret kunne arbejde med fuld kapacitet og kapløbet om opdelingen af de uudviklede dele af kloden i lukkede territorier og privilegerede markeder, blev hurtigt dagens orden."/6, s 409/.



British foreign investments



Geographical distribution of British foreign investments

/8/

Kapital eksporten til de oversøiske markeder kom til at fungere som en sikkerhedsventil for den engelske kapital. Ved faldende kapitalakkumulation på hjemmemarkedet, eksporteredes kapitalen ud af landet. Hjemmemarkeds sammenbrud i 1877 bevirkede af eksporten af kapital ekspanderede, fra at udgøre ca. 20,9 % af den totale kapitaldannelse, dvs. £ 19,5 mill. til at udgøre ca. 51,2 % af den totale kapitaldannelse med lokalt max. i 1889 på £ 122.9 mill.

4.3 Konklusion

Den anden industrielle revolution er ud over at være navnet på en periode, hvor den kapitalistiske produktionsproces for anden gang generelt set revolutioneredes og dermed overgik til et højere teknologisk niveau, også navnet på en konjunktursvingning. Opgangsfasen løber fra 1848-73 og nedgangsfasen, "Den store Depression" fra 73-96.

Af årsager til opgangsfasens indledning skal resumeres det voksende eksportmarked for britisk produktionsmiddelindustri, stigende muligheder for kapitaleksport og den infrastruktur, der var opstået gennem transportrevolutionen, som blot ventede på at blive benyttet af den storindustrielle kapital. Det videre forløb af opgangsfasen er tæt sammenknyttet med indførelsen af innovationer af naturvidenskabsbaseret karakter, som muliggør en tiltagende akkumulation af relativ merværdi. Disse innovationer grunder sig på tilfældige eller allerede foreliggende naturvidenskabelige resultater. Jernforbearbejdningsindustrien forvandles fra en smedjærnsindustri til en stålindustri, netop fordi sådanne innovationer muliggjorde en storindustriel masseproduktion af billigt stål i løbet af opgangsperioden, hvor de udbredtes generelt og sikrede gunstig kapitalakkumulation. Disse innovationer var Bessemer-processen og Siemens-Martinprocessen, og det er som allerede nævnt ikke helt entydigt, at disse kan klassificeres som naturvidenskabsbaserede. Der skete også en revolutionering af maskinfremstillingen. Under den første industrielle revolution var dampmaskinerne håndværksmæssigt/manufakturert fremstillede, hvilket vil sige at selve produktionsteknologien ikke var naturvidenskabsbaseret. Først i den 2. industrielle revolutions opgangsperiode dannedes en egentlig storindustriel masseproduktion af dampmaskiner - nu indgik naturvidenskaben både som erkendelsesmæssig forudsætning for arbejdsmiddel og -genstand; og det er først med denne storindustrielle masseproduktions opståen, at maskinindustrien bliver en produktionsgren af økonomisk betydning, som hurtigt akkumulerende leverandør til bl.a. det voksende eksportmarked. Jernbanen bliver som nævnt en teknologisk-infrastrukturel forudsætning for opgangsfasen baseret på dampmaskinen som kraftmaskine af naturvidenskabsbaseret karakter. Men med jernbanenettets fuldstændiggørelse i 1870-erne bortfalder de store investeringer i jernbanekonstruktion og dermed den samfundsøkonomiske betydning. Også den kemiske industri er fra sin skabelse omkr. 1850 udelukkende naturvidenskabsbaseret på et storindustrielt stade, og dennes tiltagende kapitalakkumulation realiseres derfor ligeledes gennem naturvidenskabsbaserede teknologier. Endnu en produktionsgren, der også oplevede opgangsperiodens tiltagende akkumulation, var landbruget, som nu blev en naturvidenskabsbaseret storindustriel produktion på linie med alle andre brancher: af naturvidenskabsbaserede innovationer var der tale om dampdrevne landbrugsmaskiner, kunstgødning o.s.v., og som sådan var alle britiske produktionsgrene afhængige af og baseret på naturvidenskabsbaseret teknologi. Dette gjaldt også de to produktionsgrene som ikke oplevede nogen forandring af det teknologiske niveau i opgangsfasen, og det var kul- og bomuldsindustrien, der begge havde dampmaskinen som integral komponent. Ja, selv de britiske udenlandsinvesteringer som mere end 5-dobledes, var hovedsageligt anbragt i produktioner, der var af naturvidenskabsbaseret karakter, hvoraf de udenlandske jernbaner var de væsentligste. Den anden industrielle revolu-

tions opgangsfase var den periode, hvor kapitalakkumulationens stadige fremadskriden nødvendiggjorde en fuldstændig overgang til naturvidenskabsbaseret teknologi og dermed storindustri som grundlag for kapitalakkumulationen.

Af grunde, som allerede er nævnt tidligere, satte "Den store Depression" sig igennem i årrækken 1873-96. Denne periode skulle blive katastrofal for den britiske kapital position på det verdensmarked, som netop var kommet op at stå i opgangsfasen. Den britiske kapital, som indtil 1873 havde været enerådende på verdensmarkedet, skulle nu blive udkonkurreret af mere akkumulationsdygtige nationalkapitaler, først og fremmest den tyske og den amerikanske. Men, hvor kom denne akkumulationsdygtighed fra? - Jo, generelt set var "Den store Depression" kendetegnet af at den britiske nationalkapital blev på det eksisterende teknologiske niveau og den eksisterende produktionsmålestok, uden at lave andet end teknologiske småforbedringer af den herskende produktionsteknologi. Andre nationalkapitaler, hvorunder den tyske og den amerikanske skal fremhæves, benyttede sig af meget mere radikale strategier. Den amerikanske kapital koncentreredes og centraliseredes på et højere teknologisk niveau, og man udnyttede den naturvidenskabsbaserede teknologi til denne opstigning. Den tyske gjorde ligeså, men i Tyskland udnyttede man endnu mere radikale innovationsmåder. I konkurrencen, om hvilken nationalkapital der skulle indtjene de største profitter, var tysk kapital foregangsmand med en ny innovationsmåde: den teknologisk målrettede naturvidenskabelige forskning i større organisatorisk målestok, som skulle blive en uundværlig nødvendighed for kapitalens fortsatte akkumulation i det 20. årh. Nærmere bestemt var det den tyske organisk-kemiske farveindustri, der indførte denne nye innovationsmæssige basis, og overgik til et nyt teknologisk niveau under "Den store Depression". Britisk kapital mistede ligeledes sin førerstilling i stålindustrien og i den nys skabte elektrobranche. Tyskerne overtog simpelthen den britisk udviklede Gilchrist-Thomas-proces, samt initiativet i den teknologiske udvikling af elektroudstyr. Resultatet var, at amerikansk og tysk kapital ved udgangen af "Den store Depression" havde overtaget den absolutte dominans i verdensproduktionen af elektroudstyr, stål, alkali og organisk-kemiske produkter. Britisk kapital var således ikke længere indehaver af "The workshop of the World". Verdenskapitalens produktionsmiddelindustri var nu på tyske og amerikanske hænder. Også britisk landbrug gik det ned ad bakke for, til trods for at man indførte (naturvidenskabsbaserede) biologiske kvægavlsmetoder, idet kornproduktion og uldavl blev udkonkurrerede af udenlandsk kapital. Her var der igen tale om at især amerikanske, men også russiske produktioner kunne producere billigere.

Som vi vil se var den økonomiske opgangsfase 1896-1914/18 blot den endelige stadfæstelse af den britiske underlegenhed overfor tysk og amerikansk kapital, og i den henseende blot forlængelsen af den udviklingstendens, som satte sig igennem under "Den store Depression". Britisk kapital havde således forsømt at udnytte den naturvidenskabsbaserede teknologi. En forsømmelse byggende på at man ikke havde udnyttet forhåndenværende naturvidenskabelige resultater fuldt ud og istedet "foræret" dem væk til især tysk kapital, samt at man ikke havde lavet pionerarbejde indenfor den nye innovationsmåde: teknologisk målrettet naturvidenskabelig forskning i større organisatorisk målestok, og endelig at man ikke havde koncentreret og centraliseret sin industri i samme

størrelsesorden som den tyske og amerikanske.

Grunden til denne teknologisk-naturvidenskabelige forsømmelse var, at britisk kapital i modsætning til andre kapitaler havde et stort kolonirige, som var et potentielt profitabelt eksportmarked for kapital. Disse kolonier havde billige råvarer, og kunne samtidig aftage britiske industriprodukter. Der kunne derved hentes tilstrækkelige profitter her, så det var ikke nødvendigt for den britiske kapital at investere i naturvidenskabsbaseret teknologi og koncentration. Men på langt sigt viste det sig fordelagtigt for især tysk og amerikansk kapital, at de blev tvunget til at kravle over, hvor gædet var højest.

Denne akkumulationsbegrundede forklaring, som vi fremsætter her på den britiske mangel på teknologisk interesse i naturvidenskaben, skal modstilles andre forklaringer, som tilskriver denne utilbøjelighed en konservativ "modvilje".

Litteratur:

- 1: Abby, J.: The Agrarian Revolution. London 1972
- 2: Baunsgaard, B.: Verdenshistorien, 10; tiden 1815-70. Gyldendal 1973
- 3: Byatt, J. C. R.: The British Electrical Industri 1875-1914. Oxford 1979.
- 4: Cipolla, C.: The Fontana Economic History of Europe, The industrial Revolution. Fontana Books 1973.
- 5: Deane & Cole: British Economic growth 1688-1959. Cambredge 1969.
- 6: Dobb, M.: Fra feudalisme til kapitalisme. Rhodos 1975.
- 7: Hall, A. R.: The Export of Capital from Britain 1870-1914. Methuen & Co. Ltd. 1968.
- 8: Hobsbawm, E. J.: Industry and Empire. London 1968.
- 9: Jensen, E & B. Kledal: Den industrielle revolution, England 1780-1850. Gjellerup 1973.
- 10 Kieve, J.: The electric Telegraf, David & Charles Newton Abbot 1973
- 11: Landes, D.: The Unbound Prometheus. Cambridge 1969.
- 12: Mandel, E.: Senkapitalismen.
- 13: Singer, C et al.: A History of Technology. Oxford 1972
- 14: Dillard, D.: Västeuropas och Förenta staternas ekonomiske historia Gleeerups.

KAPITEL V

OPGANGSFASEN 1896-1914/18.

1. Den britiske totalkapitals akkumulation 1896-1914/18.
2. Akkumulationsbevægelse og branchestruktur.
 1. Jern-, stål-, kul-, maskin-, bomulds- og landbrugsproduktionen.
 2. Den kemiske industri.
 3. Elektroindustrien.
 4. Kapital eksport.

5. OPGANGSFASEN 1896 - 1914/18

5.1. Den britiske totalkapitale akkumulation

"Rostow har opsummeret resultatet af kapitalisternes erfaringer under den store depression på følgende måde: de "begyndte at søge udveje for snævre profitmarginer på de sikrede fremmede markeder ved direkte imperialisme, toldpolitik, monopol-dannelse, arbejdsgiversammenslutninger." /3,s409/

Midlet, som havde været det betydeligste for kapitalen til at overleve den lange depression indtil 1896, var for den engelske kapital vedkommende kapitalexport. Dette var dog ikke den internationalt set mest benyttede kriseløsning - de øvrige kapitalistiske metropoler anvendte i langt højere grad produktionapparateffektivisering gennem centralisering og koncentrering på et højere teknologisk niveau. Når der på dette tidspunkt forekom produktionsforøgelse i England, fremkom disse i form af extensive sådanne: Produktionen blev forøget uden en forhøjelse af det niveau.

"Som professor Clapham har skrevet, kulindustrien har været "værré end stagnerende i effektivitet siden 1900"; der var sandsynligvis en faktisk nedgang i byggeindustriens effektivitet, hvis den måles i arbejdsproduktivitet, fra 1890 til 1911; i bomuldsindustrien "var omkostningsbesparelserne ved hjælp af maskineri opnået for længe siden". Der skete ingen fundamental forbedring af højovnen og dens tilbehør fra 1886 til 1913. I ingen industri forekom der nogen reorganisation, som kunne have hjort arbejdskraften mere produktiv." /3,s415/

Samtidig accentueredes flg. behov, der var latente for de kapitalistiske produktioner overalt : Et behov for et større marked til at afsætte de masseproducerede varer på, og et behov for en forøget forsyning af råvarer til at opretholde masseproduktionen med.

Behovene for råvarer ændredes tilmed så dagens lys i det 19. årh.'s sidste decennier. Ikke alle råvarerne forefandtes i Europa - f.ex. kobber, tin, gummi, saltpeter, fosfater o.a.

I denne situation så i særdeleshed den engelske kapital sig nødsaget til at anlægge kolonier på imperialistisk vis. Enorme områder i alle egne af verden blev indlemmet i et afhængighedsforhold til forsk. kapitaler.

"I Asien annekterede Storbritannien i løbet af de samme ti år (80'erne, gr.2) Burma og underlagde sig Malakkahalvøen og Baluchistan... På samme tid foregik der et kapløb mellem de tre stormagter om øerne i Stillehavet." /3,s408/

Sagen var den at den vedvarende krise i 80'erne og 90'erne havde gjort investering af kapitalmasser som produktiv kapital til et så risikobetonet foretagende, at de store mængder af ophobet kapital søgte andre veje for at realisere profit og her opstod kapitalexporten. Dette foregik som investering i anlæggelsen af og udvidelsen af kolonierne.

"1904 var året, hvor de britiske investeringer i udlandet begyndte deres opsigtsvækkende stigning.... I 1906 var tallet for kapitalexport L 104 mill., et beløb, der oversteg det tidligere højdepunkt for investering i udlandet i 1872 og 1890. I 1907 var det L 141 mill. eller næsten 75% større end i 1890. Derfra steg det, trods en standsning i 1908 og 1909, til L 225 mill. i 1913." /3,s413/

De trygge markeder, den udvidede og billige råvarer-forsyning og den store kapitalexport bevirkede tilsammen at konjunkturerne vendte i England i 1896.

"Der er næppe tvivl om at det i England var genoplivelsen af kapitalexporten og de nye muligheder, som den nye imperialisme tilbød, der var den væsentlige faktor i den nye velstandsbølge fra 1896 til 1914." /3,s411/

Kapitalexporten kunne optræde på flere forskellige måder - eksempelvis som långivning eller ved køb af aktier. Jernbaner, dokker, offentlige foretagender, telegraf og sporveje, minedrift, plantager, jordbelåningsselskaber, banker, forsikrings- og handelsselskaber var de mest foretrukne investeringsobjekter under investeringshøjkonjunkturerne. Men efterhånden blev egentlig industriproduktion også et yndet investeringsobjekt for engelsk kapital. C.K. Hobson skrev således i 1906:

"det ser ud til at forhindringerne for succesrig investering i udlandet i industriproduktionen bliver overvundet." /3,s413/

I kølvandet på den store stigning i kapitalexporten fulgte en betydelig stigning i vareexporten. Denne effekt slog imidlertid først igennem efter århundredeskiftet.

De store engelske udenlandsinvesteringer affødte en feed-backeffekt. Der blev nemlig i forbindelse med investeringerne skabt et behov i udlandet for et derliggende produktionsapparat og her trådte så den engelske kapitalvarer-industri til.

"Fra kun L 226 mill. i 1895 (og L 263 mill. i 1890) var exporten af britiske produkter og industrivarer nået op på L 282 mill. i 1900..... I 1906 havde eksporttallet nået L 375 mill. og i 1910..... nåede det L 430 mill." /3,s413/

Den for den engelske kapital ønskede effekt af koloniindlemmelsen i form af et større marked for engelske industriprodukter udeblev således ikke. Gennem imperialismen - den åbenbare politiske undertrykkelse af kolonierne for at sikre den økonomiske udbytning af disse - var der blevet skabt et verdensmarked, der aftog vareproduktionen. De i kolonierne producerede råstoffer udvikledes enten med eller uden magt til England og kom tilbage til kolonierne i form af varer på tilsvarende vis. En form for pendul - eller trekant-handel var hermed etableret.

Visse problemer var imidlertid under optrapning for den engelske kapital på dette tidspunkt i selve England. Nogle forhold som processerede var ved at forringe den britiske kapital konkurrenceevne betydeligt.

Dels var der tegn på en betydelig langsommere udvikling af omkostningsreducerende forbedringer i industrien; dels var bytteforholdet Storbritannien og resten af verden imellem begyndt at vende sig til det dårligere for den engelske kapital. /3,s416/

Endelig må vi slå imperialismens grundlæggende forudsætning fast. Det var den industrielle revolution indenfor transport og kommunikation, som den foregående periodes udvidelse af industrialiseringen havde medført. Der kunne transporteres relativt billigt over store strækninger v.h.a. et ret udbygget jernbanenet og dampskibe. Der kunne ligeledes kommunikeres relativt billigt over store afstande. Telegrafene sikrede denne funktion. Både dampmaskinen og telegrafene var dermed de naturvidenskabsbaserede forudsætninger for imperialismen. Ud over den imperialistiske udbytning, der fore-

gik af de koloniale lande, gennem det ulige bytte der blev gennemtvunget med magt; så var værdiøgningen nu næsten fuldstændig baseret på naturvidenskabsbaseret teknologi.

5.2 Akkumulationsbevægelse og branchestruktur

5.2.1. Jern-, stål-, kul-, maskiner-, bomuld-, og landbrugsproduktion

Som opsummering kan nævnes, at den faktor, som var den afgørende for skabelsen af den nye højkonjunktur i årene 1896 - 1914/18, var det stigende kapitalafkast og den stigende kapitalakkumulation i den eksporterede kapital. Højkonjunkturen var dog allerede indledt af andre årsager end ovennævnte i årene før 1904. Først med dette år bidrog afkastet af en nu tiltagende udenlandsinvestering væsentligt i stabiliseringen af den allerede indledte højkonjunktur. Denne investeringsbølge fortsatte indtil omkring 1. verdenskrig, og under denne bølge var de foretrukne investeringsobjekter både inden for transport, statslig virksomhed, kommunikation, minedrift, landbrug etc.; med en udviklingstendens mod stadigt større investeringer i egentlig storindustri. Udenlandsinvesteringerne, som i det store hele gik til koloniale og halvkoloniale lande, havde dermed tyngdepunkt i produktioner, der var maskiniserede (damp). De pågældende lande var pga. deres industrielle underudviklethed ikke i stand til at forsyne sig selv med de fornødne maskiner eller materialerne dertil. /3, s. 411 f./ I stedet blev behovet rettet mod de storindustrielle kapitalistiske lande med en udviklet maskin- og sværindustri - herunder Storbritannien, der således financerede den økonomiske opgang i sin egen maskin- og sværindustri:

"Forbindelsen mellem eksport af kapitalvarer og investering i udlandet viser sig tydeligt i den omstændighed, at jern- og ståleksporten op til 1904 kun angiver en beskedent tonnagevækst i forhold til midten af 90'erne, og var lavere i 1903-04 end den havde været fra 1887 til 1890. Det var efter 1904, at den opadgående bevægelse i tonnage, og endnu mere i værdi, forekom. Eksport af maskineri især til tekstilfremstilling, voksede også, og fra 1909 til 1930 holdt den et årligt gennemsnit, som var næsten tre gange niveauet fra 1881-90." /3: s. 414/

Ligeledes finansieredes opgangen i rederiindustrien, der så igen stimulerede kapitalakkumulationen i maskin- og sværindustrien:

"I kølvandet på jern og stål og maskinfabrikation fulgte skibsbygning, som i 1906 måede, hvad The Economist kaldte "en tidligere set aktivitet" ved at søsætte mere end en million tonnage på et år." /3: s. 414/

Eksportboomets gennemslag i stål- og jernproduktionen ses af nedenstående tabel. Eksporten som procent af totalproduktionen falder efter 1885/89 for igen at stige i 1900/04. Dette virker så ind på råjernsproduktionen som har været stagnerende i årtiet omkring århundredskiftet og dermed vokser i 1905/07.

| Annual averages for | Production of pig-iron (000 tons) | Estimated value of gross product (£m.) | Exports as percentage of gross product |
|---------------------|-----------------------------------|--|--|
| 1875-79 | 6,381 | 102.44 | 32.8 |
| 1880-84 | 8,366 | 122.36 | 37.2 |
| 1885-89 | 7,661 | 103.47 | 40.1 |
| 1890-94 | 7,285 | 112.20 | 38.5 |
| 1895-99 | 8,638 | 122.29 | 36.2 |
| 1900-04 | 8,639 | 123.85 | 42.0 |
| 1905-07 | 9,944 | 142.54 | 50.0 |

/2; s 225/

Denne ekspansion i kapitalakkumuleringen og produktionen i den samlede britiske jern- og stålindustri i begyndelsen af de 20. århundrede foregik ved kvantitativ udvidelse af produktionen på det eksisterende teknologiske niveau, som stammede fra starten af "Den store Depression":

"Der skete ingen fundamental forbedring af højovnen og dens tilbehør fra 1886 til 1913. I ingen industri forekom der nogen reorganisation, som kunne have gjort arbejdskraften mere produktiv.

.....siden 1870 "har industrien i Storbritannien hinket efter resten af verden, både i absolut og relativ forstand": den kunne karakteriseres ved "at forsømme at udvikle tekniken" og "mangel på fleksibilitet", samtidigt med at driftsherrerne "ikke var indstillet på at påtage sig de store kapitaludgifter, der var nødvendige for en mekanisering i et tilstrækkeligt omfang", og med en langvarig forsømmelse af udviklingen af anlæg og organisation" til følge."

/3: s. 415f/

På trods af den voksende jern- og stålproduktion blev den britiske jern- og stålindustri's produktion overhalet afgørende af sin anden store konkurrent - den tyske jern- og stålkapital i tiåret fra 1900-1910. Den amerikanske havde allerede taget føringen:

| År | Storbritannien | Førenta staterna | Tyskland | Værdens sammanlagda produktion |
|------|----------------|------------------|----------|--------------------------------|
| 1870 | 5 964 | 1 665 | 1 240 | 11 840 |
| 1880 | 7 749 | 3 835 | 2 429 | 18 160 |
| 1890 | 7 904 | 9 203 | 4 035 | 26 750 |
| 1900 | 8 960 | 13 789 | 7 429 | 39 810 |
| 1910 | 10 012 | 27 304 | 12 905 | 64 760 |
| 1920 | 8 035 | 36 926 | 6 299 | 62 850 |
| 1930 | 6 192 | 31 752 | 9 542 | 79 400 |
| 1960 | 16 000 | 62 300 | 27 200 | 258 000 |

Råjernsproduktionen i de vigtigste producerende lande 1870-1910 (i tusind pruttoton) /

Den tyske kapital havde som sagt oplevet en omfattende koncentration i sammenhæng med en omfattende teknologisk fornyelse, og den amerikanske og tyske kapital havde oplevet en centralisation i form af kartel- og trustdømmelse i stor målestok. Den britiske kapital var sejlet agterud konkurrencemæssigt, da den ikke havde gennemlevet tilsvarende koncentration og centralisation i stor målestok:

"I Tyskland dannedes i 70'erne sammenslutninger af producenter inden for jern- og kulindustrien, og i løbet af de næste fire årtier blev de mangedoblet både inden for disse og andre industrier, indtil det i 1905 konstateredes (af det års kartelkommission), at der fandtes i nærheden af 400 karteller....
..I England nåede stabile former for prisaftaler sandsynligvis ikke nogen større dimension før begyndelsen af det nye århundrede, og selv i jern- og stålindustrien begyndte sammenslutningsbestræbelserne sidst i 90'erne." /3: s. 407/

Årsagen til at britisk jern- og stålkapital ikke blev centraliseret og koncentreret i stor målestok som amerikansk kapital og især tysk kapital var som nævnt at britisk kapital havde profitable investeringsmuligheder i de britiske kolonier - en mulighed som tysk kapital ikke havde i nævneværdigt omfang. Således blev resultatet efter den store depressions afslutning, at den tyske jern- og stålkapital, som havde været økonomisk tvunget til koncentration/centralisation, udkonkurrerede britisk på verdensmarkedet p.g.a. sin mere rationelle organisering af produktionen.

For kulindustrien forholdt det sig på samme måde, som for resten af sværindustrien i den almene opgangsfase fra 1896 til 1914/18. Hovedparten af investeringerne foregik i koloniale og halvkoloniale lande. Dette fik to afgørende konsekvenser for kulindustrien. For det første foregik udvidelsen af kapitalakkumulation og kulproduktion på samme teknologiske niveau, p.g.a. den manglende investering i teknologiske innovationer:

"mens investeringerne hjemme såvel som i udlandet skred frem med en anseelig (men sammenlignet med 1865-95 en noget langsommere) hast, og produktionsudstyret som følge heraf voksede med en størrelse omkring 20 procent per årti, var den tegn på en betydelig langsommere udvikling af omkostningsreducerende forbedringer i industrien. Som professor Clapham har skrevet, kulindustrien har været "værre end stagnerende i effektivitet siden 1900". /3: s. 415/

Ligeledes førte den manglende investeringsmæssige satsning fra britisk side på rationalisering af produktionen til at koncentration og centralisation i stor målestok blev forsømt (se forrige citat). For det andet financerede fremmedinvesteringerne ligesom i anden sværindustri en opgang i kuleeksporten; men britisk kulkapital stod konkurrencemæssigt forholdsvis svagt på verdensmarkedet, p.g.a. den lave produktivitet:

"By 1913 nearly a third of the coal output of the United Kingdom went to foreign markets, but world output of coal was then eight times as large as it had been half a century before, whereas British output had merely trebled." /2: s. 220/

Der skete følgende ændringer i britisk kulproduktions afsætningsmarked fra 1887 til 1913: eksportmarkedets andel var vokset fra 15 til 32,5%, jernindustriens var faldet fra 16,5 til 11% og hjemmeproduktion/husholdningernes andel var faldet fra 17,5 til 13,5%.

Bomuldsindustrien var også ramt af kapitalflugten til udlandet, og der blev ikke investeret i teknologiske innovationer i perioden 1896-1914/18. og produktionen udvidedes således kun kvantitativt:

"...i bomuldsindustrien "var omkostningsbesparelserne ved hjælp af maskineri opnået for længe siden." /3: s. 415/

I opgangsfasen 1896-1913 foregik udvidelsen af bomuldsproduktionen udelukkende ved ekspansionen af de oversøiske markeder i de underudviklede lande, som den var blevet totalt afhængig af;

| år | Europa og USA | U-lande | Andre lande |
|------|---------------|---------|-------------|
| 1820 | 60.4 | 31.8 | 7.8 |
| 1840 | 29.5 | 66.7 | 3.8 |
| 1860 | 19.0 | 73.3 | 7.7 |
| 1880 | 9.8 | 82.0 | 8.2 |
| 1900 | 7.1 | 86.3 | 6.6 |

Eksport af uldvarer i % af totaleksporten. / : s. 146/

Dobb beskriver den kvantitative stigning i eksporten af bomuldsprodukter efter den store depression således:

"Skønt garn- og tekstilprodukter nu kun udgjorde en tredjedel af al eksport (i 1850 havde den udgjort 60 procent målt i værdi), så var totalmængden af bomuldsvarer, der blev eksporteret fra 1909-13, 40% større end den havde været i 1880-84.
/3: s. 414/

Britisk landbrug blev igennem den store depression udkonkurreret af billige amerikanske og russiske landbrugsprodukter på hjemmemarkedet. Resultatet var at urentable dele af landbruget udrensedes af krisen, og kapital frigjordes for derefter i lighed med den øvrige kapitalflugt at blive eksporteret til koloniale og haovkoloniale lande, som rummede mere fordelagtige investeringsmuligheder. Korn dyrkning og uldavl blev udsat for en alvorlig udrensning af krisen, men kvægavl og mejeribrug klarede sig:

not all British farming collapsed. Cereals and wool suffered: but livestock and dairy farming did not, and in general the sort of mixed farming which the scots had, fortunately for themselves, had imposed on them by their implacable climate was in no trouble."
/4: s. 199/

Ligeledes var andre europæiske landes landbrugskapitaler ramt af "Den store Depression", men i modsætning til i Storbritannien reagerede disse ved en omfattende især kapitalcentralisation og -koncentration i form af oprettelse af kooperativ landbrugsdrift og mindre forbedringer i produktionsprocessen:

"The strenght of these lively and modernminded farming communities lay major technological transformations of production, but rather in revolutions of processing, storage, marketing and credit, and especially in the spread of cooperation for these purposes. Under the pressure of crisis such cooperative methods developed fast everywhere - except in Britain." /4: s. 200/

Britisk landbrug mistede således konkurrencemæssigt terræn på mange områder og resultatet af den store depression var derfor en omfordeling af den internationale arbejdsdeling inden for landbrugsproduktionen - en omfordeling som bl.a. dansk landbrugskapital fik gavn af. Dette var situationen efter den store depression. Der var en udtalt tendens imod at især britisk kornproduktion gik ned af bakke, på bekostning af kvægbrugsproduktionen i løbet af den almene opgangsfasen for britisk kapital i årene 1896-1914:

"In 1872, at the peak of the golden age, 9.6 million acres were under cereal crops, 17.1 million under pasture, In 1913 there were 6.5 million acres under cereals, and 21.5 million under pasture." /4: s. 199/

Denne almene opgangsfase slog også igennem i landbrugsproduktionen, men i moderat grad, fordi ligesom i andre produktioner forsømtes investeringer i produktionsforbedringer og kapital blev trukket ud af landbruget til andre mere profitable investeringsområder:

"By Edwardian times (1901-10) agriculture once again seemed moderately stable, though some of the profits were due to a decline in expenditures on maintenance and investment." /4: s. 199/

5.2.2. Den kemiske industris udvikling.

Alkaliindustrien.

Som opsummering skal det nævnes, at igennem hele "Den store Depression" var den britiske alkaliindustri, som udelukkende var af Leblanc-typen, i skarp konkurrence med andre vestlige lande især Tyskland, som udelukkende producerede alkali efter Solvay-metoden. Den ellers ineffektive britiske Leblanc-produktion var blevet gjort mere konkurrencedygtig ved geninvinning af klor ud fra biproduktet saltsyre. Men introduktionen af nye elektrolytiske metoder i 1890'erne til at fremstille klor og ætsemidler, remte efter 1895 den britiske Leblanc-industri på dens mest profitable del af produktionprocessen /5: s. 272/. Resultatet var at britisk alkalikapital nu for alvor blev underlegen på verdensmarkedet. I 1904 var hele den amerikanske og 65% af den tyske klorproduktion elektrolytisk. De tilsvarende til for fransk og britisk klorproduktion var 19 og 18%. Og dette var delvis p.g.a. protektionisme udenlands, hvor skal nævnes den amerikanske "Dingley tariff" fra 1897. Britisk alkaliekspport faldt fra 312.400 til 188.500 tons, og britisk alkaliproduktion faldt kun ca. 10%. Dette fald var det førete af den størelsesorden siden begyndelsen af den 1. industrielle revolution. Til gengæld steg tysk alkaliproduktion og begyndte at konkurrere med britisk endda i de tropiske områder, der altid havde været sikker som britisk marked. Som svar på den hårde konkurrence fra Solvay-producenterne centraliseredes britisk alkalikapital igennem dannelsen i 1890 af United Alkali Co. Ltd., som forenede britisk prisaftaler med den største producent af ammoniumkarbonat: Brunner, Mond & Co.. Men dette forsøg på at hæve profitabiliteten i britisk alkaliindustri tjente kun til at udsætte dens nært forestående undergang. Inden længe var kapitalen formindsket så meget, at det ikke var muligt at skifte teknologi, og i 1920 næsten et århundrede efter dens opstart nedlagdes den engang så store britiske Leblanc-industri.

Den organisk kemiske industris udvikling 1896 - 1914/18.

Summerende skal det nævnes, at i løbet af den store depression overtog tysk organisk-kemisk kapital dominansen på verdensmarkedet, igennem en voldsomt forøget produktivitet opnået ved koncentration og centralisation af kapitalen. En tilsvarende rationalisering af produktionen fandt ikke sted i britisk industri, og derfor var tysk verdensmarkedsandel af den organisk-kemiske farvestofproduktion 90 % ved århundredeskiftet /5: s. 275/. Den britiske farvestofindustri var således blevet fuldstændig ubetydelig.

I 1913 stod britisk kemisk industri kun for 11 % af verdensproduktionen, hvor USA stod for 34 % og Tyskland for 24 %. Tysk kemisk industri eksporterede

dobbelt så meget som den egelske og forsynede det britiske hjemmemarked med 90 % af dets syntetiske farver. Det der var tilbage af den oprindeligt dominerende britiske kemiske industri, var kun virksomheder oprettet af immigranter, som f.eks. det nævnte Brunner, Mond & Co. Ltd., som senere blev kernen i "Imperial Chemical Industries" /4: s. 180/.

5.2.3. Elektrobranchen

Med det generelle samfundsmæssige konjunkturopsving fulgte lige omkring århundredeskiftet opkomsten af en del elektrovirksomheder. Disse, som oftest udenlandske virksomheder, stillede helt og aldeles branchens eksisterende virksomheder i skyggen. De eksisterende havde svært ved at omstille sig til de hurtigt ændrende behov for nye typer af elektroudstyr. Hermed fulgte, at import af elektroudstyr voksede kraftigt. Der importeredes i 1897 for £242000 elektroudstyr til England - dette tal var i 1900 steget til £1266000. Og begge år kom næsten alt udstyret fra USA og Tyskland. Importen blev samtidigt fulgt af fremmede investeringer i England. Fra 1896 - 1914 blev der således i alt investeret ca. £6 mill., heraf mere end halvdelen af det amerikanske Westinghouse, som også stod for opbygningen af de største af de i disse år anlagte fabrikker. Den i Storbritannien eksisterende elektrobranche var således ikke britisk, men stort set tysk eller amerikansk.

I tabellen ses for såvel gruppen af de i 1896 eksisterende mindre elektrofabrikanter, som for gruppen af efter 1896 opstartede giganter indenfor elektrobranchen, udviklingen fra 1880 til 1914 i anbringelsen af kapital:

| Group of firm | Type of asset | 1896- | | | 1880- |
|---|---------------|---------|------|---------|----------|
| | | 1880-96 | 1904 | 1904-11 | 1914 (%) |
| Group 1 The early manufacturers: Brush, Crompton, the E.C.C. | Fixed | 297 | 349 | 108 | 57 |
| | Inventories | 223 | 226 | -186 | 20 |
| | Financial | 324 | 141 | -168 | 23 |
| | Total | 844 | 716 | -246 | 100 |
| Group 2 The big, turn-of-the-century, entrants; British Westinghouse; B.T.-H.; Dick, Kerr | Fixed | | 3037 | 643 | 56 |
| | Inventories | | 1607 | 167 | 27 |
| | Financial | | 1150 | 8 | 18 |
| | Total | | 5794 | 818 | 100 |

The Growth of Assets: Two Groups of Major Electrical Machinery Manufacturing Firms, 1880-1914 (E'000) /1: s. 149/

Tabellen taget i betragtning undrer det ikke at bygningen af fabrikker af størrelsesordenen £½ mill. til fremstilling af forskelligt elektroudstyr var forbeholdt disse ganske få og store firmaer.

Af de knap £6 mill., som "de store" investerede fra 1896 til 1904 stod som nævnt Westinghouse for de fleste £-sterling og dermed de første fabrikker. B.T.-H. investerede ca. £700000 i en ny fabrik ved Rugby. Dick, Kerr & Co. stod for en ny fabrik (specielt til fremstilling af elektrisk transportudstyr) til £800000 ved Preston. Selvom både ledelsen og den investerede kapital var britisk, var den tekniske leder (the Technical Director) amerikaner og det var hans patenter,

der blev produceret efter. GEC købte rettighederne til fremstilling af induktionsmotorer. I 1900 anlagde man en fabrik ved Witton med vægten lagt på fremstilling af flerfaset udstyr. Der var her tale om en investering på ca. £300000.

Siemens og Halske byggede for tysk kapital en ny fabrik - Siemens Bros. Dynamo Works at Stafford. Investeringen var ca. £ 400000.

| | Electricity supply | Electric tramways | London underground railways | Isolated factory power plants and main-line railways | Total |
|------|--------------------|-------------------|-----------------------------|--|-------|
| 1897 | 2.5 | 0.6 | 0.8 | - | 3.9 |
| 1898 | 3.3 | 1.7 | 0.9 | - | 5.9 |
| 1899 | 3.8 | 2.6 | 1.7 | 0.2 | 9.2 |
| 1900 | 6.3 | 7.0 | 1.7 | 0.5 | 15.4 |
| 1901 | 6.5 | 6.8 | 1.7 | 0.4 | 15.4 |
| 1902 | 7.4 | 6.8 | 3.6 | 0.7 | 18.4 |
| 1903 | 7.6 | 6.8 | 5.5 | 1.4 | 21.3 |
| 1904 | 5.2 | 6.2 | 6.7 | 1.7 | 19.8 |
| 1905 | 5.4 | 5.9 | 5.4 | 2.5 | 19.1 |
| 1906 | 4.6 | 5.9 | 3.8 | 4.0 | 18.3 |
| 1907 | 2.9 | 4.1 | 1.7 | 7.5 | 16.2 |
| 1908 | 2.7 | 2.8 | 0.5 | 2.7 | 8.8 |
| 1909 | 2.6 | 2.9 | 0.4 | 4.6 | 10.5 |
| 1910 | 2.7 | 1.7 | 0.7 | 6.8 | 11.9 |
| 1911 | 2.8 | 1.7 | 0.7 | 10.3 | 15.6 |
| 1912 | 1.6 | 2.0 | 1.9 | 13.0 | 18.5 |
| 1913 | 3.3 | 1.6 | 2.8 | 13.8 | 21.5 |

Gross Fixed 'Electrical' Capital Formation, 1897-1913 (Em.)
/1: s. 6/

Importen fra USA faldt igen umiddelbart efter anlæggelsen af amerikanske virksomheder i England. Derimod steg på dette tidspunkt importen fra Tyskland. Efterspørgselen efter elektrovarer stagnerede imidlertid i perioden 1903 - 10 (se tabel foregående side) og f.eks. de stortanlagte Westinghouse's, GEC's og Siemens' anlæg kunne ikke køre på fuld kapacitet. På trods af dette var elektrobranchen dog profitabel nok til at blive ført videre, og som tabellen herunder viser var produktionen af elektrisk maskineri i perioden stadig stigende:

| Year | Brush | Crompton | E.C.C. | Siemens | British Westinghouse | B.T.-H. | Dick, Kerr | G.E.C. | Total of these firms | National total (Table 30) |
|---------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|----------------------|---------------------------|
| 1884-6 | 54 | (52) ^a | N/A | 73 ^a | | | | | | N/A |
| 1892-3 | 217 | 125 ^a | 130 ^a | 83 ^a | | | | | 555 | N/A |
| 1896-7 | (258) ^a | (150) ^a | 127 | 147 | | | | | (682) | (720) |
| 1900-1 | (278) ^a | (200) | 187 | 249 | | (140) ^b | | | (1144) | (1950) |
| 1907-8 | (207) | (271) | 166 | 550 | 1070 | 511 | (468) | 124 | (3367) | 3598 |
| 1911-12 | (270) | (149) | 151 ^a | 1280 | 1353 | 1069 | (440) ^c | 202 | (4914) | 5607 |

^a 1886. ^b 1884. ^c 1892. ^d 1896. ^e 1901. ^f 1911. ^g 1911 and 1913.

Gross Output of Electrical Machinery by Major Firms, Annual averages for selected years (£'000). / 1: s. 150/

I første omgang var det el-transportudstyr, der blev efterspurgt i disse år, og i særdeleshed B.T.-H. og Dick, Kerr & Co. fulgte denne mulighed for afsætning op, men efter 1907 svandt dette marked ind. Ligeledes sygnede efterspørgselen efter kraftudstyr hen. Derimod voksede fra 1903-4 og fremefter markedet for udstyr til elektrificering af fabrikker. I særdeleshed tyskerne var hurtige til at overgå til denne produktion. Importen til England fra Tyskland af elektrisk maskineri steg da også fra 1904 til 1910 fra £121000 til £348000.

Effekten af den alt i alt knappe efterspørgsel efter elektroudstyr var at producenterne pressedes til at prøve lykken på det udenlandske marked, og en eksporttigning for elektroudstyr var følgen.

Eksporten steg markant fra £437000 til £1603000 i 1910. Denne gik i over-

vejende grad til udviklede lande uden for Europa. I årene 1907-10 gik 48 % af eksporten til britiske besiddelser og andre 42 % til lande uden for Vesteuropa og USA - fortrinsvis til Latinamerika og Japan.

Efter 1910 kom der igen stærk vækst i efterspørgselen efter elektroudstyr, det drejede sig væsentligst om fabriksudstyr og (mere generelt) om eksportvarer. Eftersom tekniske fremskridt i det økonomiske ikke så aktive tiår forud herfor havde øget produktiviteten på de store virksomheder, var der ingen problemer nu for disse med hensyn til at indstille produktionen på et større volumen. Imidlertid vokser elektrobranchen ganske arkant fra dette tidspunkt og frem mod i dag (se tabellen på næste side). Elektrobranchen voksede således op i perioden fra 1900 til 1925 og overtog dampmaskinebranchens plads som en af grundpillerne i den kapitalistiske produktionsmiddelindustri i Vesten, og som det ses af den nævnte tabel, gennemlevede de britiske og amerikanske økonomier en meget fremskreden overgang til et radikalt nyt produktionsteknologisk niveau i løbet af det 20. århundredes første fjerdedel - der blev tale om en gennemgribende elektrificering, i hvilken elektromotoren og dynamoen var integrale naturvidenskabsbaserede komponenter, men denne elektrificering kom først rigtig i gang efter 1. Verdenskrig.

| Industry | | 1904 | 1907 | 1909 | 1912 | 1919 | 1924 |
|---|---------|------|------|------|------|------|------|
| Cotton textiles | Britain | | 5 | | 6 | | 18 |
| | U.S.A. | 7 | | 19 | | 53 | |
| Iron and steel | Britain | | 8 | | 22 | | 46 |
| | U.S.A. | 12 | | 25 | | 46 | |
| Engineering, shipbuilding, and vehicles | Britain | | 43 | | 74 | | 92 |
| | U.S.A. | 32 | | 65 | | 72 | |
| Chemicals and allied | Britain | | 19 | | 31 | | 66 |
| | U.S.A. | 16 | | 42 | | 59 | |
| Coalmining | Britain | | 4 | | 20 | | 43 |
| | U.S.A. | N/A | | 20 | | 53 | |

Degree of Electrification in six Industry Groups: Britain and USA (%)
/1: s. 80/.

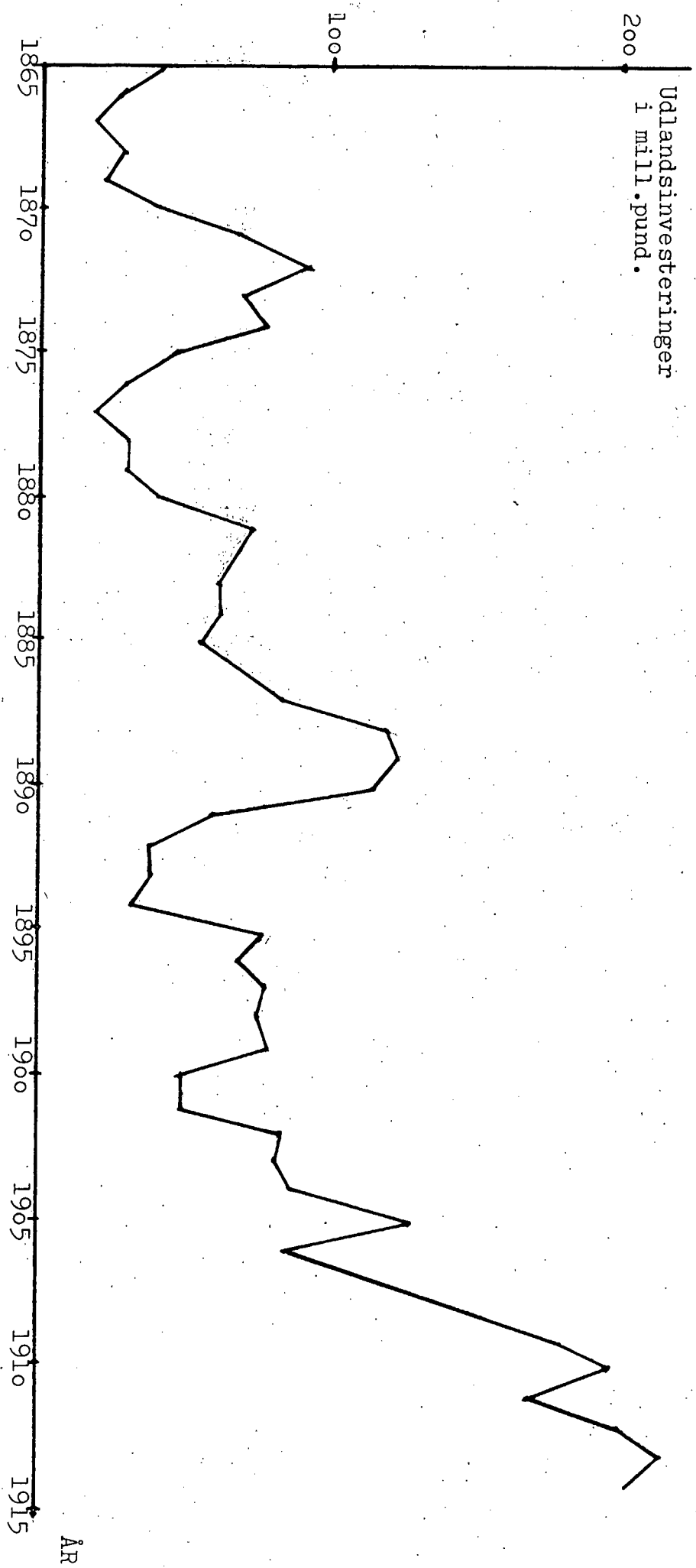
5.2.4. Kapitaleksport.

Den faktor, som var den afgørende for skabelsen af den nye højkonjunktur i årene 1896-1914, var den stigende kapitalakkumulation i den eksporterede kapital:

"Der er næppe tvivl om, at det i England var genoplivelsen af kapitaleksporten og de nye muligheder, som den nye imperialisme tilbød, der var den væsentligste faktor i den nye velstandsbølge fra 1896 til 1914." /3: s. 411/

Højkonjunktoren var dog allerede indledt af andre årsager end ovennævnte i årene før 1904. Først med dette år bidrog afkastet af en nu tiltagende udlandsinvestering afgørende i stabiliseringen af den allerede indledte højkonjunktur:

"Investering i udlandet og på de oversøiske markeder spillede snarere en understøttende rolle for forbedringen, og især for fornyet aktivitet, efter at der havde vist sig tegn på nyt tilbagefald i århundredets første år. 1904 var året, hvor de britiske investeringer i udlandet begyndte deres opsigtsvækkende stigning." /3: s. 412/



De britiske investeringer i udlandet og på de oversøiske markeder gik til Canada, Argentina og endnu engang til USA, samt til Brasilien, Chile, Mexico og i mindre omfang til Ægypten, Vest- og Østafrika, Indien og Kina. Jernbaner, dokker, offentlige foretagender, telegraf og sporveje, minedrift, plantager, jordbelåningsselskaber, banker, forsikrings- og handelsselskaber var de foretrukne objekter for investeringshøjkonjunktureren.

I 1906 beløb kapitaleksporten sig til 85 mill. pund, i 1907 var det 116 mill. pund, derfra steg det, trods en mindre tilbagegang i 1911, til 218 mill. pund i 1913. Kapitaleksporten udgjorde igen en væsentlig del af den engelske kapitalistklasses investeringer.

| | |
|---------|--------|
| 1855-64 | 29.1 % |
| 65-74 | 40.1 % |
| 75-84 | 20.9 % |
| 85-94 | 51.2 % |
| 95-1904 | 20.7 % |
| 1905-14 | 52.9 % |

Englands udenlandske investeringer, procentdel af den totale kapital dannelse. /5, s. 331/

De stigende udenlandske investeringer stimulerede yderligere vareeksporten. Den øgedes kun meget langsomt i de første år efter 1896. Fra kun 226 mill. pund i 1895 var eksporten nået op på 282 mill. pund i 1900. Denne forbedring var ligeligt fordelt mellem eksport til andre lande end kolonierne og til selve kolonierne. I 1906 var tallet 375 mill. pund og i 1910 nåede det 430 mill. pund. Af denne talsum udgjorde eksporten til kolonierne ca. en tredjedel. /3, s. 413/

Kapitalakkumulationen steg betragteligt i denne periode. Mellem 1873 og 1913 steg antallet af ansatte med 50%, totalkapitalen der var investeret hjemme steg med 80%, den udenlandske 165%. Denne tiltagende kapitalakkumulation betød at produktionsudstyret som følge heraf voksede. Den engelske kapital følte sig ikke nødsaget til udvikling af omkostningsreducerende forbedringer i industrien. I ingen industri forekom der nogen reorganisation, som kunne have gjort arbejdskraften mere produktiv. Denne kvantitative udvidelse af produktionsapparatet fik uoverskuelige konsekvenser for den engelske industri frem over. I årtierne før den første verdenskrig begyndte det såkaldte bytteforhold mellem England og resten af verden - det forhold i hvilket England fik importvarer for eksportvarer - som havde været gunstigt for England i den sidste del af det 19. årh., at dreje i modsat retning, p.g.a. at omverdenen kunne udkonkurrere de engelske varer, ved i større omfang at inddrage omkostningsbesparende forbedringer i industrien.

Litteratur:

- 1: Byatt, I. C. R.: The British Electrical Industry 1875-1914, The economic returns of a new technology. Oxford 1979.
- 2: Deane, P. & W. A. Cole: British Economic growth 1688-1959. Cambridge 1969.
- 3: Dobb, M.: Fra feudalisme til kapitalisme. Rhodos 1975
- 4: Hobsbawm, E. J.: Industry and Empire. London 1968
- 5: Landes, D.: The unbound Prometheus. Cambridge 1969.
- 6: Dilling, D.: Västeuropas och Förenta staternas ekonomiska historia
Gleerups

KAPITEL VI

KONKLUSION PÅ DEL II.

6. KONKLUSION PÅ DEL II.

Vi har nu systematisk gennemgået den tidlige industrialiseringshistorie i kapitalistisk regi med tyngdepunkt i Storbritanniens videnskabeligt-teknologisk-økonomiske udvikling. Vi har konstateret at der sætter sig en "langbølget" konjunkturcyklus igennem ved industrialiseringens samfundsmæssige opstart og begyndende gennemslag ca. 1790. Vi har samtidigt konstateret at opkomsten af de to nævnte fænomener (storindustri og konjunkturcyklus) på samfundsmæssigt plan er forbundet med kapitalismens samfundsmæssige etablering, der fuldfyldes under 2. industrielle revolution, hvor alle produktionsgrene endeligt producerer på storindustriell basis, og skranken for værdiøgningen nu ligger i kapitalen selv, dvs. i dens maskineri og ikke længere i det levende arbejde, hvilket var karakteristisk for produktioner af den simple kooperations og manufakturens form, samt alle tidligere specifikt prækapitalistiske produktioner.

Endeligt har vi konstateret at der igennem den oprindelige akkumulation sker en bortekspropriation af det almene arbejde fra de umiddelbare producenter. Dette betyder nærmere at kapitalens ekspropriation af den feudale ejendom, dvs. de umiddelbare producenters produktionsmidler og betingelser, indebærer en ekspropriation af retten til at styre, regulere, planlægge og innovere arbejdsprocessen. Det erkendelsesmæssige afkast af produktionen er nu kapitalens, og ikke de umiddelbare producenters. Denne ekspropriation af det almene erkendelsesmæssige afkast betyder at den prækapitalistiske innovationsform der karakteristisk er baseret på erfaring igennem den oprindelige akkumulation afløses af en ny innovationsform i kapitalens regi baseret på almen ingeniørerkendelse.

Opkomsten af almen ingeniørerfaringbaserede produktioner, skal søges i de industrielle revolutioners forhistorie. De første tidlige produktioner af denne art er skibsbygning og minedrift. De er allerede på dette tidspunkt delvist karakteriseret ved produktion i større organisatorisk målestok og udstrakt grad af kapitalisering. Fra 1700 og fremad begynder der at ske en lignende udvikling i den opstående bomuldsproduktion, som med sin manufaktur- eller måde at producere på baserer sig på den almene ingeniørerkendelse. En tilsvarende overgang tilstøder i denne periode udvindingen af råjern fra jernmalm. Sidst men ikke mindst overgår landbrugsproduktionen i tidsrummet fra 1500 - 1750, hvor hovedparten af enclosure finder sted til almen ingeniørerkendelse for så vidt at produktionen koncentrerer sig i stordrift. Det er hermed påvist, at den samfundsmæssige produktions overgang til den nye erkendelsesmæssige basis i det væsentlige finder sted i den oprindelige akkumulations mest intensive periode fra 1500 - 1750, og at den almene ingeniørerkendelse som produktionens erkendelsesmæssige afkast nødvendiggøres og betinges af den opkommende kapitalistiske produktion. Dette hænger sammen med, at kapitalistisk produktion er produktion i større målestok.

Den begyndende overgang til det tredje udviklingstrin i produktionens erkendelsesmæssige basis finder allerede sted fra ovennævnte periodes afslutning. Omkring 1750 opstår de første tilløb til egentligt naturvidenskabsbaserede produktionsteknologier: den kemiske blege teknologi og Newcomen-maskinen og disse udbredes i den sidste optakt til den 1. industrielle revolution i bomuldsbranchen og kulminedriften, som delvis oplever en overgang til naturvidenskabsbaseret produktion. Men først fra 1780 og ind i den 1. industrielle revolutions opgangsfase, fra 1785 til 1815, fuldfyldes denne overgang til naturvidenskabsbaseret teknologi i disse to produktioner, samt jernbranchen (brydning og udvinding) med indførelsen af Watt's dampmaskiner. Den 1. industrielle revolution

(1770 -1848) er således karakteriseret ved at tre ud af de fire samfundsøkonomisk betydningsfulde produktionsgrene er overgået til naturvidenskabsbaseret teknologi, hvilket er ensbetydende med storindustriel drift. Men landbruget lader vente på sig.

Overgangen til naturvidenskabsbaseret innovationmuliggøres netop i denne periode, fordi at det ved den ingeniørrerkendelsesmæssige analyse af arbejdsprocessens mange atomiserede delprocesser viser sig, at der i produktionen er almene behov fælles for alle disse delprocesser, først og fremmest behovet for en roterende bevægelse, og mere alment - for en kraft der er stærkere end mennesket, og det er ved løsningen af sådanne Almene behov, at naturvidenskaben også fremover fungerer som den faktor der skaber et nyt teknologisk niveau, der afløser et gammelt. Den almene ingeniørrerkendelse har nu udviklet sig til et sådant abstraktions- og almengørelsesniveau, at det for første gang bliver muligt at bygge bro mellem den abstrakte naturvidenskab og den almene ingeniørrerkendelse. Naturvidenskaben begynder nu at blive interessant i værdiøgningsmæssig henseende.

I den 2. industrielle revolution ster der flg. for britisk produktion. 1. Der sker ydeligere en indtrængning af naturvidenskabsbaseret teknologi i de produktionsgrene, som allerede er fulstændigt afhængige af naturvidenskabsbaseret teknologi, 2. alle nyopstartede produktionsgrene bliver baseret på den naturvidenskabsbaserede teknologi, 3. sidst men ikke mindst overgår landbruget i denne periode til naturvidenskabsbaseret. Af produktioner af den første kategori er der tale om jernforædlingsindustrien, der er en underafdeling af den samlede jernproduktion, denne overgår fra at være en smedjærnsindustri til at være en stålindustri. Overgangen til storindustriel produktion af stål modsvares af et tilsvarende skift i erkendelsesmæssig basis til naturvidenskabsbaseret med indførelsen af stål-raffineringsinnovationer. I første omgang drejer det sig for den britiske kapital om innovationer som naturvidenskaben formodentlig spiller en mindre rolle i: Bessemer- og Siemens-Martinprocesserne. I anden omgang i 1870-erne indfører tysk kapital den engelsk udviklede og naturvidenskabsbaserede teknologiske Gilchrist-Thomasproces, som også udkonkurrerer den britiske, der forbliver på samme stadiet gennem Den store Depression og starten af det 20. århundrede.

Af produktioner af den anden kategori er der tale om jernbanebranchen, den opstartede dampmaskinelle dampmaskineindustri, den kemiske storindustri og i Den store Depression: elektrobranchen.

Jernbanebranchen mister sin samfundsøkonomiske betydning hurtigt, den kemiske storindustri går over til tysk kapital i begyndelsen af Den store Depression og elektrobranchen som kommer på amerikanske og tyske hænder bliver grundlaget for en ny industriel revolution i den første trediedel af det 20. århundrede, idet elektromotor og dynamo bliver svaret på nogle af arbejdsprocessens almene behov for større og mere fleksibel kraftforsyning. M.h.t. landbruget, som udgør kategori 3, sker der en udstrakt grad af maskinering, samt en begyndende overgang til naturvidenskabelige forædlingsmetoder.

I Den store Depression mister britisk kapital sit teknologiske forspring og dermed sin akkumulationsdygtighed i den skærpede konkurrence med amerikansk og især tysk kapital, som begge ved en mere intensiv udnyttelse af den naturvidenskabsbaserede teknologiske muligheder, samt en helt ny innovationsmåde kommer ind i det 20. århundrede som hurtigtakkumulerende repræsentanter for en ny måde at forholde sig til naturvidenskaben på. Hvad består denne nye forholden sig i? Jo, allerede i midten af det 19. årh. opstår der i Tyskland nye videnskabelige organisationsformer. Disse baseres på introduktion af praktisk træning af studenterne i større grupper på labora-

torier i tyske universiteter. I stedet for individuel oplæring og forskning, samt den stort set praksisløse naturvidenskabelige uddannelse som de britiske studerende fik. Såden en udvikling i tysk naturvidenskabelig forskning førte automatisk til en organisationsform, som skulle vise sig passende for den opkommende teknologisk-naturvidenskabelige målforskning./1, s 25/. Denne overgang til den kvalitativt ny innovationsmåde fandt sted i den tyske kemiske industri omkring 1870, og denne skulle vise sig at blive en nødvendig forudsætning for kapitalens akkumulation i det 20. århundrede.

Grunden til at britisk kapital mistede sit teknologiske forspring over for tysk og amerikansk kapital etc. var ikke som ofte påstået at briterne var specielt reaktionære og fjendtligt indstillet over for den ny naturvidenskabsbaserede teknologi. I stedet var grunden at det simpelthen ikke var nødvendigt for den britiske kapital fortsatte akkumulation at investere i nye innovationer og innovationsformer. Nemlig fordi britisk kapital grundet sin imperiale fortid besad et uhyre kolonirige. Dette kolonirige gav mulighed for en gradvist ekspanderende, profitabel kapitaleksport, samt forsynede britisk kapital med billige råstoffer og et trofast afsætningsmarked i mange henseender - kort sagt et institutionaliseret ulige dytte mellem kapitalistisk metropol og kolonier. Omvendt blev den britiske kapital konkurrenter tvunget til at innovere naturvidenskabsbaseret; og dette gjorde tysk kapital med den kapitalistiske stats hjælp. Denne stat intervenserede og udbyggede uddannelsessystemet især på det naturvidenskabeligt-teknologiske område bl.a. ved at oprette flere universiteter og polytekniske læreanstalter. Disse læreanstalter havde som opgave at uddanne ingeniører, der havde kendskab til både naturvidenskaben og de produktionstekniske problemer. Tyskerne prøvede således at gøre naturvidenskaben produktivt anvendelig ved at bygge bro over det gab i abstrakthed der var mellem naturvidenskaben og den almene ingeniørerkendelse i modsætning til i Storbritanien, hvor naturvidenskab og teknologi som oftest førte indbyrdes isolerede eksistenser. Den naturvidenskabsbaserede teknologi der udvikledes i Storbritanien byggede da også udelukkende på enten foreliggende eller tilfældige naturvidenskabelige resultater som man først bagefter fandt ud af kunne finde teknologisk anvendelse i produktionen. Den tyske statsmagt, der ligesom den britiske i det store hele repræsenterede nationalkapitalens fællesinteresse, intervenserede således i naturvidenskabens udvikling som den første i stor målestok i den sidste halvdel af 1800-tallet, og mellem 1880 og 1900 var den tyske stats bidrag til undervisning ti gange det britiske./1, s 28 f/.

Endeligt skal det siges at vi hermed har vist at kapitalens fortløbende akkumulation nødvendiggør en fortløbende forandring i den naturerkendelsesmæssige basis for produktionsprocessen, og den anden orden som disse indfinder sig i kronologisk er som nævnt: erfaringsbaseret, ingeniørerkendelsesbaseret, naturvidenskabsbaseret og teknologisk målrettet naturvidenskabsbaseret i større organisatorisk målestok. Den britiske kapital som tilsyneladende kunne virke som en undtagelse i denne nødvendige udvikling er det ikke. Britisk industri kapital bliver netop udkonkurreret af den tyske og amerikanske kapital og delvist fortrængt på verdensmarkedet, hvorfor den eksporterer til koloniernes eller beskyttede markeder der. De specifikke og undtagelsesvise gunstige akkumulationsbetingelser som britisk kapital har igennem sit kolonirigeforsvinder igen i begyndelsen af det 20. århundrede grundet begivenheder som 1. verdenskrig, der for første gang stædfæster Usa-kapitalens verdensmæssige overhøjhed og britisk underlegenhed overfor tysk kapital, og det britiske koloniriges gradvise frigørelse fra den stadig mere økonomisk og politiske underlegne kapitalistiske metropol. Tilfældet Storbritanien bekræfter således kun regelen om at der skal

ske en fortløbende forandring i den naturerkendelsesmæssige basis for kapitalen hvis denne skal kunne fortsætte sin freadskridende akkumulation.

Afsluttende kan det fastslås, at overgangen til storindustri med dertil hørende masseproduktion er mulighedsbetingelsen for og giver nødvendigheden af, at innovationerne skifter til en ny innovationsmåde: den naturvidenskabsbaserede og senere den teknologisk målrettede naturvidenskabsbasering i større organisatorisk målestok. Dette ske fordi de teknologiske problemer ved styring, planlægning, regulering og innovation - kort sagt ved udførelsen af det almene arbejde - kommer op på et sådant almengørelses og abstraktionsniveau, at betingelserne for at naturvidenskaben kan drages i produktiv anvendelse opnås. Så at sige hæmmer naturvidenskabens produktive anvendelse, masseproduktion og storindustri uløseligt sammen.

Alle disse beskrevne epokegørende begivenheder i Den store Depression udgør en erfaringsproces for kapitalens agenter. Denne er en af forudsætningerne for det 20. århundredes store finansielle intervention i naturvidenskaben, som i sit væsen grunder sig på forhåbninger om nødvendigheden af en fortsat kapitalakkumulation ved naturvidenskabeligt teknologiske midler.

Litteratur:

1: Rose, H & Rose, S: "Science and Society". Pelican Books 1977.

DEL III

"ALLE ØVRIGE UDSAGN OM NATUREN, AF
SPEKULATIV, ERKENDELSESTEORETISK
ELLER NATURVIDENSKABELIG ART, FOR-
UDSÆTTER ALTID MENNESKENES SAMLEDE
TEKNOLOGISK-ØKONOMISKE TILGNE-
SESMÅDE, SAMFUNDSMÆSSIG PRAKSIS."
/ALFRED SCHMIDT: NATURBEGREBET
HOS MARX, SIDE 10/

KAPITEL VII

TEORETISK RESUME.

1. Prækapitalismen.
2. Kapitalismen.
3. De tre arbejdshypoteser til del III
4. Elektricitetsopfattelse i vikingetidens Norden.

7. TEORETISK RESUME.

I denne tredje del af projektet, dvs. kapitlerne 7 - 10, gennemgås en naturerkendelsesudvikling: elektricitets- og magnetismelærens udvikling. Vi har udvalgt denne specielle naturerkendelsesgrens udvikling, da vi mener den er repræsentativ dvs. eksemplarisk for naturerkendelsens udvikling som helhed. Fysikken og især den matematiske fysik har fra dens opkomst i 17. årh været tonegivende for naturvidenskaben og dens udvikling som helhed. I det hele taget har mekaniscisme og matematificeringen været udtryks- og forståelsesformer, der er blevet tilstræbt inden for naturvidenskaben. Det er heri at elektricitets- og magnetismeerkendelsen anses for repræsentativ. Samtidigt er det også muligt at følge erkendelsen af sådanne fænomener helt tilbage til den aller første, af os kendte spekulative naturfilosof: Thales fra Milet, ca. 600 fvt. Fra dette årstal og fremad er det muligt at afdække denne erkendelses udvikling først på spekulativt naturfilosofisk niveau senere på naturvidenskabeligt niveau. Vi har således valgt en klar og tydelig afgrænsning til en bestemt gren af naturerkendelsen. Som det vil fremgå af analysen i kap. 7 - 10, har der ikke på alle tider i de omtalte samfund været en forståelse hos elektricitets og magnetismeerkendelsens sociale bærere om at der var tale om afgrænsede evt. samhørende genstandsområder i moderne naturvidenskabelig forstand. Der er derfor ikke fra vores side tale om en tilbageprojicering af et nutidigt elektricitets- og magnetismebegreb på fortiden, men i stedet tale om en pragmatisk afgrænsning af genstandsområdet for vores naturerkendelseshistoriske analyse.

7.1. Prækapitalismen.

I de mindst udviklede prækapitalistiske samfund er naturerkendelsen kvalitativ, individuerende og konkret i form af de umiddelbare producenters arbejdskvalifikationer. Som resultat af udviklingen af arbejdsdelingen og hierarkiseringen af samfundet aflejres der i første omgang et mere abstrakt niveau for naturerkendelsen oven på det oprindelige niveau, et niveau der stadig er kvalitativ og ikke individuerende, men åbent for individuering. Dette mere abstrakte niveau for naturerkendelsen, kalder vi det mytologisk-religiøse niveau, der er mere abstrakt end de umiddelbare partikulære arbejds erfaringer netop fordi det beskæftiger sig med mere generelle ideer om naturens virkemåde. Sideordnet med det mytologisk-religiøse niveau opstår et nyt niveau for mere abstrakt naturerkendelse, det spekulativt naturfilosofiske niveau. Det er vanskeligt at afgøre hvilket af disse to niveauer, der er mest abstrakt, da der er tale om to vidt forskellige erkendelsesformer. Men internt i disse niveaues selvstændige udviklingslinier er det muligt at skelne forskellige niveauer for abstraktion. Det spekulative niveau opstår ligeledes ved en ydeligere hierakisering af samfundet og udvikling af arbejdsdelingen, evt. en konsekvens af en fremspirende vareøkonomi, der forandre samfundets naturforhold. Den spekulative naturerkendelse er ligeledes relativt abstrakt fordi den giver sig af med mere generelle ideer om naturens væsen/virkemåde i modsætning til de partikulære umiddelbare naturerfaringer.

Mellem de tre forskellige former for prækapitalistisk naturerkendelse er der tale om en glidende overgang historisk set, og der er ikke nogen forhindring for at et eller evt., begge af de mere abstrakte niveauer bortfalder for senere at genopstå. Der sker da også et bortfald af det

spekulative niveau, hvor de andre niveauer eksisterer videre alene i hvert fald i 700 år, med vareøkonomiens og det højt udviklede prækapitalistiske fællesskabers sammenbrud ved Romerrigets fald.

7.2. Kapitalisme.

Igennem den oprindelige akkumulation bevæger arbejdsprocessens formålsbestemmelser sig bort fra brugsværdiaspektets dominans. Fra at være underlagt naturprocesserne er arbejdsprocessen nu underlagt værdiøgningsprocessen. Denne forvandling får konsekvenser for det samfundsmæssige naturbegreb, i og med brugsværdiaspektet reduceres til genstand for værdiøgningen. For den samfundsmæssige produktionsproces bliver brugsværdien nu kun interessant som bæreren af bytteværdi. Brugsværdien afkvalificeres således i det samfundsmæssigt gyldige begreb om denne. De kvalitative erfaringers gyldighed forsvinder således og brugsværdiens individualiteter bortreduceres.

Den kvalitativitetsløse naturs orden fastsættes dermed ikke kvalitativt, men efter et abstrakt kapitalistisk rumbegreb, der ses bort fra den konkrete materialitets egenkvalitet, dvs. efter en abstraktrummelig universalmålestok beregnet til at ordne naturen som blot og bar fakticitet. Den kvalitativitetsløse naturs tids fastsættes således heller ikke kvalitativt, men efter et abstrakt værdiøgningsbundet kapitalistisk tidsbegreb, der ser bort fra de konkrete naturprocessers egentid/eget forløb, dvs. efter en abstrakt tidslig universalmålestok beregnet til fastsætte naturprocessernes forløb ved blot og bar addition af tidsenheder.

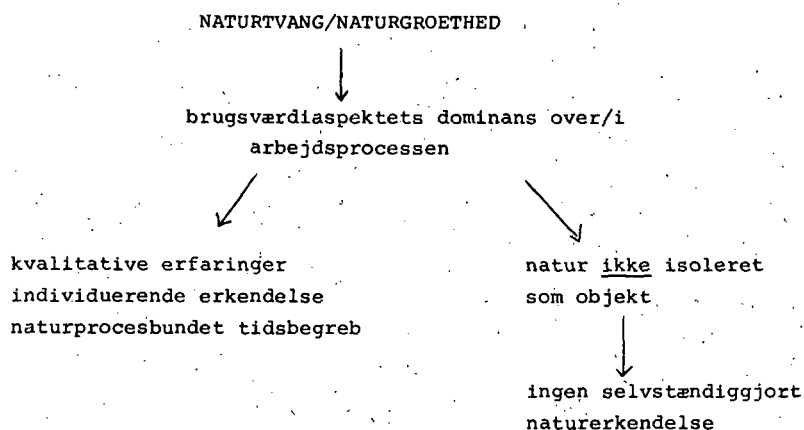
Med det kapitalistiske naturforholds reduktion af enhver konkret-sanselig naturerfaring til samfundsmæssig ikke gyldig irrationalitet og individuel subjektivitet, må erkendelsessubjektet være i stand til at organisere erfaringen på en sådan måde, at den almengøres og dermed gives samfundsmæssighed. Dette kan i konsekvens af det kapitalistiske naturforholds bestemmelser præciseres som et nødvendigt krav om, at subjektet systematisk fuldbyrder erfaringsindholdets nødvendige underlæggelse under den abstrakte tids og det abstrakte rums former. Et sådant erkendelsessubjekt dannes igennem den oprindelige akkumulation - der dannes en offentlighed. For samfundsmæssiggyldig erkendelse i det hele taget kan dannes i et samfund af individuelle/private erfaringssubjekter, må dens subjekt etableres på offentlighedsform. Det vil sige at disse må organiseres omkring en offentlighed, som er en instans, til hvilken deres individuelle erfaringer må formidles, sådan at disse erfaringer kan få deres subjektive/individuelle særegenheder. Sådanne offentligheder kan være organiseret omkring forskellige genstandsfelter for erfaring. De nævnte ikke integrerede, selvstændiggjorte instanser for kapitalistisk samfundsmæssig naturerkendelse må således nødvendigvis være institutionaliseret på offentlighedsform, og de individuelle naturerfaringssubjekter må således være organiseret omkring en offentlighed med naturen eller dele af denne som genstandsområde, hvortil individuel naturerfaring må formidles, for at individuelle særegenheder kan udgrænses. Dette sker ved naturerfaringens reduktion til den abstrakt tid og det abstrakte rums kategorier.

Dette bliver altså tale om tre niveauer for naturerkendelse. Udover naturvidenskaben dannes et innovationsniveau; tilrettelægning, styrings- og planlægningsfunktioner i produktionen: Her optages i første omgang

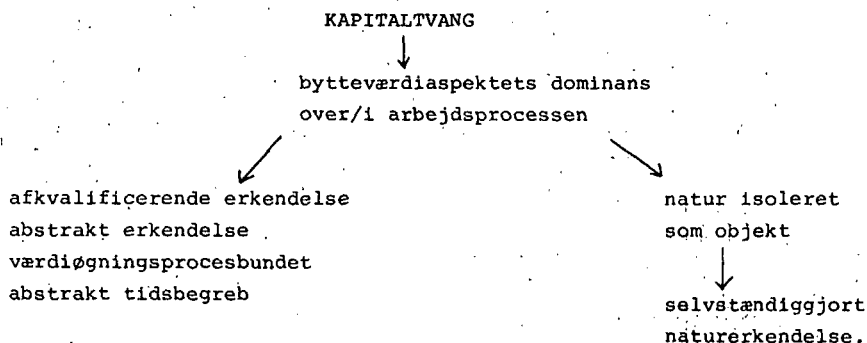
førkapitalistiske partikulære arbejdskvalifikationer og generaliseres til almen ingeniørerkendelse. Den typiske sociale bærer af denne kapitalistiske naturerkendelsesform er ingeniøren, dette niveau fører som allerede beskrevet i del to en selvstændig tilværelse i kapitalismens tidlige opstart men forenes i løbet af det 19. årh. med den mere abstrakte erkendelsesform; naturvidenskaben, efterhånden som denne forening muliggøres.

Den anden naturerkendelsesform er de subjektive/private naturerfaringer. Herunder hører alle der ikke kan rubriceres under de to før nævnte kategorier: f.eks. dagligdags erfaringer, religion, mytologi etc. Disse subjektive naturerfaringer mister som nævnt deres samfundsmæssige gyldighed ved overgangen fra prækapitalisme til kapitalisme, fordi de privatiseres uden at der her er sagt noget om deres abstrakthed.

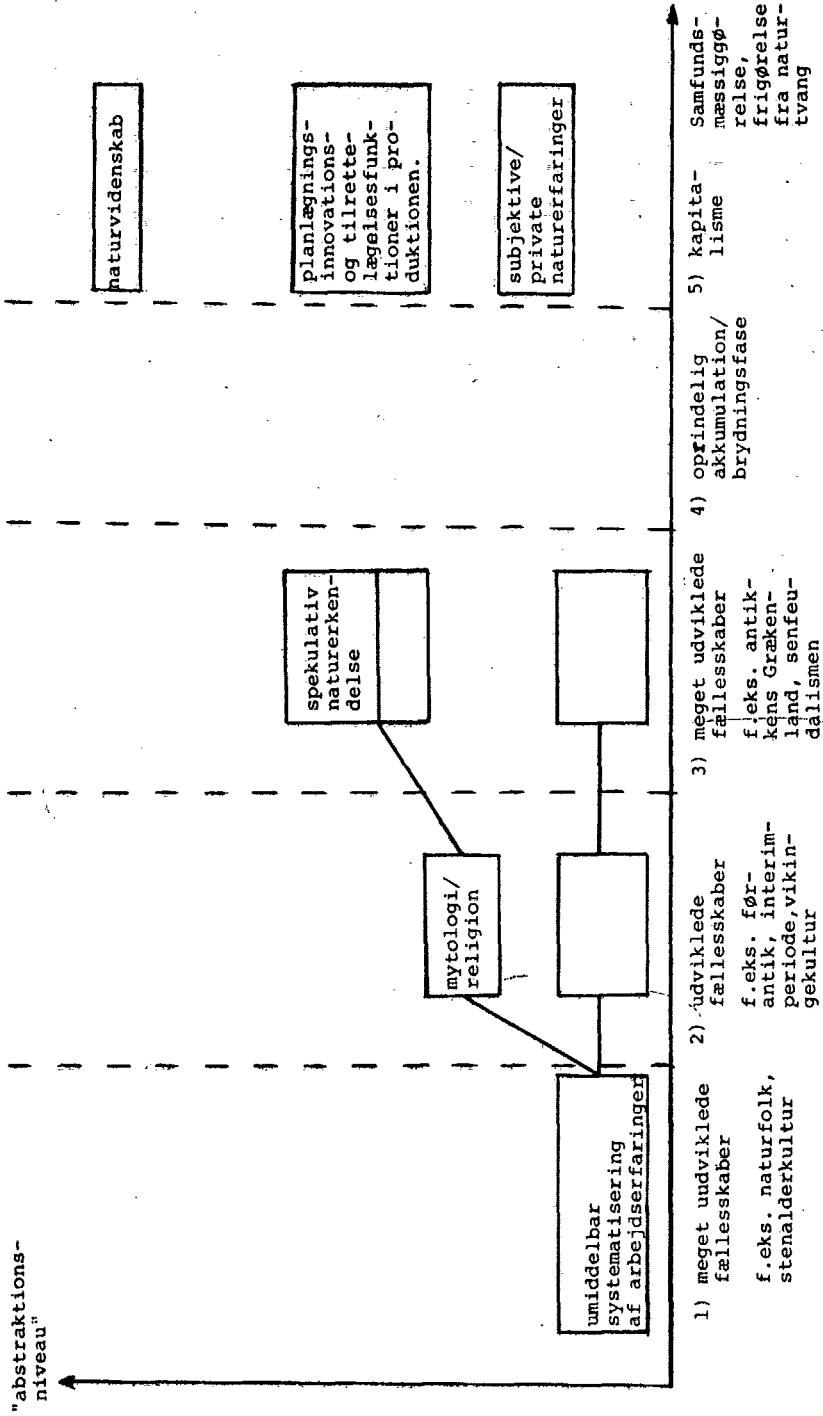
For prækapitalisme gælder:



For kapitalismen gælder:



NATURERKENDELSENS UDVIKLINGSSTADIER



7.3. De tre arbejdshypoteser til del III.

I denne del af projektet ønsker vi at bekræfte de tre hypoteser, som skal understøtte vores almene teori om naturerkendelsens samfundsmæssige betingethed. - Det første gælder udelukkende prækapitalismen:

Elektricitet og magnetisme har lige fra den tidligste tid været mystiske, problematiske, uvante og derfor forklaringskrævende fænomener, som man ikke har haft vanemæssig omgang med i arbejdsprocessen. De har så at sige tilhørt produktionens randfænomener. I overensstemmelse med de umiddelbare naturerfaringers dominans i prækapitalismen, har man forsøgt at forklare disse uvante fænomener ud fra de dagligdags erfaringer som gjordes i arbejdsprocessen og i den øvrige dagligdag. D.v.s. at man har indpasset forståelsen af disse fænomener i, hvad man anså for gyldige forklaringer.

I senmiddelalderen har man indpasset forståelsen af de elektriske og magnetiske fænomener i specielt de dagligdags naturerfaringer man har med væsker og legemsvæsker.

Men med kapitalismens gennemslag og gradvise etablering fra 1500-1900 ændres indholdet i disse forklaringer. Og vores to andre hypoteser går netop på at vise erfaringernes ændrede status gennem den oprindelige akkumulation og kapitalismens etablering. Med opkomsten af en borgerlig offentlighed, herunder den naturvidenskabelige, ændres kriterierne for, hvad der anses for samfundsmæssig gyldig naturerkendelse. Det førkapitalistiske samfund var præget af naturerfaringernes dominans - i den naturvidenskabelige offentlighed går bestræbelserne netop på det modsatte, idet man søger at skabe naturerkendelse af almen gyldighed ved at udgrænse erfaringerne (definition af dette begreb i del I, teoridelen), som anses for private og subjektive. De to hypoteser går på at vise, hvorledes naturerfaringerne udgrænses:

For det første ændres den samfundsmæssigt dominerende naturerkendelse fra at være de førkapitalistiske erfaringer til at være naturvidenskaben i løbet af en overgangsperiode, som sædvanligvis betegnes den naturvidenskabelige revolution. Denne naturvidenskabs grundkategorier er det abstrakte rum og den abstrakte tid.

For det andet indeholder denne naturvidenskabs begreber stadigvæk erfaringsindhold, som udtømmes gradvist i takt med at kapitalismen etableres, og dermed den borgerlige offentlighed og det kapitalistiske naturforhold.

Kap. 8 og 9 vil hovedsageligt gå ud på at bekræfte den første hypotese, og kap. 10 vil gå ud på at bekræfte den anden og tredje hypotese. Ligeledes vil der i kap. 10 blive udformet nogle konklusioner angående matematikkens rolle i denne sammenhæng.

Endelig skal der siges noget om metoden i projektets del III. Som allerede nævnt har vi måttet udvalge elektricitets- og magnetismeerkendelsen som eksemplarisk analyseområde af den enkle grund, at det er uoverkommeligt at analysere al naturerkendelsesudvikling. Desude har vi yderligere valgt at fordybe os mere i bestemte perioder elektricitets- og magnetismeerkendelsens udvikling frem for andre. Vi har valgt at behandle antikkens spekulative naturfilosofi mere indgående, ligesom vi har valgt at behandle den naturvidenskabelige erkendelse af elektricitet og magnetisme hos Coulomb, Poisson og Green mere detaljeret. Ud over de rent pragmatiske årsager der er til en sådan afgrænsning, har vi valgt disse to relativt veldefinerede perioder af elektricitets- og

magnetismeerkendelsens udvikling, fordi vi vil vise det brud, der er mellem den specifikt naturvidenskabelige erkendelse, som man tidligst finder hos Coulomb og samtidige og den spekulative naturerkendelse, man finder i prækapitalistiske samfund, som ikke er præget af en fremspirende kapitalisme.

Coulomb samt visse andre el./magn.-erkendere på ca. samme tid, er de første, hos hvilke det newtonske grundlag optræder. Vi vil vise, at når dette grundlag endelig er etableret, går der ikke lang tid, før elektricitets- og magnetismelæren er forfinet og bragt på en detaljeret matematisk form bl.a. hos Green.

7.4. Elektricitetsopfattelse i vikingetidens Norden.

Vi vil her indledningsvis komme med et repræsentativt eksempel på et prækapitalistisk samfund, hvor erkendelsen kun eksisterer på to niveauer: de umiddelbare producenters niveau og det mytologisk/religiøse niveau. Eksemplet skal bruges til at profilere forskellen mellem det mytologisk/religiøse niveau og det spekulative naturfilosofiske niveau, som behandles i det følgende kapitel.

Hvis man i vikingetidens Norden overhovedet kendte til fænomener som vi i dag ud fra det moderne, kapitalistiske elektricitets begreb fastslå som elektriske, var det lynet. I den nordiske mytologi finder vi et begreb om hvad, der forårsager lyn og torden. Det er guden Thor, som hersker over torden og lyn, regn og vind, men også over markens frugtbarhed./1, s 91/. Thor fremkalder torden, lyn og storm, når han ager hen over himmelen i sin kærre med bukkeforspand. Thors navn er udledt af tordenen. I myterne beskrives Thor som en kæmpe af vækst besiddende en vældig styrke. Han er den hammersvingende gud, hans ansigt prydes af et stort rødt skæg og hans stemme buldre som tordenen. Thor er de vældige naturkræfters gud - naturtvangens gud. Thor er frygtelig og vældig, når hans vrede flammer men mild og godmodig når man søger hans hjælp. Der er gode grunde til at tro at Thordyrkelsen var udbredt til alle befolkningsgrupper og at Thor var en af de populære guder i vikingetiden./2, s 76/. Thor er derfor et gyldigt eksempel på den mytologisk/religiøse naturerkendelse, som er en integral del af de umiddelbare producenters forestillingsverden. Det er for snævert at karakterisere guden Thor som et blot og bart prækapitalistisk elektricitetsbegreb, da Thor ud over alle de nævnte områder regnes for årsagen bag, hvad vi i dag betegner som mange forskellige naturfænomener med tilhørende forskellige forklaringer, men ud over disse naturfænomener anses Thor også for årsagen bag andre fænomener, hvilket fremgår af forskellige myter. For det første kan nævnes Thors tvekamp med jætten Hrungner, som løfter sin hvæssesten med begge hænder og kaster denne mod Thor, som samtidigt slynger sin hammer mod Hrungner. Stenen rammer hammeren i luften og går itu. Den ene del falder til jorden, og af den er alle sandstensklipper opstået./2, s 82/. Her anses tvekampen mellem Thor og Hrungner, som årsagen bag fænomenet sandstensklipper. Et andet eksempel er myten om, da jætten Udgårdsloke narrede Thor, da de skulle drikke om kap. Thor får et drikkehorn i hånden og skal forsøge at drikke indholdet af dette i et drag, for det er, hvad, der er sædvane blandt jætter i Udgård. Alt hvad Thor formå i denne dyst er efter to drag at have sænket indholdet så meget, at man kan bære hornet uden at spilde af det, og efter tredje

drag at sænke indholdet en lille smule mere. Hvad så viser sig, er at den anden ende af hornet stak ud i havet og her er vandstanden nu sænket så meget, at Thor har skabt det som hedder forstranden./2, s 90/. Ligeledes kan myten om, da Thor dræbte en jätte, Tjassé og kastede hans øjne op på himmelen, hvor et par stjerner nu minder om ham./2, s 96/.

Fælles for disse forklaringer er naturfænomener, inclusive lyn og torden fænomenet, er at der er tale om en konkret/sanselig/kvalitativ forklaring/beskrivelse af hvad årsagerne er. Det er en helt specifik person guden Thor, som har en kærre med bukkeforspand - et transportmiddel fra folks umiddelbare forestillingsverden - og Thors kærre rumler som andre kærre, når den bliver trukket afsted. Det er oplagt, når man konstaterer, at hvad vi i dag regner for forskellige årsager, alle føres tilbage til en og samme gud, er, at den begrebslige differentiering af naturen ikke er på et særligt udviklet niveau. Naturen opfattes som en enhed og ikke som i den kapitalistiske naturerkendelse, som opdelt i separate genstandsfeltet med dertilhørende årsager.

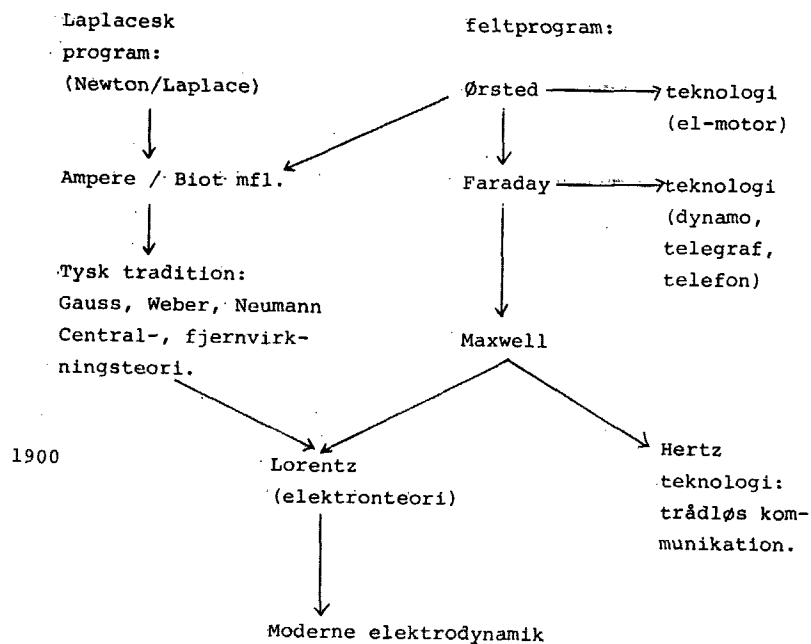
Der er ting der tyder på, at konklusioner om thordyrkelsen i vikingetidens Norden har mere generel gyldighed for visse europæiske prækapitalistiske samfund, idet Thor har parallelguder i den græske og romerske mytologi. Zeus, grækernes mægtigste og øverste gud er en sådan. Naturen og dens fænomener var underlagt hans og hans underguders beherskelse: Lynet var det frygtlige våben, han brugte til at straffe det onde med. Romernes tilsvarende gud, Jupiter, havde tilnavnet: Tonitrualis (tordenens gud) og Fulminator (lynets gud). Der er også visse paralleler mellem ovennævnte prækapitalistiske europæiske lyn/torden guder og den mægtige Indiske gud : Indra med tordenkilen./1, s 95 og 2, s 102/, som kunne tyde på, at konklusionerne om tordenguden også er gyldige for de indoeuropæiske folkeslag. Selv om Thor i de efterladte myter ofte fremstilles som underordnet den øverste gud Odin, er der andre levn og kilder, der tyder på, at Thor var den mest folkerigt udbredte og i virkeligheden den centrale guddom, hvilket ydeligere beretiger sammenligningen med Zeus og Jupiter./2, s 76 f/.

Litteratur:

- 1: Bay, Sv.A.: Bonde og viking. Reitzels forlag 1954.
- 2: Bæksted, Anders. Guder og helte i Norden, myter og sagn. Politikens forlag 1978.

| | | | |
|---------------------|-----------|---------------------------|---|
| Antikken: | -600 | Thales fra Milet | magnet |
| | -384 - 22 | Aristoteles | magnet, rav, elektrisk rokke (torpedo), lyn/torden. |
| | -100 - 55 | Lucretius | magnet, lyn |
| Feudalisme: | 1269 | Petrus Peregrinus | "De Magnete" om magnetisme |
| Tidlig kapitalisme: | 1600 | William Gilbert | "De Magnete" om magnetisme og elektricitet - effluvia-teori. |
| | 1670-1736 | Stephen Gray / du Fay. | Dualistisk fluidumsteori, antagende to fluida. |
| | 1746 | W. Watson / B. Franklin. | Unitær fluidumsteori, antagende et fluidum, sætning om ladningens konstans. |
| Kapitalisme: | 1785 | Coulomb / Poisson / Green | Dualistisk teori (forfader til dualistisk Laplace-tradition) |

To hovedtraditioner:



KAPITEL VIII

PRÆKAPITALISTISK ELEKTRICITETS-OG MAGNETISME-ERKENDELSE.

1. Elektricitets-og magnetisme-opfattelse i antikken.
 1. Historisk indledning.
 2. Antik elektricitets-og magnetisme-opfattelse.
 3. Antikkens matematik.
2. Interimperioden, 400-1100.
3. Konklusion.

8. PRÆKAPITALISTISK EL/MAGNETISMEERKENDELSE.

8.1. Elektricitets- og magnetismeopfattelsen i Antikken.

For at klargøre hvad vi egentlig vil vise i dette afsnit om antikkens elektricitets- og magnetismeerkendelse vil vi indledningsvis tage konklusionen på forskud, samt fastslå hvilken status de fænomener, som vi i dag vil betegne som elektriske eller magnetiske, havde i det antikke samfund.

De antikke folk var bekendte med fire slags fænomener som vi i dag anderkender som elektrisk af karakter. Disse er: 1. lyn, som almindeligvis tænkes at være en slags ild eller "brændende damp", måske svovlagtig i karakter; 2. måden hvorved den såkaldte torpedo (elektrisk rokke) lammer sit bytte, et fænomen så tidligt som hos de gamle egyptere og senere nedfældet af græske og romerske naturfilosoffer; 3. "St. Elms ild", en bleg gløden af og til set på toppen af spidse genstande under uvejr, beskrevet af de antikke romere i deres militærlejr som "flammer" på spidserne af deres spyd; 4. egenskaben af at tiltrække små genstande blev udvist af rav når det var gnedet, ofte refereret til som "raveffekten" /8, s 543/.

Ligeledes var man bekendt med fænomener som den moderne naturvidenskab fastslår som magnetiske. Det drejer sig her om magnetjærnstens virkninger på sig selv og på jern.

Antikkens naturerkendelse anså ikke nogen forbindelse mellem de fire ovennævnte fænomener, som den moderne naturvidenskab ander for elektriske og derfor havende samme årsag. Tværtimod opfattede man dem som vidt forskellige i oprindelse. I stedet var det en udbredt opfattelse at "rav-effekten" og magnetjærnstens virkninger var nært forbundne, ud fra den begrundelse at begge udviste tiltræknings og frastødningsegenskaber, og det var "tiltrækning" og "frastødning" i en meget mere sanselig betydning end i den betydning man bruger begreberne til at beskrive fysiske fænomener i den moderne naturvidenskab. Denne betragtningsmåde var den fremherskende i naturfilosofien indtil William Gilbert (1600) et par tusind år senere definitivt begyndte at skelne mellem disse fænomener.

Når vi nu ovenfor skriver, at de antikke folk var "bekendte" med sådanne fænomener er det nok et for stærkt ord at bruge. Det må fastslås, at de fænomener som i dag betegnes som elektriske og magnetiske ikke indgik i det førkapitalistiske fællesskabs hverdagserfaringer. Rav og magnetjærnst var sjældne og usædvanlige og fandtes kun udbredt i større omfang på bestemte lokaliteter fjernt fra den daglige laden og gøren. Rav importeres hovedsageligt fra Østersøområdet og blev brugt som smykke af overklassen. Magnetjærnstens fandtes hovedsageligt i Lille Asien i området omkring byen Magnesia, hvilket har givet årsag til hypoteser om opkomsten af navnet "magnet". Denne usædvanlighed gælder også for Skt. Elms ild og Torpedoen og i en vis forstand for lynet. Disse fem fænomener var sjældne eller uhåndgribelige og mystiske og indgik derfor i periferien af fællesskabets naturerfaringer, idet der var tale om produktionens randfænomener. Som sådan sjældne, uhåndgribelige og mystiske - uden for dagligdags erfaring, var de forklaringskrævende og problematiske i modsætning til hverdags-naturerfaringerne i arbejdsprocessen, der var konkrete, kendte og vante og derfor uproblematisk, dvs ikke forklaringskrævende.

Som ikke direkte erfarbare og ikke integrerede i arbejdsprocessens daglige forløb bliver erkendelsen af de elektriske og magnetiske fænomener ikke en del af de umiddelbare producenters faglige kvalifikationer, men

kommer i stedet til at findes - ja, i første omgang på mytologisk/religiøs form, og i anden omgang i mere udviklede fællesskaber ligeledes på spekulativ naturfilosofisk form. Hvad bliver indholdet af disse former? Da de nævnte fænomener påtvinger sig som problematiske, og erkendelsen af disse ikke kan opnås ved umiddelbar sansning og erfaring, bliver disse gjort forståelige ved indpasning i de dagligdags erfaringer. Dette gøres som allerede nævnt (under behandlingen af det mytologisk/religiøse niveau) ved at hente analogier eller fantasier fra arbejdsprocessen og det øvrige dagligliv og projicere begreber herfra ned over de ukendte fænomener. Disse analogier bliver herved kvalitative, da de udtrykker sig i brugsværdinære forestillinger udspringende fra den umiddelbare erfaringsmæssige omgang med naturen i arbejdsprocessen og dagligdagen som helhed. Denne kvalitativitet har den spekulative erkendelse af elektriske og magnetiske fænomener til fælles med de umiddelbare arbejds-erfaringer. Med abstraktionsniveauet hos den spekulative naturerkendelse er højere, idet der netop er tale om analogier, og således løsrevet fra den natur de ønsker at forklare. Selv om der er tale om et relativt højere abstraktionsniveau er dette dog stadig lavt, fordi analogiernes indhold er de konkrete, kvalitative erfaringer udspringende fra den umiddelbare omgang med naturen, på dennes betingelser og overmægtighed.

Som det vil vise sig har analogierne i de tidlige fællesskaber tendentielt karakter af antropomorfisme. Forklaringerne dvs. analogierne hentes således fra den allermest konkrete, umiddelbare og personlige erfaringsverden./8, s 544 f/.

Hos Platon opløses formidledheden mellem denne spekulative naturerkendelse og de prækapitalistiske umiddelbare producenters naturerkendelse, hvorved en overskridelse af den førkapitalistiske naturerkendelse finder sted. Denne opløsning er karakteriseret ved at erfaringsindholdet mindskes i Platons naturfilosofi. Denne overskridelse og opløsning finder sted som led i pengeøkonomiens og handelens tendentielle opløsning af fællesskabet i det antikke Grækenland. Det brud, der sker under Platon, ophæves i tiden herefter - sammenfaldende med at den udviklede vareøkonomi i det græske bystatssamfund går drastisk tilbage med det Athenske imperiums sammenbrud i 300-tallet fvt./1, s 39/. Hermed forsvinder betingelsesgrundlaget for en naturerkendelse, der har fælles træk med den moderne naturvidenskab, men ikke som denne præsterer reduktionen af naturens kvalitative mangfoldighed til den kvantitative rationalitet./6, s 75/.

Vi vil nu undersøge de forskellige forståelsers erfaringsindhold, bla. ved at betragte hvilken rolle fantasmateriale fra den umiddelbare erfaringsverden spiller i disse. Det vil vise sig at der ofte følger noget der minder om en brugsanvisning med fra naturfilosoffen til læseren, om hvorledes han kan føre den fremsatte forståelse af bestemte naturfænomener tilbage til sine egne erfaringer og overbevise sig selv om denne forståelses rigtighed. På denne måde er den førkapitalistiske spekulative naturfilosofi åben overfor kvalitativt individuering hvilket den moderne naturvidenskab ikke er. Denne er nemlig bundet til at begribe alle begivenheder ved udgrænsning af enkeltpersonens erfaringer (jvnfr. det naturvidenskabelige eksperiment). Hvorimod gyldigheden af den prækapitalistiske spekulative naturerkendelse netop var dens overensstemmelse med de kvalitative, konkrete naturerfaringer i den umiddelbare naturtvungne arbejdsproces og dagligdag./8, s 544/.

Historisk indledning.

Efter sammenbruddet af den Mykenske civilisation i det østlige Middelhav og Egæerhavet ca. 1200 fvt. oplevede de græske samfund en periode hvor den

tidligere tids udviklede fællesskab brød sammen og samfundet fik karakter af den landlige og primitive verden der skildres i de Homerske digte. Fra denne periode havde vi ingen oplysninger om at der har eksisteret en egentlig særskilt spekulativ naturfilosofi. Naturerkendelsen må i denne periode antages, at have eksisteret på formerne; som arbejdskvalifikation og som mytologi/religion, her er der tale om den græske mytologi i tidligt udviklingsstadiet. Opkomsten af et tredje niveau for naturerkendelse knytter oven på de to andre sig til den udvikling af arbejdsdelingen og ydeligere hierarkisering af det førkapitalistiske fællesskab, som finder sted i det førantikke Grækenland fra 800 til 500 fvt., hvor det bymæssige mønster af den klassiske civilisation langsomt opstår. Det er først med udviklingen af det fællesskab, der udgøres af det antikke græske bystatssamfund, med en mere udviklet arbejdsdeling og hierarkisering og dermed større grad af frigørelse fra naturtvangen, der behersker den førkapitalistiske arbejdsproces, at man kan tale om at der udvikles arbejdsfunktioner med spekulativ erkendelse af natur som speciale. Funktionen som spekulativ naturfilosof var i overgangen fra fællesskaber med to niveauer for naturerkendelse til der opstår et tredje niveau; den spekulative naturfilosofi knyttet til specielle samfundsmæssige arbejdsfunktioner, så som administration, præstefunktionen eller andre overordnede funktioner i det førkapitalistiske fællesskabs hierarkiske orden. I den nævnte periode opstår også bystaten Milet i Lilleasien. Her og i andre handelsbyer på Lilleasiens vestkyst finder vi de tidligste græske naturfilosoffer i det land som grækerne kaldte Jonien. De tre første naturfilosoffer, Thales, Anaximander og Anaximenes, som vi kender navnene på levede alle i 500 tallet fvt. i byen Milet, Joniens største handelsby. Fra Milet blev drevet en vidtstrakt handel med landene omkring Sorte Havet og med Egypten og Mesopotamien.

Antik magnetisme og elopfattelse.

Den første joniske - ja, faktisk den første naturfilosof, man kender til, fra historien er Thales fra Milet (c.624 - 548 fvt.). Han har sin gerning i denne store lilleasiatiske handelsby. Den tidligst daterede benævnelse af magnetjærnstenen henføres til ham af Aristoteles (384 - 322) i "De anima":

"Thales, too, to judge from what is recorded about him, seems to have held soul to be a motive force, since he said that the stone has a soul in it because it moves the iron."/4, s 405 a/.

Om denne korte bemærkning må det nævnes at Thales henvisning til magnetjærnstenen er tilfældig. Emnet til diskussion er sjæl og ikke magnetjærnsten, og der ikke noget der tyder på, at der er tale om en opdagelse af noget nyt fænomen. Magnetjærnstenen bruges tydeligvis på en illustrerende måde i diskussionen af et bredere emne. Thales synspunkt er således, at årsagen bag magnetjærnstenens bevægende kraft er stenens sjæl. Dette synspunkt er udtryk for en animistisk naturopfattelse. I tingene bor sjælelige eller levende kræfter, og naturforløbet forklares ved disses virksomhed. Denne animisme er en antropomorfistisk analogi. Man overfører umiddelbare personlige erfaringer med menneskenes evt. dyrenes egenskaber på andre uvante og uforståelige fænomener som magnetjærnstenen og dennes virkninger. Som analogi overført fra et andet erfaringsområde er den relativt abstrakt.

I følge Alexander af Afrodissia (193 - 217 i Athen) fremsatte Empedokles (af Acragas) (c. 490 - 435) den opfattelse af magnetismen; at en udstrømning (emanation) fra magnetjærnstenen gik ind i porene i jern anbragt tæt ved denne og udstødte luften derfra. En tilsvarende gennemtrængning af magnetjærn-

stenen. Tekststedet giver ikke oplysninger nok til at forstå denne proces i detaljer. Dette magnetismebegreb indgår i et mere omfattende naturbegreb hos Empedokles - et begreb om forandring i termer af fire grundelementers strømning ind og ud af porer, som han postulerede eksisterede i hvert objekt /7, s 17/. Disse elementer eller "rødder", som han selv kaldte dem, udgjorde verden, og forskellige levende eller døde ting tænkes udgjort af disse fire grundelementer i forskellige proportioner. Disse fire rødder var vand, ild, jord og luft. Forandringerne drives frem af to kræfter som Empedokles kaldte kærlighed og had. Kærligheden forener rødderne og hadet skiller dem. Når elementerne forenes taler vi om fødsel, når de skilles taler vi om død./1, s 88/. Denne forståelse af magnetiske fænomener må igen betegnes som en kvalitativ analogi udsprunget fra den umiddelbare omgang med naturen i arbejdsprocessen. De kendte dagligdags erfaringer med vante naturfænomener og menneskelivet udgør grundmaterialet i den af Empedokles opbyggede til dels antropomorfistiske analogi. Denne udmærker sig ved at være af mere elaboreret karakter. Hermed bliver denne forståelse af relativ abstrakt karakter. Empedokles' relativt udviklede naturfilosofi skal ses i lyset af at denne var virksom i den græske handelskoloni Acragas (nu Agrigento) på Sicilien.

Den spekulative naturfilosof som regnes for den egentlige fremsætter af det atomistiske naturbegreb er Demokrit (c.460 - 370). som havde sin gerning i Abdera en græsk koloni på Thrakiens kyst. Demokrit ahtog, at der fantes uen deligt antal uforanderlige, udelelige partikler, som de kaldte "atomer", som på oldgræsk betyder "de ukløvbare". Disse "atomer" bestod af alle samme emne men var af forskellig størrelse og udseende og rørter sig med forskellig hastighed. Materien var opbygget af atomer som rørte sig i et tomrum. Dette "torum" er der, hvor der ikke findes noget. Atomerne var skilt ad af tomrummet og kunne kun påvirke hinanden gennem direkte kontakt, gennem at skubbe til hinanden eller sammenkrøges. Fornemmelser som smag og farve ansås at være konventioner. De var subjektive egenskaber, som beroende på partiklernes mekaniske påvirkning af vores sind./1, s 88 f/. Dette almene naturbegreb afspejledes i hans opfattelse af magnetismen: Siden jern har større tæthed end magnetjærnstenen, konkluderede han, at der er større mellemrum mellem magnetjærnstenens "atomer". Atomare udstrømninger fra magnetjærnstenen går ind i jærnets porer og udstøder jærnatomer derfra, som bevæger sig mod magnetjærnstenen, idet de går ind i dens porer, og når de gør det, trækkes jærnet mod stenen. Symmetrien af denne atomistiske forklaring synes at have rejst spørgsmålet om, hvorfor jærnet er påvirket af magnetjærnstenen, men magnetjærnstenen er ikke påvirket af jærnet. Demokrit forklarer åbenbart denne mangel på synnetri ud fra mangel på symmetri i mekanismen. Grundet de større mellemrum mellem atomerne i magnetjærnstenen. er der en større aktivitet på magnetjærnstenens side og deraf større virkning på jærnet.

Demokrits opfattelse af magnetisme hænger således konsekvent sammen med hans almene naturopfattelse, som grunder sig på en opfattelse af at materien kan kløves i stadig mindre dele indtil man når til de "ukløvbare". Denne opfattelse udspringer fra den særdeles håndfaste erfaring man har i omgangen med naturen i arbejdsprocessen - man kan pulverisere naturen ned til kornstørrelse. Bevægelsen af disse "atomer" bliver nu forklaret ud fra en analogi der ikke længere indeholder antropomorfistiske forestillinger, men ud fra noget der ligner en mekanisk analogi, dvs. en analogi, der forestiller sig at atomerne bevæger sig lige som væsker eller småsten. Denne analogi der i aller højeste grad er kvalitativ, da den henter sit erfaringsindhold fra den prækapitalistiske arbejdsproces, og relativt abstrakt i sin karakter.

Platon (c. 428 - 348) havde sin gerning i den athenske bystats storheds-

tid, hvor dens rigdom og magt grundede sig på en udviklet vareøkonomi og varehandel med underlagte bystater og Mellemøsten. Platon forsøgte at generalisere den elementlære som Emprdokles opstillede. Det er Platon som introducerer ordet element, et ord som egentlig betød bogstav - åbenbart opfattedes elementerne som bogstaver, som kunne kombineres til meningsfyldte enheder. Hos Platon reduceres erfaringsindholdet fra begrebet om elementerne. I dialogen Timaios bliver elementerne til geometriske former, som identificeres med de regulære polyedre; jorden med terningen, vandet ikosaederen, luften med oktaederen og ilden med tetraederen, og der fjødes et femte element til, æteren, som identificeredes med dodekaederen. Denne tendentielle mindskelse af naturerfaringsindholdet af naturen i Platons spekulative naturfilosofi er således et kvalitativt brud i forhold til de hidtil nævnte forståelser, der alle udtrykker sig i de umiddelbare naturerfaringers og nære personlige erfaringers sprog. Brudet er således en tendentiell adskillelse af den spekulative naturfilosofi fra dens formidling til det prækapitalistiske fællesskabs naturerfaringer. Denne udvikling sker som et led i pengeøkonomiens og handelens tendentielle opløsning af fællesskabet i det græske bystatssamfund med Athen som den mest fremskredne /6, s 75 og 159 ff/.



The five Platonic bodies. /10.s. 28/

I lyset af denne historiske analyse af Platons almene naturforståelse bliver en af Roler konstateret udvikling i Platons magnetisemforståelse forståelig /7, s 16/. Første sted Platon formulerer sig omkring magnetisme er i "Ion", hvor han skriver:

"...The stone which Euripides named a magnet, but most people call "Heraclea stone". For this stone not only attract iron rings, but also imparts to them a power whereby they in turn are able to do the very same thing as the stone, and attract other rings; so that sometimes there is formed a quite long chain of bits of iron and rings, suspended one from another; and they all depend for this power on that one stone."
/7, s 15 citat fra Platon/.

Som tilfældet er med Thales er disse bemærkninger fra Platon om magnetjærnsten tilfældige i forhold til en diskussion om et helt andet emne, nemlig hvorledes Musen overfører inspiration fra mænd til andre mænd. Platon skriver at magnetjærnstenen "tiltrækker", et begreb; der er blevet op til i vore dage som forklarende magnetiske fænomener. I naturvidenskabelig sprogbrug finder man det ofte erstattet af det samselige udtryk, magnetisk "vekselvirkning". Der ligger dermed en kvalitativ forståelse af magnetiske fænomener i brugen af begrebet "tiltrækning". Det er sandsynligt, at tiltrækningsbegrebet er opstået ved en begrebslig analogi udsprunget fra de subjektive og kvalitative erfaringer som mennesket har gjort sig med sig selv, når tilfredsstillelsen af de elementære behov stod for dagen. Mennesket har således følt, at genstanden for behovet har haft en "tiltrækkende" virkning, der kunne føles som en kraft eller magt, der førte mennesket mod denne, uden at der derfor virkelig var tale om dette. Når man så erfarede en mystisk, uforklaret og usædvanlig tiltrækning mellem to legemer overførte man egenskaberne fra det organiske tilfælde til det uorganiske./7, s 16/.

I et andet citat fra "timaios" forandre Platon sit begreb om i øvrigt ikke bare magnetisk tiltrækning, men også om tiltrækning i rav-effekten og i lynnedslag./7, s 16/. Platon siger at der i de ovennævnte tilfælde ikke er tale

en virkelig "tiltrækning", fordi der ikke er nogen virkelig tiltrækkende kraft; men at de stoflige effekter er resultat af fysisk kontakt mellem de indgående legemer. Udviklingen i Platons magnetismeerkendelse går således også mod en delvis tømning af erfaringsindholdet, der opnås ved en reduktion af den sanselige forståelse af magnetisk tiltrækning, til blot og bar fysisk kontakt mellem abstrakte legemer:

"Futhermore, as regards all flowings of waters, and fallings of thunderbolts, and the marvels concerning the attraction of amber and of the Heracleian stone - not one of all these ever possesses any real power of attraction; but the fact there is no void, and that these bodies propel themselves round one into another, and that according as they separate or unite they all exchange places and proceed severally each into its own region, - it is by means of these complex and reciprocal processes that such marvels are wrought, as will be evident to him who investigate them properly."/7, s 16. citat fra Platons Timaios./:

Som allerede nævnt var der fire fænomener, som de antikke folk kunne have mulighed for at erfare - fænomener, som vi i dag anerkender som elektriske af karakter; lynet, torpedoen (enelektrisk rokke), Skt. Elms ild og rav-effekten. Man havde set torpedoen, bedøve sine fødedyr ved at bruge en kraft, som man mente iboende i torpedoens krop. Aristoteles beskriver dette fænomen:

"The torpedo narcotizes the creatures that it want to catch, overpowering them by the power of shock that is resident in its body, and feeds upon them"/4, s 620 b/.

Aristoteles har ikke gjort noget forsøg på, ud over dette kortfattede citat, mere indgående at forklare, hvad denne iboende "power of shock" egentlig er. Emnets usædvanlighed har tydeligvis fanget ham og fået ham til at nævne det, uden at han dog har fundet så problematisk, at det var forklaringskrævende.

Den antikke atomteori nåede et udviklet udtryk hos Epikur (342 - 270 fvt.) fra Samos. Denne blev videregivet af den senere Titus Lucretius Carus (c. 95 - 55 fvt.), der var romer, i digtet "De rerum natura", der var en hyldest til Epikur. Heri fremsættes, der et atombegreb der i den grad minder om Demokrits. Lucretius fremsætter også en lignende magnetisemeforståelse, der hviler på næsten identisk mekanisk analogi. Det er derfor nok til at henvise til de konklusioner, der opnåedes under behandlingen af Demokrit. Det skal nævnes at den engelske oversætter af Lucretius' digt, hvis oversættelse vi benytter herunder, har moderniseret oversættelsen. Han omformede digtes poesi til prosa, samt, hvilket i denne sammenhæng er det vigtigste, oversat Lucretius egen betegnelse "primordia rerum" (den første begyndelse af ting) til "atomer" eller "elementer". Alternative navne for "primordia rerum" som "avlede partikler" og "korn" er blevet oversat direkte, når forfatteren syntes at teksten forlangte det. Ligeledes er termen "inane" blevet erstattet med "tomrum" (void) eller "vacuum"./5, s 17. Forfatterens forord/. Forfatteren har dermed tendentielt naturvidenskabeliggjort tekstens begreber, hvilket er uheldigt, da vi netop vil fremhæve den forskel, der er mellem den spekulative naturfilosofi og naturvidenskaben.

I dette citat forklarer Lucretius hvorledes magnetjærnstenen "tiltrækker":

"On this basis it will be easy to elucidate the problem and lay bare the whole cause of the attraction of iron. First, this stone must emit a dense stream or emanation of atoms, which dispels by a process of bombardement all the air that lies between the stone and the iron. When this space is emptied and a large tract in the

middle is left void, then atoms of the iron all tangled together immediately slide and tumble into the vacuum. The consequence is that the ring itself follows (der er åbenbart tale om en jern ring: vor tilf.) and so moves in with its whole mass. No other substance is so rigidly held together by the intertangement of its elemental atoms as cold iron, that stubborn and benumbing metal. No wonder, then, since the impulse comes from the atoms, if a cluster of particles from the iron cannot drop into the void without the whole ring following. This it does, and continues to follow it till it actually reaches the stone and clings to it by invisible ties. This happens in any directions in which there is a vacuum, whether the immediately adjoining particles move into it sideways or upwards. Of course they cannot rise up into the air of their own accord; but they are impelled by blows from other quarters."/5, s 247 f/.

Den magnetiske forståelse som Epikur udarbejder, og som Lucretius senere videregiver, har mange fællesstræk med Demokrits forståelse. Disse træk består i at man opfatter naturen som opbygget af mindstedele, samt som det vil vise sig også for Epikurs vedkommende at han henter sit fantasimateriale fra den umiddelbare erfaringsverden.

Det brud med de umiddelbare producenteres arbejds erfaringer der sker hos Platon ophæves hermed igen hos Epikur og i tiden efter, sammenfaldende med at den udviklede vareøkonomi i det græske bystatssamfund går drastisk tilbage med det Athenske Imperiums sammenbrud i 300-tallet fvt./1. s 39/. Først senere i den hellenistiske tidsalder begyndte det igen at gå fremad for vareøkonomien med Alexandria som det nye handelscenter og ikke længere Athen./2, s 47,51/.

En fornyelse sker der dog - hos Epikur opstår det første begreb om "frastødning":

"It also happens at times that iron moves away from this stone; its tendency is to flee and to pursue by turns. I have even seen Samothracian rings of gilded iron jump up and iron filings grow restive inside copper cups when. So eager, it seemed, was the iron to run from the stone. The reason why the interposition of copper causes such a turmoil is doubtless this. After the effluence of copper has first taken possession of the open passage-ways in the iron and occupied them, along comes the effluence of the magnet and finds everything full in the iron as so no way of passing through as before. It is therefore compelled to pelt and batter the texture of the iron wht its stream. In this way it repels the iron from itself and through the copper it drives away what otherwise it normally attracts."/5, s 248 f/.

I "de rerum natura" gengav Lucretius også andre af Epikurs idéer, heriblandt en opfattelse af hvad lyn og torden var. Denne effekt betragtedes, som nævnt ikke som værende, af det vi i dag betegner som af elektrisk art. Lynet betragtedes i stedet som en slags ild. Ild var et naturfænomen som var velkendt i erfaringen, og dermed brugt til at forklare det mere uhåndgribelige fænomen lynet. Denne betragtningsmåde var åbenbart den fremherskende i antikken og ikke bare i den spekulative naturfilosofi, men også blandt de umiddelbare producenter:/8, s 543/. Dette forholder sig, som også nævnt, ligeledes med "Skt.Elms ild". Epikurs opfattelse, som Lucretius videregav, var ingen undtagelse herfra. Han fremsatte også den opfattelse af lynet var en slags ild, men prøvede at forklare dette mystiske og problematiske fænomen ud fra en mere elaboreret forståelse - en forståelse af naturen, som bestående af mindstedele; "primordia rerum", "avlende partikler" eller "korn", som de blev betegnet (particula; latin - lille del af noget).

I "de rerum natura" er der fremsat en spekulativ naturfilosofisk erkendelse af, hvorledes lyn opstår, og hvad de består af. Angående lynets opståen bruger Lucretius en særdeles naturerfaringsfunderet analogi; det at to sten når de støde sammen giver gnister:

"As for lightning, it is caused when many seeds of fire have been squeezed out of clouds by their collision. Just so, if stone is struck by stone or steel, a light leaps out and scatters bright sparks of fire. Thunder follows later, when your ears receive what your eyes saw lashing; for impulses always travel more slowly to the ears than to the sight."/5, s 222/.

efter denne udredning fortsætter Lucretius med at give en opskrift på, hvorledes læseren selv kan opleve det samme ud fra sine egne personlige erfaringer, og derved individuere erkendelsen af fænomenet. Her bruges igen en analogi, som refererer til den umiddelbare og velkendte naturerfaringsverden på individuierende vis. En lille opskrift i hvordan man selv oplever fænomenet eller tilsvarende:

"When wind has forced its way into a cloud and, as I explained before, has hollowed and condensed it by eddying round, it becomes heated by its own movement. You see everything grow fiery hot with motion: the speed of a long flight liquefies a leaden sling-bolt. So then, when this heated wind has burst open a murky cloud, it scatters seeds of fire pushed out by force of the sudden explosion. These cause the zig-zag flashes of flame." /5, s 222 f/.

I de sidste to citater om lynets opståen, går Lucretius mere over til at bruge en mekanisk analogi. Her skal ordet mekanisk tages med forbehold da Epikur og Lucretius' atombegreber også har organiske træk: "avlede partikler" og "korn". Men dette ændre ikke noget ved de kvalitative og erfaringsmæssige træk ved begrebet.

"The clouds themselves must contain a great many seeds of fire; for, when they are free from admixture with water, their colour is mostly flame-like and sparkling. Since they must inevitably absorb many such particles from the sunlight, it is natural that they should flush and emit a fiery glow. So, when a driving wind has concentrated and compressed them forcibly in a single spot, they release under pressure those atoms that are the cause of flame-bright flashes."

"Lightning may occur also when the clouds in the sky are thinning out. When the wind gently dissipates and dissolves them in their flight, they must perforce let drop the particles that generate flashes. But at such times the flash is a quiet one, without that a appalling accompaniment of crash and rumble."/5, s 223 f/.

I sine forklaringer anvender Lucretius dagligdags brugsværdinære analogier, der derfor klart er kvalitative. Der er i det første citat anvendt en særdeles dagligdags naturerfaringsfunderes analogi, nemlig at to sten ved et hårdt sammenstød giver gnister. Dette billede bliver så brugt til at forklare hvorfor lynet opstår ud fra skyerne ved "sammenstød". I det andet citat anvendes en analogi fra bevægede legmer. I de to sidste citater bruges en partikel analogi af delvis mekanisk karakter, og disse partikler, der spiller en stor rolle i Epikurs og dermed Lucretius' naturfilosofi, har som beskrevet en meget mere håndgribelig betydning end vores dages fysiks partikler, der er punkter med "uendelig lille udstrækning". Hos Lucretius kaldes disse partikler eller atomer, ofte for "seeds" altså en naturerfaringsfunderet analogi der hentyder til planternes sæd, korn eller frø.

Nu har vi beskrevet hvorledes Lucretius opfattede lynets opståen, men hvad består lynet af? Om dette siger Lucretius:

"What, then, of the nature and composition of thunderbolt? We may learn from the stricken spots, branded with the mark of heat and the traces of fire, not of wind or rain. Besides, they often set fire to buildings and work their will with darting flame in the heart of the house. You most know that this rarefied fire, more than all other fires is composed by nature of minute and mobile particles to which absolutely nothing can bar the way." /5, s 224/.

Lynet består altså af ild og denne ild er igen sammensat af små bevægelige partikler eller korn. Til sidst i sit afsnit om lynet forklarer Lucretius, hvorledes lynet kan opnå en sådan kraft, at det kan ødelægge ting.

Alt i alt må det siges, at Lucretius' el./magnetismeopfattelse er kvalitativ, idet hans forståelse er karakteriseret ved anvendelsen af kvalitative analogier, hentet fra den umiddelbare erfaringsverden i arbejdsprocessen.

I "Historia naturalis" af romeren Plinius (23 - 79 evt.) fremsætter denne et naturbegreb hvori ideen om sympatier og antipatier spiller en væsentlig rolle som forklaring. Magnetismebegrebet indeholder også denne nærmere forklaring på magnetisk tiltrækning og frastødning:

"Pax secum in his aut bellum naturae dicetur, odia amicitiaque rerum surdarum ac sensu carentium et, quo magis miremur, omnia ea hominum causa, quod Graeci sympathiam et antipathiam appellavere, quibus cuncta constant, ignes aquis restinguentibus, aquas sole devorante, luna pariente, altero alterius iniuria deficiente sidere, atque, ut a sublimioribus recedamus, ferrum ad se trahente magnete lapide et alio rersus abigente a sese.." /7, s 19, efter plinius./.

Olinius diskuterer magnetjærnstenen fire gange /7, s 24/, og i tilknytning til ideen om sympati og antipati fremsætter han en del flere synspunkter i sit magnetismebegreb, som opsummeres således /7, s 24/:

1. Nær floden Indus er der to bjerge, hvoraf det ene tiltrækker jern og det andet frastøder det. En mand med jernsøm i sine sko kan hverken hæve sine fødder fra det ene eller sætte dem ned på det andet.
2. Ptolemæus II planlagde at lave et tempeltag af magnetjærnsten, sådan at hans søsters jærnstatue kunne blive hængt op i luften. Projektet blev ikke fuldført.
3. Magnetjærnstenen blev opdaget af en fårehyrde, som fandt ud af at jærnspiden på hans stav og sømmene i hans sko hang fast i jorden på en bestemt lokalitet.
4. Der er fem forskellige slags magneter, fra fem forskellige områder, forskellig i farve og køn, de feminine mangler tiltrækningskraft. En af disse tiltrækker andre magneter.
5. En sten ved navn "theamedes" fra Ethiopien frastøder og tilbagekaster alle slags jern.
6. Jern kan opnå egenskaberne ved en magnet og kæder af jærnringe der hænger fra en magnet kan blive formet. Dette såkaldte "levende jern" (live-iron) giver mere alvorlige sår end almindeligt jern.
7. Jern nær en magnet springer imod den griber den, og bliver holdt i dens omfavelse.

Plinius falder her tilbage til den antropomorfistiske forståelse af magnetismen som vi finder hos de tidlige filosoffer Thales (ca. 624 - 548 eller

senere) og Empedokles (490 - 435). Ud over den rent kvalitative antropomorfistiske analogi, der udtrykker sig i begreber som "sympatier" og antipatier" indeholder i hans skrift individuerende og konkrete beskrivelser af magnetiske fænomener. Herved nævner Plinius begrebslige forståelsesform sig meget til de umiddelbare erfaringer der gøres i den prækapitalistiske arbejdsproces. Det brud der forelå hos Platon med den naturerfaringsmæssige basis er således stort set ophævet hos Plinius med hans kvalitative, og relativt konkrete og relativt individuerende forståelse af magnetisme.

Plinius beskriver rav effekten mere detaljeret:

"ceterum attitu digitorum accepta caloris anima trahunt in se paleas et folia arida et philyras, ut magnes lapis ferrum."/7, s 23 efter Plinius/.

Den erfaringsfunderet analogi, som karakteriseredes Demokrit og Epikur findes i lignende form i de "Platoniske spørgsmål" af romeren Plutarch (ca 100 evt.). Plutarchs forestilling var at magnetjærnstenen:

"emits strong exhalations, which push the adjoining air; the air in turn pushes solid objects before it; and this air, being carried round a circle and returning into the vacuated place, forcibly moves the iron in the same direction."/7, s 23, efter Plutarch/.

Denne kvalitative men relativt abstrakte analogi af mekanisk tilsnit, fører til de samme konklusioner, som ved analysen af de lignende forestillinger hos Demokrit og Epikur. Troen på at luften var involveret i bevægelserne produceret både af magneter og gnedet rav var almindelige i diskussioner af disse fænomener indtil næsten slutningen af det 17. årh.

Plutarch udvider i samme tekststykke sine forestillinger til at gælde raveffekten. Men her tilføjes en antropomorfistisk analogi om ravets "flammende og sjælelige natur" til den ellers mekaniskatomistiske:

"In amber there is a flameous and spiritous nature, and this, by rubbing on the surface, is emitted by hidden passages and does the same that the lodestone does."/5, s 23/.

Han fremhæver også en slående forskel mellem virkningerne af gnedet rav og magnetjærnstenen: kunjern ville bevæge sig imod magnetjærnstenen, mens alle slags små genstande ville bevæge sig mod ravet. Denne forskel fremhæves også ved hjælp af den delvist mekanisk-atomistiske, antropomorfistiske analogi. /7, s 24/. Imidlertid ophævede hans understregning af denne forskel ikke den fremherskende forvirring om de to effekter. Det var først ca. 1500 år efter at den opkommende naturvidenskab separerede de to effekter og gjorde dem til selvstændige forskningsområder.

Om Plutarch's opfattelse kan vi således sige at den henter sine forestillinger fra dagliglivets og arbejdsprocessens umiddelbare omgang med brugsværdierne. Plutarch er ikke det eneste tekststed, der ytrer sig om raveffekten. Der var mere end blot ren beskrivelse i mange af de tidlige optegnelser om raveffekten. Ofte blev det sagt, at det gnedne rav "gråber", "tiltrækker" eller "trækker" lette genstande, og således implicerede tilstedeværelsen af en tvingende kraft eller anden "tiltrækkende indflydelse". Ligeledes blev gnedet rav betragtet som begavet med en slags liv og havende menneskelige egenskaber. Små genstande blev tiltrukket af det gnedne rav, måske fordi gnidningen udviklede en "længsel" eller et "behov" i ravet for disse genstande, som om de optrådte som "mad" for ravet. Disse udgjorde bevidst eller ubevidst forsøg på at komme med forklaringer funderet i umiddelbare erfaringer på de observerede fænomener./8, s 544 f/.

Hvorfor vender erfaringsindholdet tilbage hos Epikur, Plinius og Plutarch? Hvorfor ophører det brud der skete hos Platon med umiddelbare producenteres Naturerfaringer. Dette beror på forskelligheden mellem det græske bystatssamfunds naturforhold udtrykt ved vareøkonomien og det romerske. I romerriget antager varehandlen en helt anden skikkelse. Hvor der foregik en rig samhandel internt og eksternt mellem de græske bystater, er der i samhandlen mellem Rom og det øvrige romerrige institutionaliseret et ulige bytte, hvor Rom giver militær magt og orden til gengæld for leverancer af penge eller varer i almindelighed fra alle dele af riget, og desuden fungerer det massivt forstørrede statsapparat som en almindelig stopklods for vareøkonomiens videre udvikling./2, s 80 f/. Således foregår den materielle produktion som Rom grunder sin eksistens på ikke i selve Rom men i rigets forskellige dele. De erobrede zoner hæmmes således i deres egen udvikling af en vareøkonomi. Ydermere er der den forhindring for varehandlens udvikling i romerriget at de geografiske afstande er for store i forhold til de uudviklede transportmidler./2, s 80/. Disse forhold umuliggør en ligeså intensiv varehandel, som den, der foregik i det græske bystatssamfund. Denne græske varehandel havde gode kår med de relativt små afstande og de transportbillige søveje i og omkring det Ægæiske Hav. Der var således tale om en reel tilbagegang med hensyn til vareøkonomi fra det græske bystatssamfund til Romerriget, hvilket kunne antyde en forskel i betingelsesgrundlaget for udviklingen af en spekulativ naturerkendelse

Antikkens matematik

Vi vil inden den videre beskrivelse af elektricitets- og magnetismeerkendelsens udvikling komme med to eksempler på matematikkens erkendelsesmæssige status. Vi vil bruge disse eks. på matematikkens erkendelsesmæssige status til at præcisere vores begreb om naturerkendelse i et af dets grænseområder, idet der er visse former for antik matematik, der ikke direkte kan siges at være integreret i den spekulative naturerkendelse. Og omvendt er der visse former, der kan siges at være en integral del af naturerkendelsen. Men grænsen er hårfin og for mange typer af antik matematik vil det være svært udelukkende at give disse et af prædikaterne naturerkendelse/ikke-naturerkendelse. De to eks. vi vil fremdrage er på den ene side Ptolemaios, som et eks. på en tæt og uløselig sammenhæng mellem en matematisk og en fysisk udvikling. Matematikken er i dette tilfælde direkte integreret i naturerkendelsen. På den anden side findes Hippokrates fra Chios, der repræsenterer en matematik, der ikke direkte er integreret i naturerkendelsen. Det er et åbent spørgsmål, om der hos Hippokrates overhovedet er tale om nogen form for naturerkendelse eller ej.

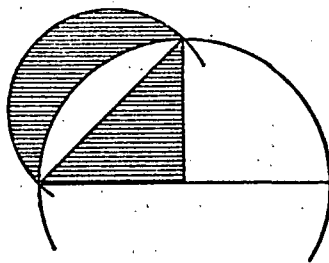
Ptolemaios (ca. 100- ca. 165) og astronomien: med skriftet "Almagest" søgte Ptolemaios at udarbejde en astronomi baseret på matematik. I og med udviklingen af sin planetteori skabte Ptolemaios nye matematiske metoder, når de allerede kendte ikke strakte til i hans naturerkendelse. Tidligere havde grækerne haft en sfærisk geometri, der anvendtes på sfærisk-astronomiske problemer, men denne beskrivelse forvandlede til en kvantitativ sfærisk astronomi af Ptolemaios. I "Almagest" bidrager han også til eks. til udviklingen af den plane trigonometri, bl.a. ved at udlede og beskrive en række formler for korder.

Endvidere opererede Ptolemaios også med, hvad vi idag ville kalde, funktioner af 1, 2 eller 3 variable, som han anvender i sin astronomi. Der er her tale om en matematisk nyudvikling/9. s. 141/

I den modsattelejr finder vi til eks. sofisterne. De behandlede matematiske problemer uden hensyntagen til deres praktiske nytte. Der var tale om en dyrkelse af matematikken for dens egen skyld, og dermed besad denne matematik ikke direkte nogen naturerkendelse. Deres hovedproblemer var:

- Terningens fordobling - at bestemme kantlængden af en terning, hvis rumfang er det dobbelte af en given ternings.
- Cirkelens kvadratur - at bestemme et kvadrat, hvis areal er lig arealet af en given cirkel.
- Vinklens tredeling./9. s. 88/

Hippokrates fra Chios (ca. 470-400) var en af disse matematikere, der fjernede sin matematik fra behandlingen af praktiske problemer. Ligeledes er det ikke særligt anskueligt, om der i det hele taget er naturerkendelse i hans matematik. Hippokrates' arbejde gik ud på at bestemme arealet af en række krumlinede figurer begrænset af cirkelbuer, hvorved der fremkom forskellige geometriske måner. Hippokrates første resultat var, at en figur begrænset af en halvcirkel og en kvartcirkel har samme areal som den retvinklede trekant, der er vist på figuren.



A lune of Hippocrates of Chios. /10. s. 35/

Flere lignende måner kunne bestemmes m.h.t. areal. Dermed var det bevist, at i hvert fald visse krumlinede figurers arealer kunne bestemmes eksakt/9, s.87/. Disse krumlinede figurer begrænset af cirkelbuer kaldes "Hippokrates' halvmåner". Disse halvmåneproblemer var helt uden praktisk anvendelse/9, s.48/. Hos Ptolemaios får matematikken altså en direkte anvendelse som en uløselig del af en naturerkendelse, i modsætning til Hippokrates, der dyrker matematik uden direkte integration i naturerkendelsen.

8.2. Interimperioden, 400 - 1100.

en opsummering af den tidlige vestlige forståelse af raveffekten og magnetiske fænomener optræder i "De civitate Dei" (omkr. 428) af Skt. Augustin - den tidlige kristne kirkes store filosof. Ligesom Plutarch, bemærkede Augustin, at en magnet bevæger jern men ikke strå. En forskel der overraskede ham i lyset af den herskende opfattelse om den væsentlige lighed mellem magnetisk og rav-"tiltrækning". Uden at undersøge sådanne emner dybere, gjorde han i stedet god brug af dem til, efter hans egne ord større religiøse og moralske formål. Hvis sådan et almindeligt fænomen er uforklarligt, spørg-

te han, hvorfor skulle det forlanges af mennesket, at det forklarer mirakler ud fra menneskelig fornuft?

Fra Augustin og ca. 700 år frem, sker der hermed en forandring i menneskets forhold til naturen. Naturen bliver nu med Augustins ord uproblematisk, ikke-forklaringskrævende. Denne forandring sker nu med Romerrigets opløsning og sammenbrud, og dermed sammenbrudet af den penge- og vareøkonomi, som Romerrigets eksistens betingede. Med antikkens ophør forsvinder de udviklede fællesskaber som Grækenland og Romerriget med deres udviklede varehandel, arbejdsdeling og hierarkisering, og de afløses af opsplittede samfund med en meget lavt udviklet vareøkonomi, arbejdsdeling og til dels hierarkisering. Denne forandring er dermed også en forandring i naturforholdet og naturerkendelsen: Religiøse og moralske sager skulle nu i stigende grad absorbere opmærksomheden af den vestlige kristendoms lærde i mange hundrede år efter Augustin forfølgelsen af jordiske gøremål og verdslig lære syntes til sammenligning, at indeholde lidt, der var interessant og anbefalelsesværdigt. Religion og mytologi skulle nu med dette ændrede naturforhold nu igen være den erkendelses form, som den mest abstrakte og almene naturerkendelse skulle have.

Denne udvikling som også galdt elektricitets og magnetismeerkendelsen og som allerede var indledt ved vor tidsregnings begyndelse beskrives på flg. måde af Roller:

"In short, all that we know of the history of magnerism through the first eleven centuries of our era indicates that is was a sterile fild of study that was slowly dying out in Europe among a veltter of occultism, magic, and alchemy, and that Arabic and Jewish writers had little to offer beyond the ancient works which they held, as it were in trusteeship."/7, s 32/.

De antikke skrifter blev i denne lange periode op til ca. 1000 overleveret både gennem den arabiske naturfilosofi, der fik et opsving i århundrederne efter Romerrigets sammenbrud, samt gennem den kristne kirke som var den eneste sammenholdende institution i det faldende romerske imperium. Gennem at den havde optaget store dele af den klasiske latinske kultur kom den i de urolige tider under den tidlige middelalder til at bevare denne. Det var derfor bla. i klostrene at de latinske kultur bevarede i folkevandrings-tiden./1, s 46 f/. Men selv om araberne på mange områder forbedrede den græske videnskab, så revolutionerede de den ikke. Dette forhold hænger sammen med den økonomiske udvikling i østen/1, s 127/.

Den græsk-arabiske naturfilosofi inclusive dens problemstillinger, overtoges af det feudale vesten under 1100 og 1200 tallet. Dette understøttedes af at Europa på denne tid økonomisk begyndte at nærme sig den arabiske verden/1, s 129/. Den arabiske verden havde i perioden 700 - ca. 1200 haft en mere udviklet vareøkonomi end den Vesteuropæiske. Men genopblomstningen af en europæisk vareøkonomi gennem middelalderen bliver mulighedsbetingelsen for en i første omgang genopdagelsen af betydningsindholdet i den antikke naturfilosofi, og i anden omgang en radikal nylæsning og revolutionering af den antikke spekulative naturfilosofi. Som nu bliver en af forudsætningerne omend ikke den ultimative, som er det kapitalismens opkomst, for naturvidenskabens opkomst. Således begynder den spekulative elektricitets- og magnetismeerkendelse ar udvikle sig igen i middelalderen. Den første udvikling der sker er udviklingen af kompasset, som omtales for første gang i Europa af Alexander Neckham i 1186./7, s 35/.

8.3 Konklusion

Som konklusion på den prækapitalistiske elektricitets- og magnetismeopfattelse kan man sige, at den spekulative naturfilosofi og den mytologisk/religiøse naturerkendelse godt nok er relativt abstrakte i deres beskrivelse af de mystiske og problematiske elektriske og magnetiske fænomener. Men dette betyder ikke, at de umiddelbare erfaringer forlades som gyldighedskriterium for naturerkendelse. I stedet indhentes disse som fantasimateriale i form af analogier til at forklare disse mystiske/uforståelige fænomener, og som sådan er el./magn.-erkendelsen konkret og kvalitativ - funderet i erfaringer. Så hvad der kunne synes at være et brud med erfaringen, er det ikke. Vi har således underbygget vores teori, idet vi har bekræftet den første af de i kapitel 7 opstillede hypoteser, idet: 1) det fantasimateriale, som er fremherskende i den spekulative naturfilosofi, er umiddelbare erfaringer fra arbejdsproces og det øvrige daglige liv, som iøvrigt er tæt integrerede i det førkapitalistiske samfund. Og 2) elektriske og magnetiske bliver forklaret udfra disse erfaringer, da sådanne fænomener ikke er dagligdags erfarbare fænomener, men den prækapitalistiske arbejdsproces randfænomener og derfor mystiske, problematiske og forklaringskrævende. Dette viser sig bl.a. ved den hyppighed, hvormed filosoferne tager disse fænomener op.

Der er altså god grund til at tro, at usædvanlige fænomener d.v.s. produktionens randfænomener generelt blev forklaret udfra den dominerende erkendelsesform i førkapitalismen, en næsten identisk påstand finder man også hos Roller & Roller:

"Thus there was the urge to account for the unfamiliar effect in terms of other phenomena thought to be more familiar. Since most of early man's knowledge was concerned with his own personal experiences, his natural tendency was to explain all of the happenings in nature in terms of these experiences." /R&R, s.544/

Vi har da påvist, at erfaringerne så at sige er gyldighedskriteriet i den førkapitalistiske naturerkendelse - eller i hvert fald noget som naturfilosofferne byggede på og mente, de måtte forholde sig til, når de fremførte deres spekulative syn på naturen. Og specielt i tilfælde af produktionens randfænomener, som elektricitet og magnetisme er, bruges disse erfaringer som fantasimateriale. Endelig skal det fremhæves, at der er en klar tendens til at overføre de egenskaber, som fantasifænomenerne har, mere eller mindre direkte til de fænomener der skal forklares. F.eks. mener man virkelig, at det er Thors kærre med bukkforspand, der kører over himmelen, når det tordener. Ligeledes mener Thales virkelig, at magneten har en sjæl. Ja, og Plinius mener, at magneter kan udvise sympatier og antipatier et.c. Alt ialt genfinder vi de fleste af disse træk, som karakteriserer den spekulative og mytologiske naturerkendelse, hos middelalderens og senmiddelalderens naturfilosoffer som f.eks. Cardano og Gilbert, som vi senere skal vende tilbage til.

Af yderligere mere specifikke konklusioner kan nævnes, at vi med eksemplet fra Thormytologien og udviklingen i antikkens spekulative naturfilosofi har vist, at der er tale om et kvalitativt brud mellem

mindre og mere udviklede fællesskabers naturerkendelse, og at denne hænger sammen med udviklingen af hierarkisering, arbejdsdeling og vareøkonomi. Forskellen mellem det mytologisk-religiøse niveau og det spekulativt-naturfilosofiske består i en forandring i de fantasier, som udgør disse erkendelsers udtryksmåder. På det mytologisk-religiøse niveau er fantasierne antropomorfistiske: man forestiller sig mennesker i gudeskikkelser, som behersker og er i besiddelse af naturens uhyre og uimodståelige kræfter. Tilbedelsen af disse tager form af forsoning med den altdominerende naturtvang, som modsvares af arbejdsdelingens, vareøkonomiens og hierarkiseringens lave udviklingsniveau. Disse antropomorfistiske analogier henter deres fantasi fra den allernæreste personlige erfaring med omgangen med naturen i arbejdsprocessen og dagligdagen, som udgør en enhed.

I den spekulative naturfilosofi ændres analogiernes fantasi-indhold. Disse indeholder nu materiale fra en mere bred erfaringsverden end den ovennævnte, men stadig en erfaringsverden, der er præget af den umiddelbare omgang med naturen. Denne ekspansion af erfaringsverdenen skal forstås som et resultat af den formindskede naturtvang, der også kan ses af, at den kraftfulde og altbeherskende gudeverden forsvinder ud og ikke er en del af den spekulative naturfilosofis tankeunivers. Denne voksende naturbeherskelse er udelukkende en konsekvens af udviklingen af især vareøkonomi og arbejdsdeling, i mindre grad hierarkisering. Endelig skal udtømningen af erfaringsindhold hos Platon ses ud fra, at den antikke vareøkonomi når en af sine maksimale udviklinger i perioden omkring Platon. Endelig med antikkens og Romerrigets sammenbrud bryder den antikke vareøkonomi fuldstændig sammen, og dermed bortfalder den relativt udviklede naturbeherskelse og den spekulative naturfilosofi, for igen at opstå 700 år efter i det 12. årh., hvor vareøkonomien påny spirer frem.

Hvad angår vores begreb om naturerkendelse har vi forsøgt at præcisere dette i et af dets grænseområder, idet vi eksemplarisk har vist, at der er visse former for antik matematik, som ikke direkte kan siges at være integreret i den spekulative naturerkendelse, d.v.s. at være naturerkendelse i det hele taget. Men grænsen er hårfin og for mange typer af antik matematik vil det være svært udelukkende at give disse et af prædikaterne naturerkendelse/ikke-naturerkendelse. Vi har desuden taget denne problematik om matematikkens naturerkendelsesmæssige status op, fordi vi senere i denne naturerkendelseshistoriske analyse støder på det i behandlingen af den matematiske elektrostatik f.eks. hos George Green, hos hvilken der også sker matematiske nyudviklinger i tilknytning til den elektrostatiske naturvidenskabs udvikling.

Litteratur:

- 1: Ambjörnsson, R & Elzinga, Aa: Tradition och revolution. Bo Cavefors Bokförlag 1977.
- 2: Anderson, P: Passages from Antiquity to Feudalism. Atlantic Highlands, Humanities Press 1975.
- 3: Aristoteles: De Anima. Translated into English by J. A. Smith. Oxford 1968
- 4: Aristoteles: Historia Animalium. Translated into English by D'Arcy Wentworth Thompson. Oxford 1967
- 5: Lucretius: On the nature of the Universe. Translated into English by R. E. Lotham. Penguin Books 1979
- 6: Nielsen, N. C.: Den moderne naturvidenskabs samfundsmæssige konstitution i kapitalismen og selvstændiggørelsen som træk ved ens tidlige institutionalisering. Århus universitet 1979
- 7: Roller, D. H. D.: The de Magnete of William Gilbert. Menno Hertzberger, Amstredam 1959.
- 8: Roller, D. H. D & D. Roller: The Development of the Concept of Electric Charge. Artikel i Harvard Case Histories in Experimental Science, Volume 2. 1970
- 9: Pedersen, Olaf; Matematik og naturbeskrivelse i oldtiden. Akademisk forlag, Køb. 1975.
- 10: Singer, Charles: A Short History of Scientific Ideas to 1900. Oxford University Press 1959.

KAPITEL IX

OPTAKTEN TIL DEN NATURVIDENSKABELIGE REVOLUTION.

1. Petrus Peregrinus.
2. Girolamo Cardano.
3. William Gilbert.

9 OPTAKTEN TIL DEN NATURVIDENSKABELIGE REVOLUTION

Indledningsvis vil vi her præsentere en beskrivelse af, hvorledes naturerkendelsen gled fra et førkapitalistiske spekulativt begreb med en dertil hørende religiøs organisering eller totale mangel på samme til et kapitalistisk begreb med dertil hørende selvstændiggørelse og institutionalisering.

Allerede mellem 1250 og 1350 kunne man se eks. på tendenser til selvstændiggørelser af den universitære institution med den konsekvens at de opkommende universiteter efterhånden blev deres egne herrer. Den tendentielle selvstændiggørelse fulgtes af et andet fænomen, filosofiens selvstændiggørelse fra teologien. Og med samlingen af flere fagområder på de samme (tidlige) universiteter udviklede filosofien, der var entydigt skolastisk-aristotelisk, sig hurtigt til disses centralfag. Heri lå samtidig mulighedsbetingelsen institutionelt set for et specialiseret naturfilosofisk arbejde indenfor det filosofiske område. Det var en let følgelig linie af udvikling til den plads, hvor beskednen den end var, som naturfilosofien fik ved universiteterne i Paris og Oxford i 1200-tallet; og videre, da disse to centres position mindske- des, til naturfilosofiens indplacering på de italienske universiteter, hvor udviklingen resulterede i oprettelsen af naturfilosofiske lærestole omkr. 1400-tallet. Herfra skete der en spredning af den naturfilosofiske lærestolsinstitution til Paris (1550), Leipzig (1600) og Oxford (1630)/4, s. 153/.

Udviklingen henimod universiteter som selvstændige institutioner var imidlertid langsommelig, og igennem endnu en periode var det mest almindeligt, at de største bidrag til naturerkendelsen kom fra personer, der faktisk var knyttet til andre fora end lige netop universiteter. Et sådant forum for naturfilosofi uden for universiteterne eksisterede i Italien i slutningen af 1400- og i begyndelsen af 1500-tallet, og dette baserede sig på en spaltning af naturerkendelsen i to adskilte former om praktisk viden og teoretisk begreb, d.v.s. et udstrakt samarbejde mellem universitetsfolk og teknikere. Disse samarbejdsgrupper viste sig som instans for indarbejdelsen af de første dele af den ny videnskabs inventarium af begreber i naturerkendelsen - det abstrakte rum. Den institutionelle videreførelse af samarbejdsgrupperne blev i Italien akademierne, som var mødesteder for specialister. Det var kun meget få akademier, der havde med naturerkendelsen at gøre. I det væsentlige var akademierne humanistiske bevægelser. - Italien og de italienske akademier fremstod længe som centret for naturfilosofien og for kulturen i almindelighed, men de udspillede faktisk deres rolle i løbet af den første halvdel af 1600-tallet. Forklaringen hertil skal søges i, at udviklingen af kapitalismen på dette tidspunkt stagnerede /4, s. 147-157/

Fra Italien spredtes akademi-formen siden til Nordeuropa i den forstand, at der også her opstod formaliserede og ikke-formaliserede grupper, der mødtes omkr. den fælles interesse i et emne (naturerkendelse), og hvor medlemskabet og relationen mellem medlemmerne var præget af formel social lighed, idet kvalifikationskravet til et medlemskab, på lige fod stilledes i relation til emnet, d.v.s. som krav til faglig kompetance og aktivitet. Den afsmitningseffekt, der lå bag spredningen, muliggjordes især af den internationale videnskabelige kommunikation, der allerede på dette tidspunkt var begyndt at udvikle sig i Europa. Grundlaget for denne var universiteternes internationale

anlæg, således anvendelsen af det internationale sprog, latin, og den dermed muliggjorte internationale rekruttering af studenter og lærere til universiteterne. Yderligere var der den internationalitet, der efterhånden knyttede sig til spredningen af de videnskabelige diskussioner og opdagelser, hvor et efterhånden omfattende korrespondance-net i Europa sikrede, at specialisterne over hele kontinentet kendte hinandens skrifter og fik lejlighed til at kommentere dem/4, s.162/.

Peregrinus, Cardanus og Gilbert var alle folk af denne periode for brydning, og samtidig nogle af tidens mere markante skikkelser i den sammenhæng, derfor skal vi i det flg. analysere den konkrete naturerkendelsesudformning hos netop disse tre naturerkendere.

Men lad os foreløbig sammenfatte for denne brydningsperiode: vi finder generaliserende for den kapitalistiske naturerkendelse flg. betingelser af samfundsmæssig gyldighed for et brud med de feudale betingelser for naturerkendelse.

1. Selvstændiggørelse fra integrationen i den førkapitalistiske samfundsmæssigheds institutioner. Det betød først og fremmest et brud med båndene til den feudale middelalderlige kirke, og derunder var dette også et brud med den institutionelle afhængighed af de kirkelige universiteter.
2. Dernæst blev naturerkendelsen frigjort fra såvel integrationen i som bindingen til det levende arbejde og de umiddelbare producenter og herudover også bindingen til enkelte partikulære kapitalagenter.
3. Og endelig skete der en institutionalisering til sikring af udgrænsning af private særinteresser og statslig indflydelse.

Det gjaldt om selvstændiggørelsen i disse tre henseender, at betingelsen for indløsningen af disse var ensbetydende med institutionalisering i tilknytning til offentligheden og iøvrigt på dennes form. Og midlet til at bibringe denne offentlighed sit videnskabelige materiale var: udgrænsning af de ovennævnte interesser (pkt. 1-3) fra naturerkendelsen ved eksperimentet. Eksperimentet er den metodiske omgang med naturen i form af designerede naturprocesser, der som procedure sikrer erfaringsdimensionens udgrænsning, hvorved subjektet (erkenderen) neutraliseres og almenføres/4, s.327/. I eksperimentet udfoldes en enhed mellem et intellekt og en empirisk sans-evne, som i modsætning til produktionsagenters arbejde ikke er påtvunget krav om umiddelbar nytte med et der til hørende indsnævret perspektiv/4, s.339/. Videnskaben er helt utænklig grundet på sådanne ingeniør-agtige præmisser, fordi videnskab anlagt for at give umiddelbart nytte-afkast ganske enkelt ikke vil få fat på de egentlige sandheder og vil gå fejl af målet. Netop den desinteresserede rene videnskab vil kunne løse opgaven og dermed i sidste ende muliggøre den største samfundsmæssige nytte. - En fuldstændig rationalisering af naturen/4, s.340/. Med en sådan instans, som eksperimentet er, kan videnskabens almene karakter nu give sig udslag i en ganske særlig egenskab, nemlig det forhold at enhver videnskabelig opdagelse offentliggøres. Dette er en radikal ændring i forhold til håndværkeren og dennes arbejdes "indsnævretthed"/4, s.308/. Håndværkerens faglige, geografiske o.a. indsnævrettheder måtte nedbrydes, dersom udviklingen qua sit væsen skulle knyttes til mere almene interesser. I denne udvikling omgives naturvidenskaben netop af en offentlighed.

Royal Society var et udmærket eks. på denne proces' udfoldelse og betingelsernes indfrielse. I England omkr. tiden for Royal Society's opkomst (1660) bar denne og lignende institutioner for den institutionaliserede naturvidenskab et tydeligt præg af puritansk åbenhed og tolerance/4, s. 275/. I Society var det således muligt at opnå medlemskab, såfremt ansøgeren var kvalificeret i et videnskabeligt felt, uanset social status eller religiøs eller national baggrund.

Som et anslag mod den spekulative middelalder-aristoteliske naturfilosofi markerede den nu konstituerede naturvidenskab sig som en markant nytænk, idet videnskabens anliggender herefter har været af denne verden. Hele videnskabens erkendelsespotens rettede sig mod ordinære, presserende problemer i det aktive liv modsat filosofiens retten sig mod ekstraordinære og mirakuløse begivenheder/4, s. 256/.



Et kig indenfor hos den senmiddelalderlige naturfilosof. Billedet viser forskellige magnetiske hjælpemidler. Bemærk nålen (versoriet) på hjørnet af bordet, når filosofens venstre hånd. /5, s. 102/

9.1. Petrus Peregrinus.

Il269 fremkom Petrus Peregrinus med brevet "Epistola de magnete" om magnetisme. Dette er et eksempel på anvendelsen af en eksperimentlignende metode. Brevet er opdelt i to dele: Part I er tekniske informationer angående magnetisme, - I Part II beskriver han tre instrumenter.

Part I kap.1. Her fremhæver forfatteren problemerne for det videre arbejde.

kap.2. I dette kapitel fremhæves hvilke ting som man skal vide før det egentlige arbejde.

kap.3. Foregående viden vedr. magnetjærnsten.

kap.4. Her gennemgås nogle eksperimentelle forsøg til påvisning af magnetiske poler.

kap.5. Forsøgsvejledning til læsken for bestemmelse af Nord og Sydpolen på en magnet.

kap.6. Behandling af en magnets opførsel når den påvirkes af en anden magnet.

kap.7. Hvordan et stykke jern der er blevet gjort magnetisk vil indstille sig i Jordens magnetfelt.

kap.8. Hvordan et stykke jern påvirkes af en magnet.

kap.9. Hvorfor den nordlige pol af en magnet tiltrækker den sydlige pol.

kap.10. Hvordan magneten drager fordel af den kraft som den indeholder.

Part II kap.1. Konstruktion af et instrument (kompass) hvorpå man kan bestemme Solen, månens og stjernernes stilling på himmelen.

kap.2. Konstruktion af et forbedret instrument til bestemmelse af det i kapitel 1 nævnte.

kap.3. I dette kapitel giver Petrus Peregrinus en vejledning til fremstilling af et hjul der kan bevæge sig i al evighed.

/3, s. 46f/

opsummering af Part I.

En magnet har to poler, ligesom den himmelske sfære. Magnetens vil i tilfælde, hvor den frit kan dreje, bevæge sine poler mod polerne på den himmelske sfære.

Magnetpolerne kan findes ved at anbringe små stykker jern (jernfilspåner) på og omkring magneten og tegne linier langs den retning som jernfilspånerne har indstillet sig i. Disse linier vil løbe sammen i magnetens poler. Polerne vil blive identificeret ved de steder, hvor kraften som påvirker jernet er størst. Polerne er også de steder, hvor et stykke jern kan stå lodret på overfladen af magnetjærnstenen. Af de to poler er det nordpolen, som pejer mod et nordligt punkt på himmelsfæren, når magneten er anbragt på et stykke træ som frit kan bevæge sig på vand.

Nordpolen af en magnet tiltrækker sydpolen på en anden magnet, og sydpolen på den første tiltrækker nordpolen på den anden. Det at to forskellige poler tiltrækker hinanden betyder omvendt, at to ens poler vil fra støde hinanden.

Et aflangt stykke jern, som er blevet magnetiseret vil, anbragt flydende

på et stykke træ, dreje mod himmelfærens poler - ikke Nordstjernen. Den ende af magneten som har berørt magnetens sydpol vil dreje mod sfærens nordpol, medens enden berørt af den magnetiske nordpol vil dreje mod sfærens sydpol.

Hvis en magnet påvirker et stykke jern vil den nordlige del af jernet blive påvirket af magnetens sydpol og omvendt. Et stykke jern, som har berørt en pol på en magnet, vil i samme øjeblik det rører den anden pol blive "omvendt".

Hvis en magnet bliver delt på midten mellem to poler, vil nye poler fremkomme der hvor magneten bliver delt og disse nye poler vil være modsat den oprindelige pol i den del. En delt magnet tenderer mod at forene sig igen, hvilket skyldes, at forskellige poler tiltrækker hinanden.

En kugleformet magnet, som balancerer på en akse indført gennem polerne vil reterer en gang dagligt./5, s. 40/.

Som det fremgår udførte Petrus Peregrinus nogle eksperimentlignende aktiviteter med magneter og deres indbyrdes påvirkning, samt deres tiltrækning af jern. Peregrinus når frem til at der findes forskellige magnetjernstensformer og hvordan de kan findes.

"The best of them being free from flaws, of density and of a bluish or celestial colour."/3, s. 47/.

Ved at anbringe små magneter omkring en stærkere magnet, så han at de små magneter indstillede sig på bestemte måder afhængigt af hvor han havde anbragt dem omkring den stærkere magnet. De dannede cirkler som omkredser magneten, på samme måde som længdegraderne omkredser jorden. Der var to punkter på magneten hvor cirklerne samledes, i lighed med længdegraderne ved nord og sydpolerne på jorden. Ud fra analogien, kaldte Peregrinus de to punkter på magneten for magnetens poler./8, s. 33/. Peregrinus bruger som den første, at en magnet har poler.

"All the meridian circles, however, meet together at the poles of the globe, wherefore it is that the poles of the magnet receive their power from the poles of the world."/3, s. 50/.

Som det fremgår af det ovenstående citat. antog Petrus Peregrinus, at magneter får deres kraft fra jordens poler. Selve kraften som jorden er i besiddelse af forklarer han ved hjælp af gud.

"If this pole were then turned away a thousand times, a thousand times it would it return to its place by the will of God /3, s. 48/

Tiltrækningen mellem jern og magnet forklarer Peregrinus ved:

"In which attraction the magnet is an "agent" of greater power while the "patient" (jern, vor tilf.) is of weaker."/3, s. 49/.

Han opfatter også magneten som værende i besiddelse af en (evt. gudelig) kraft som er større end jernet.

I Petrus Peregrinus' arbejder er der flere træk, der bestemmer ham som værende spekulativ naturfilosof. Der skal nævnes, at han har noget, der ligner en animistisk opfattelse af magnetismens natur, idet han både mener, at en magnet kan "drage fordel" af den kraft, den indeholder, samt at den følger "Guds vilje". Hos Peregrinus er der også træk, som placerer ham som forform til den naturvidenskab, som dukker op 350 år senere, idet hans arbejde bærer præg af eksperimenteltlignende aktiviteter var en hel del anderledes end den

senere naturvidenskabelige. F.eks. mener han, at en kugleformet magnet, som balancerer på en akse indført gennem polerne, vil rotere en gang dagligt. Denne iagttagelse vil nærmere placere ham blandt de spekulative naturfilosoffer. En væsentlig del af Peregrinus skrift går også ud på, hvorledes man efter hans rent håndværksmæssige opskrift kan lave forskellige kompasser. Her knytter Peregrinus nærmest an til den håndværksmæssige producent. Alt i alt må vi klassificere Peregrinus som en overgangsform mellem den spekulative naturfilosofi og den senere naturvidenskab.

9.2 Girolamo Cardano.

De antikke forfattere havde nævnt adskillige ædelstene, der udviste rav-effekten, og i middelalderen blev der opstillet en bestemt klasse af materialer, som alle udviste denne raveffekt. Samtidigt blev der i midten af det 16. årh. gjort forsøg på at skelne mellem det magnetiske fænomen og raveffekten. Denne nye mere differentierede betragtningsmåde blev opstillet i en afhandling med titlen "De subtilitate" (Om subtilitet) i 1550 af en italiensk naturkender Girolamo Cardano.

Cardano opsummerer først den akkumulerede viden om rav, inkluderet dens påståede midicinske virkninger. Dernæst fremsætter han en forestilling, at magnetjærnstenen og rav ikke tiltrækker på samme måde. De to fænomener er forskellige i kvalitet og ikke bare i grad, som han mente antikkens naturfilosoffer havde ment. Cardano opstillede sine argumenter, som for det meste var hentet fra forskellige naturfilosoffer /6, s 547/.

- I. Rav tiltrækker alt der er let; magneten tiltrækker kun jern.
- II. Rav bevæger ikke avner mod sig selv når noget er stillet imellem; magnetens tiltrækning af jern bliver ikke forhindret på samme måde.
- III. Rav bliver ikke tiltrukket af avnerne; magneten bliver tiltrukket af jern.
- IV. Rav tiltrækker ikke ved enden; magneten tiltrækker jern nogen gange ved nord, nogengange ved syd. (Et stykke rav udviser ikke poler, heller ikke når det er blevet gnedet, hvorimod en magnetjærnsten har permanente poler.)
- V. Ravs tiltrækning bliver forøget ved gnidning og varme, magnetens tiltrækning bliver forøget ved at rengøre den tiltrækkende del, idet man derved fjerner fremmed stof og skal.

For at gøre rede for de observerede forskelle udviklede Cardano forskellige forestillinger om elektricitetens og magnetismens naturer.

Cardanos forestilling om elektricitet var, at: gnedet rav udsender en "fedtet og klæbrig legemsvæske", og når avner eller andre tørre genstande optag denne "legemsvæske" i sig, ville de bevæge sig mod ravet. For som han mente: "enhver tør ting vil, så snart den optager denne legemsvæske (humor), bliver bevæget mod fugtkilden, som ild til dets grænsningsland (like fire to its pasture)"/6, s 547/.

Cardanos forestilling magnetjærnstenens effekter var at det var en i magnetjærnstenen iboende "sult" efter jern, der fik denne til at "snappe" efter det:

"the distinguished Italian mathematician and physician Giralamo Cardano writing in 1551, said: "...it is a certain appetite or desire of nutriment that makes the loadstone snatch the iron." /7, s 23/.

Disse vitalistiske eller antropomorfistiske analogier er klart kvalitative og henter deres fantasi fra arbejdsprocessens og dagligdagens umiddelbare erfaringer med et bestemt stykke natur, nemlig menneskets eller dyrenes legemer. I de ovennævnte forestillinger er Cardano prækapitalistisk og på linie med de antikke spekulative naturfilosoffer. Ved siden af disse spekulative træk der placerer Cardano i prækapitalismen, er der også andre træk, som placerer ham i den opkommende kapitalisme:

"One finds in the book much that is now sheer fantasy, and also many contradictions; but mixed with these are sound physical learning and a most advanced spirit of speculation."/6, s 547/

Disse træk i form af:"sound physical learning" er nærmere bestemt en benyttelse af noget der ligner den senere kapitalistiske naturvidenskabs benyttelse af eksperimentelle procedurer, som middel til den naturvidenskadelige offentligheds udgrænsning af subjektive/private naturerfaringer.

I den lange periode, der var gået efter den spekulative naturfilosofis ophør med romerrikets sammenbrud i 400-tallet til en egentlig genopstandelse i 11 - 1200-tallet, var naturerkendelsen kun eksisterende på to niveauer: som umiddelbar arbejds kvalifikation og som mytologisk-religiøs naturerkendelse. Under disse kategorier kan rubriceres alkymi, heksekunst og magi. Det var i et opgør med sådanne forestillinger om magnetjærnstenens virkninger at Cardano lavede eksperimenteliggende aktiviteter (i øvrigt aktiviteter der heller ikke var ukendte for feks. alkymi). Han forsøgte at vise, at hvidløg og diamanter ikke ophævede magnetjærnstenens kraft:

"During hundred of years it was supposed that diamonds and garlic annulled the power of the loadstone. About the middle of the sixteenth century, both Porta and Cardan had the brilliant idea that a simple experiment might determine the truth or unreliability of these statements. They placed garlic and even the skins of full-grown lusty onions around their magnets and found that the spirit of the lodestone survived this drastic treatment. They bought and borrowed many diamonds and made further experiments."/7, s 37/.

Om Cardano kan man derfor sige, at han var et overgangsfænomen mellem den spekulative naturfilosofi og naturvidenskaben.

9.3 William Gilbert.

Med William Gilbert (1544-1603) befinder vi os i brydningsfasen mellem prækapitalisme og kapitalisme i England, og vi vil derfor også forvente at finde spæde tegn på en egentlig kapitalistisk naturerkendelse netop hos Gilbert.

I år 1600 fremkom Gilberts "De Magnete, Magnetisque Corporibus, et de Magno magnete tellure; Physiologia nova, plurimus et argumentis et experimentis demonstrata". Der var tale om et værk af indtil da uset omfang og grundighed /3,s.82/. Fem af værkets seks bøger omhandlede magnetisme, mens den sjette indeholdt den første klassifikation og generalisering nogensinde af fænomenet elektricitet /3,s.82/. Vi skal i det følgende resumere de mest epokegørende opdagelser, metoder og teorideler, og derefter undersøge om naturerkendelsen hos Gilbert adskiller sig fra den hos tidligere behandlede naturerkendere.



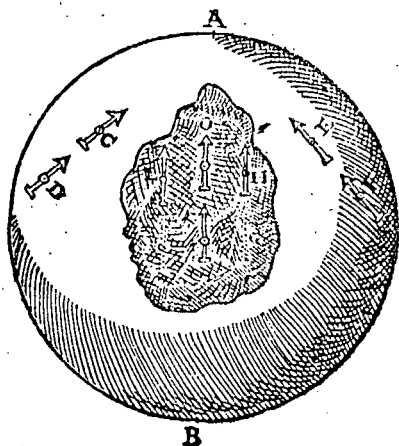
Dr. WILLIAM GILBERT,
Physician to Q^{ueen} Elizabeth
From an Original Picture in the Bodleian Library Oxford
Not used by Sir Kenelm Digby

/5. indledningen/

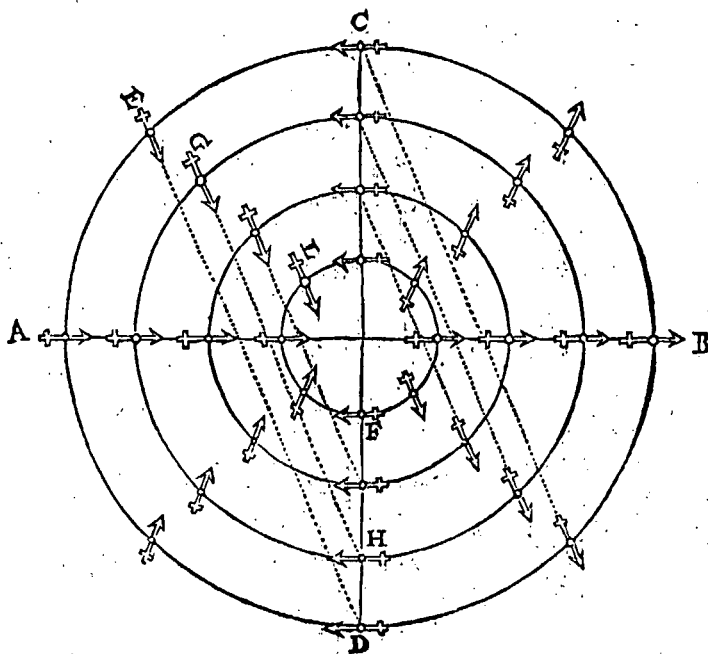
Gilbert introducerer i "De Magnete" benyttelsen af globusformede magneter, terella-microge (også anvendt af Peregrinus). Med denne modelanvendelse synes Gilbert at være nået langt, bl.a. indenfor navigation og kosmologi. Om Gilbert siger Sir Kenelm Digby, at denne:

".....arrived to discover so much of magnetical philosophy... (og)...all the knowledge he got on the subject, was by forming a little loadstone into the shape of the earth. By which means he composed a wonderful designe, which was to make the whole globe of the earth maniable; for he found the properties of the whole earth in that little body... which he could manage and try experiments upon at his will..." /3, s. 83 efter Sir Kenelm Digby/.

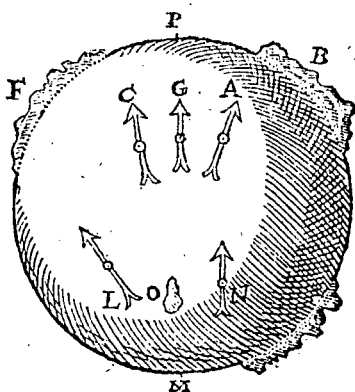
I "De Magnete" træder disse terellaer til stadighed frem for læseren. På figuren herefter ses nogle eksempler:



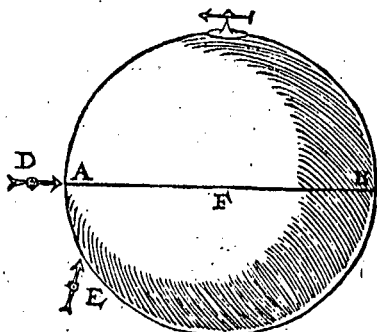
/2, s. 155/



Behavior of a compass, within the sphere of influence, at varying distances from a terrella (De magnete, p. 206).
/fra 5/

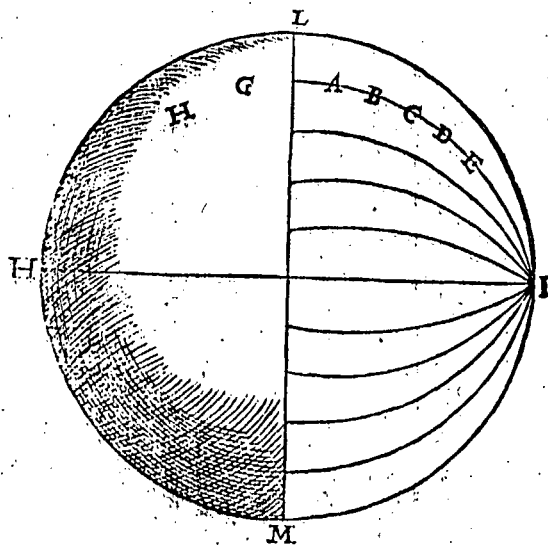


/2, s. 157/



The terrella, and the location of its poles. The magnetic versorium (compass needle) on top of the sphere is pointing along a meridian circle; the versorium at D points directly to the center of the sphere and hence to the pole A, in contrast to the versorium at E (De magnete, p. 13).

/Fra 5/



In a terrella with poles at H and I, A transmits its vigor to B, AB to C, ABC to D, etc., so that the preeminence of the pole I is due to a concentration of the force of the entire lodestone at I, rather than due to any particular power residing in the point I. (De magnete, p. 73.)

/fra 5/

Gilbert indfører ligeledes et magnetisk kraftbegreb, *verticitas* (eng.: *verticity*), der knyttes til beskrivelse af en magnets polære styrke - eller aktivitet. På Gilberts tid var forståelsen af dette begreb imidlertid mere energiagtigt og beskrev helt konkret *virtus convertens* - en "medfødt" evne hos magneten til at orientere sig (se også senere vedr. Gilbert)/2, oversættelsesens forord/. Yderligere to begreber hos Gilbert er *variatio* og *declinatio*. *Variatio* henviser til variationen m.h.t. en magnets udslag i jordens magnetfelt afhængig af jordens breddegrad. Dette var samtidig i overensstemmelse med det navigationelle faktum at et kompas afviger mod øst langs Europas atlantkyst - mens nålen vender tilbage til meridianretningen, når beskueren passerer Azorerne, for endelig at få en vestlig afvigelse, når Den amerikanske Kyst kommer nærmere beskueren (et faktum allerede på Gilberts tid)/5, s.156/. *Declinatio* har at gøre med magnetnåleens deklination omkring en horisontalakse i jordens magnetfelt afhængig af breddegraden beskueren af kompasset befinder sig på. Formodentlig har Gilbert med dette begreb søgt at koordinere empiri fra sømænd med empiri fra sine terellaer; vist nok ikke med større held /5, s.160-162/.

Endelig har Gilbert også gjort sig gældende indenfor kosmologien ved at overføre dele af sine magnetiske teorier (og ligeledes elektriske) på ikke blot jordens opførsel i verdensrummet, men også på de øvrige himmellegemer. Han behandler således kosmologien under emnet, de magnetiske bevægelser, cirkulær bevægelse i "De Magnete".

Anden bog af "De Magnete" indeholder Gilberts arbejde med elektriske fænomener. Her introduceres for første gang nogensinde et elektrisk måleinstrument - nemlig Gilberts *versorium*, som er et elektroskop i form af f.eks. en roterende nål. I samme bog findes en systematisk behandling af ravs egenskaber samt en klassifikation af både stoffer med og uden ravs egenskaber (*electrics* og *non-electrics*). Her findes angivelser af sammenhænge mellem fugtighed og elektrisk aktivitet og mellem temperatur og elektrisk aktivitet. - Ved gnidning kan særlige effekter opnås.

Gilbert selv skelnede i "De Magnete" meget distinkt mellem elektricitet og magnetisme:

"...electric bodies attract the electric only, and the body attracted undergoes no modification through its own native force, but is drawn freely under impulsion in the ratio of its matter (composition). Bodies are attracted to electrics in a right line toward the centre of electricity: a loadstone approaches another loadstone on a line perpendicular to the circumference only at the poles, elsewhere obliquely and transversely, and adheres at the same angles. The electric motion is the motion of conservation of matter; the magnetic is that of arrangement and order."
/3, s.85 byggende på Gilbert/

Den eksperimentelle metode var i sig selv en vej til at gennemføre generaliseringer vedr. de undersøgte objekter. Med sine eksperimenter kom Gilbert lettere frem til "the general views of things"/3, s.89 byggende på Gilbert/. Gilbert udfoldede en eksperimentel metode i overensstemmelse med den baconske eller eksperimentelle metode. Dette gjorde han dels gennem undersøgelser af tidligere skrifter vedr. objektet dels ved indsamling af konkrete informationer (f.eks. fra astronomer, sømand o.a.) og ved gennemførelse af eksperimenter v.h.a. de tidligere nævnte instrumenter og øvrige hjælpemidler og endelig gennem publicering eller anden form for videregivelse af oplysninger og egentlige opdagelser. F. Bacon, selve den eksperimentelle filosofis fader, skriver om Gilberts metode i disse sager:

"Gilbert has attempted to raise a general system upon the magnet, endeavouring to build a ship out of materials not sufficient to make the rowing-pins of a boat."/3, s. 89 byggende på Bacon/

At Gilbert, som nævnt var en stor fortaler for den eksperimenterende fysik og dermed en stor opponent mod at etablere facts uden bekræftende forsøg, betød dog ikke, at han afskaffede gud som den ultimative forklaring på naturens fænomener. Tværtimod resonerede Gilbert, som følger: naturens fænomener er jo et udtryk for "...Gods mysteries and things beyond man's understanding..."/2, s.74/. Og disse forsøgte Gilbert at begribe for magnetismens og elektricitetens vedkommende. Til begribelse/ forklaring af de to fænomener benyttede han to væsensforskellige teorier. En for den magnetiske coitio og en anden for den elektriske tiltrækning. Den elektriske tiltrækning fremkommer ved udsendelsen af et materielt effluvium fra det elektricitetsindeholdende legeme. En effekt der fremkaldes ved gnidning. Og dermed iflg. Gilbert ved opvarmning. Denne kunne ikke iværksættes ved direkte ekstern opvarmning ved flamme- eller solopvarmning. - For at underbygge disse tanker om materiefrigørelse inddrog Gilbert bevismateriale fra andre erfaringsområder. I og med Gilbert også var læge, var han vel bekendt med antagelsen om, at det menneskelige legeme indeholder forskellige væsker eller former for fugt - slim, blod, galde og melankoli, som alt efter hvilken, der var den dominerende i kroppen, ansås for at være bestemmende for menneskets sindsudformning. Eftersom Gilbert observerede, at så godt som alle elektrificerbare materialer var hårde og gennemsigtige, mente han i overensstemmelse med tidens ideer, at disse legemer måtte bestå af vandige væsker. Han konkluderede, at det fælles udflåd fra disse væsker i legemerne måtte være af den særlige art som elektriske egenskaber kunne henregnes til. Den før nævnte gnidning kunne nu henregnes til at løsrive eller befri dette elektriske væsen, som derefter strømmede ud fra legemet som et effluvium og dannede en atmosfære omkring legemet. Effluvi-umét måtte iflg. Gilbert være af en meget svag/dæmpet karakter, eftersom dets udsendelse eller -sivning ikke kan spores af menneskets sanser/8, s.35-36/. Når dette effluvium kommer i kontakt med omkringliggende legemer, drages disse mod det elektricitetsbesiddende legeme. Hos Gilbert findes der imidlertid ikke nogen nærmere redegørelse for, hvorledes denne dragning finder sted. I selve det dragede legeme fremkommer der ingen forandringer. Generelt vil vi betegne denne elektricitets-teori som byggende på umiddelbare arbejdsproceserfaringer med væsker.

Anderledes forholder det sig med den magnetiske coitio fra et magnetisk legeme. Et sådant byder nemlig det påvirkede legeme på indre fysiske forandringer. Resultatet, der følger, er en gensidig tiltrækning legemerne imellem. Gilbert begrunder disse resultater og dermed forskellen mellem elektricitets- og magnetismefænomener i forsøg, hvor det lykkes ham at afskærme elektricitet, men ikke magnetisme v.h.a. glas og ligeledes ved varmpåvirkning/2,s.33-37 byggende på Gilbert/.

Lad os med det samme slå fast, at vi betragter Gilberts naturerkendelsesarbejde for værende et overgangsfænomen mellem den decideret førkapitalistiske og den decideret kapitalistiske naturerkendelse. Vi finder jo klart elementer af førkapitalistisk karakter i Gilberts erkendelsesform. Dette træder frem i dennes vitalistiske verdensopfattelse. Gud repræsenterer den ultimative mekanisme i verdensbilledet. Jorden er mater communis, den fælles moder; jordens indre er denne moders skød, ud fra hvilket metallerne vokser, sammenpressede af processer i det inderste indre. Metallerne er ligeledes i sig selv besjælede væsener - besjælede som mennesker. Magneten er endda sine menneskelige frænder overlegen, idet den ikke kan bibringes tvivl gennem følelser, men altid fungerer ufejlbarligt. Alt ialt var sådant et tankeunivers ingen nyskabelse på Gilberts tid, allerede i antikken fandtes lignende animistiske tanker formuleret. Således siger Roller/5,s.147/ om Gilbert: "He again finds Thales' use of "anima" as a symbol representing the magnetic power quite reasonable". Dette synspunkt er udtryk for en animistisk naturopfattelse. I tingene bor sjælelige eller levende kræfter. Denne animisme er en antropomorfistisk analogi.

Alt ialt var de hos Gilbert observerede magnetiske og elektriske coitio- og effluvialefænomener såmænd "blot" 3.-rangsfænomener - afledede i bund og grund fra gud som i flg. rangorden/1,s.395-6/:

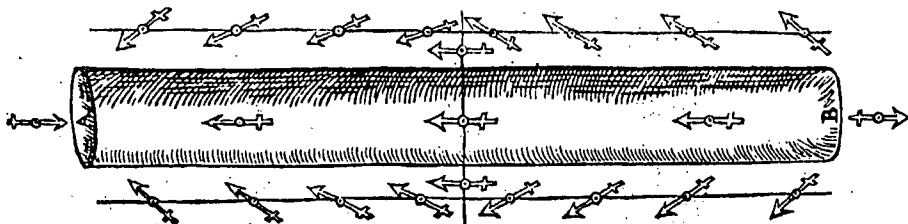
Gilberts verdensbillede:

1. Den guddommelige almagt.
2. Den besjælede natur.
3. Coitio- og effluvialeffekter.

Hvad der derimod var nyt ved Gilberts naturerkendelse, og dermed prægede denne i kapitalistisk retning, var i første række erkendelsesmetodens eksperimentelle karakter. Med denne metode blev det muligt at opbygge generaliseringer af en helt ny karakter omkr. de undersøgte fænomener. Det blev muligt at foretage erfaringsudgrænsninger. F.eks. er det jo muligt efter anvisning fra Gilbert at genskabe dennes arbejder. Og netop sådanne anvisninger publicerede Gilbert i form af en del papirer. Dermed blev Gilbert samtidig forform for den borgerlige offentlighed. Der er ikke blot tale om beskrivelsen af et konkret tilfælde af aktivitet hos magneter eller for den sags skyld hos rav eller hos stoffer med ravs egenskaber. Der generaliseres derimod hos Gilbert, således at denne faktisk opererer med klasser af magneter og "electrics". Med modeller bliver Gilberts erkendelse abstrakt på en anden måde end tidligere spekulative naturerkenderes. Hans terellaer er således ret abstrakte modeller af jorden.

Litteratur:

- 1: Dijksterhuis, E. J.: The Mechanization of the World Picture. Oxford University Press 1961.
- 2: Gilbert William: De Magnete. Translated bt P. Fleury Mottelay. Dover Publications Ins., New York 1958.
- 3: Mottelay, P. F.: Bibliographical History of Electricity & Magnetism. London 1922.
- 4: Nielsen, N. C.: Den moderne naturvidenskabs samfundsmæssige konstitution i kapitalismen og selvstændiggørelsen som træk ved dens tidlige institutionalisering. Århus 1979.
- 5: Roller, D. H. D.: The De Magnete of William Gilbert. Amsterdam 1959.
- 6: Roller, D. H. D. & Roller: The Development of Concept of Electric Charge 1: Harvard Case Histories in Experimental Science, Volume 2. Harvard University Press 1970.
- 7: Still, Alfred: Soul of Lodestone. New York - Toronto 1946.
- 8: Whittaker, E.: A History of the Theories of Aether and Electricity. Thomas Nelson and Sons Ltd. London 1951.



Behavior of a compass near an elongated lodestone
(*De magnete*, p. 164).

/fra 5/

KAPITEL X

KAPITALISTISK ELEKTRICITETS OG MAGNETISME-ERKENDELSE.

1. Indledning.
2. Fra Gilbert til Coulomb.
3. Potentialteori.
 1. Coulomb
 2. Poisson.
 3. Green.
4. Ørsted.
5. Prechtl, Biot og Savart, Ampere.
6. Faraday.
- 7 Den tyske skole.
 1. Neumann
 2. Weber.
8. Maxwell
9. Konklusion.

10. KAPITALISTISK ELEKTRICITET OG MEGNETISME ERKENDELSE.

10.1 Indledning.

Ved overgangen fra prækapitalismen til kapitalismen gennem den oprindelige akkumulation sker der et afgørende brud i naturerkendelsens former. Fra at naturerkendelsen udelukkende har eksisteret på former som spekulativ naturerkendelse, religiøs/mytologisk erkendelse og som partikulær arbejds kvalifikation hos de umiddelbare producenter, opstår der nu specifikke kapitalistiske naturerkendelsesformer, i første omgang sideordnet med eller indvævet i de prækapitalistiske former, senere som totalt dominerende og enerådende. De specifikke kapitalistiske naturerkendelsesformer fordeler sig på tre niveauer: Først de former der er den samfundsmæssigt gyldige og herskende, naturvidenskaben. Dernæst en mere konkret erkendelsesform: den almene ingeniørerkendelse dvs. innovations-, planlægnings- og tilrettelægningsfunktioner i produktionen, og sidst, men ikke mindst, de subjektive/private umiddelbare naturerfaringer.

Det historiske udgangspunkt er den prækapitalistiske brugsværdiformålbestemte og naturprocesbundne produktion, hvor den naturtvungne orden er fremherskende. I et sådant producerende samfund er arbejdsprocessens erfaringer den dominerende måde erkendelsesmæssigt at forholde sig til naturen på, og det er disse erfaringer, som den spekulative, samt den mytologiske naturerkendelse må bygge på og forholde sig til. Ved overgangen fra førkapitalisme til kapitalisme gennem den oprindelige akkumulation sker der et afgørende brud i den herskende naturerkendelsesform. De kvalitative erfaringers umiddelbare samfundsmæssige gyldighed elimineres, og i stedet etableres en ny naturerkendelse af samfundsmæssig gyldighed: naturvidenskaben. De grundlagskonstituerende kategorier i denne bliver det abstrakte rum og den abstrakte tid. Det første udtryk som denne nye grundlagskonstituering får, er i den gallileisk-newtonianske revolution inden for fysikken, specielt mekanikken. Senere hen sætter dette brud sig igennem i andre naturerkendelsesgrene først og fremmest andre fysiske discipliner, som f.eks. elektrodynamikken. Vi vil her vise, at Coulomb er det første klare eksempel på dette brud.

Den nye naturerkendelse, naturvidenskaben, som opstår gennem den oprindelige akkumulation, starter ikke op på bar bund, men har i første omgang prækapitalistiske naturerkendelsesformer som sine historiske forudsætninger. Disse førkapitalistiske naturerkendelsesformer funderer sig netop, som allerede vist, på erfaring. Vi vil således netop forvente at finde en gradvis udskillelse af dette erfaringsindhold i den nye naturerkendelse naturvidenskaben i takt med at kapitalismen sætter sig igennem og etableres på samfundsmæssigt plan, netop fordi den kapitalismespecifikke offentlighed sætter sig igennem og etableres, som erfaringsudgrænsende mekanismer. Erfaring er nu per definition subjektiv eller privat, med mindre der sker en filtrering af denne gennem offentlighedens kritik og institutioner. Kapitalismens etablering er en langvarig proces, og først under Den store Depression (1873 - 96), som allerede nævnt, er kapitalismen færdigetableret med skabelsen af en fuldstændig specifik arbejdsproces, den storindustrielle. Det første eksempel på en egentlig borgerlig offentlighed organiseret omkring naturerkendelse som speciale er Royal Society, som opstår i 1600-tallet. Denne udvikles og ekspanderer og får modstykker i andre nationalstater. Det er da også karakteristisk, at man i dennes opstartsperiode forholder sig til og bygger på prækapitalistiske naturerkendelsesformer. Først og fremmest den spekulative naturfilosofi og visse af de umiddelbare producenters håndværksmæssige arbejds kvalifikationer.

Karakteristisk for elektricitets- og magnetismeerkendelsens udvikling er, at man indoptager visse erfaringsfunderede opfattelser af animistisk/vitalistisk karakter, samt erfaringsfunderede væskeopfattelser fra den spekulative naturfilosofi.

Som tidligere nævnt vil vi således vise følgende to påstandes rigtighed:

- 1) Den samfundsmæssigt dominerende naturerkendelse ændres fra at være erfaring til at være naturvidenskab i løbet af en overgangsperiode, som sædvanligvis betegnes den naturvidenskabelige revolution. Denne naturvidenskabs grundkategorier er det abstrakte rum og den abstrakte tid.
- 2) Denne naturvidenskab indeholder stadigvæk erfaringsindhold, som udtømmes gradvist i takt med, at kapitalismen etableres, og dermed den borgelige offentlighed og det kapitalistiske naturforhold etableres. Specielt gælder der for elektricitets- og magnetismeerkendelsen, at dette erfaringsindhold hovedsageligt har karakter af fantasimateriale, pga. de elektriske og magnetiske fænomeners karakter som den førkapitalistiske arbejdsproces randfænomener.

Før vi fortsætter vores naturerkendelseshistoriske analyse, skal det forklares, hvorledes vi vil påvise tilstedeværelsen af den abstrakte tids og abstrakte rums kategorier i elektricitets- og magnetismeerkendelsen, og i tilknytning til dette vise, at disse første gang optræder i rendyrket form hos Newton.

I Newtons "Principia" får det abstrakte rum og den abstrakte tid følgende almene udtryk i form af de for fysikken grundlæggende love (Principia s. 13 oversat til dansk af os selv):

1. Inertiens lov.

"Ethvert legeme forbliver i hvile, eller jævn retlinet bevægelse, med mindre det er tvunget til at fravige denne tilstand af kræfter, der påtrykkes det."

2. Newtons kraftlov ($F = m \cdot a$).

"Bevægelsesforandringen er proportional med den bevægende kraft, der er påtrykt, og forandringen gøres i den rette linies retning, i hvilken denne kraft er påtrykt."

3. Aktion = reaktion.

"Til enhver aktion er der altid en modsat ligeså stor reaktion: eller, de indbyrdes indvirkninger af de to legemer på hinanden er altid lige store og modsat rettede."

Hvis man betragter Newtons 2. lov, så udsiger denne ikke umiddelbart noget om abstrakt tid og rum, men hvis man betragter de enkelte begreber i loven så er disse alle baseret på forestillingen om en ubrudt inertialbevægelse eller med andre ord inertiloven. Det er nemlig ikke meningsfyldt at snakke om acceleration uden at tale om acceleration i forhold til et eller andet, og der er netop i forhold til en sådan inertiel bevægelse. Erkendelseshistorisk forholder det sig også sådan, at inertiloven og dennes forformer findes før Newtons kraftlovs udarbejdning. Inertiloven sætter således hele den newtonske mekanik på skinner, og viser sig at være indbegrebet af abstrakt tid og rum. For at vise at denne tankeforms radikale forskel fra den prækapitalistiske skal sammenlignes med middelalderskolatikerne, som stod i kontrast hertil med deres gamle aristoteliske tankemåde, der funderede sig i analyser af erfaring, herunder erfaring med bevægelse. Disse middelalderskolastikere, der indgik i diskussion med Newton, mente, at der ikke i erfaringen fandtes en sådan

inertiel bevægelse, og dette argument kunne newtonianerne ikke effektivt modargumentere. Newton blev hermed tyunget af denne diskussion til at forlade det prækapitalistiske erfaringsbaserede naturerkendelse, og antager den aprioriske gyldighed af inertiloven, for at bevare sin naturvidenskab. Dette betyder således, at man ikke kan referere til et begreb om inertiel bevægelse uden at referere til en grundlæggende forståelsesramme der hedder abstrakt tid og rum. Lige så snart man som middelalderskolastikerne tænker dette begreb ind i en konkretere ramme af erfarede tids- og rumdimensioner, kan en sådan inertiel bevægelse ikke finde sted. Ved fra starten af at antage den abstrakte tid og den abstrakte rum som kategoriramme, er den aristoteliske forståelse meningsløs, og det er virkeligt et spørgsmål om fundamentale præmisser, idet newtonianerne kan ikke gå ind på den aristoteliske forståelses betingelser og afvise denne eller omvendt. Begreberne abstrakt tid og rum er i den grad fundamentale begreber for den mederne naturvidenskab, at man kan sige, at disse konstituerer denne

Det er ofte svært at gå ind i den enkelte lovmæssighed eller teorielement og påvise at disse har den abstrakte tid og det abstrakte rum som fundamental forståelsesform, ud over at man kan vise at de alle sammen opererer med begreber eller størrelser, der er afhængige af de fundamentelle kategorier. Hvis man således alligevel ønsker at gå ind i en konkret teoridel og påvise dennes fundament i den abstrakte tids og rums kategorier, må en analyse af Newtons tre grundlæggende aksiomer medtænkes, da disse definerer naturvidenskabens elementære begreber: tiden t , kraften F , massen m , accelerationen a , afstanden r etc. i forhold til hinanden. En begrebslig analyse som vi allerede ovenfor har gennemført. Disse grundlæggende begreber går uforandret igen i elektricitets- og magnetismevidenskabens, som er det foreliggende arbejdes genstandsområde. Det er derfor ikke et nødvendigt krav til analysen af dette, at det fulde forklaringsapparat, skal kunne stilles op for hver el./magnetismevidenskabelig lovmæssighed, og det er klart, at de enkelte love ofte ikke giver den store mening uden for det øvrige sæt af fysiske teoridele og erkendelser, som de hver især er dele af.

10.2. El/magnetismen efter Gilbert til Coulomb.

Gilberts forklaring på det elektriske fænomen opererede med et effluvium. Effluviumet blev opfattet som værende en væske der var indeholdt i alle legemer. Ved at gnide på legemet blev effluviumet frigjort og dermed udøvede elektrisk tiltrækning./10, s 36/.

Det elektriske fænomen havde fra det blev opdaget været svært at forklare eller iagttage, fordi selve den elektriske mængde, som det var mulig at frembringe var særdeles begrænset. Gilbert havde, som før nævnt fundet frem til visse stoffer, som kunne elektrificeres, heriblandt svovl. Det var netop svovl, som Otto v. Guericke (1602 - 82) brugte, da han lavede den første elektricitetsmaskine. Herved var det muligt at frembringe mere elektricitet. På sin elmaskine opdagede Otto v. Guericke at der ikke blot er en elektrisk tiltrækning, der er også en elektrisk frastødning./5, s 10/. Otto v. Guericke's efterfølgere byggede efter hånden større og større elektricitetsmaskiner som medførte, at elektricitetsmængden blev forøget.

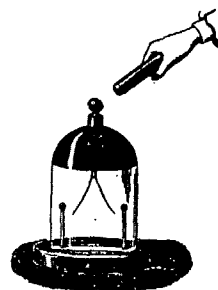


Otto v. Guericke's Elektriseringsmaskine.
/La Cour, Poul & J. Appel: Historisk Fysik bind 2,
København 1966, side 11/

Engländeren Stephen Gray (1666 - 1736) forbedrede mulighederne for eksperimentelt at påvise elektriciteten. Denne påvisning blev helt op til ca. 1730 foretaget med papiestumper, men Gray konstruerede et slags elektroskop med to nedhængende tråde. På grund af de forbedrede muligheder til fremstilling og påvisning af elektricitet blev det 18. årh. elektrostatikkens århundrede frem for noget. Grays vigtigste bidrag var hans opdagelse af at nogle stoffer kunne lede og andre ikke kunne lede elektricitet (isolatore). Grays forsøg med lange tynde ledere gjorde Gilberts effluvialteori umulig, da man ikke kunne tænke sig at effluviet forplante sig gennem tynde tråde. I den nye forklaringsmodel brugte man en et-fluidumsteori. I denne et-fluidums teori blev fluidet opfattet som værende et væskelignende stof, der var indeholdt i alle legemer. Selve fluidet kunne ikke måles, hvorfor det blev betragtet, som værende beslægtet med caloric og lys. I selve teoriens udformning blev det elektriske fluidum betragtet, som værende meget lig med varme, da de bedste varmeledere oftest var gode elektricitetsledere./10, 42 f/.

Denne et-fluidumsteori kom på en alvorlig prøve, da franskmændene Dufay (1698 - 1739) opdagede at der var to elektricitetsarter (glas og lakelektricitet). Således var grunden lagt til den senere to-fluidateori, som bruger to slags fluidum til at forklare de elektriske fænomener. I 1759 fremsætter Robert Symmer (d. 1763) to-fluidateorien, hvor de elektriske tilstande forklares ved en vekselvirkning mellem de to fluida. Robert Symmer skriver selv:

"My notion, is that the operations of electricity do not depend upon one single positive power, according to the opinion generally received; but upon two distinct, positive, and active powers, which by contrasting, and, as it were, counteracting each other produce the various phenomena of electricity; and that, when a body is said to be positively electrified, it is not simply that it is possessed of a larger share of electric matter than in a natural state; nor, when it is said to be negatively electrified, of a less; but that, in the former case, it is possessed of a larger portion of one of those active powers, and in the latter, of a larger portion of the other; while a body in its natural state remains unelectrified, from an equal ballance of those two powers within it."/10, s 58/.



Elektroskop. /5, s.48/

Betegnelsen positiv og negativ elektricitet har Symmer fra Benjamin Franklin (1706 - 1790). Franklin fremsatte i 1847 en anden forklaring på Dufays forsøgsresultater. Frankli antager, at der kun er et fluidum, som gennembrænger alle legemer. Når et legeme indeholder så meget elektrisk stof, som det kan optage, vil legemet vise sig som værende uelektrisk. Kommer der overskud af elektricitet, vil legemet være positiv elektrisk (glaselektrisk), medens legemet vil være negativt elektrisk (lakelektrisk), hvis der fjernes noget elektrisk fluidum fra legemet./5, s 27/. Året før Franklin's teori blev kendt havde William Watson (1715 - 1787) også fremsat en teori som kun havde et fluidum. Watson's brugte en elektrisk æter, som alle legemer i en vis mængde var i besiddelse af. Glas og nogle andre stoffer kunne så fjerne noget af det naturlige elektriske æter i et legeme og overfører det til et andet /lo, s 46/.

Teorier, som bruget henholdsvis et eller to slags fluidum, "levede" sideordnet til op i 19. årh. og forskellige videnskabsmænd prøvede at eftervise enten den ene eller ander teori, som værende den rigtige. Men stadigt var det største problem for de videre fremskridt for elektriciteten at der ikke fandtes nogen elektricitetskilde, som kunne give en jævn og konstant elektricitetsmængder. Man havde opfundet forskellige elektricitetsmaskiner, som kunne oplades med store elektricitetsmængder, således at gnister kunne fremkomme, og med Leydnerflasken var det muligt at opbevare elektriciteten i op til en måned. Men med en enkelt udladning var elektricitetsmaskinen og Leydner flaske igen elektrisk neutrale. I 1800 bekendtgjorde Alessandro Volta (1745 - 1827), at han havde fundet en stadig virkende elektricitetskilde. Indtil år 1800 havde man arbejdet med hvad vi i dag betegner statisk elektricitet. Volta's opfindelse åbnede muligheder for en mere målrettet eksperimentel brug af elektricitet, da han opfandt jævnstrøms-elementet. Jævnstrøms-elementet havde den fordel frem for de statiske elektrificerbare maskiner, at det var mulighed for at udfører mer langvarige eksperimenter med elektriciteten, og dermed en anden forståelse for det elektriske fænomen.



A. Volta (1745-1827) /Canby: Geschichte der elektrizität side 43/

Benjamin Franklin (1706-90)
/Bernal, J. D.: Videnskabens historie, bind 2
Pax forlag a.s., Oslo 1978, side 534/

10.3 Potentialteori

Coulomb, Charles Augustin de (1736-1806) var grundlæggeren af elektrostatikken og den eksperimentelt orienterede franske fysikskole. Hvad der "naturligvis" har sat sit præg på Coulombs arbejde, var den på Coulombs tid fornyligt formulerede newtonske mekanik. Han opfandt torsionsvægten, se nedenstående fig., med hvilken han var istand til at eftervise den faktiske elektrøstatiske kraftlov for tiltrækning og frastødning. Her skal lige bemærkes, at Coulomb-Loven faktisk var formuleret før det i det flg. beskrevne arbejde af Coulomb blev udført. Daniel Bernoulli, Cavendish og Priestley var for Coulomb de teoretiske foregangs-mænd, mens han selv stod for den eksperimentelle eftervisning af loven. Denne søgte han desuden at overføre på magnetismefænomener. Det var i disse kraftlove netop de to enkeltfænomener tiltrækning og frastødning, Coulomb søgte at beskrive, og ikke et samlende mere abstrakt interaktionsfænomen.

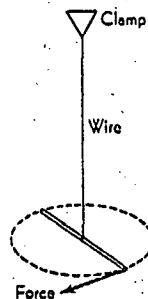
Coulomb har også arbejdet med følsomheden af torsionsvægten for at øge denne. Han opdagede, at schellak er et virkelig godt isolerende stof og at en tråd af "gum-lac" isolerer ti gange så godt som en tør silke-tråd af samme dimensioner. Han fremkom med loven om, at tætheden af elektricitet isoleret af forskellige længder af tråde af fine cylindriske fibre, så som "gum-lac", hår, silke o.s.v. afhænger af kvadratroden af længden på fibren. I årene 1786-9 sendte Coulomb mange papirer om elektricitet og magnetisme til Det franske Akademi. De senere år især omhandlende magnetisme. Hans vigtige teori om to magnetiske fluida fremkom i 1789-papiret til Akademiet. Det samme papir indeholdt en forbedret metode til fremstilling af kunstige magneter. Han fandt endvidere at en ståltråd kunne magnetiseres op til ni gange så kraftigt som ellers ved vridning af tråden. Videre fandt han, at den magnetiske kraft hviler i (er afhængig af) jernlegemernes overflade og fuldstændig uafhængig af legemernes masse. At en jernstang når sin maksimale magnetiske evne ved 900°C . Og at ethvert legeme er modtagelig for magnetisme i en størrelsesorden, der er målelig. Coulomb viste også gennem eksperimenter, at blot ét "grain" (0,0648g) af jern kunne viderebringe mærkbar magnetisme til omkr. 20 pund (1 pund = 454g) af andet stof.

Vi skal her lade det meste af det nævnte ligge for at koncentrere os om nogle få ting. Og det bliver elektrostatikkens mest betydende ligning, nemlig Coulombs Lov og udledningen af denne. Samtidig vil vi også se nærmere på Coulombs syn på magnetisme og elektricitet generelt (altså hans to-fluida-teori)/6, s.275 ff/.

Idet vi siger elektrostatikkens mest betydende ligning, udtaler vi os ikke blot om ligningens (lovens) status indenfor teoribygningen, den udtaler sig om, men også densindflydelse på senere arbejde indenfor elektricitets- og magnetismelæren. Således var Coulombs Lov reelt den første mulighed man fik for at matematificere denne videnskab. Og denne tendens til matematificering følges op af Coulombs efterfølgere.

Man havde allerede gennem en del år på det tidspunkt, da Coulomb gav sig i kast med sin torsionsvægt, anet eksistensen af den omvendt-proportionale sammenhæng m.h.t. afstanden for kraften mellem to ladninger. Men før Coulombs opfindelse af torsionsvægten, havde man ikke været istand til at eftervise en sådan sammenhæng. Opfindelsen blev til i forbindelse med studier af de kræfter, der opstår i kabler og tråde, der vrides. Desuden var det gennem disse studier lykkedes ham at opstille et udtryk til at beregne den kraft, som kræves for at vride et givent kabel

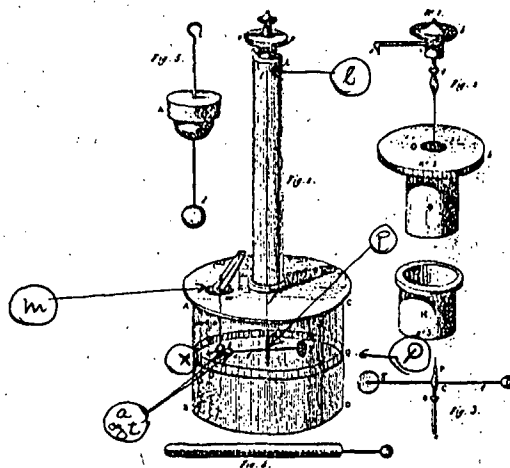
eller en given tråd en bestemt vinkel rundt.



The principle of the torsion balance. /8,s.615/

Vi har i ovenstående fig. en tråd, der er ophængt. Nederst er der ophængt en meget let stang, som bruges til vridning af tråden. Vrid-(son-)kraften tilføres vinkelret på stangen i et horisontalt plan og i en given afstand fra trådens akse. Kraftens størrelse, opdagede Coulomb, er ligefremproportional med den vinkel, tråden vrides. Derfor er det muligt, når man én gang har foretaget en måling af en kraft med en bestemt tilsvarende vinkel som udslag, at måle mange andre kræfter, man udsætter vægten for.

Vægten blev oprindeligt fremstillet m.h.p. mekaniske målinger, men Coulomb tillempede den til elektriske målinger. Detaljerne i apparatet anvendt til de m.h.p. Coulomb-Loven afgørende forsøg er fig.:



Coulomb's electrical torsion balance. /8,s. /

Selve eksperimentet med dette apparatur formede sig som følger: man lader den lille leder nederst på ovenstående fig. Dette er en lille stang med et stort hoved - stangen holdes isoleret v.h.a. spansk voks. Den ladede leder indføres i hullet m (på fig.) og sættes i berøring med kuglen a - stangen trækkes derefter ud igen. Kuglerne a og t er nu ladede med ensartet elektricitet og som følge deraf, frastøder de hinanden - frastødningen måles som en del af buelinieestykket XQ. Derefter drejer man v.h.a. knappen placeret øverst på snøvægten, mikrometerknappen, den bevægede ladning tilbage mod den anden ladning. Tråden LP vrides en vis vinkel og dertil anvendes en kraft, som er pro-

portional med den vinkel, mikrometerknappen drejes. På denne måde observeres afstanden gennem hvilken forskellige vridningsvinkler fører kuglen tilbage til kuglen, t. Ved derefter at sammenligne vridningskræfterne med de dertil hørende afstande mellem kuglerne, bestemmes loven om frastødning. Vi aflæser nu flg. tal:

(1) Upon electrifying the two balls by means of the pinhead while the index of the micrometer points to 0, the ball a of the needle separates [from the ball b] by 36 degrees.

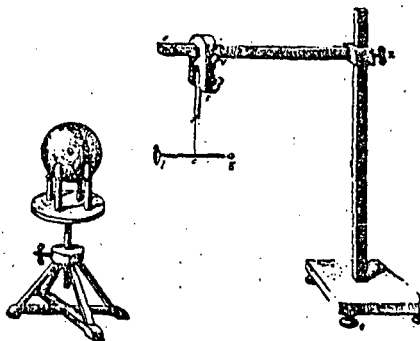
(2) When the suspension wire is twisted through 126 degrees, by means of the knob of the micrometer, the two balls approach each other and stop when 18 degrees apart.

(3) By twisting the suspension wire through 567 degrees, the two balls approach to within $8\frac{1}{2}$ degrees of each other.

/8, s. 618/

Coulomb fandt altså under pkt. 1, hvor mikrometerknappen var nulstillet, at kuglerne blev separeret 36° , hvorved en kraft, vridnings-, samtidig opstod svarende til disse 36° , denne svarede til $\frac{1}{3400}$ grain (1 grain modsvarede vægten 0,0648g). Under pkt. 2 oplevedes at afstanden mellem kuglerne nu var 18° , men eftersom mikrometerknappen var drejet over 126° , resulterer dette i at den nævnte afstand over 18° modsvares af en frastødende kraft svarende til 144° s udslag. Så vi har, at for en afstand halvt så stor som den først målte mellem de to kugler, er den frastødende kraft mellem disse blevet kvadreret. Endelig ses under pkt. 3, at ophængningstråden var blevet vredet over 567° , og herefter befandt de to kugler sig så i en afstand af bare $8\frac{1}{2}^\circ$. Og vi genkender nu resultatet fra forsøget under pkt. 2. Afstanden er den halve $8\frac{1}{2} = \frac{1}{2} 18$ og kraften er den firedobbelte $4 \times 144 = 567 + 8\frac{1}{2}$. Fra disse tre forsøg læser man, at den frastødende kraft, som de to kugler udøver på hinanden, når de er ladet med ensartet elektricitet, er omvendtproportional med kvadratet på afstanden mellem kuglernes centre/8, s. 617-9/. Der er selvfølgelig en del usikkerhed involveret i disse nævnte forsøg, f.eks. må det forhold, at der måles over cirkelbueafstande og ikke over retlineære afstande i forsøgene, tilføre disse en betydelig usikkerhed. Vi skal ikke diskutere disse forhold yderligere her, da vi kun ønsker at gengive de resultater, hvormed Coulomb krediteres ophavet til en elektro-(magneto)statisk lov.

Hidtil har vi imidlertid kun beskæftiget os med de tilfælde, hvor de to kuglers ladninger var ensartet. Holder den omvendtproportionale sammenhæng mellem kræfterne også for tiltrækningstilfældene? For at bekræfte dette forhold, måtte der anvendes apparatur adskillende sig noget fra det, vi har set på, nemlig Coulombs elektriske pendul (se fig.). Og med dette apparat kunne Coulomb faktisk vise, at den hidtidigt antagne lov også holdt for tiltrækningstilfældene/8, s. 619-21/.



Coulomb's electric torsion pendulum. /8, s. 620/

Den fuldstændige Coulomb-Lovs udformning: Coulomb synes m.h.p. udledningen af loven i høj grad at have været styret af arbejdshypotesen: kraften mellem to ladede objekter er omvendt proportionale med afstanden, d , mellem eller symbolsk: $f \propto 1/d^2$. Denne hypotese var iøvrigt i sig selv i høj grad inspireret af den newtonske mekaniks massetiltrækningslov. Og Coulombs kendskab til denne fik ham til umiddelbart at overtage massetiltrækningsloven, idet han mente, at elektrisk fluidum kunne anses for at have en form for elektrisk masse. Dette forhold synes endda at have været så oplagt for Coulomb, at han uden videre argumentation fastslog, at den elektriske kraft mellem to elektrificerede objekter er omvendtproportional med kvadratet af afstanden mellem objekterne og ligefremproportional med produktet af objekternes masser eller: $f \propto P/d^2$, hvor P er produktet af de elektriske masser. Coulombs principale interesser var med andre ord samlet omkring kraften, f , og afstanden, d , og ikke omkring de elektriske masser af objekterne. Dog fastslår Coulomb selv, at man værende i besiddelse af denne proportionalitet, faktisk sammenholdt med eksperimenter, kan afdække hastigheden, med hvilken elektrisk fluidum tabes af et elektrificeret objekt til et andet ved berøring mellem disse. Kort sagt var det med Coulombs Lov blevet meningsfuldt, at diskutere Franklins kvantitet af elektricitet, Coulombs elektriske masse eller med nutidige termer elektrisk ladning. Hvis to objekter med ladningerne q_1 og q_2 er adskilt fra hinanden med afstanden d , fortæller Coulombs Lov os, at hvert objekt bliver udsat for en kraftpåvirkning proportional med $q_1 q_2 / d^2$.

Med Coulombs Lov blev den elektriske videnskab kvantificeret, og der var hermed åbnet op for tillempelsen af matematiske teknikker til videnskaben det var især den newtonske mekanik oplagt til /8, s. 619-22/.

Hos Coulomb grundtes også en (især fransk) skoles to-fluida-teori for såvel elektricitet som magnetisme. I denne teoris elektriske del opererer man med positive og negative kræfter, som opstår, når et elektrificeret legeme indeholder henholdsvis mest fluidum af den ene slags henholdsvis mest af den anden slags. Den væsentligste forskel på denne teori og én-fluidum-teorien generelt er, at i to-fluida-teorien anerkendes bevægelse af begge de elektriske fluida inde i en fast leders substans; heroverfor siger én-fluidum-teorien, at lederens partikler sidder fastlåste, medens det elektriske fluidum bevæger sig /10, s. 57-60/.

M.h.t. magnetisme gjorde Coulomb sig den antagelse, at dennes fluida i modsætning til de elektriske fluida, der var tilstede i alle stoffer, kun fandtes i stoffer som jern og nikkell. Det var ikke muligt (er ikke muligt) at isolere/adskille de magnetiske fluida, ligesom man kunne med de elektriske, hvilket fik Coulomb til at antage, at de magnetiske fluida var bundet til stoffets molekylære struktur/11, s.18-20/.

Også hos Coulomb genfinder vi en mekanisk grundopfattelse i et newtonsk billede. Således kan Coulombs ladningsbegreb (elektrisk masse) f.eks. afledes direkte ud fra de fundamentale newtonske grundligninger. Og disse er derfor fundamentale begreber i Coulombs teoretiske antagelser. Det abstrakte rum og den abstrakte tid. Og for ikke at glemme det, er Coulombs Lov simpelthen identisk med Newtons Massetiltrækningslov. Endvidere er Coulombs elektricitets- og magnetismebegreb helt i overensstemmelse hermed formuleret som en fluida-opfattelse - altså en erfaringsfunderet begrebslighed, som den forekommer for den spekulative naturfilosofi. Imidlertid indeholder Coulombs arbejde i modsætning hertil et nyt element - nemlig den matematiske begrebslighed. Med denne er der åbnet mulighed for en kvantisering og dermed en afsubjektivisering af elektromagnetismen. Denne matematiske begrebslighed rafineres og udvikles mere detaljeret hos Coulombs efterfølgere, der arbejder indenfor det newtonsk-la placienske paradigme. Herudover er Coulombs arbejde selvfølgelig kendetegnet ligesom så mange samtidiges ved eksistensen i et videnskabeligt miljø karakteriseret ved en udviklet offentlighed. Ligesom vi hos Coulomb kan se, at eksperimentet som erfarings-/subjektivitetsudgrænsningsfaktor er fundamental.

10.3.2. Simeon Denis Poisson (1781 - 1842).

I Coulombs arbejder var der også indeholdt mere teoretiske overvejelser om elektricitetens natur, hvori han erklærer sig som tilhænger af hypotesen om to elektriske fluida. Denne hypotese overtages af Poisson, samt den newtonske-mekaniske opfattelse af elektricitet, som det fremgår af følgende citat fra indledningen til Poissons afhandling til det Franske Akademi i 1812.

"Det mest alment anerkendte teori for elektriciteten er den, som tilskriver alle fænomener til to forskellige fluida, der gennemtrænger alle legemer i naturen. Man antager, at molekylerne i samme fluidum gensidigt frastøder hinanden, og at de tiltrækker molekylerne i det andet (fluidum); disse tiltræknings- og frastødningskræfter forholder sig omvendt som kvadratet på afstandene; i samme afstand er tiltrækningssevnen lig med frastødningssevnen; hvoraf det følger, at når alle dele af et legeme indeslutter lige store mængder af begge fluida, udøver disse ikke nogen virkning på de fluida, der er indeholdt i de omgivende legemer, og der viser sig følgelig ikke nogen tegn på elektricitet. Denne lige og ensartede fordeling af de to fluida kaldes deres naturlige tilstand; så snart denne tilstand forstyrres af en vilkårlig årsag, er det legeme, i hvilket dette sker, elektrificeret, og de forskellige elektriske fænomener begynder at frembringes."
/8, s 60: oversat af Ole Knudsen/.

Poisson bygger videre på Coulombs to-fluida teori, idet han opfatter disse fluida bestående af molekyler, der tiltrækker og frastøder hinanden. Han introducerer som den første molekylebegrebet i de teoretiske overvejelser om elektricitetens natur, en ydeligere udtømmning af naturerfaringer fra elektricitetslærens begreber idet man forlader de håndgribelige væskeforklaringer. Poisson fortsætter:

"Materiel legemer opfører sig ikke alle på samme måde med hensyn til de to elektriske fluida. Nogle, som for eksempel metaller, udøver ikke nogen som helst virkning på de elektriske fluida, men tillader den at bevæge sig frit i deres substans; af denne grund kaldes de ledere; andre, i modsætning - meget tør luft for eksempel - modstår de elektriske fluidas passage i deres indre i lederen at spredes ud i rummet."/8, s 60- oversat af os/.

D.v.s. at det elektriske fluidum holdes inde på legemes overflade, et resultat som Green senere efterviser matematisk. Dette uddybes nu med en metalklump som eksempel; Poisson antager, at de elektriske fluida findes i metallet i ubegrænsede mængder, der dog normalt ikke erkendes, fordi de neutraliserer hinanden. Giver man nu metalklumpen overskud af det ene fluidum, vil de overskydende elektriske molekyler på grund af deres indbyrdes frastødning bevæge sig ud på metallens overflade; og der vil indstille sig en ligevægt, som er karakteriseret ved, at den elektriske kraft er nul i det indre af klumpen, thi hvis kraften var forskelligt fra nul i et indre punkt, ville de elektriske fluida i dette punkt bevæge sig i modsatte retninger, og der ville altså ikke være ligevægt. På samme måde forklares tilstedeværelsen af influensladninger på overfladen af en leder i nærheden af et elektrificeret legeme: den elektriske kraft fra det elektriserede legeme driver de elektriske fluida ud på overfladen af lederen, hvor de fordeler sig på en sådan måde, at deres virkninger ophæver kraften i det indre af lederen. Poisson definerer den frie elektricitet som overskudet, regnet med fortegn, af det ene fluidum over det andet. Den frie elektricitet er da placeret som et tyndt lag på overfladen af en leder, og lagets tykkelse i et givet punkt er et mål for overfladetætheden af fri elektricitet i en omegn af dette punkt. Poisson gør rede for, at de elektriske molekyler på grund af deres indbyrdes frastødning ville spredes ud i rummet, hvis ikke trykket fra den omgivende luft holdt dem tilbage. Hvis mængden af fri elektricitet forøges meget, så frastødningen bliver meget stor, eller hvis luftens tryk formindskes tilstrækkeligt, kan frastødningskraften på et elektrisk molekyle blive større end luftens tryk, og man får da gennemslag af gnister. Dette sker fortrinsvis på metalspidser, hvor, som Poisson senere viser, frastødningskraften bliver uendelig stor.

Med udgangspunkt i disse overvejelser opstiller Poisson to matematiske problemer;

- finde overfladefordelingen af fri elektricitet på en ledende overflade, der næsten er kugleformet, og bestemme
- hvordan en given mængde fri elektricitet fordeler sig mellem to kugleformede ledere, med givne radier som berører hinanden; samt at
- bestemme overfladefordelingen på de to kugler, når der er fjernet et vilkårligt stykke fra hinanden./ 2, s 4/.

Ved løsningen af disse problemer støtter Poisson sig på Lagrange og Laplace's arbejder om massefordelingen fra et legeme af en given form og med en given massefordeling. Lagrange viste i en afhandling om bevægelsen af graviterende legemer (d.v.s. legemer hvor imellem der virker massetiltrækning) (1), at komponenterne af tiltrækningskraften i et hvilket som helst punkt kan simpelt udtrykkes som de afledte af den funktion, der opnås ved at summere masserne af alle partiklerne i det tiltrækkende system, divideret med deres respektive afstande fra dette punkt:

$$\underline{E} = \text{grad } U$$

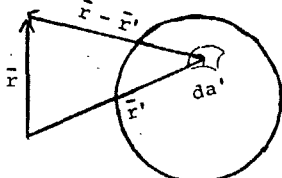
$$U = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{r_i}$$

Laplace viste (2) at denne funktion U tilfredsstillers ligningen:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$$

i et rum, der er massefrit.

Poissons væsentligste element er indførelsen af en skalarfunktion $V(\underline{r})$, defineret ved



$$V(\underline{r}) = \oint_S \frac{y(\underline{r}')}{r-r'} da'$$

hvor $y(\underline{r}')$ betegner tykkelsen af laget af fri elektricitet i punktet \underline{r}' , så $y(\underline{r}')da'$ er mængden af fri elektricitet på fladeelementet da' . Dette resultat benytter Poisson til at vise, at V må være konstant i det indre af en leder, og at lederens overflade for funktionen V . Poisson behandler nu sit første problem ved at indføre sfæriske koordinater og udvikler såvel V som y på kuglefunktioner, og også i problemet om de to kugler udnyttes funktionen V . Denne funktion havde Laplace vist, at de tilfredsstillende differentialligningen

$$\nabla^2 V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

i ethvert punkt, hvor $y = 0$, og i en anden afhandling fra 1813 videreførte Poisson dette ved at vise, at funktionen stammede fra en volumenfordeling $p(\underline{r})$ af massen eller elektricitet i ethvert punkt af rummet tilfredsstillers ligningen

$$\nabla^2 V = -4\pi\rho$$

som er en generalisering af Laplaces ligning. Poissons arbejde om elektricitets natur indeholder to væsentlige generalisationer i forhold til tidligere teorier.

- en ny generalisering ved indførelse af molekylebegrebet, samt
- en kvantitativ generalisering ved indførelse af en skalarfunktion, til beregning af elektricitetsmængden på kugleoverflader i et abstrakt rum, med indførelsen af denne skalarfunktion sker der den første spæde udvikling indenfor elektricitetslæren mod en egentlig afsnøring af potentialteorien som en selvstændig matematisk disciplin. Men hos Poisson må man sige, at hans anvendelse af matematik udgør en integral del af den af ham fremsatte naturerkendelse.

Nogle år senere, i 1824, kom Poisson med en afhandling bygget op på samme måde som de tidligere; en indledning med beskrivelse af de grundlæggende antagelser, derefter udvikling af et system af generelle ligninger, og ende-

lig anvendelse af disse på kugleformede legemer. Poissons udgangspunkt var her igen Coulombs arbejder, og den accepterede grundforestilling var også den samme; på grund af den nære analogi mellem de magnetiske og de elektriske tiltrækninger og frastødninger byggede han også her på en hypotese om to fluida, som Poisson betegnede fluide boréal og fluide austral (nord- og syd-fluydum), og hvis molekyler tiltrak eller frastødte hinanden ifølge Coulombs lov.

Poissons indledning til denne afhandling er disponeret så dan, at han først gør rede for den ovennævnte analogi, samt for at blødt jern og stål opfører sig analogt med henholdsvis ledere og isolatorer. Herefter opregner han en række forskelle mellem elektricitet og magnetisme, af hvilke den vigtigste, som også blev stærkt fremhævet af Coulomb, er den, at man ikke kan adskille de to slags magnetisme. Medens de elektriske fluida er frit bevægelige i ledere, må man antage, siger Poisson, at de magnetiske fluida er bundet til stoffets molekyler. Hvis man bringer et stykke blødt jern i kontakt med en magnet, bliver det selv magnetisk; men når man fjerner det fra megneten, forsvinder virkningen. Der er altså ikke strømmet magnetisk fluidum fra megneten over i jernet. I permanente magneter findes der endvidere en bevægelsesmodstand, som Poisson betegner koercitivkraft (force coercitive). Denne kraft gør disse stoffer vanskelige at magnetisere, men bevirker også, at de bibeholder en engang bibragt magnetisering./2, s 6/

Poissons grundlæggende hypotese er, at et magnetiserbart stof er opbygget af et meget stort antal magnetiske elementer, Disse elementer er omgivet af stof (eller tomt rum), som er uigennemtrængeligt for de magnetiske fluida. Ved magnetisering adskilles det boréale og det australe fluidum i hvert element, og elementerne bliver derved til småmagneter.

Poisson overfører hele sin elektricitets-teori på magnetismen, og dermed også de generaliserende overvejdelse;

- en ny generalisering ved indførsel af molekylebegrebet, samt
- en kvantitativ generalisering. Poisson kunne eftervise, at den magnetiske kraft i et punkt r uden for et magnetiseret legeme med volumen V og overflade S kan afledes af et potential.

Disse afhandlinger af Poisson anses for at være de matematiske elektro- og magnetostatiks klassikere. Poissons afhandlinger blev generaliseret og udvidet i 1828 af George Green (1793 - 1841). Greens afhandling tager sit udgangspunkt i de opstillede funktioner af Lagrange, Laplace og Poisson, der karakteriserer summen af alle de elektriske eller magnetiske ladninger i et felt, divideret med deres respektive afstande fra et givet punkt. Green kaldte disse funktioner - potentialer. Som tidligere nævnt er Poissons arbejde en videreførelse af det newtonske-laplacianske paradigme og derfor er de fundamentale begreber i Poissons teori det abstrakte rum og den abstrakte tid.

10.3.3. George Green (1793 - 1841).

George Green blev født i 1793 i Nottingham, i 1883 kom han til Cambridge og blev tilknyttet Gonville and Caius College, hvor han fire år senere tog grad som master. Hans videnskabelige produktion består af en række artikler, hvor den første og mest berømte er: "An Essay on the Application of Electricity and Magnetism" som han publicerede i Nottingham i 1828. Det er denne afhandling, i det følgende betegnet "Essay", vi skal beskæftige os med her.

Det er i denne afhandling Green behandler de elektriske og magnetiske fænomener. Grundlaget for Greens arbejde er Coulombs hypotese om eksistensen

af de to elektriske fluida, en hypotese som hos Poisson blev kvantifiseret. Greens behandling af de elektriske og magnetiske fænomener består næsten udelukkende af en undersøgelse af potential-funktionens matematiske egenskaber, og dermed en verifikation af Poissons ligning, samt en mere abstrakt beskrivelse af disse fænomener:

"The object of this Essay is to submit to Mathematical Analysis the phenomena of the equilibrium of the Electric and Magnetic Fluids, and to lay down some general principles equally applicable to perfect and imperfect conductors."/4, s 1/.

Denne generaliserede potentialteori lægger i højere grad end Poissons skalarfunktion op til en udskillelse af potentialteorien som selvstændig matematisk disciplin. Og danner da også et udgangspunkt for den senere udskillelse mellem matematik og fysik samt adskillelse mellem ren og anvendt matematik. Men på trods af at denne potentialteori hos Green lægger op til dette, må man sige at denne matematik er uløseligt knyttet til og en integral del af Greens naturerkendelse. Der kunne ikke på dette tidspunkt tænkes en adskillelse af potential teorien i en fysik og matematik del. Det er først mod slutningen af sidste århundrede, at en sådan løsrivelse, af potential teorien, som en egentlig selvstændig matematisk disciplin. Der er tendens til at den nye matematik lidt efter lidt frigør sig fra den gamle binding til den newtonske-laplacianske fysik.

Denne ydeligere abstraktion af elektricitet og magnetismebegrebet, forårsages af, at der dannes en matematisk teori for de elektriske og magnetiske fænomener, denne matematifisering bliver kendetegnende for udviklingen indenfor fysikken fremover. Dette var altså begyndelsen til den moderne matematiske fysiks udvikling i England og Tyskland. Til denne udvikling er knyttet navne som Stoke, Kelvin, Maxwell, Kirchhoff, vom Helmholtz, Gibbs og andre, der bidrog til løsningen af partielle differentiaalligninger. Denne matematiske fysik afgav også ideer til andre grene af matematikken som f.eks. sandsynlighedsregning, teorien for analytiske funktioner og geometrien.

Greens indførsel af potentialfunktionen (begrebet) er ikke kun en ydeligere abstraktion af elektricitets og magnetisme teorierne, men også en mere generaliserende abstraktion, dvs. fælles erkendelse, af andre fysiske genstandsområder - gravitationsteori.

I denne udviklingsrække finder vi Maxwell's "Treatise on electricity and Magnetism", som gav en systematisk matematisk fremstilling af elektromagnetismen baseret på Faradays eksperimenter, Maxwells teori kom til at beherske og inspirerede senere Lorents' elektronteori og Einsteins relativitetsteori. /9, s 215/.

Der findes endnu hos Green (Poisson) en rest af naturerfaringsbaseret erkendelsesform - hypotesen af eksistensen af de to elektriske fluida, bestående af molekyler, som først senere bliver udrenset.

Vi vil i det følgende gennemgå Greens andet kapital (3) - General Preliminary Results - fra "Essay"et, for herigennem at få en forståelse af Greens udledning af det generelle resultat; Hvis V_0 er en funktion på en vilkårlig flade F , der findes da en (elektrisk) fordeling på F , som har et potential V , som har netop V_0 som sin værdi på fladen. Der eksisterer så netop ét potential, som er givet ved;

$$V(\underline{r}) = \int_F G_F(\underline{r}, \underline{r}') V_0(\underline{r}') d\underline{r}'$$

Integralet over fladen F af den greenske funktion der beskriver legemets

geometri, og værdien på F. Green udtrykte matematikken i "Essay"et på koordinatform, da vektornotationen ikke var opstået på dette tidspunkt. Nedenstående er derfor en simplificeret udgave af Greens arbejde.

Laplaces og Poissons indførelse af potential-funktionen.

I "Essay"et tager Green idgangsåimlt o Laplaces og Poissons ligninger. Green er den første der benytter betegnelsen potential om den funktion som Laplace indførte i hans undersøgelse af massetiltrækningen fra udstrakte legemer. Laplace havde vist, at hvis man danner funktionen;

$$V(\underline{r}) = \frac{dm}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$$

hvor dm er massen af en partikel i punktet \underline{r}' , vil massetiltrækningen i punktet \underline{r} være givet ved

$$\underline{F}(\underline{r}) = -\text{grad } V(\underline{r});$$

og at V tilfredsstillter Laplaces ligning;

$$\Delta V = \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} \right) V = 0$$

i områder, hvor der ikke findes masse.

Poisson indså at da elektrisk tiltrækning og frastødning ligesom massetiltrækningen følger afstandskvadratloven, kunne man definere en elektrisk funktion med samme egenskaber som den af Laplace indførte. Denne funktion ville tilfredsstille Laplaces ligning i områder, hvor de elektriske væsker var i den naturlige tilstand; (ligevægt - de to fluida ophæver hinanden) medens den i områder, hvor dette ikke var tilfældet, ville tilfredsstillte Poissons ligning; (der er en generalisering af Laplaces ligning)

$$V(\underline{r}) = -4\pi\rho(\underline{r}),$$

hvor $\rho(\underline{r})$ er forskellen i tæthed af de to elektriske væsker i punktet \underline{r} . Ved hjælp af funktionen V kunne Poisson beregne fordelingen af elektricitet på overfladen af to elektriserede kugler, idet han udnyttede, at potentialet som følge af ligevægtsbetingelsen $\underline{F} = \underline{0}$ måtte være konstant på overfladen af en leder.

Ladningsfordelingen på en ledende overflade.

Den sidstnævnte sætning af Poisson danner udgangspunktet for Greens undersøgelse. Han indleder med følgende problem: Lad P være en uendelig tynd, lukket, ledende overflade som er anbragt i et elektrisk kraftfelt, hvor kraften i et vilkårligt punkt er givet ved $(X(\underline{r}), Y(\underline{r}), Z(\underline{r}))$. Man skal da bestemme fordelingen af elektricitet på F. Lad $\rho d\sigma$ være elektricitetsmængden på fladeelementet $d\sigma$. Da potentialet må være konstant på fladen vil der gælde:

$$\text{Konst.} = a = \int \frac{\rho(\underline{r}')d\sigma'}{|\underline{r}-\underline{r}'|} - B(\underline{r})$$

hvor \underline{r} er stedvektoren til et vilkårligt punkt på F, og $B(\underline{r})$ er givet ved det ubestemte integral;

$$B = \int (Xdx + Ydy + Zdz)$$

For at finde fordelingen skal vi løse ligningen med hensyn til den ubekendte funktion $\rho(\underline{r})$, men dette lader sig ikke gøre direkte, undtagen i specielle tilfælde. Vi betragter derfor de to funktioner;

$$V(\underline{r}) = \int_{F_+} \frac{\rho(\underline{r}') d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$$

hvor \underline{r} er et vilkårligt punkt inden for F_+ , og

$$V^-(\underline{r}) = \int_{F_-} \frac{\rho(\underline{r}') d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$$

hvor \underline{r} er et vilkårligt punkt uden for F_+ . Der vil da gælde, at;

$$\Delta V_+ = \Delta V^- = 0 \quad \text{og} \quad \bar{V}_+ = -\bar{V}^- = a_0 + B_0$$

hvor stregen betyder funktionens værdi på F_+ . Det kan da vises, at V_+ og V^- er entydigt bestemte herudfra, og at funktionen $\rho(\underline{r})$ kan findes ved differentiation af V_+ og V^- .

Potentialfunktionen: Laplaces og Poissons ligninger.

Forud for den nøjere behandling af det opstillede problem udleder Green visse resultater om potentialfunktionen fra en rumlig elektricitetsfordeling.

"- We shall, in what follows, endeavour to discover some relations between this function, and the density of the electricity in the mass or masses producing it, and apply the relations thus obtained to the theory of electricity." /Essay s. 7/

Vi vil her gennemgå hans vevis for Laplaces og Poissons ligninger. Lad Ω være et elektriseret legeme. Potentialet er da defineret ved;

$$V(\underline{r}) = \int_{\Omega} \frac{\rho(\underline{r}') d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$$

hvis punktet \underline{r} ligger uden for Ω , gælder der;

$$\Delta V(\underline{r}) = \Delta \int_{\Omega} \frac{\rho(\underline{r}') d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|} = \int_{\Omega} \rho(\underline{r}') \Delta \frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|} d\omega' = 0$$

idet man ser, at funktionen $\frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$ tilfredsstiller Laplaces ligning for $\underline{r} \neq \underline{r}'$.

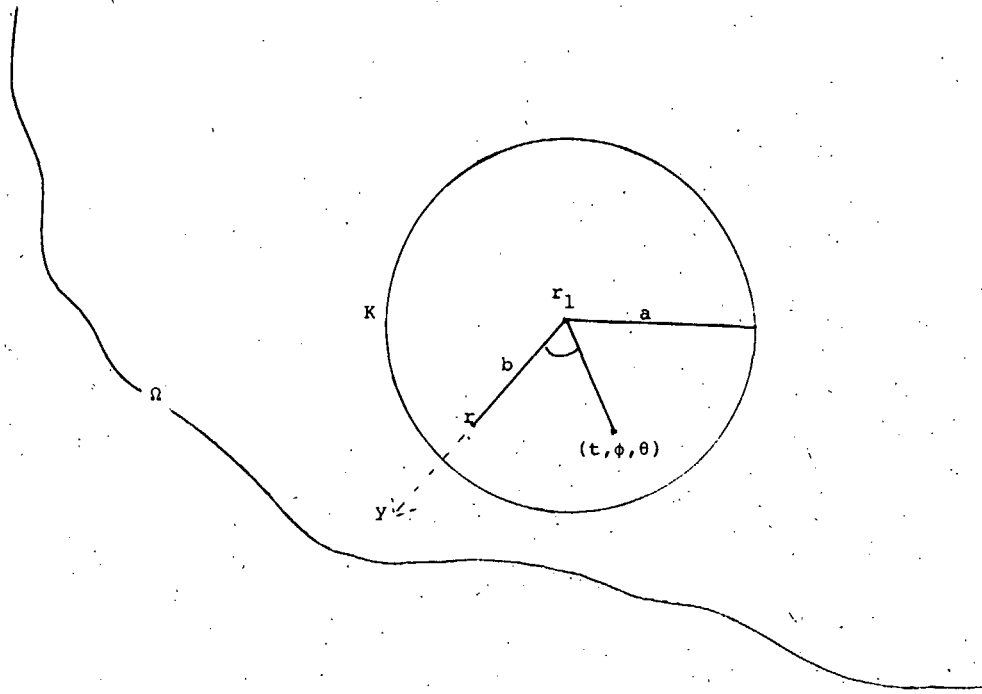
Hvis \underline{r} ligger inden for Ω , har integranden et singulært punkt for $\underline{r}=\underline{r}'$. Vi udskærer en lille kugle K med centrum i \underline{r}_1 og radius a , og hvor $|\underline{r}_1-\underline{r}| = b$. (se figur) Vi har da:

$$\Delta V(\underline{r}) = \Delta \int_{\Omega-K} \frac{\rho(\underline{r}') d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|} + \Delta \int_K \frac{\rho(\underline{r}') d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$$

$$\Delta V(\underline{r}) = 0 + \Delta \int_K \frac{\rho(\underline{r}') d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$$

idet vi antager, at K er så lille, at $\rho(\underline{r}')$ kan betragtes som konstant inden for K .

$$\Delta V(\underline{r}) = \rho(\underline{r}') \Delta \int_K \frac{d\omega'}{|\underline{r}-\underline{r}'|}$$



Vi beregner integralet i polære koordinater (t, θ, ϕ) . Idet

$$|\underline{r} - \underline{r}'| = (t^2 + b^2 - 2bt \cos\theta)^{\frac{1}{2}},$$

og

$$d\omega' = t^2 \sin\theta dt d\theta d\phi,$$

får vi;

$$\int_K \frac{d\omega'}{|\underline{r} - \underline{r}'|} = 2\tilde{V}a^2 - \frac{2\tilde{V}}{3}b^2.$$

Da $\Delta(r-r_1)^2 = 6$, finder vi så;

$$V(\underline{r}) = \Delta\rho(\underline{r}) \left(2\tilde{V}a^2 - \frac{2\tilde{V}}{3}b^2 \right) = -4\tilde{V}\rho(\underline{r})$$

Under denne differentiation har vi ikke taget hensyn til, at ρ også er funktion af \underline{r} ; men det ses let, at de led hvor ρ differentieres, bliver nul, når a og b går mod nul. Der gælder altså:

$$V(\underline{r}) = 0 \quad ; \text{ for } \underline{r} \text{ uden for } \Omega.$$

$$V(\underline{r}) = -4\tilde{V}\rho(\underline{r}) \quad ; \text{ for } \underline{r} \text{ inden for } \Omega.$$

På tilsvarende måde viser Green, at kraften på en "partikel af positiv elektricitet" i punktet \underline{r} er givet ved $-\text{grad } V(\underline{r})$, hvad enten \underline{r} ligger uden eller inden for Ω .

Dette sidste resultat benytter Green til at vise sætningen om, at elektriciteten på en leder altid befinder sig på overfladen.

"It has been long known from experience, that whenever the electric fluid is in a state of equilibrium in any system whatever of perfectly conducting bodies, the whole of the electric fluid will be carried to the surface of those bodies, without the smallest portion of electricity remaining in their interior."
(Essay s. 9/)

Inden i en leder er den elektriske kraft lig med nul som følge af ligevægtsbetingelsen, og vi har altså $-\text{grad } V = 0$, hvorefter følger, at V er konstant; og er derfor ifølge Poissons ligning nul i ethvert punkt inden i lederen. Sætningen om, at der ikke findes elektricitet i det indre af en leder, er derfor en nødvendig følge af afstandskvadratloven for de elektriske kræfter.

Greens sætning.

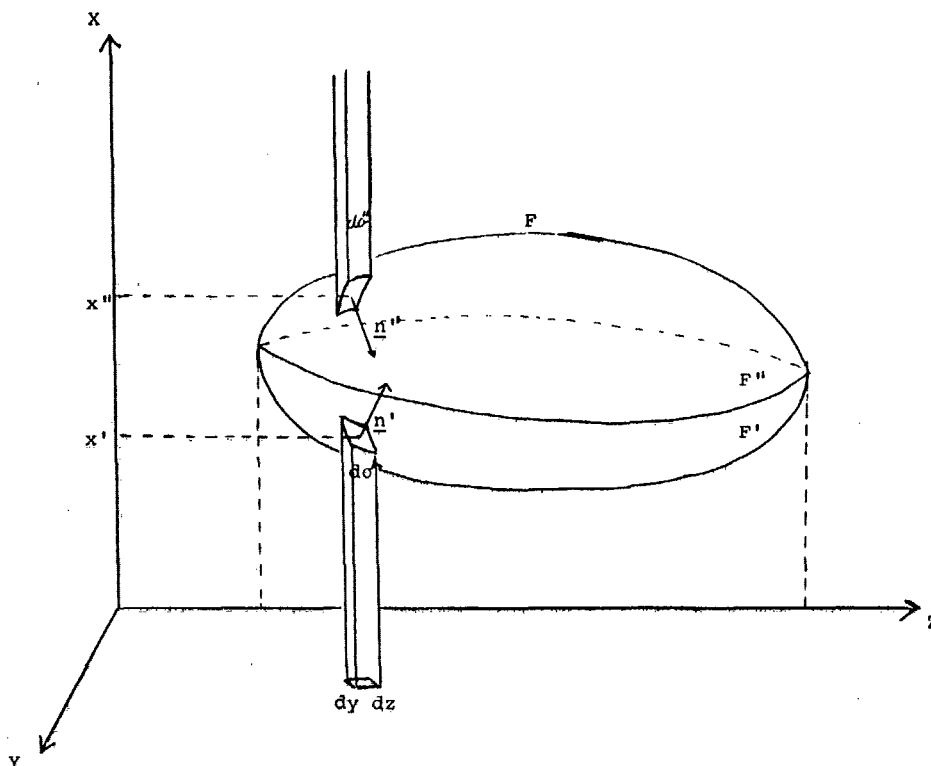
Et vigtigt hjælpemiddel i Greens analyse af problemet om overfladefordelingen på en leder er den sætning, der sammenknytter volumeintegraler og fladeintegraler.

"Before proceeding to make known some relations which exist between the density of the electric fluid at the surfaces of bodies, and the corresponding values of the potential functions within and without those surfaces, the electric fluid being confined to them alone, we shall in the first place, lay down a general theorem which will afterwards be very useful to us."
/Essay s. 10/

Lad $U(\underline{r})$ og $V(\underline{r})$ være to kontinuerte funktioner, hvis afledede er endelige inden for et område Ω , begrænset af den lukkede flade F . Der gælder da:

$$\int_{\Omega} d\omega U \Delta V + \int_F d\sigma U \text{grad } V \cdot \underline{n} = \int_{\Omega} d\omega V \Delta U + \int_F d\sigma V \text{grad } U \cdot \underline{n}$$

hvor \underline{n} er den indadrettede normal til fladeelementet $d\sigma$.



"To prove this let us consider the triple intergral." /Essay s. 10/

$$I = d\omega \left[\frac{\partial V}{\partial x} \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial z} \frac{\partial U}{\partial z} \right]$$

Ved partiel integration af første led;

$$\int_{\Omega} \frac{\partial V}{\partial x} \frac{\partial U}{\partial x} dx dy dz = \int_{\mathcal{H}} dy dz \left[v'' \frac{\partial U''}{\partial x} - v' \frac{\partial U'}{\partial x} \right] - \int_{\Omega} v \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} dx dy dz$$

hvor A er Ω 's projektion på YZ-planen. Fladen F er delt op i to flader F' og F'' med ligningerne

$$x = x'(y, z) \quad \text{og} \quad x = x''(y, z)$$

x' og x'' bliver da henholdsvis nedre og øvre grænse ved integrationen over x. Da $dy dz$ er projektionen af de to fladeelementer $d\sigma'$ og $d\sigma''$ på YZ-planen, man får da;

$$\int f(y, z) dy dz = \int f(y, z) \cos(\underline{n}', x) d\sigma' = - \int f(y, z) \cos(\underline{n}'', x) d\sigma''$$

Man får da;

$$\begin{aligned} \int_{\mathcal{H}} dy dz \left[v'' \frac{\partial U''}{\partial x} - v' \frac{\partial U'}{\partial x} \right] &= - \int_{F''} v'' \frac{\partial U''}{\partial x} \cos(\underline{n}'', x) d\sigma'' - \int_{F'} v' \frac{\partial U'}{\partial x} \cos(\underline{n}', x) d\sigma' \\ &= \int_F v \frac{\partial U}{\partial x} \cos(\underline{n}, x) d\sigma \end{aligned}$$

Det oprindelige integral (I) får derfor udseende;

$$I = - \int_F d\sigma v \left[\frac{\partial U}{\partial x} \cos(\underline{n}, x) + \frac{\partial U}{\partial y} \cos(\underline{n}, y) + \frac{\partial U}{\partial z} \cos(\underline{n}, z) \right] - \int_{\Omega} d\omega v \left[\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \right] \quad \langle \Rightarrow \rangle$$

$$I = - \int_F d\sigma v \operatorname{grad} U \cdot \underline{n} - \int_{\Omega} d\omega v \Delta U$$

hvor $\underline{n} = (\cos(n, x), \cos(n, y), \cos(n, z))$.

Det oprindelige udtryk for I er symmetrisk i U og V, hermed følger sætningen. Green generaliserer nu sætningen til det tilfælde, hvor en af funktionerne, f.eks. U, har en singularitet af formen $1/|r-r_1|$, hvor r_1 , er et punkt inden for Ω . Integralerne på venstre side kan stadig beregnes umiddelbart, men for at beregne højre side, må vi udskære en lille kugle med centrum i r_1 og radius a, udregne integralerne, og derefter lade a gå mod nul. Da $\Delta U = 0$ også inden forkuglen, giver første led ikke noget ekstra bidrag, når a går mod nul. Fladeintegralet over kuglens overflade F_k giver:

$$\int_{F_k} d\sigma v \operatorname{grad} \frac{1}{r-r_1} \cdot \underline{n} = - \int_{F_k} d\sigma v \frac{(r-r_1)}{r-r_1} \cdot \underline{n} = -4\pi v(r_1)$$

Hvis U har en singularitet af formen $1/|r-r_1|$, får Greens sætning derfor følgende udseende:

$$d\omega U \Delta V + d\omega U \text{ grad } V \cdot \underline{n} = d\omega V \Delta U + d\omega V \text{ grad } U \cdot \underline{n} - 4 \pi V(\underline{r}_1)$$

Bestemmelse af ladningsfordelingen på en vilkårlig lukket flade.

Det første skridt i Greens behandling af problemet om overfladefordelingen består i at udlede et udtryk til bestemmelse af fordelingen ρ ud fra potentialet.

"We will now proceed to determine some relations existing between the density of the electric fluid at the surface of a body, and the potential functions thence arising, within and without this surface." /essay s. 13/

Lad F være en vilkårlig lukket flade, der er elektriseret med en fordeling $\rho(\underline{r}')$. Potentialet er da givet ved;

$$V(\underline{r}) = \frac{\rho(\underline{r}') d\sigma'}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \quad \text{for } \underline{r} \text{ inden for } F$$

$$V'(\underline{r}) = \frac{\rho(\underline{r}') d\sigma'}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \quad \text{for } \underline{r} \text{ uden for } F.$$

De to funktioner V og V' er defineret ved samme integral, men vil normalt være forskellige funktioner af \underline{r} . For en homogent ladet kugleskal ($\rho = \text{konstant}$) med radius a får man f.eks.:

$$V = 4\pi\rho a \quad \text{og} \quad V' = \frac{4\pi\rho a^2}{|\underline{r}|}$$

De to funktioner V og V' tilfredsstiller følgende betingelser: $\Delta V = \Delta V' = 0$ og $\bar{V} = \bar{V}'$ på F . Endvidere er $V' = 0$ uendelig fjernt fra F .

Vi kan nu vise, at der til to vilkårlige funktioner V og V' , der tilfredsstiller disse betingelser, findes en og kun en fordeling $\rho(\underline{r})$, der vil frembringe disse funktioner som potentialer, og at denne fordeling i et vilkårligt punkt af F vil være givet ved;

$$\rho(\underline{r}) = \frac{-1}{4\pi} \left[\text{grad } V(\underline{r}) \cdot \underline{n}_1 + \text{grad } V'(\underline{r}) \cdot \underline{n}_2 \right]$$

hvor \underline{n}_1 og \underline{n}_2 er henholdsvis den indadrettede og den udadrettede normal i punktet \underline{r} .

Vi anvender Greens sætning på området inden for F , idet vi sætter $U(\underline{r}) = 1/|\underline{r}-\underline{r}'|$, hvor \underline{r} er et punkt inden for F . U har da en singularitet for $\underline{r} = \underline{r}'$, men iøvrigt er $\Delta U = \Delta V = 0$. Vi får da:

$$\int_F d\sigma' \frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \text{grad } V'(\underline{r}') \cdot \underline{n}' = \int_F d\sigma' \bar{V}(\underline{r}') \text{grad}' \frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \cdot \underline{n}'_1 - 4\pi V(\underline{r})$$

Dernæst anvender vi sætningen på et område, der indadtil er begrænset af F og udadtil af en uendelig fjern, lukket flade, hvor V er nul. Vi får da, idet \underline{r} stadig betegner et punkt inden for F , og U derfor ikke har nogen singularitet i integrationsområdet:

$$\int_F d\sigma' \frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \text{grad } V'(\underline{r}') \cdot \underline{n}'_2 = \int_F d\sigma' \bar{V}'(\underline{r}') \text{grad}' \frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \cdot \underline{n}'_2$$

Ved at addere disse to ligninger får vi, idet $\underline{n}_1 = -\underline{n}_2$ og $\bar{V}(\underline{r}') = \bar{V}'(\underline{r}')$:

$$\int_F d\sigma' \frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \left[\overline{\text{grad } V(\underline{r}') \underline{n}_1} + \overline{\text{grad } V'(\underline{r}') \underline{n}_2} \right] = -4\pi V(\underline{r})$$

Man får, hvis \underline{r} ligger uden for F;

$$\int_F d\sigma' \frac{1}{|\underline{r}-\underline{r}'|} \left[\overline{\text{grad } V(\underline{r}') \underline{n}_1} + \overline{\text{grad } V'(\underline{r}') \underline{n}_2} \right] = -4\pi V'(\underline{r})$$

Af disse to ligninger ser man, at hvis $\rho(\underline{r})$ vælges lig med det angivne udtryk;

$$\left[\overline{\text{grad } V(\underline{r}) \underline{n}_1} + \overline{\text{grad } V'(\underline{r}) \underline{n}_2} \right] = -\rho(\underline{r}) 4\pi$$

ved indsættelse i de to foregående ligninger, får man de givne funktioner V og V' som potentialer. For at vise, at ρ er den eneste fordeling af denne art, benytter Green et resultat af Poisson fra 1811, som går ud på, at forskellen mellem kraften på en elektrisk partikel lige indenfor og lige udenfor en ladet overflade går i normalens retning og er lig med $4\pi\rho$ i størrelse, hvor ρ er den elektriske tæthed i det pågældende punkt på fladen. Da denne kraftforskelle netop er

$$\overline{\text{grad } V \cdot \underline{n}_1} + \overline{\text{grad } V' \cdot \underline{n}_2}$$

ser man umiddelbart, at det angivne udtryk

$$\rho = -\frac{1}{4\pi} \left[\overline{\text{grad } V \cdot \underline{n}_1} + \overline{\text{grad } V' \cdot \underline{n}_2} \right]$$

er det eneste, der er foreneligt med Poissons resultat.

Den greenske funktion.

Green kan nu vise en meget vigtig entydighedssætning, der kan formuleres således: Hvis potentialets værdi \bar{V} på en lukket flade F er givet, er der kun en funktion V, der tilfredsstiller Laplaces ligning $\Delta V = 0$ og som har den givne værdi \bar{V} på F.

Lad $U(\underline{r}, \underline{r}')$ være en funktion, der tilfredsstiller $U(\underline{r}, \underline{r}') = 0$ og som har en singularitet af formen $1/|\underline{r}-\underline{r}'|$ i omegnen af punktet \underline{r} inden for F. Ifølge Greens sætning gælder der da:

$$\int_F d\sigma' \bar{U}(\underline{r}, \underline{r}') \overline{\text{grad } V(\underline{r}') \underline{n}'} = \int_F d\sigma' \bar{V}(\underline{r}') \overline{\text{grad } U(\underline{r}, \underline{r}') \underline{n}'} - 4\pi V(\underline{r})$$

Hvis U yderligere er nul, når \underline{r} er et punkt på F, altså $\bar{U} = 0$, gælder der:

$$\int_F d\sigma' \bar{V}(\underline{r}') \overline{\text{grad } U(\underline{r}, \underline{r}') \underline{n}'} - 4\pi V(\underline{r}) = 0$$

hvilket viser, at $V(\underline{r}')$ er bestemt, når funktionen $\bar{V}(\underline{r}')$ er givet.

For at overbevise sig om, at der eksisterer en funktion $U(\underline{r}, \underline{r}')$ med de krævede egenskaber, kan man forestille sig, at fladen F er en perfekt leder forbundet med jord, og at der er anbragt en enhed af positiv elektricitet i punktet \underline{r} . Det samlede potential, der frembringes af punktladningen i forbindelse med en inducerede ladningsfordeling på F, vil tilfredsstille alle de krav, vi har stillet til funktionen $U(\underline{r}, \underline{r}')$, og da U øjensynlig er nul for

\underline{r} uden for F , har vi ifølge resultatet fra foregående afsnit:

$$0 = 4\pi\rho_0(\underline{r}, \underline{r}') + \overline{\text{grad } U(\underline{r}, \underline{r}') \underline{n}}$$

hvor $\rho_0(\underline{r}, \underline{r}')$ er den inducerede fordeling i et punkt \underline{r} . Vi før følgende simple udtryk for potentialfunktionen $V(\underline{r})$ i området inden for F , ved indsættelse af dette udtryk i det foregående;

$$V(\underline{r}) = -\int_F d\sigma' \rho_0(\underline{r}, \underline{r}') \bar{V}(\underline{r}')$$

Hermed har vi nået følgende resultat. Hvis V er en funktion på fladen, findes der en fordeling, som har et potential som har netop V som sin værdi på fladen, og dette potential må så være givet ved ovenstående, som svarer til:

$$V(\underline{r}) = \int_F G_F(\underline{r}, \underline{r}') V_0(\underline{r}')$$

Det skal blot herefter godtgøres, at V er et potential. Det er bestemmelsen af den greenske funktion på forskellige flader, der er det egentlige udgangspunkt for den videre udvikling af potentialteorien, som en selvstændig gren indenfor matematikken.

Green fortsætter nu med at vise ved direkte regning, at funktionen $V(\underline{r})$ givet ved ovenstående udtryk, virkelig tilfredsstillter Laplaces ligning, og at den går kontinuert mod randværdifunktionen $V(\underline{r})$, når punktet \underline{r} nærmer sig til overfladen F ; og han viser sluttelig, at $V(\underline{r})$ er givet ved samme udtryk, også når \underline{r} ligger uden for F , idet man dog her må indføre som ekstra betingelse, at V skal gå mod nul i det uendeligt fjerne.

I det følgende afsnit viser Green, at funktionen U er symmetrisk i \underline{r} og \underline{r}' , idet han viser følgende sætning: Lad en punktladning være anbragt i et punkt p inden for en hul, ledende overflade. Da vil potentialets værdi i et andet punkt p' være den samme som dets værdi i p , hvis punktladningen var anbragt i p' ; og dette gælder, hvadenten p' er inden for eller uden for fladen.

I det sidste afsnit viser Green at den ovenfor udledte generelle teori for elektrificerede overflader også gælder for massive legemer af enhver form og konkluderer:

"In case the bodies under consideration are all perfect conductors, we have seen, that the whole of the electricity will be carried to their surfaces, and therefore there is here no place for the application of the theory contained in this article, but as there are probably no perfectly conducting bodies in nature, this theory becomes indispensably necessary, if we would investigate the electrical phenomena in all their generality." /Essay s. 22/

Sidste del af "Essay"

De teoretiske resultater, som er udledt i den første del af "Essay", anvender Green på forskellige systemer af ledere. Således gennemfører han en detaljeret, behandling af Leydner-flasken, idet han beregner den ladning, der kan overføres til flasken, som funktion af potentialforskellen mellem den ydre og den indre metaloverflade. Endvidere udfører han en lang række beregninger af overfladefordelingen på kugler og ellipsoider.

Alle de indgående størrelser er enten de fundamentale newtonske begreber eller defineret ud fra disse, dermed er potentialfunktionen også defineret derudfra og underlagt det abstrakte rum og den abstrakte tid.

10.4 Ørsted.

Ørsted var som privatperson stærkt optaget af filosofiske ideer om naturens enhed, at der var en fornuft i naturen. Denne antropomorfistiske opfattelse stod han alene med i den naturvidenskabelige offentlighed, der var bygget op omkring genstandsfelterne elektricitet og magnetisme. Denne offentlighed var totalt domineret af den franske skoledannelse, som baserede sin elektricitets- og magnetismeteorier på en mekanisk beskrivelse af disse fænomener. Der forelå derfor heller ikke nogen naturvidenskabelig teori om elektricitetens og magnetismens natur fra Ørsteds hånd, blot nogen subjektive meninger om dette, som han dog delte med flere - især tyske filosoffer.

Denne idestrømning mente, at det fundamentale princip i naturen måtte bestå i en konflikt: "vekselkamp", som Ørsted selv betegnede det mellem to modsat virkende urkræfter, der kunne manifestere sig selv som syre og base, positiv og negativ elektricitet, nord og syd magnetisme. /2, s.9/ Ørsteds personlige opfattelse af elektricitet og magnetisme var således en helt bestemt måde at fortolke de fremherskende dualistiske fluidums teorier af mekanistisk karakter.

Ørsted påviste, at der var en sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme ved hjælp af strømførende ledere og kompasnåle. Ørsted lavede i juli 1820 en serie eksperimenter for nærmere at fastlægge sammenhængene. Han var klar over, at det var en overordentlig vigtig opdagelse, han havde gjort, og gav sig derfor ikke tid til at publicere den på institutionaliseret vis til den naturvidenskabelige offentlighed gennem et videnskabeligt tidsskrift. I stedet udsendte han en kortfattet rapport på latin: "Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam". Ud over forsøgsbeskrivelser indeholder rapporten følgende resultater:

1. Kraften fra en lige leder på en magnetpol er vinkelret på lederen og på en plan gennem lederen og polen.
2. Kraften ændres ikke, når man placerer forskellige stoffer mellem leder og pol.
3. Kraftens størrelse afhænger af afstanden, batteriets styrke og lederens kvalitet.
4. En leder i form af en plan polygon tiltrækker eller frastøder en magnetpol.

Denne rapport blev kort tid efter fulgt af en ny med titlen "Neuere electromagnetische Versuche", som udkom i et tysk tidsskrift. Her fremsattes yderligere følgende:

5. Kraften afhænger af elektricitetsmængden og ikke af spændingen.
 6. Der findes en reaktionskraft på lederen.
 7. En lukket plan leder har en sydpol og en nordpol ligesom en magnet.
- /2, s 12 f/

Med Ørsted skete der en forening af de to genstandsområder under en naturvidenskabelig forståelse. Disse fænomener blev separeret så tidligt som hos Cardano i 1550, da han skilte raveffekten fra magnetjernstenens effekter. Hos Ørsted

findes spor af den senere hos Faraday og Maxwell-Lorentz eksisterende feltopfattelse, idet Ørsted havde den personlige opfattelse, at den magnetiske virkning, ligesom lyset og varmen fra den gødende tråd må tænkes at udbrede sig i rummet uden om lederen; altså at den immaterielle elektriske konflikt og dens virkning er ikke blot findes i lederen, men også i rummet uden om. Disse forestillinger af mere personlig karakter hos Ørsted udbyggede Faraday til en egentlig feltteori, der dog på ingen måde var overensstemmende med den herskende newtonsk-laplacianske opfattelse og derfor heller ikke accepteredes i denne videnskabelige offentlighed som helhed.

Meddelelsen om Ørsteds opdagelse gav, overalt i Europa, anledning til en intens aktivitet i den elektricitets- og magnetismevidenskabelige offentlighed, og det resulterede i en strøm af artikler i tidsskrifterne /2, s 12a/. Denne aktivitet var hovedsageligt koncentreret omkring det franske akademi, som ubetinget var centeret for offentligheden fra omkring 1800 til ca. 1830, i kraft af den mekaniske skole fra Coulomb (1785) til Ampere (1827) udelukkende bestod af franskmænd, undtaget Green. Denne skole sluttede op omkring det Newton-Laplacianske program, i følge hvilket man måtte søge at beskrive kræfterne mellem makroskopiske ledere og magneter ud fra elementære kræfter og mikroskopiske eller molekylære dele.



H. C. Ørsted (1777-1851)
/Canby: Geschichte der elektrizität



A. M. Ampere (1775-1836)
side 43/

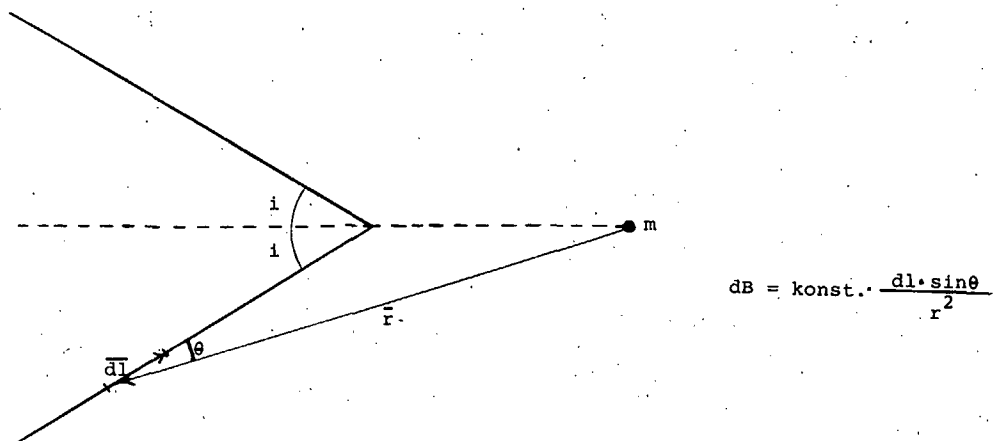
10.5. Prechtl, Biot, Savart og Ampere.

Allerede nogle måneder efter Ørsteds opdagelse bekendtgør M. Ampere den kendsgerning, at to elektriske strømme påvirker hinanden gensidigt uden medvirkning af nogen magnet, og han foretager eksperimenter for at demonstrere dette for den el./magn.-videnskabelige offentlighed. Den 4. december offentliggør han en afhandling: "Om den matematiske lov for de elektriske strømmes tiltrækninger og frastødninger", hvori han første gang formulerer sin kraftlov. Amperes arbejder bliver behandlet mere udførligt længere frem i teksten.

Hvad de øvrige teoretiske arbejder fra denne periode angår, så er de præget af vanskeligheden ved at indpasse elektromagnetismen i de eksisterende forestillinger, om atmagnetismen skulle være resultat af magnetiske fluida - væskeliggende stoffer. Her skal blandt andet nævnes Prechtl, hvis antagelser ikke slog igennem i offentligheden /2, s.13/.

Mere betydningsfuldt blev Biot og Savarts forsøg på at konstruere en mate-

matisk teori for den elektromagnetiske kraft, selv om disse også gik ud fra forestillingerne om to magnetiske fluida. De for mulerede Ørsteds opdagelse i den mekanistiske opfattelses termer ved at sige, at den elektriske strøm giver ledningstråden den magnetiske evne, således at den kan udøve en kraft på et magnetisk molekyle. Deres hensigt var at kvantificere Ørsteds opdagelse. I eksperimentet, de udførte, lavede de en opstilling med en retlinet lodret leder, der var bukket vinkelen $2i$, og en magnetnål, der fungerede som magnetisk molekyle, m . Denne kunne påvirkes af en magnetisk kraft, B , hidrørende fra lederen. Ud fra målinger på denne opstilling kunne man opstille en lovmæssighed, som forklarede disse:



Denne lov betegnes stadig som Biot og Savarts lov, men nu formulerer man den på vektorform:

$$\vec{dB} = \text{konst.} \cdot \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

Hvor $d\vec{l}$ er en infinitesimal del af tråden, og denne og de øvrige størrelses betydning fremgår af ovenstående tegning. Biot og Savarts arbejde er et eksempel på, hvorledes de franske fysikere søgte at indkorporere Ørsteds opdagelse i den mekaniske forståelse af elektriske og magnetiske fænomener på matematisk form. I overensstemmelse med det newton-laplacianske program måtte man søge at beskrive kræfterne mellem makroskopiske ledere og magneter ud fra elementære kræfter mellem mikroskopiske eller molekylære dele. Men Biot og Savart skilte sig efter Amperes mening ud fra dette på enkelte punkter, og blev følgelig også stærkt kritiseret af ham. For det første fordi man efter hans mening ikke kunne betragte kraften mellem et strømelement og et magnetisk molekyle som en fundamental naturkraft, og for det andet fordi Biot og Savarts kraft ikke var central og ikke efter Amperes mening tilfredsstillende loven om aktion og reaktion. /2, s. 13,14/

Amperes arbejder gik da også ud på at gennemføre en sådan newton-laplaciansk, mekanisk beskrivelse med centralkræfter og fjernvirkning. Resultatet blev en omfattende matematisk teori, som Ampere udviklede i årene 1820-25, og som han gav en samlet fremstilling af i afhandlingen: "Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques, uniquement déduites de l'expérience" fra 1827. Den grundlæggende forudsætning for denne teori er Amperes opdagelse af en direkte kraft mellem de to ledere. Det var denne opdagelse, som

overbeviste ham om, at magnetisme er et afledet fænomen, og at væskeforestillingen om de to magnetiske fluida måtte forkastes og erstattes af en ny antagelse om en fundamental vekselvirkning mellem infinitesimale elementer af elektriske strømme. Derfor indførte Ampere som den første begrebet "elektrodynamik" i stedet for "elektromagnetisme", og fremførte derfor en forestilling om, at hvad man oprindeligt havde troet, der var to genstandsområder: elektricitet og magnetisme var nu ét, nemlig bevæget elektricitet.

Ampere hævdede nu at have bevist fire empiriske sætninger eksperimentelt:

- A. Kraften fra en strøm skifter retning, når strømmen vendes.
- B. Kraften fra en næsten retlinet leder med små bugter er den samme som kraften fra en helt retlinet leder.
- C. Kraften fra en lukket strømkreds på et strømelement er vinkelret på strømelementet.
- D. Kraften mellem to strømelementer ændres ikke, hvis alle lineære dimensioner forøges med samme faktor, når blot strømstyrken holdes konstant.

Ud fra disse, samt de nedenstående newton-laplacianske forudsætninger kunne Ampere udlede flere hovedresultater.

1. Alle elektromagnetiske fænomener skal føres tilbage til en elementær mekanisk kraft mellem infinitesimale strømelementer.
2. Denne kraft må adlyde loven om aktion og reaktion.
3. Kraften må være en centralkraft, der kun afhænger af afstand og relativ beliggenhed af de to strømelementer.

Som første hovedresultat kunne han udlede sin kraftlov ():

$$d^2F = \frac{AII'}{r^2} \cdot (\vec{dl} \cdot \vec{dl}') - \frac{3}{2} \cdot (\vec{dl} \cdot \frac{\vec{r}}{r}) \cdot (\vec{dl}' \cdot \frac{\vec{r}}{r}) \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

Amperes teori for de elektrodynamiske vekselvirkninger var mere abstrakt og almen end Biot og Savarts, samt Poissons, da Biot og Savarts lov kunne udledes som et specialtilfælde af kraftloven og ligeledes Poissons udtryk for kraften fra et magnetisk element. Ampere brugte denne overensstemmelse til at vise, at vekselvirkningen mellem to små strømkredse ville være identisk med vekselvirkningen mellem to af Poissons magnetiske elementer, og at en lang solenoide (cylindrisk spole med skruevikling) med infinitesimalt tværsnit ville udøve samme vekselvirkning på en lille strømkreds som en tynd stangmagnet. Ampere konkluderede derfor, at Poissons magnetiske elementer i virkeligheden var molekylære strømkredse, som vekselvirkede med hinanden og med makroskopiske strømme i følge Amperes kraftlov. Kræfterne mellem magneter indbyrdes, mellem magneter og elektriske strømme, og mellem elektriske strømme indbyrdes kunne alle føres tilbage til én og samme fundamentale vekselvirkning, givet ved kraftloven. Hvorimod hvis man opretholdt forestillingen om de to magnetiske fluida, måtte man operere med tre forskellige fundamentale vekselvirkninger for de tre grupper af fænomener. En konsekvens af Amperes teori var, at man kunne beregne vekselvirkningen mellem to vilkårlige lukkede strømkredse af endelig størrelse ved at erstatte hver af dem med en flade, der havde strømkredsen som randkurve, og som var jævnt belagt med magnetiske dipoler, eller som Ampere udtrykte det, med Poissons magnetiske elementer. Dette resultat blev, som vi skal se, senere udnyttet til at udvikle en potentialteori for den elektrodynamiske vekselvirkning. /2, s. 15-19/

Med Ampere skete der en kvalitativ forandring af forestillingen af magnetismens natur. Hos Poisson var magnetismens natur bestemt til at være to mag-

magnetiske fluida, nord- og sydfluidet, bundet til eller indeholdt i stoffets molekyler. Der var altså tale om en væske/partikel-forestilling. Hos Ampere blev disse bestemt til at være molekulære elektriske strømkredse. Amperes elektricitetsopfattelse var den samme som Poissons, som var en væske/partikel-forestilling, og hverken Prechtl, Biot eller Savart havde revideret denne, så her skete der ingen forandring.

Hvad angår den virkeligt fundamentale anskuelsesmåde hos Prechtl, Biot, Savart og Ampere, så er denne det abstrakte rum og den abstrakte tid. Dette beror som allerede nævnt på at fysikerne efter Newton alle bygger videre på og benytter sig af det newtonske begrebslige fundament, som er indbegrebet af abstrakt rum og tid. De begreber, der optræder hos Prechtl, Biot etc. er således enten defineret i de newtonske aksiomer eller defineret i forhold til disse, hvorfor den grundlæggende forestilling er det abstrakte rum og den abstrakte tid.

10.6. Michael Faraday (1791 - 1867).

Af særlig betydning for elektromagnetismen fra Faradays hånd var ikke blot dennes eksperimentelle opdagelser af hvilke opdagelsen af den elektromagnetiske induktion i 1831 selvfølgelig den vigtigste, men også det nye begrebsapparat han udviklede i perioden 1831 - 50 og tilførte elektromagnetismen, nemlig den feltteoretiske beskrivelse af videnskabens fænomener. Denne beskrivelse skulle være en erstatning for den newtonske-laplacianske fjernvirkningsopfattelse, men blev ikke accepteret af det herskende paradigme.

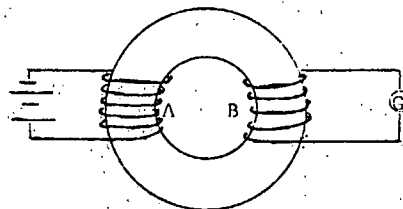
Disse eksperimentelle opdagelser og publiceringen af disse fra Faradays hånd var helt i overensstemmelse med de videnskabelige tradition som på Faradays tid havde eksisteret et par hundrede år.

I 1831 lykkedes det for Faraday at frembringe en induceret strøm v.h.a. en opstilling som på den nedenstående figur. Denne opstilling bestod af en ringformet jernkerne med en primærspole ved A, forbundet med et batteri, og en sekundær spole ved B, forbundet med et galvanometer G:

Idet strømmen slutes eller afbrydes på A-siden af opstillingen på A-siden af opstillingen induceres en strøm i opstillingen. Kort tid efter dette forsøg fremkom flg. resultater:

Elektrisk strøm induceres i en leder når

- 1° Strømmen slutter eller afbrydes i en nærliggende leder.
- 2° Lederen bevæges relativt til en strømførende leder.
- 3° Lederen bevæger sig relativt til en magnet.



Efter at have forsøgt at beskrive induktionsfænomenet v.h.a. en elektrostatiske tilstand i rummet (lat: tonur = spænding) begyndte Faraday istedet at operere med et nyt, den magnetiske kraftlinie. Kraftlinierne er de kurver i rummet omkring en magnet eller en strømførende ledning som kan påvises ved hjælp af jernfilspåner, og til hvilke en lille magnetnål vil danne tangent. En forklaring af induktion lød nu hos Faraday:

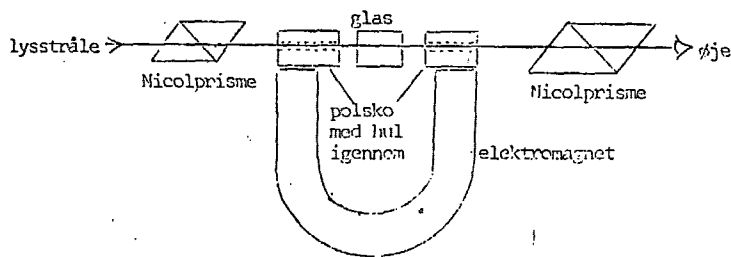
"hvor en endelig leder bevæges således, at denne skærer en magnetisk kurve (kraftlinie), fremkalder en kraft, der tenderer imod at fremkalde (drive) en strøm i lederen."/2, s 22/.

Faradays indførsel af de magnetiske kraftlinier i elektromagnetismen fik som nævnt en væsentlig betydning for denne videnskabs videre udvikling. Interessen for mekaniske krafters indvirkning på materielle partikler stilnede af til fordel for beskæftigelsen med krafttransmission i rummet.

Dette ovennævnte begribelige billede af fænomener, synes at have ansporet Faraday til at undersøge forskellige dialektrikas evne til at forøge en kondensators kapacitet ved placering af disse elektrika imellem lederoverfladerne på kondensatoren. Evnen til at forøge kapaciteten på kondensatoren og dermed evnen til at transmittere de elektriske kraftlinier benævnte Faraday et stofs specifikke induktive kapacitet, hvad der nu svare til dielektricitetskonstanten $K =$

Ydeligere en konsekvens af Faradays arbejder var hans forkastelse af elektriske fluida, der ellers var den gængse teori i den etablerede matematiske elektrostatik, idet Faraday opfattede feltet som det egentlige eller primære ved disse fænomener. I 1845 blev Faraday ydeligere bekræftet i sine kraftlinie/felt- antagelser gennem forsøg inspireret af Thomson. Det lykkedes Faraday at påvise den første og i meget lang tid den eneste forbindelse mellem elektromagnetisme og lys.

Det lykkedes Faraday med nedenstående opstilling at påvise magnetiske kraftliniers indvirkninger på lys.

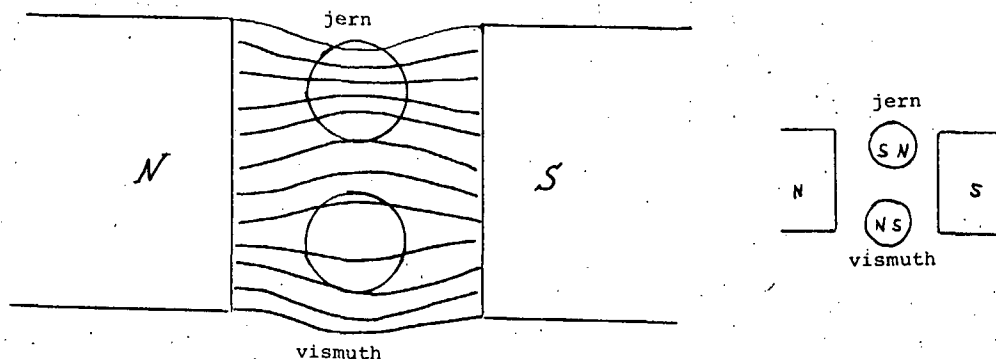


"Lyset polariseret ved hjælp af det første Nicolprisme (polarisatoren), og det andet Nicolprisme (analysatoren) stilles, så strålen slukkes. Når man slutter strømmen til elektromagneten, får man lys igennem analysatoren og denne må drejes en vis vinkel for at lyset igen bliver udslukt. Lysets polarisationsplan er altså drejet en vis vinkel i glasset, når det under påvirkning af det magnetiske felt, og Faraday kunne vise, at drejningsvinklen var proportional med feltes styrke og med den vejlangde lyset tilbagelagde i glasset."/2, s 25/.

Denne effekt påviste Faraday for forskellige gennemsigtige stoffer og væsker, men ikke i vakuum. I sin konklusion lagde Faraday imidlertid ikke blot vægt på de magnetiske kraftliniers tilsyneladende eksistens, men også på en bekræftelse af sin langt tidligere naturfilosofi:

"Thus is established, I think, for the first time, a true, direct relation and dependence between light and the magnetic and electric forces, and thus a great addition made to the facts and considerations which tend to prove that all natural forces are tied together, and have one common origin."/2, s 25/.

En anden Faraday-opdagelse af stor betydning, var påvisning af magnetisk følsomhed hos mange andre stoffer end jern og nikkel, der indtil da var blevet henregnet som de eneste magnetisk påvirkebare stoffer eksisterende. Efter forsøgene kunne han opdele/klassifisere alle stofferne som enten magnetiske eller diamagnetiske. Karakteristisk for magnetiske stoffer var, at f.eks. en jernnål placeret mellem polerne på en stærk magnet ville pege langs feltets retning, medens en nål af f.eks. vismuth (eller et andet diamagnetisk materiale) vil søge at stille sig på tværs i feltet. Forsøgene her gav anledning til flg. billedlige anskuelse af sagen:



Og hermed syntes Faradays feltopfattelse ydeligere underbygget. I 1852 fremkom Faraday med en artikel med titlen "On the Physical Character of the Lines of Magnetic Force" i hvilken han sammenfatter sin feltopfattelse, og placerer for den faktiske fysiske eksistens af kraftlinier. Han påstår samtidigt, at denne fysiske eksistens af kraftlinier også i vakuum antyder, at kraftlinier egentlig er en egenskab ved den hypotetiske æter.

"It may be a vibration of hypothetical ether, or a state of tension of that ether equivalent to either a dynamic or static condition, or it may be some other state..../2, s 28/.

Dette af Faraday opstillede begrebsapparat til beskrivelse/forklaring af el/magnetisme fænomener benytter Maxwell siden til at skabe grundlaget for udviklingen af den elektromagnetiske lysteori med.



M. Faraday (1791-1867) /Canby: Geschichte der Elektrizität. side 43/

10.7 Den tyske skole

I perioden efter Faraday, d.v.s. fra omkr. 1845, spalttes elektrodynamikkens udvikling så at sige i to grene, der forløber næsten uafhængigt af hinanden i henholdsvis Tyskland og England. Den tyske retning, der udgøres af fysikere som Franz Neumann, Carl Neumann, Wilhelm Weber, Gustav Kirchhoff og Herman v. Helmholtz, er karakteriseret ved, at man nok anerkendte Faradays eksperimentelle opdagelser, men var fuldstændig uforstående overfor hans begrebsapparat og særlige udtryksmåde: feltbegrebet, som ikke på nogen måde kunne indfri de krav som det newtonsk-la placianske program indeholdt om egentlige materielle mekanismer, centralkræfter et.c. Istedet søgte den nu tyskdominerede elektrodynamiske offentlighed med betydelig succes, at videreudvikle Amperes teori til også at omfatte den elektromagnetiske induktion og Faradays øvrige opdagelser, og dette kunne kun gøres ved udgrænsning af Faradays feltbegreb, som jo betragtedes ikke som værende i overensstemmelse med de herskende videnskabelighedskriterier - ja, måske endda som Faradays egne subjektive forestillinger. Den tyske elektrodynamik kan derfor ses som en direkte videreførsel af det newtonsk-la placianske program, idet den byggede på grundforestillingen om centrale fjernvirkningskræfter. Heroverfor står den engelske retning, repræsenteret ved William Thomson og først og fremmest James Clerk Maxwell, hvis det i det hele taget er rimeligt at snakke om en retning i forhold til den tyske, som var den direkte videreførsel af den franske skole og derfor meget mere sammentømret p.g.a. sin relativt lange eksistens og kvantitativt store tilslutning til det klart udtrykte newtonsk-la placianske program. Den engelske "retning" var på afgørende vis præget af Faradays begrebsverden, og forkastede derfor bevidst ideen om direkte fjernvirkninger til fordel for en feltteoretisk beskrivelse/2, s.28/.

De to retninger udviklede sig, som allerede nævnt, så godt som uden indbydes forbindelse eller vekselvirkning, helt indtil 1870-erne, da Helmholtz forsøgte at indkorporere visse elementer af Maxwells teori i en generaliseret version af F. Neumanns elektrodynamiske potentialteori. Helmholtz anså Maxwells forklaring af lys som et elektromagnetisk fænomen for et stort fremskridt, men fandt at Maxwells teori på afgørende punkter var uklar; og hans bestræbelser gik derfor ud på at udvikle en teori, der på den ene side var lige så klar som Neumanns, og på den anden side kunne beskrive lyset på samme måde som Maxwells. Det var imidlertid først efter, at Helmholtz' elev Heinrich Hertz i 1880-erne havde gennemført sine berømte forsøg, i hvilke han påviste eksistensen af elektromagnetiske bølger med samme egenskaber som lys, at Maxwells elektromagnetiske lysteori blev alment accepteret i den tysk-dominerede newtonsk-la placianske offentlighed/2, s.28-9/.

Franz Neumann.

Efter 1831 atillede relationen mellem den nyopdagne elektromagnetiske induktion og de tidligere fundne elektromagnetiske fænomener sig som et påtrængende teoretisk problem for den newton-laplacianske skole. Som vi har set forsøgte Faraday selv at gøre dette ved hjælp af det magnetiske kraftliniebegreb; men hans beskrivelse kunne ikke accepteres, som havende egentlig videnskabelig status i den tyskdominerede elektrodynamiske offentlighed. I stedet forsøgte tyskeren Franz Neumann i to artikler fra 1845 og 1847 at formulere en matematisk induktionslov med udgangspunkt i Amperes mekaniske teori, og det lykkedes ham at udtrykke den inducerede elektromotoriske kraft i en leder

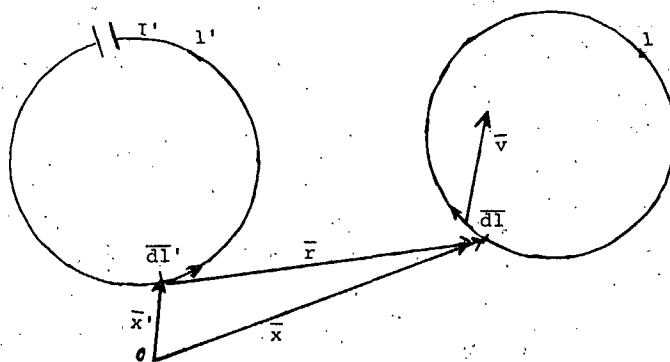
ved hjælp af Amperes mekaniske kraft mellem to strømelementer. For en stiv strømkreds, l , der bevæges translatorisk med hastigheden \vec{v} , får Neumann som et af sine hovedresultater at den samlede emf (elektromotorisk kraft) i l er givet ved:

$$E = -c \vec{v} \oint \vec{d}\vec{f}$$

hvor:

$$\vec{d}\vec{f} = \frac{1}{I} \oint d^2\vec{F}$$

og $d^2\vec{F}$ er givet ved Amperes kraftlov (som nævnt før i teksten).



Neumann kunne vise, at det øverstnævnte hovedresultat kunne omskrives til:

$$E = -c \frac{dQ}{dt}$$

hvor Q er givet ved

$$Q = \frac{1}{2} AI' \oint \oint \frac{dl dl'}{|x-x'|}$$

Vi har nu betragtet et specielt tilfælde, nemlig induktion ved en stiv translation af sekundær-kredsen. Neumann opstillede imidlertid det generelle axiom, at den inducerede emf er givet ved det omskrevne hovedresultat, også når Q varierer i tiden af andre årsager, som f.eks. flytning af primærkredsen, formændringer i de to kredse, variation i den inducerede strøm I' etc.

I denne nye formulering var det altså størrelsen Q , som forbandt induktion med Amperes elektrodynamiske teori. Denne forbindelse blev imidlertid endnu stærkere, idet Neumann opdagede, at Q i det væsentlige kunne opfattes som et potential svarende til Amperes kraftlov, og det var ud fra beregningen af denne størrelse, at man kunne finde frem til den inducerede emf i l . Neumann viste også, hvordan man ved hjælp af Amperes teori for magnetisme kunne udvide teorien til at omfatte permanente magneter./2, s 29 ff/.

Neumanns teori var i det væsentligste således en udvidelse af forgængeren Amperes, uden at der ændredes andet ved dennes begreber end at de overførtes på det nye genstandsområde: den elektromagnetiske induktion og at der til dette formål udvikledes en potentialfunktion, som var funderet i det samme i sit grundlag det newtonske teoriunivers. Alle i den neumannske teori indgående størrelser/begreber var således enten direkte bestemte i de newtonske love eller indirekte bestemte i relation til disse, og derved udtrykker den neumannske teori sig ved det abstrakte rum og den abstrakte tid som fundamentale begreber.

Wilhelm Weber.

Weber arbejdede på, at forene elektrodynamikken og elektrostatikken til en altomfattende elektrisk teori. Weber tog, som Neumann, sit udgangspunkt i Amperes elektrodynamiske kraftlov med Coulombs lov for de elektrostatiske kræfter. Han opretholdt den kvalitative antagelse om de to elektriske fluida, hvis partikler påvirker hinanden ifølge Coulombs lov, så længe de er i relativ hvile. For at forklare de elektrodynamiske fænomener måtte han imidlertid antage, at Coulombs lov kun er et specialtilfælde af en mere almen kraftlov, ifølge hvilken kraften mellem to elektriske partikler ikke blot afhænger af deres relative afstand, men også af deres relative bevægelse. I 1846 kunne Weber offentliggøre afhandlingen med titlen "Ueber ein allgemeines Grundgesetz der elektrischen Wirkung", i hvilken denne forestilling blev præciseret og udbygget til en matematisk teori. Webers afhandling var en videreførelse af det newtonsk-laplacianske paradigme i hvilket det abstrakte rum og den abstrakte tid var fundamentale begreber.

Webers afhandling byggede på følgende to grundantagelser:

1: I ethvert infinitesimalelement af en elektrisk strøm bevæger lige store mængder af de to elektriske fluida sig med lige store hastigheder i modsatte retninger. Den elektriske strøm er altså af dual natur.

2: De elektriske fluida består af partikler, som tiltrækker eller frastøder hinanden med kræfter, der adlyder Webers kraftlov:

$$\phi = \frac{ee'}{r^2} \left[1 - \frac{1}{2c^2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{r}{c^2} \frac{d^2r}{dt^2} \right] \frac{\vec{r}}{r}$$

hvor e og e' skal regnes med fortegn efter de elektriske partiklers natur. Konstanten c har dimension af en hastighed. Den angiver forholdet mellem den elektrostatiske og den elektromagnetiske enhed for ladning og strøm. Dens numeriske værdi blev i 1855 bestemt af Weber og Kohlrausch til

$$c' = 2c = 436090 \cdot 10^6 \text{ mm/sec}$$

svarende til

$$c = c'/2 = 308362 \cdot 10^6 \text{ mm/sec.}$$

Overensstemmelsen mellem denne værdi og den kendte værdi for lyshastigheden blev benyttet af Maxwell som væsentlig bekræftelse på den elektromagnetiske lysteori.

Det ses umiddelbart, at Webers kraftlov reduceres til Coulombs lov, hvis partiklerne e og e' er i relativ hvile. Weber viste også, at Amperes kraftlov i forbindelse med antagelse 1) medfører kraftloven, bortset fra det hastigheduafhængige led, der må udledes af Coulombs lov. Weber hævdede derfor, at hans kraftlov kun var en transformation af Amperes lov. Weber kunne imidlertid også vise, at induktionsfænomenerne kunne beskrives ud fra hans kraftlov, idet man i ethvert tilfælde kunne udlede et korrekt udtryk for den inducerede elektromotoriske kraft. Webers teori fører også til et udtryk for den inducerede emf af samme art som Neumanns:

$$E = - \frac{2\mu}{c^2} \frac{d}{dt} \oint \oint I' \frac{(\vec{dl}' \cdot \vec{r}) \cdot (\vec{dl} \cdot \vec{r})}{r^3}$$

hvor I' er en lukket strømkreds, l' er en stiv lukket leder og \vec{r} betegner vektoren fra leder element \vec{dl}' til lederelement \vec{dl} , blot med et andet udtryk for funktionen ϕ . Weber finder også en potentialfunktion for sin kraft:

$$v = \frac{ee'}{r} \left[1 - \frac{1}{2c^2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \right]$$

Webers teori må betragtes som en generalisation, idet det lykkedes Weber at reducere alle elektrostatiske og elektrodynamiske fænomener til konsekvenser af én fundamental vekselvirkning mellem elektriske partikler, og teorien blev i den følgende periode udvidet og anvendt på en række forskellige felter. I 1848 benyttede Weber den således som grundlag for sin teori for dia- og paramagnetisme. Han antog, at molekylerne i et diamagnetisk stof har lige store mængder af de to elektriske fluida fordelt over deres overflade. De elektriske partikler er normalt i hvile, og molekylet er derfor neutralt, både i elektrostatiske og elektrodynamisk henseende. Men hvis man f.eks. slutter strømmen til en elektromagnet i nærheden af molekylet, vil dette skabe en induceret emf, som vil sætte de to fluida i bevægelse i modsatte retninger rundt om molekylet. Der vil med andre ord opstå en induceret molekylarstrøm: og da Weber antog, at molekyløverfladen ikke yder nogen modstand mod strømmen, så vil den være konstant, indtil man slukker for strømmen til magneten og derved skaber en induceret emf, der er modsat rettet den første, og som derfor bringer de elektriske fluida i hvile igen. Medens Amperes molekylarstrømme var permanente strømme, der blot blev orienteret af det ydre magnetfelt og derfor forstærkede dette, så gav Webers inducerede strømme anledning til molekylære magnetiske momenter rettet imod det ydre felt. Herved kunne Weber forklare, at diamagnetiske i et magnetfelt opfører sig modsat af paramagnetiske, og han kunne vise, at magnetiseringen i et materiale vil være givet ved et udtryk af formen: $\underline{M} = X_m \underline{H}$, hvor X_m er positiv for paramagnetiske stoffer og negativ for diamagnetiske.

Webers teori besad den egenskab, at den var generaliserende - den kunne bringes i anvendelse på nye problemstillinger. Når man hertil lægger, at den eneste konkurrerende teori var den maxwell'ske, som ikke opfyldte de uomgængelige newtonsk-la placienske krav om nødvendigheden af, at kræfterne skulle være fjernvirkningskræfter og det sekundære, at Webers teori som allerede fremhævet forenede elektrostatikken og elektrodynamikken på en meget tilfredsstillende måde, er det forståeligt, at den langt op i 1870-erne bevarede en meget stærk position blandt de tyske fysikere.

Helmholtz førte en langvarig debat imod Weber og C. Neumann. Helmholtz' første kritik byggede på, at han i sin afhandling om energiprincippet fra 1847 havde givet et bevis for, at de eneste konservative kræfter var centralkræfter, der kun kunne afhænge af den relative afstand. Han hævdede derfor, at Webers kraftlov, var i strid med energiprincippet. Dette blev imødegået med henvisning til eksistensen af af potentialet V , og Weber og Neumann viste, at potentialets afhængighed af den relative hastighed ikke var nogen hindring for opstillingen af en energiligning for et system af to elektriske partikler. Efter 1870 baserede Helmholtz sin kritik på den teori, som han udarbejdede på grundlag af det generaliserede elementarpotential, idet han viste, at teorien førte til en række absurditeter for $k < 0$, og at Webers teori derfor måtte forkastes, eftersom den svarede til $k = -1$. Denne kritik fik imidlertid mindre betydning end Helmholtz' samtidigt fremførte bevis for, at man kun for værdien $k = 0$ kunne udvikle en teori, der som konsekvens havde eksistensen af rent transversale elektromagnetiske bølger, medens enhver anden værdi af k ville medføre, at der også eksisterede longitudinale bølger. Det var altså kun for denne værdi af k , at man med en potentialteori kunne opnå det samme som Maxwell havde nået med sin feltteori, nemlig at beskrive lyset som et elektromagnetisk fænomen.

10.8. Maxwells elektrodynamik.

Maxwells første bidrag til elektrodynamikken var afhandlingen med titlen: "On Faraday's Lines of Force", i hvilken han forsøgte at udvikle en matematisk beskrivelse på grundlag af Faradays kraftliniebegreb. Denne blev publiceret i 1855. I afhandlingens første del opstillede han de differentiaalligninger, som kraftlinierne måtte tilfredsstille og påviste, at disse ligninger var nøjagtigt analoge til ligningerne for strømmerne i en usammentrykkelig væske. I anden del udviklede han en ny matematisk teori for elektromagnetiske processer. Maxwell betragtede ikke sin afhandling som en fremstilling af en afsluttet teori, men kun som et første skridt på vejen mod en fuldt udviklet elektromagnetisk teori, byggende på Faradays begreber. Han gjorde opmærksom på, at man i Webers teori, hvis aksiomer han resumerede, allerede havde en fuldstændig fysisk teori for dette felt. /2. s. 41f/

Weber tilhørte, ligesom den tradition (Poisson, Ampere, Biot, Savart, Gauss etc.) der lå bag ham inden for elektrodynamikken, den laplacienske skole, som havde den Newtonske mekanik som det almene krav til, hvorledes en fysisk teori skulle se ud. Det newton-laplacienske krav var således et krav om, at teorien godt nok skulle have den abstrakte tid og det abstrakte rum som udtryksmåde, men at den samtidigt begrundede sig i materielle mekanismer.

Men de indvendinger som Maxwell havde overfor Webers teori var tilsyneladende begrundet i hans beundring for Faradays feltteori/nærvirkningsteori og i hans deraf følgende skepsis over for fjernvirkningsteorier i almindelighed. I sin diskussion af de to dele af afhandlingen og deres relation til Webers teori, benyttede Maxwell begreberne "fysisk analogi", "matematisk formalisme" og "fysisk teori". Ved en fysisk analogi forstod han en påvisning af, at de ligninger, der beskrev en bestemt klasse af fysiske fænomener, i dette tilfælde de magnetiske, var identiske med bevægelsesligningerne for et eller andet mekanisk system, her en usammentrykkelig væske, uden at man derved ville forsøge at forklare de magnetiske fænomener som frembragt ved bevægelser af en sådan væske. En vigtig funktion af en sådan fysisk analogi var at hjælpe fantasien: Ved at forsøge at udbygge analogien kunne man blive ført på sporet af nye fænomener. /2; s. 42/.

Denne måde at bruge analogier på, som karakteriserer den moderne naturvidenskab, adskiller sig afgørende fra den prækapitalistiske anvendelse af analogier, som tidligere er vist i denne del af rapporten under behandlingen af den mytologisk-religiøse og den spekulative naturerkendelse. I den prækapitalistiske anvendelse af analogier overførte man egenskaberne fuldt og helt fra sit fantasimateriale (de analoge fænomener) til de forklaringskrævende fænomener. Det var nemlig afgørende for gyldigheden af forklaringerne af de problematiske fænomener, at de var i overensstemmelse med de erfaringer, som der gjordes i den umiddelbare omgang med naturen i arbejdsprocessen og dagligdagen.

Hos Maxwell er en analogi nu kun en overførsel af et systems abstrakt, matematisk-geometrisk beskrivelse til et andet. Uden at man derfor vil påstå nogen materiel indentitet mellem de to betragtede genstandsområder. Begrebet "matematisk formalisme" var eksemplificeret i afhandlingens anden del, hvor der blot blev opstillet et sæt ligninger til beskrivelse af fænomenerne, men uden at disse ligninger fik nogen fysisk begrundelse. Både en fysisk analogi og en matematisk formalisme måtte opfattes som midlertidige hjælpemidler i forsøget på at nå frem til det som Maxwell så som det endelige mål: en teori som skulle give en mekanisk forklaring på fænomenerne, eller med andre ord, at teorien skulle reducere alle elektromagnetiske fænomener til konsekvenser

af den Newtonske mekaniks love. På dette punkt var Maxwell i fuldstændig overensstemmelse med helle den laplacianske tradition; og han anerkendte da også fuldt ud, at Webers teori var en sådan fysisk teori, og at den derfor tilsyneladende stod på et højere stade end hans egen beskrivelse./2; s. 42f/.

Dette krav om, at en fysisk teori skulle være funderet i en mekanisk forståelse af fænomenerne (ud over at den selvfølgelig skulle betjene sig af det abstrakte rums og den abstrakte tids begreber) var, som allerede nævnt, uomgængeligt i perioden efter Newton langt ind i det 19. århundrede. Maxwell kunne heller ikke selv sætte sig ud over dette uomgængelige krav fra den naturvidenskabelige offentlighed. Denne uomgængelighed viste sig også ved at en af de tidligere "elektrodynamikere" Faraday, der brød med dette krav igennem fremsættelsen af sit kraftliniebegreb, blev stærkt kritiseret eller simpelt hen ikke anerkendt fuldt ud i sit naturvidenskabelige arbejde, idet hans teori ikke opfyldte de herskende gyldighedskrav i den naturvidenskabelige offentlighed. Faradays opfattelse var som allerede nævnt at disse magnetiske kraftlinier var udtryk for en "særlig fysisk tilstand" i rummet omkring en magnet - en tilstand af spænding eller vibration eller evt. noget andet./2; s. 28/. Det var dette kraftliniebegreb, som ikke blev accepteret på kontinentet, som Maxwell overtog og var nødsaget til at bringe i overensstemmelse med det newtonske-laplacianske krav om en egentlig mekanisme.

Man måtte altså finde en passende mekanisk model af et magnetisk felt; problemet var at få en idé om, hvordan modellen skulle se ud. Denne idé fik Maxwell fra en lille artikel, som Thomson skrev i 1856. Thomson sammenlignede her Faradayeffekten med den spaldte naturlige drejning af polarisationsplanen, som er karakteristisk for optisk aktive stoffer. Envæsentlig forkel på de to effekter er, at hvis man reflekterer lysstrålen og lader den løbe tilbage gennem materialet igen, så ophæves den naturlige drejning, medens den magnetiske fordobles. Dette kan kun forklares hævdede Thomson, hvis man antog, for det første at den naturlige drejning skyldtes en skruestruktur hos molikylernerne i et optisk aktivt stof, således at alle molekylerne f.eks. var højreskruer; og for det andet, at den magnetiske effekt skyldtes en roterende bevægelse af molekylerne dele omkring en akse i magnetfeltets retning. På grundlag af dette ræsonnement udviklede Maxwell i løbet af de følgende fem år en omfattende fysisk, dvs. mekanisk teori for elektromagnetisme, som han publicerede i 1861-62 i en afhandling med titlen "On Physical lines of force". Heri findes den første version af Maxwells ligninger på differentiell form og af den elektromagnetiske lysteori. Disse ligninger skrev Maxwell på koordinatform, da vektornotationen ikke var opstået på dette tidspunkt. Nedenstående er derfor en simplificeret og efferationaliseret udgave af Maxwells ligninger:

$$\nabla \cdot \bar{D} = \rho$$

$$\nabla \cdot \bar{B} = 0$$

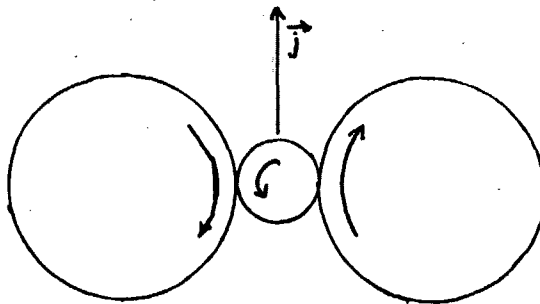
$$\nabla \times \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \bar{H} = \bar{J} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}$$

Afhandlingen er meget vanskeligt tilgængelig. bl.a., fordi Maxwell bygger på et indgående kendskab til hydrodynamik og elasticitetsteori, idet disse discipliner jo netop måtte være det af den naturvidenskabelige offentlighed asseptable grundlag for en mekanisk feltteori, medens det asseptable grundlag for en fjernvirkningsteori som Webers måtte bygge på partikelmeknikken.

Grundlaget for teorien er nu den antagelse, at alle elektromagnetis-

ke fænomener er resultater af særlige tilstande af spændinger eller bevægelser i et kontinuert, materielt medium, kaldet æteren, som findes overalt. Maxwell antager videre, at dette medium er opdelt i mikroskopiske celler af stofliggende karakter, og at eksistensen af et magnetfelt er det makroskopiske udslag af, at disse celler i et område alle roterer omkring feltlinierne som fælles akse. Disse roterende celler kan betegnes som hvirvler. Rotationer vil frembringe centrifugalkræfter, og derfor vil mediet tendere mod at udvide sig på tværs af magnetfeltet og trække sig sammen på langs af feltet. Herved forklares den simple tiltrækning mellem en nordpol og en sydpol, og videre de magnetiske tiltrækninger og frastødninger i almindelighed. De mikroskopiske rotationer giver altså anledning til en makroskopisk erkendelig spændingstilstand i mediet./2; s. 44f/.



To hvirvler med elektisk partikel imellem.

For at gøre rede for sammenhængen mellem elektriske strømme og magnetfelter måtte Maxwell indføre et nyt element i modellen, nemlig et system af partikler, som udgjorde et lag mellem hvirveloverfladerne. Disse partikler fungerede mekanisk som roterende mellemhjul, der tillod to nabohvirvler at rotere i samme retning. Såfremt de to hvirvler ikke roterede lige hurtigt, ville partiklerne desuden få en translatorisk bevægelse. Denne kunne makroskopisk forstås som en elektrisk strøm /3; s. 182/. Maxwell opfattede således elektriciteten som partikler og ikke som væske, hvilket havde været den hidtidige opfattelse. Denne samlede hvirvelteori sætter Maxwell på matematisk-rumgeometrisk form.

Maxwell har med denne æterteori begrundet Faradays og sine egne teorier i en egentlig materiel mekanisme, og således indfriet de krav, der lå i den newton-laplacianske fysik, dvs. både kravene om en egentlig mekanisme; men ligeledes kravet om den abstrakt rumslige og tidslige udtryksmåde, der nødvendigvis kræves af kapitalismens og det kapitalistiske naturforholds krav til en naturerkendelse af samfundsmæssig gyldighed. Det skal her præciseres at den abstrakt rumslige og tidslige udtryksmåde er kapitalismens nødvendige krav til en naturerkendelse af samfundsmæssige gyldighed.

Det mest karakteristiske træk ved denne første version af Maxwells elektromagnetiske teori er, at de elektromagnetiske grundligninger, og dermed også deres almene sammenfatning: Maxwells ligninger, udledes som konsekvenser af den mekaniske teori for deformerbare medier, anvendt på en detaljeret mekanisk model af det elektromagnetiske medium. I sine senere arbejder, afhandlingen "A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field" fra 1864, og den store monografi, "Treatise on Electricity and Magnetism" fra 1873, benyttede Maxwell sig i stedet af den analytiske mekanik, som tillod ham at udlede disse ligninger uden at gøre detaljeret rede for mediets mekaniske opbygning. Man har derfor ofte draget den slutning, at han kun betragtede hvirvelteorien

som en model og ikke som en realistisk beskrivelse af mediets opbygning. At dette ikke er korrekt kan man finde tekstbelæg for i "Treatise", hvoraf det fremgår at Maxwell virkelig anså hvirvelteorien for at være den korrekte beskrivelse af et magnetfelt, selvom han var mere skeptisk overfor detaljerne i den oprindelige hvirvelmodel.

Maxwells nærvirknings- eller feltteori afløste ikke Webers og F. Neumanns lidt ældre fjernvirkningsteorier. I stedet førte de to elektrodynamiske skoler, der på trods af deres forskellighed som nævnt havde en del grundlæggende træk til fælles, en sideordnet eksistens henholdsvis i England og på kontinentet for til sidst at gå op i en højere enhed i Lorentz elektronteori. /3; s. 1/. Denne sideordnede eksistens skyldtes flere ting. Maxwells nærvirkningsteori var, på trods af tillem্পningen til det newton-laplacianske krav, stadig fremmed verden for de kontinantale forskere. Hvad ikke gjorde det stort bedre, var Maxwells teori plaget af matematiske inkonsistenser, der hang sammen med hans mekaniske forståelse af æteren. Sidst men ikke mindst var der også problemer med at forklare forskellen mellem stof og vakuum, ved magnet optisk transmission af planpolariseret lys, hvor Neumanns teori på dette felt bedre kunne forklare observationsdata.

Elektrodynamikken fik stort set sin endelige udformning som vi kender den i dag, med H. A. Lorentz arbejde i 1890'erne. Det var først med ham at modsætningen mellem de to skoler blev ophævet, og det viste sig at Maxwells teori var den mest almene, og i første del af det 20. århundrede blev det sværere og sværere at fastholde den mekaniske æterteori, og denne blev da også udrænset. Vejen var nu åben for, at der opstod flere teorier, der ikke var funderet i egentlige mekanismer. Det gjorde der også. Med kvantemekanikkens udvikling ændredes den teoretiske opfattelse af elektricitetens natur sig fra at være en til dels håndgribelig partikel-forestilling til at være en uhåndgribelig dualistisk partikel-bølgeopfattelse.

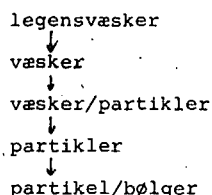


James Clerk Maxwell
/Bernal, J. D.: Videnskabens historie, bind 2
Pax forlag a.s., Oslo 1978, side 615/

10.9. Konklusion.

Konklusion om udviklingen i erkendelsen af elektricitetens natur, fra Cardano til Lorentz.

Cardanos (1551) forestilling var at elektricitet var en "fedtet og klæbrig legemsvæske" et effluvium, der drog andre ting imod sig. En identisk forestilling finder vi hos Gilbert (1660). Andre lignende forestillinger træffes på samme tid /10, s. 36/. Gray (1730) opfattede elektricitet som en væske, denne opfattelse levede videre hos Symmer (1759), som dog udvidede teorien til at omfatte to fluida (væsker). Fluidums opfattelsen fandtes også hos Franklin (1747), og den dualistiske fluida opfattelse findes videre hos Coulomb (1786-89). Poisson, der byggede videre på Coulomb i en afhandling fra 1812, opfatter ligeledes elektriciteten som to væsker, og han opfatter disse fluida, som bestående af molekyler, der tiltrækker eller frastøder hinanden. Han introducerer som den første molekulbegrebet i de teoretiske overvejelser om elektricitetens natur. Green bygger videre på Poisson matematisk set (1828) men beholder dennes frundlæggende forestillinger. Den af Ørsted erklærede opfattelse forbliver hans egen private og udgrænses som uvidenskabelig, og bliver ikke fremsat som egentlig naturvidenskabelig teori. Hos Biot, Savart og Ampere bibeholdes Poissons opfattelse, som forbliver den herskende i den fransksdominerede elektricitets- og magnetismevidenskabelige offentlighed. Faraday er undtagelsen, der bekræfter regelen - eller rettere han er ingen undtagelse. Han forkaster Poissons teori om de to fluida, af den grund at han anser de elektriske feltlinier, som det primære ved elektriciteten, og reducerer den Poissonske fluidumsforståelse til blot og bart en bekvem skrivemåde. Resultatet er da også at Faradays opfattelse bliver udgrænset som ikke tilfredsstillende de herskende mekaniske krav man kan stille til en elektrodynamisk teori, og i lighed med Ørsted overtager man kun de resultater, der kan bringes på den mekanistiske form. Dette gøres af tyskeren Franz Neumann som bygger videre på Amperes og Poissons teori og frundforestilling om elektricitetens natur. Den elektrodynamiske offentligheds dominerende center skifter nu geografisk tilhørssted til tyskland, men de grundlæggende newton-laplacianske mekaniske forestillinger bibeholdes. Weber (1848) bygger uforandret videre på fluida/partikelopfattelsen hidrørende fra Poisson. I 1861-62 fremsætter Maxwell en mekaniseret udgave af Faradays feltteori, hvor elektriciteten betragtes som partikler i en allestedsnærværende ætermekanisme. Maxwell havde således indpasset den Faradayske opfattelse efter det newton-laplacianske krav, samtidigt med at han havde opgivet forestillingen om fluidaet - væskeforestillingen. Maxwells teori og den tyske skoles teori førte en sideordnet eksistens på trods af tillemplingen til ovennævnte krav. Dette skyldtes forskellige årsager: nærvirkningsopfattelsen, matematiske inkonsistenser og problemer med at forklare visse optiske fænomener. Først med Lorentz elektronteoretiske arbejder fra 1890'erne blev disse vanskeligheder overvundet på tilfredsstillende måde, og ærteorien blev dermed også udrenset. Elektricitetsopfattelsen var således ændret fra at betragte elektriciteten som ubenævnte æterpartikler til nærmere bestemte partikler: elektroner. I begyndelsen af det 20. århundrede opstod kvantemekanikken og her skiftede elektricitetsopfattelsen igen. Nu opfattedes de elektriske grundstørrelser: elektronerne ikke længere som partikler men som partikel/bølger. Den samlede udviklingstendens i opfattelserne om elektricitetens natur har således bevæget sig fra:



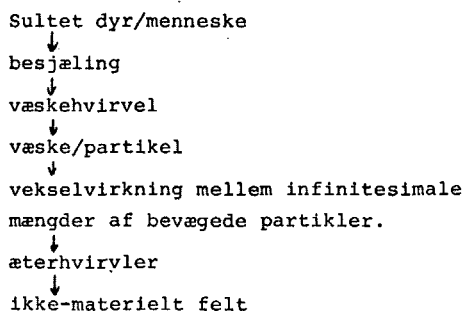
Når vi betragter udviklingstendensen i dette skema, ser vi netop, at der med kapitalismens gennemslag i den oprindelige akkumulation og op til det 20. århundrede sker en tømning af det oprindelige erfaringsindhold i naturerkendelsen. De oprindelige håndgrinelige forestillinger om væsker afløses gradvist af mere uhåndgribelige forestillinger som kulminerer i den kvantemekaniske forestilling om elektroner af uhåndgribelig størrelsesorden. Disse forklares som værende af dualistisk partikel/bølge-natur, og som sådanne ikke eksisterende i vores erfaringsverden. Hvis vi kontrasterer denne erkendelsesform med de erfaringer, der gjordes i den førkapitalistiske arbejdsproces med vante fænomener, som var uproblematisk, og som blev inddraget som fantasimateriale, hvis der var mere mystiske og problematiske fænomener, der skulle forklares; så er der i partikel/bølge tilfældet i høj grad tale om en problematisering og fortolkning af disse erfaringer, som den naturvidenskabelige eksperimentator har gjort sig. En fortolkning af erfaringer, således at der er sket en udgrænsning af eksperimentatorens umiddelbare erfaringer.

Konklusion om udviklingen i erkendelsen af magnetismens natur, fra Peregrinus til Lorentz.

Det er uklart ud fra Peregrinus' skrift (1269), hvilken opfattelse han egentlig har af magnetismens natur. (Muligvis anser han de antikke skrifter, der baserer sig på en effluvial og/eller antrpomorvistisk forståelse, som tilstrækkelige autoriteter på dette område.) Først hos Cardano (1551) foreligger der en mere eksplicit forståelse af magnetismen som "sultent" lige som et dyr/menneske - en vitalistisk forståelse. Gilbert havde en opfattelse af magnetismen, hvor han forestiller sig den besjælet. Descartes forsøgte at gøre rede for de magnetiske fænomener ved hjælp af sin hvirvelteori /10, s.34/, idet han postulerede en hvirvel af flydende stof (væske) rundt om enhver magnet, hvor hvirvelen gik ind ved den ene pol og ud ved den anden. Denne stoflige hvirvel virkede på jern og stål ved hjælp af en speciel modstand mod dens bevægelse ydet af molekylerne fra disse metaller. I det 17. århundrede publicerede adskillige jesuitter: N. Cadeo, A. Kircher, V. Leotaud, arbejder om magnetisme, som, idet de anerkendte Gilberts forståelse, forsøgte at bringe emnet indenfor den aristotelisk-skolastiske filosofi /10, s.34-5/. Mht. til magnetismens natur gjorde Coulomb den antagelse at de magnetiske væsker (fluida) kun var til stede i enkelte stoffer såsom jern og nikkell, at de var bundet til disses molekyler og at de kunne bevæge sig frit inden for det enkelte molekyle, men ikke fra det ene molekyle til det andet. Hos Coulomb træffer vi dermed på en væske/partikel-forståelse. Denne forestilling overtog Poisson stort set uændret (1824). Hos Ampere forkastes denne partikel/væskeforestilling om endeligt, og erstattes af en ny antagelse om en fundamental vekselvirkning mellem infinitesimale elementer af elektriske strømme, der opfattes som bevægede væsker af partikler. Elektricitetens bevægelse i en leder er således årsag til magnetiske fænomener, ligesom der hos magnetiske og magnetiserbare stoffer er molekyllære strømkredse, og i disse er den elektriske væske bestående af partikler bundet. Hos Faraday fremsættes begrebet om de immaterielle magnetiske kraftli-

nier som den primære egenskab ved magnetismen. Faradays opdagelser omkring elektromagnetisk induktion bliver accepteret af den fransksdominerede elektromagnetismevidenskabelige offentlighed, men hans feltliniebegreb, som synes uforenelig med en herskende newton-laplacienske mekaniske opfattelse, bliver udgrænset som ikke-videnskabelig. Tyskeren Franz Neumann bygger videre på Amperes forestillinger og bevægede væsker af partikler, og dette gøres ligeså hos Weber. Maxwell fremsætter i 1861-62 en mekaniseret udgave af Faradays feltteori, hvor magnetismen betragtes som hvirvler i en allestedsnærværende ætermekanisme. Maxwell havde således indpasset den Faradayske opfattelse i det newton-laplacienske krav. Maxwells teori og den tyske skoles teori førte en sideordnet tilværelse på trods af tillem্পningen til det ovennævnte krav, af grunde allerede nævnt tidligere i teksten. Først med Lorentz elektronteoretiske arbejder fra 1890'erne blev disse vanskeligheder overvundet på tilfredsstillende måde, og ærteorien blev dermed også udrenset. Magnetismeopfattelsen blev således ændret fra Amperes og Maxwells grundlæggende forestillinger til en opfattelse af at magnetismen er et ikke-materielt felt fremkaldt af bevægede elektriske partikler: elektroner.

Den samlede udviklingstendens i opfattelserne om magnetismens natur har således bevæget sig fra:



Her ser vi ligesom for elektricitetens vedkommende, at der er sket en udvikling, hvor der er sket en gradvis tømning af erfaringsindholdet. Man opfatter i middelalder og senmiddelalder magnetismens natur som værende lig sultne dyr eller mennesker, eller besjælet - alle tre erfaringer fra dagligdagen og arbejdsprocessen. I det 20. århundrede opfattes magnetismens natur som et ikke-materielt felt frembragt af bevægede elementarladninger. For denne udvikling kan gøres tilsvarende konklusioner som for udviklingen i opfattelsen af elektricitetens natur.

Matematik.

Hvad angår overgangen fra den spekulative erkendelse af elektricitet og magnetisme til den naturvidenskabelige, kan man se at allerede hos Coulomb og visse samtidige, sker der matematificering af denne naturerkendelse. Den elektrostatiske lov som bl.a. Coulomb udarbejder bliver så at sige grundlaget eller udgangspunkt for en meget omfattende matematificering af elektrostatik og magnetostatik, og senere elektrodynamikken. Udviklingstendensen i denne matematificering er indførelsen af den abstrakte rumgeometri som grundlæggende forståelses og beskrivelsesmåde. Ligeledes er udviklingstendensen indførelsen af den abstrakt-lineære tid, samt indførelsen af abstrakte potentialfunktioner, der forener flere af fysikkens genstandsområder under sammeteorien. Disse potentialfunktioner udmærker sig ved at være skalarfunktioner af rummets tre koordinater. Endelig hos Maxwell og derefter opnås det at de elektrodyna-

miske grundstørrelser (B-felt, E-felt, elektrisk strøm, ladningstæthed) skal kunne bestemmes ud fra hinanden gennem et ligningssystem, og at de enkelte størrelser skal kunne bestemmes som værende funktioner af den abstrakt-lineære tid t og det abstrakt-geometriske rums koordinater x, y og z .

Vi vil derfor bestemme udviklingen fra Coulomb og fremefter som operationaliseringen af det abstrakte rums og den abstrakte tids begreber, ved udviklingen af og inddragelsen af den matematiske rumgeometri og den lineære tid.

Sammenfatning.

Man konstaterer, at der sker forandring af indholdet og fantasmaterialet i elektricitets- og magnetismeerkendelsen ved overgangen fra prækapitalisme til kapitalisme. Denne forandring består i, at erfaringer erstattes af det abstrakte rum og den abstrakte tid, som erkendelsens fundament og fantasmateriale, og denne forandring er netop grundet forandringen i produktionsmåde. Overgangen til kapitalisme har jo netop til resultat, at erfaringernes umiddelbare samfundsmæssige guldighed elimineres gennem kapitalens ekspropriation af de prækapitalistiske umiddelbare producenters produktionsmidler og -betingelser, hvorfor den institutionaliserede naturvidenskab frigøres fra bindingen til de i arbejdsprocessen gjorte erfaringer, og skal nu i stedet fundere sig i den abstrakte tids og det abstrakte rums begreber.

Litteratur:

- 1: Green, George: An Essay on the Application of Mathematical Analysis to the Theories of Electricity and Magnetism. Nottingham 1828.
- 2: Knudsen, Ole: Træk af elektrodynamikkens historie fra Ampere til Maxwell. Forelæsningsnoter Århus 1975.
- 3: Knudsen, Ole: Den fysiske interpretation af begrebet forskydningsstrøm. i Videnskabsforskning nr. 3. Ålborg Universitetscenter 1977.
- 4: Knudsen, Ole: George Green's elektrostatik. Kollokvium 1965.
- 5: La Cour, Poul & J. Appel: Historisk Fysik, bind 2. København 1966.
- 6: Mottelay, P. F.: Bibliographical History of Electricity & Magnetism. London 1922.
- 7: Newton, I: Principia. Translated by Andrew Motte. University of California Press 1966.
- 8: Roller, D. H. D.: The De Magnete of William Gilbert. Amsterdam 1959.
- 9: Struik, D. J.: Matematikkens historie. Haases Facetbøger 1966.
- 10: Whittaker, E.: A History of the Theories of Aether and Electricity. London m.fl. 1951.
- 11: Knudsen, Ole: Elektromagnetismens historie 1820-1831 og Faradays opdagelse af induktionen. Gyldendal 1980.

Noter:

- 1: Denne teorem blev beegfter publiceret, og tilskrevet Laplace, i en afhandling af Legendre om tiltrækning mellem kuglelignende legemer.
- 2: Mém. de l'Acad. (1782, publiceret i 1785), side 113.
- 3: Greens afhandling er inddelt i fire kapitler:
 - 1: Indledning.
 - 2: Generelle resultater.
 - 3: Regne eks. på elektricitet.
 - 4: Regne eks. på magnetisme.

KAPITEL XI

EFTERSKRIFT

Efterskrift.

Vi har nu i dette projekt fået oparbejdet en større teoretisk forståelse af relationer mellem naturerkendelse, teknologi og samfund i historisk perspektiv med grundlag i "Kritikke af den politiske økonomi". I det foreliggende arbejde er vi samtidigt blevet klar over, at der er visse marxistiske fortolkninger af disse historiske relationer vi vil forkaste. Nemlig den opfattelse at naturerkendelsesudviklinge skal forstås udelukkende som et svar på teknologiske behov, der opstår i et givet samfund. Ligeledes vil vi forkaste den traditionelle borgelige tese, at den spekulative naturfilosofi og i forlængelsen af den naturvidenskaben udvikler sig efter en intern logik fuldstændig uafhængigt af eksterne samfundsmæssige forhold. For det første skulle dette værk være et forsøg på at påvise sådanne eksterne determinationer. For det andet mener vi, at selvfølgelig har den spekulative naturfilosofi og naturvidenskaben en indre udviklingslogik, men at denne er eksternt sat og betinget af det pågældende samfunds måde at producere, hvilket også skulle være vist.

Igennem den oprindelige akkumulation sættes denne eksterne bestemmelse af naturvidenskabens indre logik. Denne eksterne bestemmelse består i at naturvidenskaben skal fungere på offentlighedsform, og reducere al naturerfaring til det abstrakte rums og den abstrakte tids begreber.

Kapitalismen skaber således naturvidenskaben. Samtidigt determinerer den en bestemt udviklingstendens i den samfundsmæssige teknologiske udvikling mod at de teknologiske problemer bliver mere og mere abstrakte og almene. Dette får som konsekvens at naturvidenskaben og den teknologiske udvikling, som lever i indbyrdes isolation i kapitalismens tidlige etableringsfase - ja, så sent som indtil ca. 1750, knyttes gradvist tættere og tættere sammen. Under den første industrielle revolution inddrages naturvidenskaben kun sporadisk igennem dens mere eller mindre tilfældige eller allerede foreliggende resultater. Denne tendens fortsætter under den anden industrielle revolutions opgangsfase indtil ca. 1870. Der er altså i perioden fra ca. 1750 og indtil ca. 1870 tale om at kapitalens agenter forholder sig relativt passivt uden at intervenere i naturvidenskabens udvikling. Først efter 1870 begynder en egentlig aktiv holdning at opstå hos kapitalens agenter. Dette sker, da tysk kapital begynder at intervenere i naturvidenskabens udvikling ved at investere i uddannelse og forskningsinstitutioner i større målestok, samt begynder at lave teknologisk målrettet forskning i større organisatorisk målestok. Det er denne forandrede holdning som allerførst opstår gennem Den store Depression, at man taler om at naturvidenskaben tendentielt knyttes nærmere sammen med kapitaludviklingen og bliver dens teknologiske navlestreng. Dette nye forhold mellem teknologi, naturvidenskab og kapital kan man betegne som naturvidenskabens delvise subsumption under kapitalen.

Det må således fremhæves, at kapitalismen er selvskabende. Dvs. at den determinerer en bestemt udviklingstendens i den teknologiske udvikling, men samtidigt skaber den selv de erkendelsesformer, som skal befordre denne teknologiske udvikling.

Desuden er vi under projektets udarbejdelse blevet klar over at det var visse problemer med det naturvidenskabelige eksperiments erkendelsesmæssige status, dvs. at der ikke er identitet mellem begreberne empiri og erfaring, og at det vil få som resultat for fysikerne i gruppen, at de i deres eksperimentelle projekt vil forsøge at indarbejde overvejelser om eksperimentets erkendelsesmæssige status. Vi vil kort sagt undersøge om

det er muligt at tale om at der foreligger en overfortolkning af erfaringer fra de moderne naturvidenskabelige eksperimentatores side - eller om erfaringsindholdet er stort.

Ligeledes har vi både som matematikere/fysikere og som fysikere/historikere fået lagt et forståelsesmæssigt fundament for vores fremtidige fælles projekt. I dette vil vi beskæftige os med naturerkendelsen, teknologi og samfund i det 20. årh., og specielt fordybe os i matematikkens og fysikkens teknologiske anvendelser. Det er bl.a. ud fra dette perspektiv at det er relevant for en matematiker og en fysiker at beskæftige sig med de industrielle revolutioner. I denne udvikling ligger der netop den tendens, at f.eks. matematikken inddrages i produktion og administration i det 20. århundrede.

Afslutningsvis skal det nævnes, at man kunne analysere kraftbegrebets udvikling. Specielt kunne man opstille en begrundet argumentation om at der var sket en forandring af kraftbegrebet i el/magn-erkendelsens udvikling. At man i førkapitalistiske samfund havde en mere håndgribelig forståelse af hvad kraft var en erfaringsfundrering, som forlades med den gradvis etablering af det kapitalistiske naturforhold. Denne påstand vil imidlertid ikke blive begrundet ydeligere her, men blot fremsættes som forslag til noget man kan arbejde videre på at verificere.

Ligeledes ville vi oprindeligt have vist hvorledes det i den storindustrielle kapitalisme udviklede behov for naturvidenskabs baseret teknologi virkede ind på den naturvidenskabsgren, som normalt anses for at være den, der i 1800-tallet var mest "usmittet" af den materielle produktions krav, nemlig elektricitets- og magnetismelæren. Men efterhånden som vores projekt svulmede op til tre dele, blev det klart, at vi ikke havde tidsmæssigt mulighed for at udarbejde en sådan fjerde del.

LITTERATURLISTE.

Litteraturliste for hele projektet.

1. Abby, J: "The Agrarian Revolution"
Longman Group 1972.
2. Altvarter, E: "Produktivkraft Wissenschaft"
Rote Blätter nr. 516. 1970.
3. Ambjörnsson, R. & Elzinga, Aa: "Tradition och revolution".
Bo Cavefors Bokförlag 1977.
4. Anderson, P: "Passages from Antiquity to Feudalism".
Atlantic Highlands Humanities Press 1973.
5. Aristoteles: "De Anima"
Translated into English by J.A. Smith.
Oxford 1968.
6. Aristoteles: "Historia Animalium"
Translated into English by D'Arcy Wentworth Thompson.
Oxford 1967.
7. Baunsgaard, B: "Verdenshistorie, 10 tiden 1815 - 1914"
Gyldendal 1973.
8. Bay, Sv.A: "Bonde og viking"
Reitzels forlag 1954.
9. Bernal, J.D: "Videnskabshistorie" bind 2.
Pax, Oslo 1978.
10. Byatt, J.C.R: "The British Electrical Industry 1875 - 1914"
Oxford 1979
11. Bæksted, A: "Guder og helte i Norden, myter og sagn"
Politikens forlag 1978.
12. Cardwell, D.C.L: "Turning point in Western Technology"
Science History Publications, New York 1974
13. Cipolla, C: "The Fontana Economic History of Europe, The Industrial
revolution"
Fontana Books 1973
14. Deane, P. & Cole, W.A: "British Economic growth 1688 - 1956"
Cambridge 1969
15. Dijksterhuis: "The Mechanization of the World Picture"
Oxford University Press 1969.
16. Dillard, D: "Vasteuropas och Forenta staternas økonomiske historia"
Gleerup.
17. Dobb, M: "Kapitalismens udvikling"
Rhodos 1975.
18. Encyclopedia of Social Sciences. New York 1950.
19. Green, G: "An Essay on Application of Mathematical Analysis to the
Theories of Electricity and Magnetism"
Nottingham 1828.
20. Hall, A.R: "The Export of Capital from Britain 1870 - 1914"
Methuen & Co Ltd. 1968.

21. Hill,C: "The English Revolution 1640"
London 1940.
22. Hill,C: "Reformation to Industrial Revolution"
Penguin Books 1969.
23. Hobsbawm,E: "Industri and Empire"
Penguin Books 1969.
24. Jensen,E & Kiedal,B: "Den industrielle revolution, England 1780-1850"
Gjellerup 1973
25. Jensen & Thiersen,I: Noter til historiebog, RUC 1980.
26. Jyske Historie,d: "Produktion og udbytning i førkapitalismen"
nr. 14, Århus universitet 1978.
27. Kamen,H: "The Iron Century"
Cardinal 1976.
28. Kieve,J: "The Electric Telegraph.A Social and Economic History"
David & Charles Newton Abbot 1973.
29. Knudsen, O: "Træk fra elektrodynamikkens historie fra Ampere til Maxwell"
Forelæsningsnoter Århus universitet 1975
30. Knudsen, O: "Elektromagnetismens Historie 1820 - 1831 og
Faradays opdagelse af induktion"
Gyldendal 1980
31. Knudsen, O: "George Green's elektrostatik"
Kollokvium 1965.
32. Knudsen, O: "Den fysiske interpretation af begrebet forskydningsstrøm"
Videnskabsforskning nr.3
Ålborg Universitetscenter 1977.
33. Kurasje 19/20; Andersen et al: "Kapitalismens alder vitalitet"
34. La Cour & Appel,J: "Historisk Fysik II"
Rosenkilde og Bagger 1966
35. Landes,D.S: "The Unbound Prometheus"
Cambridge 1969
36. Lucretius: "On the Nature of the Universe"
Translated into English by R.E.Lotham.
Penguin Books 1979
37. Mandel,E: "Senkapitalismen - et forsøg på en marxistisk forklaring"
Finn Svenson Forlag Oslo 1976
38. Marx,K: "Grundrids" bind 2.
Rhodos 1975
39. Marx,K: "Kapitalen" bind 1.
Rhodos 1970
40. Mottelay,P.F: "Bibliographical History of Electricity and Magnetism"
London 1922
41. Newton,I: "Principia"
Translated into English by Andrew Motte.
University of California Press 1966.

42. Nielsen, N.C: "Den moderne naturvidenskabs samfundsmæssige konstitution i kapitalismen og selvstændiggørelsen som træk ved dens tidlige institutionalisering"
Århus universitet 1979.
43. Open University, the: AST 281 Block 1 Units 1-3,
"The Historical Perspective"
Open University Press 1973.
44. Pedersen, O: "Matematik og naturbeskrivelse i oldtiden"
Akademisk forlag, København 1975.
45. Roller, D.H.D.: "The de Magnete of William Gilbert"
Menno Hertzberger
Amsterdam 1959
46. Roller, D.H.D. & Roller, D: "The Development of the Concept of Electric Charge"
Artikel i Harvard Case History in Experimental Science, Volume 2, 1970.
47. Rose, H. & Rose, S: "Science and Society"
Pelican Books 1977
48. Singer, C: "A Short History of Scientific Ideas to 1900"
Oxford 1972
49. Still, A: "Soul of Lodestone"
New York- Toronto 1946.
50. Struik, D.J: "Matematikkens historie"
Haases Facetbøger 1966
51. Whittaker, E: "A History of the Theories of Ather and Electricity"
Thomas Nelson and Sons Ltd. London 1951.
52. William, G: "De Magnete"
Tranlated by P.F.Mottelay.
Pover Publications Inc 1958.

-
- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt
Anne Jensen, Marianne Kesselhahn, Lena Lindenskov og Nicolai Lomholt.
Vejleder: Anders Madsen.
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsesmuligheder af natur og samfund.
Projektrapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Kreinøe og
Peter H. Lassen. Vejleder: Bernhelm Booss
- 3/78 "Opgavesamling", breddekursus i fysik.
Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer, Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "Tre essays" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og
videnskabsrindalismen.
Mogens Niss.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE"
Helge Kragh.
- 6/78 "Nogle artikler og debatindlæg om - læreruddannelse og undervisning i fysik,
og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenterooprøret"
Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "Matematikens forhold til samfundsøkonomien"
B.V. Gnedenko.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bond-graph formalismen.
Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING"
Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinarioum"
Projektrapport af Lasse Rasmussen.
Vejleder: Anders Madsen.
-
- 10/79 "TERMODYNAMIK I GYMNASIET"
Projektrapport af Jan Christensen og Jeanne Mortensen
Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER"
red. Jørgen Larsen.
- 12/79 "Lineære differentiaalligninger og differentiaalligningssystemer"
Mogens Brun Heefelt.
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSØG I GYMNASIET". Projektrapport af Gert Kreinøe.
Vejleder: Albert Chr. Paulsen.
- 14/79 "Books about Mathematics: History, Philosophy, Education, Models, System
Theory, and Works of Reference etc. A Bibliography".
Else Høyrup.
- 15/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor
termodynamisk ligevægt" Specialeopgave af Leif S. Striegler.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.
-/

- 16/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN". Projekt rapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 17/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen"
Albert Christian Paulsen.
- 18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings of an International Workshop, Roskilde
university centre (Denmark), 1978. Preprint.
Bernhelm Booss & Mogens Niss (eds.).
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".
Projekt rapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER".
Projekt rapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET - FORMÅL OG KONSEKVENSER".
Projekt rapport af Crilles Bacher, Per S. Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.
- 22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (1)". 1-port lineært response og støj i fysikken.
Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the rôle of
relativity".
Helge Kragh.
-
- 24a/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE" 1. En analyse.
- 24b/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE" 2. Interviewmateriale.
Projekt rapport af Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER" Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER". En projekt rapport og to artikler.
Jens Højgaard Jensen m.fl.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS"
Helge Kragh.
- 28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på væskernes visco-
elastiske egenskaber".
Projekt rapport, speciale i fysik, af Gert Kreinøe.
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentiailligningsmodeller"
Projekt rapport af Tommy R. Andersen, Per H.H.Larsen og Peter H. Lassen.
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".
Oluf Danielsen.
- 31/80 "VIDENSABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSYSTEMER BASERET PÅ MENGDELÆRE"
Projekt rapport af Troels Lange og Jørgen Karrebæk.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANS-
MÅLINGER OG MÖSSBAUEREFFEKTMÅLINGER".
Projekt rapport, speciale i fysik, af Crilles Bacher og Preben Jensen.
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.

- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK-NATURVIDENSKABELIGE UDDANNELSER: I-II."
Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION". ENERGY SERIES NO.1.
Bent Sørensen.
- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".
Helge Kragh.
- 36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN ?" Fire artikler.
Mogens Niss.
- 37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE". ENERGY SERIES NO.2.
Bent Sørensen.
-
- 38/81 "TIL EN HISTORIETEROI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI OG SAMFUND"
Projektrapport af Erik Gade, Hans Hedal, Henrik Lau og Finn Physant.
Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og Ib Thiersen.