

# **TEKST NR 61**

# **1983**

FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION,  
SOM ET EKSEMPEL PÅ EN NATURVIDENSKAB  
– HISTORISK SET

PROJEKTRAPPORT:  
ANNETTE POST NIELSEN

VEJLEDERE:  
JENS HØJGAARD JENSEN.  
JENS HØYRUP.  
JØRGEN VOGELIUS.

## **TEKSTER fra**

## **IMFUFA**

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

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Postbox 260, 4000 Roskilde

FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION, som et eksempel på en naturvidenskab  
- historisk set

af Annette Post Nielsen

Vejledere: Jens Højgaard Jensen, Jens Høyrup og Jørgen Vogelius  
samt i pæd.dims.: Tom Webb

IMFUFA tekst nr. 61/83, RUC.

157 sider.

ISSN 0106-6242

---

ABSTRACT:

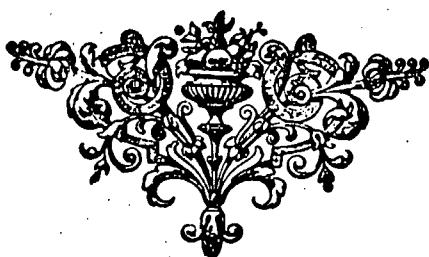
Projektrapporten er fagintegration mellem fysik og historie, samt den pædagogiske dimension.

Naturvidenskabens ideologiske funktion er både frigørende og undertrykkende. I projektet undersøges naturvidenskabens opkomst ved den naturvidenskabelige revolution i 1400-1700 tallet. Specielt undersøges Galileis bevægelseslære. Den naturvidenskabelige revolution foregik i et vekselspil med den øvrige samfundsudvikling, og naturvidenskaben kunne bruges nedbrydende overfor den ideologi, der legitimerede feudalsamfundet.

FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION,  
SOM ET EKSEMPEL PÅ EN NATURVIDENSKAB  
- HISTORISK SET

AF

ANNETTE POST NIELSEN



FORORD

Denne projektrapport er udarbejdet i perioden fra september 1981 til maj 1983. Den er udført indenfor rammerne af modul 1, breddemodulet, på fysik og modul 2, verdenshistoriemodul med 1/3 før 1500, på historie på RUC's gymnasielæreruddannelse. Den er integreret med den pædagogiske dimension. I projektarbejdet er modtaget lærervejledning af Jens Højgaard Jensen i fysik i 4 semestre, Jens Høyrup i historie (og fysik) i godt 3 semestre og Jørgen Vogelius i historie i 1 semester. Tom Webb har til slut været pæd.dims. vejleder.

Tak til de tre fysik/historie studerende Hans, Finn og Frank for ris og råd. Tak til Hanne, Torben og Ea Stina for en hyggelig og effektiv indskrivningsperiode.

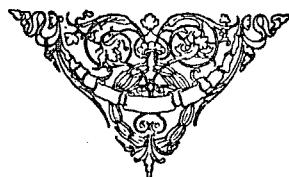
RUC, 17. maj 1983



INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	2
Indholdsfortegnelse.....	3
1. Begrundelse, formål og problemformulering.....	5
1.1. Begrundelse.....	6
1.2. Videnskabsbegreb.....	9
1.3. Formålet med dette projekt.....	10
1.4. Problemformulering 1. udgave.....	11
1.5. Problemformulering 2. udgave.....	12
2. Udgangspunkter.....	13
2.1. Afgrænsning til bestemte historiske perioder.....	14
2.2. Fysikbegreb m.v.....	15
2.3. Historiesyn.....	17
2.4. Ideologi.....	19
2.5. Fremstillingsform.....	22
2.6. Kilder.....	23
3. Socialøkonomisk udvikling.....	24
3.1. Det græske slavesamfund.....	25
3.2. Vesteuropa i middelalderen og renæssancen.....	29
3.2.1. Vesteuropa frem til omkring 1400.....	29
3.2.2. Vesteuropa fra omkring 1400.....	35
3.2.3. Italien.....	38
4. Fysikhistorie - med sigte på naturerkendelsens formål, genstandsområde, metoder og funktion.....	42
4.1. Om Aristoteles' fysik og filosofi.....	43
4.1.1. Om Aristoteles' filosofi.....	43
4.1.2. Aristoteles' bevægelseslære for naturen.....	45
4.2. Lærdom i middelalderen.....	51
4.3. Videnskabsakademier (specielt indenfor naturvidenskab)...	55
4.4. Om Galilei, hans arbejde og værker.....	59
4.4.1. På Padua universitetet.....	59
4.4.2. Argumenterer for Kopernikus' heliocentriske verdensstema.....	61
4.4.3. "The Assayer".....	64
4.4.4. "Dialogue".....	73
4.4.5. "Two New Sciences".....	76
4.4.6. Opsamling.....	91
4.5. Newton - en parentes i projektet, men ikke i fysikken...	97
4.6. Om relativitetsteori og kvantemekanik.....	100
5. Religioners - specielt kristendommens - rolle.....	105
5.1. Kristendommen i middelalderen og i renæssancen i Vesteuropa.....	106
5.2. Hvad er religion og tro i dag?.....	110
6. Syntese.....	112
7. Formidling og ideologisk morale.....	118
7.1. Overordnet formål med gymnasieundervisningen.....	119
7.2. Perspektiver for undervisning med fagkombinationen fysik/historie.....	121
7.3. Ideologisk morale.....	122

7.4. Om gymnasie-realiteten.....	126
7.5. Arbejdsform.....	130
Bilag 1.....	131
Litteraturliste.....	136



1. BEGRUNDELSE, FORMAL OG PROBLEMFOR-  
MULERING

### 1.1. BEGRUNDELSE

I samfundet i dag ligger der mange opfattelser af, hvad viden-skab er. Opfattelserne er forskellige indbyrdes mellem folk med en vi-deregående (teoretisk/boglig) uddannelse, samt iblandt folk som har en almindelig folkeskoleuddannelse og eventuelt en faglig/praktisk uddannelse. (For en nuancering og præcisering af (mit) videnskabsbe-greb se afsnit 1.2.)

To opfattelser af videnskab er 1/ Videnskab kan man tro på; og 2/ Videnskab er ideologi (her i betydningen falsk bevidsthed). - Man kan ikke lave rationel videnskab.

Elzinga (Elzinga, 1978) har (se bilag 1) foretaget en forgro-vet opstilling af synspunkter om videnskabspolitik, som han mener blev fremført under kulturrevolutionen 1966-1977 i Kina. (Det er ikke cita-ter.) I denne forbindelse er det ikke så vigtigt om sammenstillingen passer på kulturrevolutionen i Kina. Det vigtige er, at synspunkterne i kolonnen "right deviation" svarer til og uddyber synspunkt 1 (viden-skab kan man tro på). Synspunkterne i kolonnen "ultra-left" deviation" uddyber synspunkt 2 (videnskab er ideologi (her i betydningen falsk be-vidsthed). - Man kan ikke lave rationel videnskab.)

Formuleringen "videnskab kan man tro på" er med vilje lidt kryp-tisk - hvorfor vil fremgå senere. Det, at der kan laves rationel viden-skab, bliver tolket som, at videnskab er værdifri og dermed kan bruges på fremskridtets side (eller misbruges). Det er en form for videnskabs-optimisme. Sysnspunktet lå bag udviklingen af atombomben under anden verdenskrig (Glavind, 1978).

Det andet synspunkt, "al videnskabelig kundskab er ideologisk. Man kan i realiteten ikke skelne mellem områder af videnskaben, der er ideologiske og områder, der ikke det." (Dickson, 1978), ligger til grund for det engelske tidsskrift "Radical Science Journal". Det er naturvidenskabsfjendsk. (Dén klassiske mekanik, der blev udviklet sam-tidig med opkomsten af den kapitalistiske produktionsmåde er kapitali-stisk. (Dickson, 1978))

En variant af synspunktet eksisterer på Tvind. Det hedder "man kan, hvad man vil", dvs. (natur-)videnskab er irrelevant. Det er ikke nødvendigt at lave forskning. Det er spild af tid. Ideologien er, at folk uden særligt kendskab til fysik og teknologi selv kan drage deres egne erfaringer, når de støder ind i et problem, som f.eks. at udvikle nogle optimale møllevejninger. Realiteterne er anderledes. Da møllevin-gerne til Tvindmøllen skulle konstrueres blev der indraget eksperter, som tidligere f.eks. havde været tilknyttet Concorde-projektet (Dani-elsen, 1977). - Også ved mindre problemer tages videnskab til hjælp. Der er en fornægtende holdning på Tvind overfor (natur)videnskab, og det fører nemt til en ukritisk brug af alt, hvad der kalder sig viden-skab, fordi man ikke selv ved nok. Det går måske godt, når det vedrør-rer bygning af møllevejninger; men hvad hvis det er matematisk modelbyg-ning over Danmarks eller Tvinds økonomi, som indeholder mere eller mindre velunderbyggede eller politisk bestemte antagelser? En fornæg-tende holdning overfor videnskab er ligeså farlig som videnskabstro.

Naturvidenskab har stor betydning i samfundet i dag (teknisk-materielt (gensplejsning, mikroelektronik), kulturel-ideologisk (magtlegitimering, tilværelsесopfattelse) m.v.). Det er vigtigt at beskæftige sig med, om videnskaben bliver opfattet som den er, da det kan være farligt ikke at have et differentieret syn på videnskab.



LITTERATUR:

Oluf Danielsen og Jan Krag Jacobsen  
Tvindmøllen. Græsrodsteknologi eller højtudviklet teknologi  
Naturkampen  
København  
Okt. 1977

David Dickson  
En introduktion til radical science  
Naturkampen  
København  
Dec. 1978

Aant Elzinga  
Red and expert - Appendix II  
Avdelningen för Vetenskapsteori,  
Göteborgs Universitet  
Report no 35 i series no 2.  
Göteborg  
17. jan. 1978

Johannes Glavind  
Videnskab og samfund i tredivernes England.  
Naturkampen  
København  
Dec. 1978

## 1.2. VIDENSKABSBEGREB

Min brug af ordet videnskab i ovenstående kunne tolkes som om, jeg slår al videnskab over en kam, og det ville være forkert. Der er forskel på humaniora (de humanistiske videnskaber), samfundsvidenskab og naturvidenskab i genstandsfelt, metoder og funktion m.v.. Dette udtrykkes også på det engelske sprog ved at man siger "art and science" og ikke bruger et fælles udtryk. I begrebet "social science" ligger desuden en antydning af, at i samfundsvidenskab bliver brugt metoder, som ligner de naturvidenskabelige.

Dette projekt omhandler fortrinsvis naturvidenskab, og det vil være "naturvidenskab" jeg mener, selv om jeg til tider fremover måske kommer til at skrive "videnskab". Desuden vil jeg fortrinsvis kun "se på" fysikken, selvom naturvidenskab ikke bare er en samlet klump, men faktisk er forskellige naturvidenskaber, som i forskellig omfang hviler på henholdsvis teorier, modeller og empirisk viden. Det er bl.a. denne differentiering, som gør, at det ikke altid er til at finde ud af, hvad man skal tro på, når en såkaldt ekspert (en videnskabs-m/k) udtaler sig om dette eller hint. Indenfor den enkelte naturvidenskab har de enkelte udsagn endog ikke samme karakter, for eksempel er der stor forskel på Ohms lov og Coulombs lov m.h.t. teorigrundlag. Alligevel vil jeg tillade mig at skrive naturvidenskaben og ikke naturvidenskaberne. Det skulle gerne fremgå af sammenhængen, hvad jeg mener.

Den naturvidenskab, der eksisterer i dag, er karakteriseret ved empirisk forskning sammenknyttet med teorier herom. Selvom de fleste fysikere er enten teoretiske eller eksperimentalfysikere er det ikke en indvending heroverfor, da de som regel arbejder tæt sammen. Begrebet naturvidenskab vil jeg i det væsentligste bruge om naturerkendelsen fra den naturvidenskabelige revolution (1400-1700) og frem.

I senmiddelalderen (1300-1450) skelnedes endnu ikke mellem naturfilosofi og naturvidenskab. Man kan sige, at der endnu ikke fandtes naturvidenskab, men kun naturfilosofi - spekulativ naturfilosofi, der byggede på logik. Bemærk at end ikke Newton (1642-1727) skelnedede imellem naturfilosofi og naturvidenskab. Hans (hoved)værk fra 1687 hedder "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica". Nutiden betegner det som naturvidenskab.

Både den spekulatieve naturfilosofi og naturvidenskaben er karakteriseret ved, at det er systematisk naturerkendelse. Både søgningen efter erkendelse og den faktisk nåede erkendelse var/er organiseret.

1.3. FORMÅLET MED DETTE PROJEKT

- har fra starten bredt været at undersøge hvilken betydning tro har for folk i almindelighed, viden har, og hvilken placering og betydning tro henholdsvis viden har i samfundet. Historisk set - både for selv at udvikle en forståelse af (natur)videnskabs (specielt fysiks) ideologiske placering i samfundet m.h.t. magtlegitimering (autoritet) og tilværelsесopfattelser og for at kunne være "fødselshjælper" for en forståelse heraf til gymnasieelever. (Se yderligere herom i afsnit 7.)



1.4. PROBLEMFORMULERING 1. UDGAVE

Hvilke populære forestillinger ligger der i samfundet i dag om tro's og videns betydning for den sociale identitetsdannelse?

Hvilken kulturel-ideologisk funktion og betydning havde samspillet mellem naturvidenskabelige og religiøse erkendemåder i de europæiske samfund ved overgangen fra feudalisme til kapitalisme fra 1400 til 1700 tallet?

Hvilken kulturel-ideologisk funktion og betydning har (natur-)videnskab og tro (religion) i samfundet i dag?

Hvilke oplysende/pædagogiske/politiske handlingstiltag kommer der ud af en besvarelse af ovenstående spørgsmål? (Formidling)

1.5. PROBLEMFORMULERING 2. UDGAVE

Hvilken ændring skete der i naturerkendelsen (fysik) ved den naturvidenskabelige revolution?

Hvorfor skete denne ændring?

Hvilken ideologisk funktion havde den ny videnskab fysik?

Hvilken betydning fik udviklingen af fysik som sekulariseret videnskab for kirkens placering som institution i samfundet og for den kristne tro?

Hvilken reel autoritet har videnskaben fysik?

## 2. UDGANGSPUNKTER

## 2.1. AFGRÆNSNING TIL BESTEMTE HISTORISKE PERIODER

Ses der tilbage på naturerkendelsen gennem tiderne, kan der "focuseres" på bestemte perioder (i tid og sted), hvor der er blevet udviklet en form for organiseret naturerkendelse, som har fået stor betydning indtil den over en årrække af forskellige årsager er blevet afløst af en anden form - som har været totalt ny, eller som har indeholdt den tidligere form.

Det, som kaldes den naturvidenskabelige revolution, foregik fra 1400 tallet til 1700 tallet i Vesteuropa. I det væsentligste startende med at Kopernikus (1473-1543) lancerede et heliocentrisk verdenssystem i 1543. Dvs. jordens og de øvrige planeters bevægelser blev beskrevet som bevægelser omkring solen.

Perioden er karakteriseret ved feudal produktionsmåde, som er ved at gå i opløsning og en gryende kapitalisme. Der er handelskapitalistiske elementer i samfundet.

Videnskaben fysik, der blev udviklet i perioden, afløste en anden form for fysik - den aristotelisk-ptolemaiske. Aristoteles levede for ca. 2300 år siden i det græske slavesamfund 384 f.Kr.-322 f.Kr.. (Klaudios Ptolemaios levede o. 100 e.Kr.- 170 e.Kr. i Alexandria.)

Ovenstående er baggrunden for, at projektet bevæger sig igennem en tidsperiode på mere end 2000 år, og at der uddover at blive "focuseret" på 1400 til 1700 tallets Vesteuropa også bliver "focuseret" på det græske slavesamfund.



Aristoteles, Galenos, Platon og Hippokrates.

## 2.2. FYSIKBEGREB M.V.

Det er ikke muligt at definere nogle entydige begreber og så køre dem op igennem en 2000 årig historisk udvikling. Det ville være at drive vold på historien. Det er nødvendigt at knytte begreberne tæt til den konkrete historiske virkelighed og nuancere og præcisere i forhold hertil.

Fysikbegrebet har været i udvikling gennem tiderne. For Aristoteles var fysik lernen om det jordiske - om det der var under månesfæren og var foranderligt. Månen og det, der var uden for månesfæren, var uforanderligt (men bevægede sig i cirkler). Det var lernen om himlen.

Efterhånden er fysik blevet lernen om den uorganiske natur. Andre naturvidenskaber har skilt sig ud. Med Galilei (1564-1642) ændredes fysik fra at være spekulativ naturfilosofi til at blive naturvidenskab. Galilei betonede kvantitative eksperimenter og matematisk tænkning som en måde til at opnå sikker og eksakt viden. Han målte på størrelse, strækning og tid m.v. og udskilte de dengang ikke målelige fænomener farve, lugt og smag m.v.. P.g.a. dette er Galilei blevet kaldt for den første moderne fysiker (se afsnit 4.4.) Skiftet fra spekulativ naturfilosofi til naturvidenskab kaldes for den naturvidenskabelige revolution. I 1687 udkom de bøger som indeholdt Newtons syntese mellem lernen om himlen og den jordiske bevægelseslære, og som har fået betegnelsen den klassiske mekanik. Herved voksede fysikkens virkelighedsområde. Newtons mekanik markerer afslutningen på den naturvidenskabelige revolution. (I 1800 tallet voksede fysiks virkelighedsområde atter - elektromagnetismen og varmelæren m.v. integreredes med mekanikken - og nogle vil sige, at videnskaben fysik fødtes her.)

(Indenfor den videnskab, der i dag hedder fysik, har jeg specielt valgt at se på mekanikkens udvikling. Jeg bruger ordet mekanik i betydningen bevægelseslære, som er den betydning ordet har i dag. Derfor har jeg hos Aristoteles læst om "forandring", der også omfatter bevægelse, og jeg har ikke læst "hans" skrift "mekanik", der ligger fjerne fra den klassiske mekanik.

Da jeg allerede havde gravet dybt i Aristoteles' "Physica" og i Galileis "Two New Sciences" blev jeg klar over, at det ikke er selv-indlysende, at bevægelseslæren for jordiske fænomener er det bedste eksempel at gå ud fra til en undersøgelse af tro's og videns betydning for den sociale identitetsdannelse. På den anden side er spørgsmålet (som kommer med Laplace (1749-1827)): om det er muligt at finde bevægelseslovene for alt, så fremtiden kan forudsiges i al evighed, og vi ikke kun må nøjes med at gisne om den eller henholde os til bibelen eller lignende, stadig aktuelt. Det er et argument for at tage fat i de tidligere former for bevægelseslære, som omhandlede jordiske fænomener.

Et argument for at se på de forskellige verdenssystemer om bevægelser i "himmelrummet", som er blevet formuleret af bl.a. Platon (427f.Kr.-347 f.Kr.), Aristoteles, Ptolemaios, Kopernikus og Tycho Brahe (1546-1601), er, at det er her kontroversen med kirken og bilden fortrinsvis er foregået.

Med den klassiske mekanik (Newton) blev bevægelseslæren for

jorden og bevægelser i himlen to sider af samme sag. Der kan argumenteres for en nærmere undersøgelse af både den ene og den anden side i forhold til projektets ambition, og resultatet er blevet, at jeg går på to ben gennem projektet, men ikke lige meget på hvert.

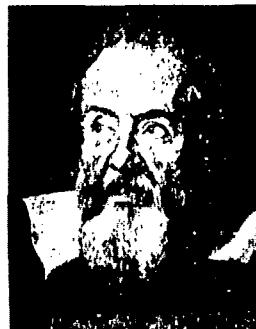
Jeg betragter personerne Aristoteles og Galilei m.fl. som formlere af nogle teorier, der kan slå igennem i samfundet på de tidspunkter, de lever (evt. senere). Var de i stedet for at blive personer blevet aborter var (natur)erkendelsen blevet udviklet alligevel. Vel har de tænkt nogle nye tanker, men der findes adskillige eksempler på, at en teori er blevet fremsat og derefter har levet en overset tilværelse i nogle hundrede år, hvorefter den er blevet genfremsat og er slået igennem. Det er spændende så at undersøge hvilke incitamenter, der gør, at teorien netop kan slå igennem på et bestemt tidspunkt.



Kopernikus



Aristoteles



Galilei

### 2.3. HISTORIESYN

Jeg har valgt at læse de to fag fysik og historie, og det afspejler mit udgangspunkt, som jeg vil betegne som historisk materialistisk. Jeg klarer mig endnu uden raffinementer, og måske er det ikke den helt rigtige betegnelse, og måske er mit udgangspunkt heller ikke altid lige præcist, fordi det til stadighed diskuteres.

Jeg mener, at det er vigtigt at se verden i en sammenhæng - både med naturvidenskabelige og humanistisk-samfundsvidekskabelige briller på. Det kan også siges på en anden måde. Først et citat fra (Arvidsson, 1982, s. 38-39):

"F.eks. kan faget fysik betragte den naturvidenskabelige revolution i det syttende århundrede ud fra helt naturvidenskabeligt interne kriterier. Dvs. analysen af eksempelvis Galilei og Newton vil blive koncentreret omkring henholdsvis bevægelses- og tyngdelovenes indre sammenhæng, deres idehistoriske sammenhæng til tidligere naturvidenskabelige forsøg på lovmæssigheder såvel som placeringen i forholdet til den senere naturvidenskabelige udvikling. Analysen vil således nok have brede, men vil være lukket totalt inde i et specifikt fagligt forståelses-univers."

Dette er udelukkende intern videnskabshistorie, men det er ikke tilstrækkeligt, da både interne og eksterne forhold og et samspil heraf har betydning for naturvidenskabens udvikling. Det er nødvendigt at arbejde tværfagligt og integrere fagene fysik og historie

LITTERATUR:

Håkan Arvidsson m.fl.

Snip, snap, snude - er historien ude?

Skrifter fra Institut for historie og samfundsforhold ved  
Roskilde Universitetscenter. 8.

Roskilde

Feb. 1982

#### 2.4. IDEOLOGI

Der findes mange forskellige opfattelser af, hvad ideologibegrebet indeholder. Forskellige mennesker associerer noget forskelligt ved ordet. Jeg opfatter ideologier som mere eller mindre systematiske idéer om, hvordan verden er, og hvorfor den er, som den er, samt som fremadrettede opfattelser af hvordan verden bør være, og hvordan den kan ændres. Ideologier kan altså være samfundsbevarende, eller de kan være samfundskritiske. (Jeg har skævet til (Dahl 3, 1979).)

Hvad er de drivende og samfundstidvækkende kræfter i historien? Er mennesket objekt eller subjekt? Det er en diskussion om, hvordan historien skal forstås.

Jeg mener ikke, at ideerne driver historien, men det betyder ikke at de ikke har en funktion i samfundet. Et citat:

"... den forklarer ikke praksis ud fra ideen, men forklarer ideformationerne ud fra den materielle praksis og kommer følgelig også til det resultat, at alle bevidsthedens former og produkter ikke kan opløses ved hjælp af åndelig kritik, opløsning i "selvbevidsthed" eller forvandling til "spøgeri", "gespenster", "fikse ideer" osv., men kun idet man i praksis omstyrter de reale samfundsmæssige relationer, hvoraf disse idealistiske flovser er fremgået - at ikke kritikken, men revolutionen er historiens drivkraft, også på religionsens, filosofiens og den øvrige teoris område. Den viser, at historien ikke slutte med at opløse sig i "selvbevidsthed", som "ånd af ånden", men at der på hvert trin i den forefindes et materielt resultat, en sum af produktionskræfter, en historisk skabt relation til naturen og mellem individerne indbyrdes, som enhver generation arver fra sin forgænger, en mængde produktivkræfter, kapitaler og omstændigheder, som ganske vis på den ene side ændres af hver ny generation, men på den anden side også dikterer den dens egne livsbetingelser og giver den en bestemt udvikling, en speciel karakter - at omstændighederne altså lige så godt skaber menneskene, som menneskene skaber omstændigheder. Denne sum af produktionskræfter, kapitaler og sociale samkvemsformer, som hvert individ og hver generation forefinder som noget givet, ...."

(Marx, 1974, s.48-49)

Ovenstående citat fordi religioner er ideologi, og fordi feudalismen i Vesteuropa blev legitimeret af kristendommen, og fordi troens organisering i institutionen kirken var en del af det feudale magtapparat. Kirkens folk var magthavere. Videnskaben bruges nu som en del af legitimeringen af kapitalismen uden, at videnskabsfolkene dog besidder reel magt. De besidder autoritet.

Om naturvidenskab er ideologi diskuteres, som nævnt også. "Er videnskaben en produktivkraft og derfor en del af "basis", eller reflekterer den (også?) på en eller anden måde den økonomiske basis, så at den tilhører den ideologiske "overbygning"?" (Fink, 1976). Spørgsmålet (stillet af Radical Science folk) er stillet som om, der kun er to muligheder (produktivkraft, ideologi), men jeg mener, at videnskaben i dag (fra 1800 tallet) må betragtes som en produktivkraft og samtidig er den et bevidsthedsfænomen uden at være ideologi. Det kan jeg blive enig med Sohn-Rethel om (selvom han af og til indirekte bliver beskyldt for at mene at naturvidenskaben er kapitalistisk (Dickson, 1978).)

"Jeg placerer ikke videnskaben og den begrebslige erkendelseskraft på niveau med ideologien. .... De traditionelle og akademiske videnskabsfilosofier er ideologi, men videnskaben selv er det ikke.... Marx drager en skarp skillelinje mellem bevidsthedens ideologiske former og dens evne til at præstere objektiv erkendelse .... Marx regner aldrig videnskaben med til ideologierne, der i det berømte forord fra 1859 opregnes som følger: "de juridiske, politiske, religiøse, æstetiske etc filosofiske - kort sagt ideologiske former" (MEUS I, p. 356) eller til "overbygningsfænomenerne". Denne skelnen mellem videnskab og ideologi må hverken forplumres eller betvivles. "

(Sohn-Rethel, 1976)

Selvom jeg ikke mener, at naturvidenskab er ideologi, kan den bruges ligesom en ideologi til at understøtte samfund. Det er netop en af projektets ambitioner at påpege, at det er vigtigt at skille muligheden for med naturvidenskabelig forskning at opnå sikker og eksakt viden fra den måde naturvidenskab kan bruges på udenfor dens genstandsfelt.

LITTERATUR:

Hans Frédrik Dahl m.fl. (red.)  
Pax Lexicon, bind 2  
Pax Forlag  
Oslo  
1979

David Dickson  
En introduktion til radical science  
Naturkampen  
København  
Dec. 1978

Karl Marx  
Skrifter i udvalg. Den tyske ideologi. Filosofiens elendighed  
Rhodos  
København  
1974

Alfred Sohn-Rethel  
Videnskab som fremmedgjort bevidsthed  
i  
Hans Chr. Fink og Carsten Thau (red.)  
Erkendelseskritik og klassekamp  
Et bidrag til kontrovers omkring Alfred Sohn-Rethel  
Bibliotek Rhodos  
København  
1976

## 2.5. FREMSTILLINGSFORM

Fremstillingsformen i projektrapporten er ikke kronologisk. Afsnit 3 vedrører fortrinsvis det socialøkonomiske, afsnit 4 er fortrinsvis fysikhistorie og afsnit 5 er om religion. Det er en mulig måde at lave en fremstilling på, men det betyder, at der kommer nogle gentagelser indbyrdes mellem afsnittene. Det kan ikke undgås, og det skal det heller ikke, for historien kan ikke bare inddeltes i kasser - den hænger sammen.



Træsnit af Jobst Amman (1539-1591). Handel.

## 2.6. KILDER

Kilderne er læst i engelsk oversættelse, da jeg hverken kan græsk, latin eller italiensk. Desuden er dele af Aristoteles' skrifter rekonstruerede. Aristoteles testamenterede sine skrifter til efterfølgeren på det institut, han havde oprettet. Denne testamenterede dem til sine private arvinger, og Aristoteles' originalskrifter kom til at ligge i en våd kælder i nogle hundrede år. I det første århundrede f.Kr. blev skrifterne rekonstruerede udfra, hvad der var tilbage i kælderen og udfra arbejdspapirer fra hans kurser m.v.. (Kilde: JH) "Physica", som jeg har læst dele af, regnes for at være tæt ved Aristoteles' originalskrift.

Da Aristoteles' filosofi på hans egen tid er mindre væsentlig i projektet, og da hans skrifter har eksisteret i den rekonstruerede form siden det først århundrede f.Kr., er det ikke et problem, at det ikke er originalmanuskripterne, jeg har læst. Det er ikke dem, der har haft indflydelse flere århundrede, efter at de er blevet skrevet, men overleveringer og mangel på overlevering, der har haft betydning.

### 3. SOCIALØKONOMISK UDVIKLING

### 3.1. DET GRÆSKE SLAVESAMFUND

Forskeren og filosoffen Aristoteles levede i Grækenland for mere end 2000 år siden. Nærmere bestemt fra 384 f.Kr. til 322 f.Kr.

Indtil 338 f.Kr. var Grækenland ikke et sammenhængende imperium. Det bestod dengang af mange (158?) (D.Sc.B., vol.1) poliser (bystater), som var selvstændige. En polis var en by i et landområde.

Polisen Athen med mellem 100.000 og 300.000 indbyggere, som Aristoteles boede i i 2 perioder (367 f.Kr.-347 f.Kr. og 335 f.Kr.-323 f.Kr.), var et demokrati. De fleste af de andre poliser havde også demokrati, da de alle (hele Grækenland) i 338 f.Kr. blev erobret af Philip, der var konge i Makedonien, som lå nord for Grækenland. Han havde let ved at tage magten, da de græske poliser var svækkede p.g.a. indbyrdes stridigheder. Hver især havde de nemlig søgt både at hævholde deres selvstændighed og overtake nabopolisens landområde. (Med erobringningen ophørte demokratierne og poliserne med at eksistere.) (Jensen, 1980)

I polisen Athen var der tre grupper af indbyggere: borgere, metoikere og slaver. Det var en politisk snarere end en økonomisk eller social inddeling. Det var kun borgerne (som ikke indbefattede kvinder og børn) som havde politiske rettigheder. Demokratiet gjaldt kun for dem. De var næsten alle indfødte og ejede jord. De fleste af borgerne var rige, men der fandtes også fattige iblandt dem.

Metoikerne (Aristoteles var metoiker i Athen) var også frie, men havde ingen politiske rettigheder og havde ikke ret til at eje jord. I det 4. årh. f.Kr. var den overvejende del af dem ikke indfødte, og de fleste af dem var handlende. Da Athen var den førende polis, hvad angik handel, var der rige metoikere. Det førte ikke til misundelse fra borgernes side, da jord fremfor penge gav status. Samfundet, dvs. borgerne, kunne heller ikke undvære metoikerne. De betalte skat, stod for en stor del af handelen og blev brugt i militæret (Austin, 1977).

Slaverne kunne heller ikke undværes som arbejdskraft. De var som oftest tilknyttet de enkelte husstande og arbejdede indenfor de fleste erhverv (minedrift, håndværk, landbrug, handel, transport og husholdning). Fordelingen af indbyggerne på de tre befolkningsgrupper findes der ingen sikre tal for, (men se f.eks. (Brockmeyer, 1979)).

Det væsentligste for at betegne samfundet som et slave-samfund var, at en stor del af produktionen var baseret på (fremmed) arbejdskraft. Arbejde gav ingen status, selv om slaver, metoikere og (fattige) borgere arbejdede side om side. Det var respektfuldt ikke at arbejde, hvis man havde råd til det, men for de fattige var der en lov, der forbød lediggang. (Austin, 1977) Mens slaverne, metoikerne og de fattigste af borgerne arbejdede, havde overklassen tid til at dyrke sport, kunst, teater og filosofi. (Jensen, 1980)

Da borgerne (et mindretal af befolkningen) skulle tage del i folkeforsamlingens møder og være med til at styre bystaten, krævedes det, at de alle uddannede sig. Det foregik for en lille elite ved Platons Akadem (grundlagt 393 f.Kr.) og Aristoteles skole, Lykeion (grundlagt 335 f.Kr.). Deres formål var almendannende (i modsætning til erhvervsrettet). Det almendannende element var en vigtig årsag til at

at den græske filosofi udvikledes.

Filosofferne havde intet at gøre med ledelsen af samfundsøkonominien (Bernal 1, 1978), men de havde en mening om, hvordan samfundet skulle være indrettet. Både Platon og Aristoteles gik ind for et moderat demokrati, hvor de bedste skulle vælges til embederne, og de fattige og arbejdende borgere skulle holdes uden for indflydelse. De leverede legitimering for overklassen i samfundet. Citat:

"... the fundamental problem of his time. He [Platon] lived in a society in which the privileged few sought to maintain themselves by the labor of an enslaved majority. Such a society can only be maintained by enslaving the minds as well as the bodies of the masses. Indeed, as Plato saw quite clearly, it would be best that the minds of the privileged also should be enslaved. All should be the victims of the lie except a few legislators. "How then may we devise one of those needful falsehoods of which we lately spoke - just one royal lie<sup>2</sup> which may deceive the rulers, if that be possible, and at any rate the rest of the city?" (Republic, III, 414) 2: The lie here in question is, of course, that the class division of the State is a natural necessity."

(Farrington, 1937/38)

Filosofferne arbejde var relevant (godt) for magthaverne.  
Relevanskriteriet blev vigtigere end sandhedskriteriet.

Aristoteles mente, at slaverne var slaver, fordi det var naturligt for dem. (Dette viser Aristoteles binding til sit samfund. Når det bliver et valg mellem undergravende virksomhed og legitimation, vælger han legitimationen. I hans overordnede teori kan slaverne nemlig ikke være slaver af natur, da alle af samme art har samme natur.) Andre mente at arbejde gjorde folk ringere. Om man sagde det ene eller det andet, var det legitimering af ulighed (Finley, 1973), og det viser, at arbejde var ringeagtet af filosofferne. Det havde betydning i forhold til den naturerkendelse, der udvikledes. Den skulle ikke være nytig i forhold til arbejdsprocesser, men skulle legitimere "tingenes" tilstand.

Et eksempel på at nytteværdi var ringeagtet af Aristoteles:

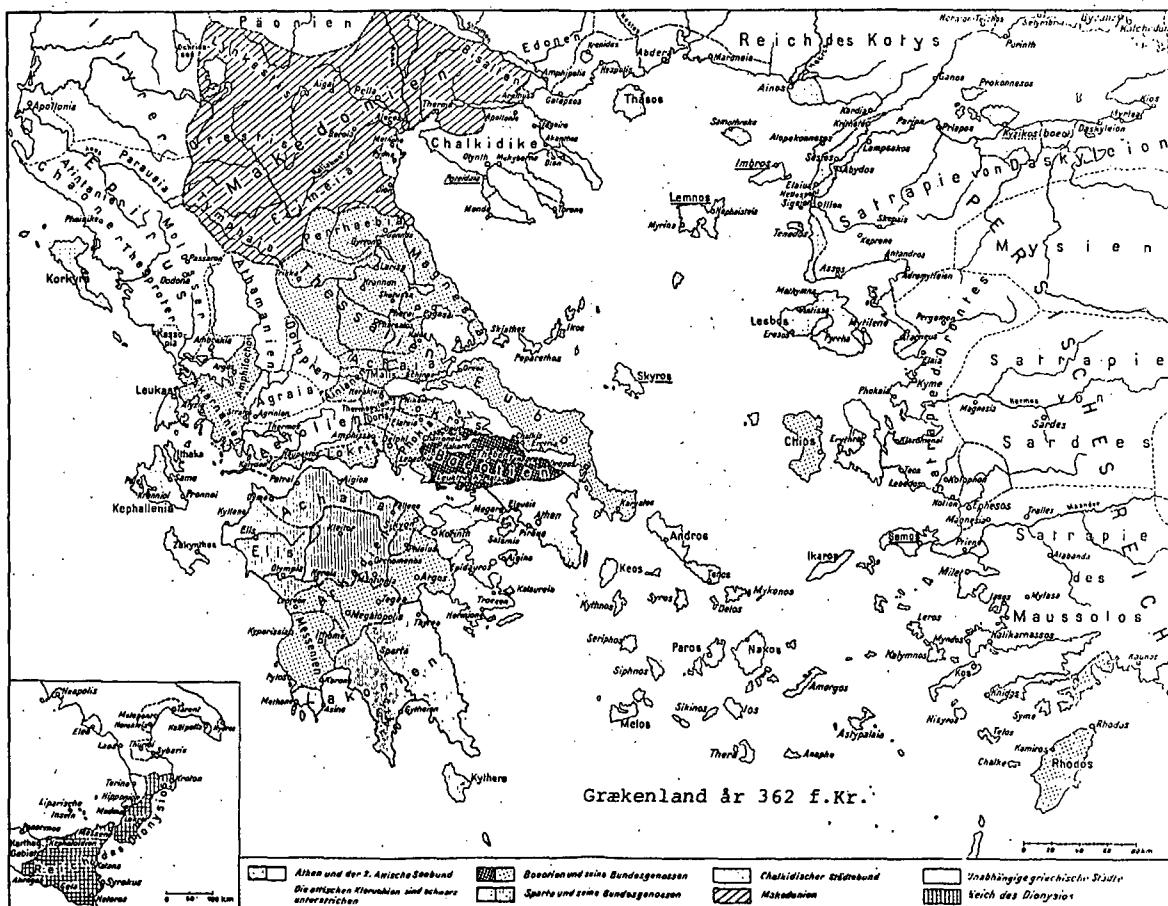
"At first he who invented any art whatever that went beyond the common perceptions of man was naturally admired by men, not only because there was something useful in the inventions, but because he was thought wise and superior to the rest. But as more arts were invented, and some were directed to the necessities of life, others to recreation, the inventors of the latter were naturally always regarded as wiser than the inventors of the former, because their branches

of knowledge did not aim at utility. Hence when all such inventions were already established, the sciences which do not aim at giving pleasure or at the necessities of life were discovered, and first in the places where men first began to have leisure. This is why the mathematical arts were founded in Egypt; for there the priestly caste was allowed to be leisure."

(Aristotle, *Metaphysica*, s. 981b)

Det har uden tvivl haft betydning i forhold til, at der foregik så ringe udvikling af produktivkræfterne, at ideologien skulle fastholde, at de fleste arbejdede for andre, som så kunne holde fri. (Faktisk var kun bønderne selvstændige.) (Austin, 1977)

Poliserne blev som nævnt erobret i 338 f.Kr. af Philip - makedonsk konge. Hans søn Alexander den Store kom til magten i 336 f.Kr. og da han døde i 323 f.Kr., blev riget delt i fire stater: Ægypten, Mesopotamien, Lilleasien og Makedonien. Her indenfor spredtes og (nogle steder) viderefudvikledes de klassiske græske kulturformer.



(Bengtson, 1965)

LITTERATUR:

Aristoteles

The works of Aristotle, volume 8, Metaphysica  
Oxford University Press  
London

M. N. Austin og P. Vidal-Naquet

Economic & social history of ancient Greece, chapter 3 and 5  
B. T. Batsford LTD  
London  
1977

J. D. Bernal

Videnskabens historie, Bind 1: Videnskaben opstår  
Pax Modtryk  
Oslo  
1978

Dictionary of Scientific Biography. Vol. I

Benjamin Farrington

Prometheus bound: Government and science in classical antiquity  
Science and Society 2  
1937-1938

M. I. Finley

The Ancient Economy, chapter 3,  
Chatto & Windus  
London  
1973

Henrik Jensen og Ib Thiersen

Verdenshistorie  
Gyldendal  
København  
1980

### 3.2. VESTEUROPA I MIDDLEALDEREN OG RENÆSSANCEN

Dette afsnit skal tjene til at forklare eller forsøge at sandsynliggøre årsagerne til, at det netop var i Vesteuropa i løbet af renæssancen, at den naturvidenskabelige revolution foregik. Hvorfor opstår ideerne? og hvorfor bliver de ikke forkastet igen? En del af ideerne var blevet formuleret tidligere, men var forblevet usete eller oversete. Hvad er det, der adskiller det sociale mulighedsrum fra andre steder på kloden og fra tidligere tider?

Samfundet var en verden i både teknologisk-materiel og kulturel-ideologisk forandring. Der foregik et generelt skred i produktionsmåde og klassestruktur, der hang sammen med en generel ændring af vestlig tankemåde.

Det var ikke et samfund af lige og frie borgere, men et klas- sedelt samfund, hvor nogle besad magt over andre. Magt kan defineres som det at være i stand til delvist eller helt at overvinde modstand eller til at fremkalde forandringer på trods af modstand (Glebe-Møller, 1977).

#### 3.2.1. VESTEUROPA FREM TIL OMKRING 1400

##### Den feudale produktionsmåde

Feudalismen, dvs. udbytningsforholdet mellem feudalherrer og -bønder var den dominerende produktionsmåde i middelalderen i det me- ste af Europa (og var karakteriserende for samfundet). Udbytningen var ikke skjult, men var baseret på en ikke-økonomisk tvang. Det var tydeligt, at bønderne måtte aflevere en del af merproduktet til feu- dalherrerne (herremændene) enten som arbejdsrente (arbejde på herre- mandens jord eller anden tjenesteydelse), som produktrente (afleve- ring af en del af udbyttet i for af naturalier eller som pengerente (aflevering af penge efter at en del af udbyttet var blevet omsat hertil på varemarkedet). (Det må lige nævnes, at renten og handelen ikke skarpt var enten i naturalier eller i penge. Det kunne være en blanding af naturalier og penge, f.eks. hvis der ikke var mønter nok.) Det var nødvendigt med en politisk-tvangsmæssig sikring af udbytning- gen.

Generelt er det følgende med forbehold for regionale forskel- ligheder. Der var usamtidigheder i udviklingen i Europa.

##### Om den agrare produktionsøkonomi

Kun samfund, som har et tilstrækkeligt teknologisk stade i forhold til naturgrundlaget, kan være klassedelte. Det er nødvendigt,

at der bliver skabt et merprodukt, for at en del af samfundsmedlemmerne kan frigøres fra den direkte produktionsproces og derved opnår en interesse i at leve et arbejdsfrit liv og derfor må tilrane sig magt. Ligeledes er det en nødvendighed, for at der kan opstå videnskaber, at der er et merprodukt i samfundet.

I landbrugssamfund, hvor der kan øves indflydelse på udbyttet i kraft af såning, jordbearbejdning m.v., er der mulighed for at opstå merprodukt.

I slavesamfund er det teknologiske stade sjældent særlig højt, og der sker ingen eller kun få teknologiske innovationer. (Der findes undtagelser jvf. (Finley, 1973, s. 83).) Samtidig med at det er slaverne, der har indblik i produktionsprocessen og derved har mulighed for at udvikle teknologien, har de ingen økonomisk interesse heri. De får hverken mere mad eller tøj af den grund (, men de har en interesse i at lette arbejdet).

Landbruget under feudalismen i Vesteuropa var et helagerbrug, og Vesteuropa var dengang og nu karakteriseret ved en geografi og et klima, hvor landbrugsarbejdet er forholdsvis nemt i forhold til udbyttet. Hvor der er jord (i modsætning til klippe), er landet fladt. Der skal altså ikke bygges terrasser. Jorden er rimelig god, klimaet er tempereret, og regnen falder i passende mængder, hvilket tilsammen betyder, at der kan dyrkes hvede, byg, havre og rug. Det er kornsorter, som kræver mindre arbejde end f.eks. ris. Kornsorterne dengang gav et mindre antal fold i udbytte end nu, men tilsammen var ovennævnte faktorer i stand til at medføre et merprodukt.

Et feudalsamfund adskiller sig fra et slavesamfund ved, at de umiddelbare producenter fæster et stykke jord, og ved at de er herre over en del af eller hele deres tid. De skal selv skaffe til deres underhold ved arbejde på jorden. Herved kan de se en fordel i arbejdsintensivering og udvikling af produktivkræfterne. Det er vigtigt for den lokale feudalherre at reproduktionsbetingelserne for bønderne opretholdes. Han er interesseret i at trække mest muligt ud af de enkelte fastebønder, men uden at smadre deres reproduktionsgrundlag, da der også skal udtrækkes et mer-produkt året efter.

Frem til omkring 1300 tallet var herremændene v.h.a. deres våbenfører mænd i stand til med rå magtanvendelse at tvinge folk til at arbejde og den kvalitative renteform, arbejdsrenten, var udbredt.

Fra 900 tallets midte og frem udformedes den feudale ideologi for at legitimere samfundsstrukturen. Ideologien var baseret på tro og udbredtes gennem kirken, der selv var en stor jordejer. Måske p.g.a. den ændrede mer ideologisk betingede sikring af udbytningen - herremændene var magthavere af Guds nåde -, måske p.g.a. ændrede magtforhold mellem klasserne og måske p.g.a. markedsøkonomiens større udbredelse blev de kvantitative renteformer, produkt- og pengerente, mere almindelige. (Bemærk renteformens udvikling skete meget uens forskellige steder og nogle steder var der tilbageslag fra kvantitativ til kvalitativ udbytning.) På visse herregårde blev der med overgang til en kvantitativ renteform også indført også indført bogholderi over udbytningen af bønderne (hvad enten det så var over tønder korn eller penge).

Under senmiddelalderkrisen (sidste halvdel af 1300 tallet) i Europa faldt fasteafgiften nogen steder til det halve. Hvis der derimod var mulighed for at producere et større merprodukt på fastejorden, fik bønderne det umiddelbart, men var feudalmagten tilstrækkelig stærk satte herremændene fasteafgiften op, så det var dem, der strøg merproduktforøgelsen (- gælder når renteformen er kvantitativ).

#### Udvikling i retning af en statsmagt

Omkring 800 e.Kr. sad Karl den Store (742?-814) på det meste af Europa. Han oprettede en lensstruktur. Han forlendede jord til vassaler på betingelse af, at de ydede militærtjeneste m.v. overfor ham. Lenene var ikke arvelige for vasallerne. De tilhørte kongen. Da kongemagten i midten af 800 tallet blev svag p.g.a. plyndringer udefra, kunne vasallerne efterhånden se bort fra deres forpligtelser. De blev herrer over hver deres større eller mindre område. Samfundet blev decentralt, men det blev det ikke ved med at være.

Det var et samfund gennemsyret af vold, og der var fraktionskampe indbyrdes blandt overklassens medlemmer. Ofte var der en adelig fejderet. Var men et frit menneske (i modsætning til fastebonde), havde man ret til at kæmpe. Indtil omkring 1100 var der jord nok, og der var kamp om arbejdskraften - den skulle ikke forsvinde over til "nabo"godset. Efterhånden, men stadig i den tidlige feudalisme, kom kampene mere til atstå om jorden, som er en del af naturgrundlaget. Den vindende ridder kunne derefter besidde landområdet med erobrerens ret. Der stod kampe om jorden; fordi den under feudalismen var den eneste arbejdsgenstand - det som bearbejdes. Det gjaldt for den herskende klasse om løbende at opretholde muligheden for udbytning - at opnå herredømme over arbejdskraften (bønderne) og jorden for at kunne uddrive merprodukt. Dette skabte ofte interessekonflikter indbyrdes i den herskende klasse. Ydermere eksisterede feudalismen ikke rent. Der var handelskapitalisme. (Se senere i afsnittet) Den, dvs. det at der var markeder og efterhånden pengeøkonomi, skabte mulighed for at ejere kunne skaffe sig luksusvarer og leve i byen. Feudalherreren fik en interesse i at presse renten. Alles kamp mod alle bestemte godsstrukturen.

I et samfund (f.eks. den tidlige feudalisme) med udelukkende feudal produktionsmåde - uden elementer af handelskapitalisme - havde feudalherrerne ikke den samme interesse i at presse renten, da de ikke kunne omsætte et større merprodukt, (men de kunne æde mere).

Da lenene efter 800 blev til godser (dvs. holdt om med at tilhøre kongen) blev de arvelige. Udviklingen gik (efter midten af 900 tallet) i retning af kejserdømme (i Tyskland) og kongedømmer. Herved blev tvangsmagten rationaliseret. Fra 1100 og frem blev godserne til len igen, men vedblev med at være arvelige. Kongen fik en form for politimyndighed - han var i starten den første blandt lige mænd (Frankrig i 1100 tallet) - og skulle forsøge at sikre freden. Fordelen for de enkelte feudalherrer var at de derved kunne undgå at bruge tid og penge på indbyrdes krig og i stedet kunne koncentrere

sig om udbytningen af bønderne. Centraliseringen har dog næppe været med feudalherrernes gode vilje, da kongemagterne efterhånden blev suveræne og ikke kun den første blandt ligemænd (suzeræne - gjaldt specielt i Frankrig i 1100-1200. tallet). Kongerne tiltog sig magt i alliance med kirken og byerne - handelen kan ikke fungere med alt for meget krig.

Med andre ord feudalherrernes interesse i hele tiden at reproducere udbytningsgrundlaget og deres interesse i et luksuskonsum havde som konsekvens et ønske hos de enkelte herremænd om en øgning af det feudale merprodukt. Dette og handelskapitalisternes interesse i fred førte efter hånden til centralisering. Centraliseringstendenserne førte til egentlig sammenhængende statsdannelse.

Kirken centraliseredes også (fra 1050). Den blev løsrevet fra de lokale myndigheder og kom under pavens overhøjhed. Den ændredes fra at være en lokal bispekirke under lokale feudalherrer til at blive en romerkirke. Det hang sammen med, at kirken samtidig var ved at få den funktion at udbrede den feudale ideologi. Derfor skulle den være "ren" og gøres fri for simoni - det, at kirkelige embeder kunne købes. I stedet skulle paven uddele embeder.

#### Handel, byer og handelskapitalisme

I samfund hvor produktion og konsumtion sker samme sted vil pengeøkonomi være uvæsentlig, og derfor hang udviklingen af en pengeøkonomi under feudalismen sammen med den stigende handel. Handel var nødvendig for at skaffe malm til at lave sværd og brynjer af og senere kanoner; klæde skulle eksporteres; der var handel med fødevarer, og der skete, som nævnt, en udvikling i luksuskonsumet. Der blev handlet med varer bragt hjem fra fjerne lande (silke, krydderier). Handelen var nødvendig for feudalsamfundet.

Handelen betød, at der opstod markeder og udvikledes en pengeøkonomi. Det var forudsætning for overgang fra en kvalitativ til en kvantitativ feudal rente, dvs. fra arbejdsrente til produkt- eller pengerenante. Pengeøkonomien (varemarkedet, kvantitativ feudal rente, bogholderiet m.v.) lærte de folk, der kom i berøring hermed at regne og tænke abstrakt (i følgende betydning af ordet: sætte på matematisk form.) Der er mange planer at regne på, men almindelig regning - også kaldet "købmandsregning"! - er en forudsætning for andre former og dermed også en forudsætning for videnskaben fysik.

Fra 1100 tallet var byer begyndt at vokse frem omkring markeder, hvor der blev handlet med landbrugsvarer og/eller varer fra fjerne lande og ydet tjenesteydelser fra håndværkere (i første omgang fra smede).

Jagten efter større produktivitet og udnyttelsen af de nye afsætningsmuligheder til feudaladelen (luksusprodukter), de lærde (jvf. senere) (papir), borgerstanden (gotiske katedraler! 1140 erne) osv. havde ført til teknologiske innovationer, der havde skabt et behov for flere håndværkere.

Handelen udvikledes, da der var et feudalt produceret merpro-

dukt. Overklassen havde produkter, som den kunne bytte med og var interesseret i at bytte med, produkter produceret andre steder. Det skabte købmandsstanden, og det var en begyndende handelskapitalisme. (Teoretisk kommentar: Handelskapitalisme er ikke en produktionsmåde, da købmændenes fortjenester er en del af det feudalt producerede merchandiseprodukt.)

I første række foregik handelen over land eller langs kysterne. Man havde en tradition for at sejle langs kysterne eller på floderne, når man skulle frem. Det havde haft sine fordele i forhold til at bumpe afsted over land med heste, der skulle have hvil osv. og værdimæssigt set var det billigere at sejle. Det var f.eks. først omkring 1200, at man lærte, hvordan heste ved at få sat en ring om skulderpartiet kan trække mere end ved at ha' en ring om halsen.

Centret for handelen med områder udenfor Europa lå ved Middelhavet indtil o. 1500. Da havde de italienske bystater deres blomstringstid (1100-1500) i kraft af bl.a. handel med Mellemøsten. (Venezia, som havde været en del af det Byzantinske rige, havde gamle kontakter hertil.) Handelen havde ført til, at der var blevet dannet nogle stærke og rige købmandsklasser, der havde frigjort byerne fra feudalherrernes reelle overherredømme. Købmændene var den dominerende klasse i de italienske bystater. Handelen var stor og førte nye tanker med sig.

Handelen med orienten var en del af den "oprindelige kapitalakkumulation".

#### Lærdomsbehov

Centraliseringstendenserne førte til egentlig sammenhængende statsdannelse. En central magt skaber et behov for administration, og det førte til dannelsen af en embedsmandsklasse, som skulle kunne læse og skrive. Embedsmændene var (i Tyskland og Skandinavien m.v.) substrat for de lærde. Byernes opståen som autonome enheder og indførelsen af bogholderi (handelskapitalistisk teknik) hos godsejerne skabte et tilsvarende behov for lærde. (Det sidste er et eksempel, der underbygger, at handelskapitalismen efterhånden blev strukturelt dominerende, hvilket er et ofte diskuteret spørgsmål) - Også kirkens centralisering samt det, at kirkens folk, for ikke at miste sin legitimitet overfor de øvrige lærde, begyndte at begrunde sin lære i fornuft (fra o. 1050), gav et øget lærdomsbehov. En del af det samfundsmæssige merchandise gik altså til at holde liv i en ikke produktiv samfundsgruppe.

De lærdes professionelle arbejde var ens i de forskellige lande - administration, lægegerning og præstegerning. De havde en fælles reference ramme. Da de udgjorde en lille del af befolkningen var de nød til at være mobile for at kunne udveksle lærdom (jura, medicin, teologi m.v.).

### Universiteter

Rationaliseringstendenserne i begyndelsen af dette årtusind førte af ovennævnte årsager til et stærkt øget uddannelsesbehov både af jurister, lærere, læger og præster. Den offentlige frie undervisning kom (jvf. afsnit 4.2.) til at foregå i de bysamfund, der var udviklet omkring handel og håndværk. Her var der boliger og spisesteder, og der var plads til et større antal mennesker, der kunne være rammen om et lærdomsmiljø. Universiteterne udvikledes fra 1200 tallet og før (Studium Generale). De lærde læste ved hinandens universiteter og havde latin som fællessprog - et sprog som (bortset fra iblandt de lærde) ikke længere var et talesprog. (De udgjorde et "internationalt broderskab - de lærdes republik".)

Siden den græske antik havde en god uddannelse indeholdt artes liberales (de syv frie kunster: grammatik, retorik, dialektik, (og) aritmetik, geometri, musik og astronomi). De var f.eks. blevet dyrket på katedralskolerne, der havde en betydning fra omkring 950. Man (dvs. de lærde) vidste fra romerne (Cicero) at den græske filosofi fandtes, men ikke nærmere hvad den indeholdt, og man begyndte at søge den frem. I første omgang fik man værkerne fra araberne, men i 1170 var artes liberales oversat komplet direkte fra græsk til latin. Aristoteles værker (herunder hans naturfilosofi, som ikke hører under artes liberales) blev komplet oversat (væsentligst) i 1200 tallet.

Artes liberales og naturfilosofi indgik i universiteternes grunduddannelse. Efter denne grunduddannelse fulgte specialstudier i medicin, jura og teologi - dog ikke alle fag ved alle universiteter.

De lærde og dermed universiteterne opnåede en vis form for relativ autonomi p.g.a. magthavernes stadige behov for dem. Juristerne skulle holde samfundet sammen, og præsterne (og lærerne) stod for legitimeringen af det. Den katolske kirke fungerede i høj grad legitimrende for feudalsamfundet. Den havde autoritet (ideologisk magt) og desuden økonomisk magt, da den ejede omkring 1/3 af al jorden. Kirkens folk var altså både gejstlige og verdslige magthavere.

Universiteterne havde til en start indeholdt i sig et selvudviklende potentiale - erkendelse skaber behov for ny erkendelse, men den store mængde af græske værker om alt mellem himmel og jord, som middelalder universitetsfolkene til tider havde besvær med at forstå, gav dem, det indtryk, at alle sandheder var erkendt, alt er klarlagt, og at der ikke kunne tilføjes noget. De fik et statisk verdensbillede. Denne måde at søge også naturerkendelse på (i bøgerne) varede ved gennem middelalderen.

Universiteterne blev efterhånden indfanget under pavens overhøjhed, da de græske tanker var farlige for kirkens autoritet. Omkring 1250 lavede Thomas Aquinas og Albertus Magnus det såkaldt thomistiske system. (Se afsnit 4.2.) Begge dele var med til at lærdommen stivnede. Den blev måske nok diskuteret, men al videreudvikling skete på et på forhånd defineret grundlag.

I det feudale samfund havde alle samfundsdrag en fast plads. Ideologien skulle legitimere et statisk samfund. Den aristotelisk-ptolemaiske filosofi passede ind som en del af ideologien, da den si-

ger, at alt har en naturlig plads og da den forsøger at forklare, hvorfor ting sker, som de gør. Filosofien udtalte sig om det statiske i naturen og om det statiske samfund.

### 3.2.2. VESTEUROPA FRA OMKRING 1400

#### Om overgangen fra feudalisme til kapitalisme

1400-1700 tallets (Vest)europa må betegnes som et overgangssamfund mellem feudalismen, som dominerende produktionsmåde og kapitalismen som dominerende produktionsmåde. Hvilken klasse var den herskende i perioden?

Overgangen fra feudalisme til kapitalisme har været meget diskuteret, og bliver det stadig. Hvilke begreber skal bruges? Hvordan var dominansforholdet mellem produktion og cirkulation i overgangen fra feudalisme til kapitalisme?

Jeg har brugt følgende definition af feudalismen - udbytningsforholdet mellem feudalherrer og ufri bønder, hvor udbytningen er baseret på en ekstra-økonomisk tvang.

Under kapitalismen - udbytningsforholdet mellem kapitalejere (fabriksejere) og arbejdere - er udbytningen økonomisk-tvangsmæssigt sikret. Den er indbygget i produktionsprocessen. Arbejderen er dobbelt fri - fri fra produktionsmidlerne og fri til at sælge sin arbejdskraft.

"Feudalisme" og "kapitalisme" er her social-økonomiske begreber og overgangsprocessen fra feudalisme til kapitalisme er derfor væsentligst en forandring i den sociale eksistens-form for arbejdskraften.

Da den feudale produktionsmåde var brutt sammen, banede de borgerlige revolutioner (England 1650, Frankrig 1789) vejen for kapitalismen. Indtil de nævnte tidspunkter må samfundet betegnes som feudalt, da feudalismen var kvantitativt dominerende som udbytningsform.

Om overgangen skal forstås som bestemt af ændring i produktionsforholdene eller som bestemt af markedsøkonomien kan opstilles som et spørgsmål om enten-eller; men overgangen må snarere "ses som et produkt af den konkrete "samvirken" af samfundsformationens former, indenfor de bestemmelser, som er givet i og med de produktionsmåder, som kæmper om dominansen." (Jensen, 1980, s. 12) Enig.

Med sædvanligt forbehold for regionale forskelligheder og usamtidigheder i udviklingen opstod i 1500 tallet den absolutistiske stat i Vesteuropa. Det var centraliserede monarkier. Om det var feudaladelens stat eller om det var borgerskabets stat hænger sammen med ovenstående, og bliver også til stadighed diskuteret. Det var da heller ikke altid lige entydigt, da magtforholdene skiftede, men generelt må de nok betegnes som feudaladelens stat under overgangen til kapitalismen, selv om staterne indførte stående hære, havde bureauratiskat

og kædificerede love, som også er kapitalistiske strukturer. Jeg vil ikke uddybe diskussionen omkring overgangen mellem feudalismen og kapitalismen nærmere her, da det vigtigste i forbindelse med dette projekt er, at der var handelskapitalisme. Handelskapitalismen kan ikke betegnes som en produktionsmåde, da købmændenes fortjenester var en del af det feudalt producerede merprodukt, men handelskapitalistiske relationer var strukturelt dominerende for overgangssamfundet.

#### Produktionsøkonomi

Der var kun meget lidt manufaktur. Produktionsøkonomien var i det væsentligste feudal. Se herom i afsnit 3.2.1.

#### Cirkulationsøkonomi, bykultur og sekulariseringstendens

Omkring 1500 flyttedes handelscentret fra Italien ved Middelhavet (jvf. 3.2.1.) ud til Spanien, Frankrig, Holland, England ved Atlanterhavet. De temmelig centraliserede monarkier forsøgte at erobre fordele fra italienerne. De sejlede ud på oceanet for at komme rundt om jorden til Indien. "Man" havde troet, og allerede Aristoteles troede, at Indien ikke lå så forfærdeligt langt ude i Atlanterhavet.

Efter at Amerika var "opdaget" fik man stærkt brug for at udvikle navigationen - kompas, korttegning, længdegradsbestemmelse m.v.. Ikke mindst længdegradsbestemmesproblemet førte til udforskning af astronomien og solsystemet. Breddegradsbestemmelse havde siden antikken ikke været andet end et teknisk problem. Bredegraden kan bestemmes ud fra datoen og solens højde over horisonten kl. 12.

Blandt de 'højere' specialiserede håndværkere og de handlende i byerne var der grobund for en ny dynamisk tænkemåde i kraft af, at håndværkerne er selvstændige/frie, dvs. ejer deres egne arbejdsmidler og arbejdsgenstande og er herre over deres egen tid. Disse "højere" specialiserede håndværkere havde brug for de lærdes - især matematisernes - viden. Samt i kraft af at købmændene også er selvstændige/frie. De stryger selv evt. fortjeneste. Dette fører til et ønske om at sælge så dyrt som muligt. Det passede ikke med den ideologi, som kirken fremførte, der var en del af legitimeringen af feudalsamfundet. F.eks. var det syndigt at drive åger. Penge skulle lånes ud for at hjælpe en, der manglede, og ikke for at udnytte ham(/hende). Desuden mente kirken, at enhver være havde en fast og naturlig pris, som udtrykte det arbejde, der var lagt i den. Efterhånden som købmandsklassen blev større og sterkere, fik den skiftet ideologien ud med én, der ikke 'bå' noget suspekt i åger, og hvor markedspriserne blev fri. Fra midten af 1400 tallet fremførte købmændene endog den holdning, at fattigdom udvikler menneskets dårlige egenskaber, og at rigdom udvikler de venlige og forstående sider. (Ambjörnsson, 1969) Heri ligger lidt af den aristokratiske samfundsopfattelse. Handelskapitalisternes ideologi var i første omgang blokerende overfor en kapitalistisk ideologi. Det gjaldt ikke om at sætte produktion i gang, men om pral med

rigdom; men da den virkede nedbrydende overfor den feudale ideologi, banede den herved vej for en opbygning af den ideologi, der skulle komme til at legitimere kapitalismen. "Enhver er sin egen lykkes smed", som står i modsætning til det feudale hierarki, hvor enhver og alt har sin faste plads. Kort sagt handelskapitalisterne var med til at sikre den feudale overklasses luksuskonsum, men samtidig da de levede i en niche i samfundet, som frie, udviklede de deres egen ideologi, som kom til at stå i modsætning til den feudale.

Under feudalismens fremtrædelsesform som centrale samfund var der flere niches i samfundet til grupper, der ikke var umiddelbare producenter. Der var købmænd, universitetslærere og -studerende m.fl.. Samfundet blev mere sammenhængende (infrastruktur), fordi de enkelte grupper blev mere afhængige af hinanden - de fungerede ikke kun inden for deres egen lille ramme. Det øgede kommunikationsbehov førte til at infrastrukturen blev udviklet. Det havde en funktion i forhold kommunikation mellem de lærde, (De kunne rejse og sende breve.)

Universitetet i Paris var indtil 1350, det mest diskuterende af universiteterne, men da kirken ikke længere betalte for folk, der kunne komme og studere ved det, "stivnede" det. Herefter var det de norditalienske universiteter, der var friest stillet. De udviklede en anden diskuterende tradition (se afsnit 4.4.). Frem til og specielt i 1400 og 1500 tallet var universitetet i Padua i republikken Venezia et sted, hvor nye ideer fra hele Europa mødtes, diskuteredes og udvikledes, og for så vidt dette overhovedet skete ved universiteterne.

Betydningsfuldt, i forhold til at nogle af de lærde kunne frigøre sig fra båndene (pavens) på de nordlige universiteter i Europa og oprette nogle nye institutioner, videnskabsakademierne (se afsnit 4.3.), hvor der var rum for nye tanker, var, at man fra midten af 1400 tallet blev i stand til at trykke med løse blytyper. Imod slutningen af århundret var der mange bogtrykkere, og det var ikke længere nødvendigt at gå hen på universitetet for at skrive af. Bøgerne kunne købes trykte.

Den ny videnskab, som voksede frem i 1400-1700 tallet - i det væsentligste startende med Kopernikus' lancering af et heliocentrisk verdensbillede i 1543 - legitimerede sig i forhold til købmændene udfra sin nutteværdi. Der var også købmænd som medlemmer af Royal Society. (se afsnit 4.3.) En kendsgerning var det da også, at en del af videnskabens umiddelbare afkast, som kartografi og kompas, kunne bruges af handelskapitalisterne, men rigtig betydning i forhold til teknologien fik den først i 1800 tallet.

Det opkommende borgerskab måtte for at befæste sin materielle magt vinde den ideologiske kamp. Dets interesser skulle fremstilles som fælles interesse. Fæstebonden "skulle også overbevises, således at han med god samvittighed og fornuftens hjælp plus et par arbejdskræfter kunne blæse feudalherren en lang march og drage til byerne for at sælge sin arbejdskraft..." (Striegler, 1973). Jvf.:

"Den herskende klasses tanker er i hver epoke de herskende tanker, dvs. den klasse, som er den herskende materielle magt i samfundet, er tillige dets herskende åndelige magt. Den klasse som råder over midlerne til

materiel produktion disponerer tillige over midlerne til åndelig produktion, ...."

(Marx, 1974, s. 58-59)

og

"Hver ny klasse, der sætter sig selv i stedet for den klasse, der herskede tidligere, er - allerede for at gennemføre sit formål - nødt til at fremstille sin interesse som fælles interesse for alle medlemmer af samfundet, ...."

(MarX, 1974, s.60)

Borgerskabet byggede sin ideologi på den sunde fornuft og det frie initiativ. - Det er en dynamisk holdning - forandring er tilladt. Borgerskabet havde en interesse i en videnskab, der kunne udnyttes materielt, men større betydning havde det, at det (borgerskabet) havde brug for et våben imod den feudale ideologi, der blev formidlet af kirken.

### 3.2.3. ITALIEN

Galilei levede i Italien fra 1564 til 1642. Italien bestod dengang af en del mindre stater med forskellige styreformer, og det har haft betydning i forhold til Galilei. F. eks. da han i 1592 var råget uklar med myndighederne i Firenze, kunne han skifte fra universitetet i Pisa, som lå i bystaten Firenze, til universitetet i Padua i bystaten Venezia. (Wutnow, 1979, s.218)

Hvorfor kom der aldrig absolutisme (= før omtalte centrale kongemagter) i Italien, når nu det var tendensen nord for Alperne? Nedenfor er kort søgt argumenteret herfor. (Argumentationen bygger på (Anderson, 1978, s. 151-183))

"Bystat" har her en anden betydning end i det græske slavesamfund. Byens indbyggere var i første omgang byboere og ikke jordejere. Byerne stod ofte i modsætning til det feudale landbrug.

Pavedømmet der var meget stærkt som gejstlig magthaver i det meste af Europa, forsøgte også at opnå verdslig magt over Italien, hvilket ikke lykkedes, men det havde dog en betydning i forhold til at hindre andre i at sætte sig som magthaver over hele halvøen.

Handelskapitalismen var stærkt udviklet i Norditalien, og det var den væsentligste årsag til, at der ikke blev udviklet en central stat omfattende hele halvøen (Italien).

Byernes top bestod af købmænd, bankierer, manufakturister og advokater, og den store masse udgjordes først og fremmest af håndværkere. Deres måde at fungere på var først og fremmest bestemt af bylivet - markedet var det vigtigste.

I byerne eksisterede et laugsvæsen, der skulle beskytte de enkelte erhverv og hævdholde kvaliteten af produkterne. Det kunne ikke være andet end en bremse for en udvikling af en kapitalistiske produktionsmåde - en bremse for adskillelsen af de umiddelbare producenter fra produktionsmidlerne. (Der fandtes dog eksempelvis i Firenze en klædesmanufaktur med lønarbejde, men det var ikke det sædvanlige.) Konkurrencen fra friere udenlandske industrier, som havde lavere produktionsomkostninger, førte til slut til produktionsnedgang. Laugsvæsenet hindrede teknisk udvikling.

Den italienske handelskapital var ikke underlagt de samme bånd, men den var relativt teknisk træg og dårligt placeret i forhold til Atlanterhavsstaterne. Som tidligere nævnt troede "man", at Indien låude i Atlanterhavet og handelskapitalisterne ved Atlanterhavskysten havde det mål at vinde frem. De var nød til at udvikle søfarten. Handelskapitalisterne i Italien så ikke faren for at blive udkonkurreret, førend det var for sent. Derfor mistede den og dermed de italienske bystater deres dominerende placering indenfor fjernhandelen. (Andersson, 1978).

Nogle af de vigtigste stater på halvøen var Firenze (Medicierenes arvedømme), Venezia (sørepublik), Genova (sørepublik), Milano, Rom og Napoli. I 1451 blev der sluttet fred mellem de mange stater, der indtil da havde kæmpet indbyrdes både militært og politisk (- og økonominisk, men her blev der ikke sluttet fred). I slutningen af 1400 tallet og i 1500 tallet kæmpede Frankrig og Spanien begge om herredømmet over Italien.

På grund af Italiens centrale placering for handelsruterne mellem Vesteuropa og Mellemøsten, Indien indtil o. 1500 var der en overflod af byer, og p.g.a. jorden ikke er den allermest velegnede til korndyrkning var der ikke en feudaladel af større betydning. Altså Italien var omkring 1600 en halvø, der bestod af mange forholdsvis små bystater.



En pengeudlåner og hans kone

LITTERATUR:

Perry Anderson

Den absoluta statens utveckling

Bo Cavefors Bokförlag

Stockholm

1978

Perry Anderson

Fra antikken til feudalismen

Medusa

København

1979

Ronny Ambjörnsson og Aant Elzinga

Tradition och revolution,

Huvuddrag i det europeiske tänkandets historia, del 1.

Bo Cavefors Bokförlag

Stockholm

1969

Poul Arendsborg, Laila Solveig Pedersen, Rikke Koch Petersen

Universiteternes opst  n i Vesteuropa i det trettende århundre.

Med speciel henblik på deres forudsætninger

Roskilde Universitetscenter

Roskilde

Maj 1982

J. D. Bernal

Videnskabens historie,

Bind 2: De videnskabelige og industrielle revolutioner

Pax Modtryk

Oslo

1978

M. I. Finley

The Ancient Economy, chapter 3

Chatto & Windus

London

1973

Jens Glebe-M ller

Om religion. En introduktionsbog.

Hans Reitzels Forlag.

København

1977

Henrik Jensen (red.)

Overgangen fra feudalisme til kapitalisme

Aurora

København

1980

Henrik Jensen og Ib Thiersen

Verdenshistorie

Gyldendal

København

1980

Karl Marx

Skrifter i udvalg. Den tyske ideologi. Filosofiens Elendighed

Rhodos

København

1974

Karl Marx

Kapitalen. Kritik af den politiske økonomi. 1.bog 4, kap. 24 og 25.

Rhodos

København

1971

Brian Pullan

Rich and poor in renaissance Venice:

the social institutions af a catholic state, to 1620, Introduction.

Basil Blackwell

Oxford

1971

Leif S. Striegler

Videnskabsteori: revolutioner i naturvidenskaberne

Studienævnet under det matematisk-naturvidenskabelige hovedområde

Københavns Universitet

København

1973

Immanuel Wallerstein

The modern world-system

Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy  
in the Sixteenth Century

Academic Press

New York og London

1974

Wutnow

Emergence of modern science and world system theory.

Theory & Society, bind 8

1979

4. FYSIKHISTORIE - MED SIGTE PÅ NATUR-  
ERKENDELSENS FORMAL, GENSTANDSOMRÅDE,  
METODER OG FUNKTION

## 4.1 OM ARISTOTELES' FYSIK OG FILOSOFI

### 4.1.1. OM ARISTOTELES' FILOSOFI

Dette afsnit skal handle om forskeren og filosoffen Aristoteles' lære. Hvor og hvornår levede Aristoteles? og hvad var formålet med det, han lavede? Hvilke genstandsområder beskæftigede han sig med? og hvordan?

Aristoteles levede i Grækenland for over 2000 år siden (fra 384 f.Kr. til 322 f.Kr.). Han tilhørte overklassen og havde derfor mulighed for at studere og siden for at forske og filosofere. Han opnåede gennem det meste af sit liv specielle fordele fra de græske byer og konger. Måske specielt fra makedonieren Alexander den Store, der regeerde over Grækenland fra 336 f.Kr. til 323 f.Kr. (Aristoteles var hans lærer.)

Aristoteles var elev af Platon og underviste på dennes Akademi i Athen op til 247 f.Kr. Senere (i 335 f.Kr.) oprettede Aristoteles sit eget, Lykeion. (D.Sc.B. og Bernal 1, 1978)

I modsætning til forskere nu om stunder, der ofte er specialister på et lille felt, bredte Aristoteles sig over så forskellige områder som fysik, himmellære, meteorologi, psykologi, biologi, poetik, retorik, etik, politik og erkendelsesteori, dvs. at hans forskning og filosofi havde berøringsflader med næsten alle sider af tilværelsen.

Aristoteles inddelte "systematisk teoretisk viden" i 3 trin. (D.Sc.B., Vol. 1.). På første trin, der dækker over fysik og naturhistorie, er det selve tingene, der gøres til genstand for studium. Her gør han forsvindende lidt brug af matematik. (Fysikere ved forskningsfronten i dag kan ikke undgå brug af matematik!) Andet trin er matematik. Tredje trin er metafysik (Lund, 1973). Jeg vil nu komme nærmere ind på hans fysik.

Aristoteles udtrykte en filosofi om verden inden for fysik og himmellæreren. Himmellærrens område var det, der var over månesfæren - det der var ens fra dag til dag - det der ikke ændrede sig. Det bevægede sig kun i cirkelbevægelser.

Begrebet fysik brugte han både i en bredere og snævrere betydning end vi gør i dag. Snævrere fordi fysik ikke indeholder himmelbevægelser, og bredere fordi fysik omhandler (hele) naturen, hvor natur er det, der er under månesfæren (og som indeholder jorden - verdens centrum).

Formålet for ham med at beskæftige sig med fysik var at forklare det, der sker i naturen. Natur er netop kendtegnet ved forandring og bevægelse.

Aristoteles sagde, at naturen gjorde intet forgæves - ikke uden formål - og en forklaring bliver at finde frem til fænomenets natur eller væsen. (D.Sc.B., Vol.1. og Sjøberg 1981)

Aristoteles' metode inden for fysik var at diskutere de overbevisninger og den almindelige brug af bestemte begreber, som blev brugt inden for de dominérerende grupper i samfundet. (D.Sc.B., Vol.1. og Sjøberg, 1981)

I følge Bernal sagde Aristoteles aldrig andet, end hvad folk allerede troede. Han forklarede, at sådan som folk kendte verden, sådan var den (Bernal 1, 1978, s. 209). Det er ikke helt rigtigt, da Aristoteles rent faktisk undersøger den konkrete verden. F.eks. disserker han dyr. Ydermere diskuterede han uenigheder mellem filosoffer. Det er dog rigtigt i den forstand, at han ikke foretog konstruerede eksperimenter.

Aristoteles opfinder hverken nye ord eller laver ny teori til allerede kendte ord, men han præciserer deres betydning. Han søger at bestemme hvad ordene indeholder, hvad der eksisterer/ikke eksisterer, og hvad der er hensigten med det, der sker i naturen (- hvorfor det sker).

Eksempel på hvad ordet "sted" indeholder (s. 212 a i Aristotle, *Psysica*) Bemærk at "sted" defineres som værende udstrakt. Heroverfor står, at fra Galilei og frem er "sted" et punkt (inden for matematik og naturvidenskab):

"Just, in fact, as the vessel is transportable place, so place is non-portable vessel. So when what is within, a thing which is moved, is moved and changes its place, as a boat on a river, what contains plays the part of a vessel rather than that of a place. Place on the other hand is rather what is motionsless: so it is rather the whole river that is place, because as a whole it is motionless.

Hence we conclude that *the innermost motionless boundary of what contains is place.*

Eksempel på Aristoteles' diskussion af hvad der eksisterer og ikke eksisterer (s. 216 b i Aristotle, *Psysica*):

"It is absurd to suppose that purpose is not present because we do not observe the agent deliberating. Art does not deliberate. If the ship-building art were in the wood, it would produce the same results *by nature*. If, therefore, purpose is present in art, it is present also in nature. The best illustration is a doctor doctoring himself: nature is like that.

It is plain then that nature is a cause, a cause that operates for a purpose."

Aristoteles mener, at en forandring må forklares ud fra fire grunde: den materielle (den substans, der indgår i processen), den formale (de almene lovmæssigheder, der gælder for processen), den effektive (igangsættende), samt den finale (formål, hensigtsmæssighed, funktionalitet). Hans fysik og filosofi var altså teleologisk.

Aristoteles lavede **hverken eksperimenter eller praktisk arbejde**. Det sidste blev betragtet som under en filosofs værdighed. Dette hang i høj grad sammen med slaveriet. Selvom også frie mænd udførte kropsligt arbejde, blev dette betragtet som simpelt. Derfor havde Aristoteles kun en iagttagers viden om håndværk m.v. Hans fysik blev altså ikke brugt til og skulle ikke bruges til at udvikle teknik, da der var nok arbejdskraft: slaver.

Derimod foretog han tankeeksperimenter, hvor han tog sit udgangspunkt i egne eller andres observationer af den fysiske verden (- af naturen), - først fænomenerne og så teorierne til at forklare dem med (D.Sc.B., Vol. 1.). På baggrund heraf giver Bernal ham følgende karakteristik:

"Aristoteles var tilfreds med å gjøre det beste ut av tingene slik de var. Han var framfor alt den sunne fornufts filosof, nesten til det trivielle."

(s. 199-200 i Bernal 1, 1978)

Ofte bruger Aristoteles vendingen "vi ser", men da senere forskere (heriblandt Galilei) gik i gang med at foretage de eksperimenter, Aristoteles havde beskrevet, så **de ikke** det, som Aristoteles havde havet, at man så. (D.Sc.B., Vol. 1.)

Et flere steder omtalt eksempel herpå handler om stenen, der falder ned fra en mast på et skib i bevægelsé. I aristotelisk fysik falder den et stykke bag masten, men faktisk (hvis vi ser bort fra eventuelle forstyrrelser p.g.a. blæst) falder den ved mastens fod. (Nedskrevet efter hukommelsen - selv om det er forbudt).

Aristoteles var mere end villig til at acceptere ukontrollede observationer og springe til store konklusioner. (D.Sc.B., Vol. 1.)

Eller udtrykt på en anden måde: Aristoteles' fysik blev kun brugt filiosofisk, så han havde ikke et behov for sikker og eksakt viden.

#### 4.1.2. ARISTOTELES' BEVEGELSESLÆRE FOR NATUREN

Det følgende er en kort gennemgang af nogle af Aristoteles' begreber, bl.a. ændring, bevægelse og flytning.

Ligesom de forskere (Galilei og Newton), der senere gør op med hans fysik, laver Aristoteles generaliseringer. Disse passer med hvad de dominerende grupper i datidens græske samfund havde af interesser og idéer (Sjøberg, 1981). (Jvf. "at nogle mænd er slaver, fordi det er deres natur" - et Aristoteles-citat (se dog afsnit 3.1.)).

Den klassiske mekanik vil forklare hastighedsændringer af partikler og legemer. Heroverfor har Aristoteles begrebet flytning, hvor det er ændring af stedet, der skal forklares. Flytning er hos Aristoteles en del af et bredere begreb bevægelse, som er en del af et endnu bredere begreb ændring. Dette dækker over meget, som vi i dag

regner for at være helt forskelligt, f.eks. rødme, lave en statue ud af bronze, løbe og bygge; men Aristoteles' generalisering dækker over dagligdags velkendte fænomener og er let forståelig.

Om alle kategorierne (substans, kvantitet, kvalitet, relation, sted, tid, position, tilstand, aktion og affektion) bruges begrebet ændring (når der sker en forandring med den).

Eksempel (fra s. 1 b-2 a i Aristotle, Categoriae, til uddybning af kategorierne:

"Expressions which are no way composite signify substance, quantity, quality, relation, place, time, position, state, action, or affection. To sketch my meaning roughly, examples of substance are "man" or "the horse", of quantity, such terms as "two cubit long" or "three cubits long", of quality, such attributes as "white", "grammatical". "Double", "half", "greater", fall under the category of relation; "in the market place", "in the Lyceum", under that of place; "yesterday", "last year", under that of time. "lying", "sitting", are terms indicating "position"; "shod", "armed", state; "to lance", "to cauterize", action; "to be lanced", "to be cauterized", affection."

Begrebet bevægelse bruger han kun om (ændring af) kvalitet, (stigning og formindskelse af) kvantitet og (flytning af) sted. (Aristotle, Categoriae og Aristotle, Physica)

Der ses altså en tydelig forskel mellem Aristoteles' sammenfatninger (generaliseringer) og de generelle begreber, som opkom med Galilei og Newton, og som vi stadigvæk bruger. F.eks. er vores kraftbegreb så abstrakt, så det ikke umiddelbart kan forstås.

Hjem siger, at hvis to slaver kan skubbe en sten stykket s på tiden t, at én slave så kan skubbe stenen halvdelen af vejen s i tiden t. Det kan være, at han slet ikke kan rokke stenen. Dette er også et af Aristoteles' vigtige udgangspunkter - de dagligdags iagttagelser af hvad der kan lade sig gøre og ikke kan lade sig gøre.

Et eksempel på Aristoteles' råsonneren. (s. 249 b-250 a i Aristotle, Physica):

"If, then, A the movent have moved B a distance  $\Gamma$  in a time  $\Delta$ , then in the same time the same force A will move  $\frac{1}{2}$  B twice the distance  $\Gamma$ , and in  $\frac{1}{2}\Delta$  it will move  $\frac{1}{2}$  B the whole distance  $\Gamma$ : for thus the rules of proportion will be observed. Again if a given force move a given weight a certain distance in a certain time and half the distance in half the time, half the motive

power will move half the weight the same distance in the same time. Let E represent half the motive power A and Z half the weight B: then the ratio between the motive power and the weight in the one case is similar and proportionate to the ratio in the other, so that each force will cause the same distance to be traversed in the same time.

But if E move Z a distance  $\Gamma$  in a time  $\Delta$ , it does not necessarily follow that E can move twice Z half the distance  $\Gamma$  in the same time. If, then, A move B a distance  $\Gamma$  in a time  $\Delta$ , it does not follow that E, being half of A, will in the time  $\Delta$  or in any fraction of it cause B to traverse a part of  $\Gamma$  the ratio between which and the whole of  $\Gamma$  is proportionate to that between A and E (whatever fraction of A E may be): in fact it might well be that it will cause no motion at all; for it does not follow that, if a given motive power causes a certain amount of motion, half the power will cause motion either of any particular amount or in any length of time: otherwise one man might move a ship, since both the motive power and the shippers and the distance that they all cause the ship to traverse are divisible into as many parts as there are men.

Ovenstående skema er et af flere skemaer i Aristoteles' fysik, som sammenfatter flytning med dens årsag. Der er flere, der senere har sat disse - Aristoteles' bevægelseslære - på abstrakt (i betydningen matematisk) form. JHJ sammenfatter det meget forsimplet til at kraften er lig massen gange hastigheden ( $F = mv$ ) i (Knudsen, 1967) er lavet følgende sammenfatning (s. 27-28):

"Grundtanken i den Aristoteliske dynamik er, at jo stærkere den bevægende kraft F er, og jo mindre bevægelsesmodstanden R er, des mere intensiv bliver bevægelsen, dvs. des større bliver hastigheden. På abstrakt form kan vi udtrykke dette ved at skrive:

$$v = f \cdot \frac{F}{R} \text{ for } F > R \quad \text{og } v = 0 \text{ for } F \leq R$$

hvor f er en proportionalitetsfaktor. Den tilføjede betingelse er nødvendig, idet en kraft mindre end modstanden ikke vil kunne bevæge legemet overhovedet. f a l d b e v æ g e l s e n. Den bevægende kraft er her tyngden, som Aristoteles mäter ved legemets vægt. Bevægelsesmodstande afhænger derimod af tætheden af det medium, hvori legemet falder. Heraf følger:

- 1) I samme medium falder legemerne hurtigere, jo tungere de er, og

2) Samme legeme falder i forskellige medier hurtigere, jo mindre tæthedten af mediet er."

- men det må kraftigt understreges, at dette er forskelligt fra Aristoteles' måde at udtrykke sine love på. Det er vores nuværende fysiksprog, der er overlejret de sammenhænge, han så.

Newton's anden lov udtrykker at kraften er lig massen gange accelerationen ( $F = ma$ ). Aristoteles levede "i en verden med små hastigheder og stor friktion" (Sjøberg, 1981), hvor enhver bevægelse forudsatte en kraft, så for Aristoteles er jævne hastigheder det almindelige. Accelerationsperioderne er negligible. Dermed passer Aristoteles' fysik ( $F = mv$ ) faktisk i mange tilfælde som beskrivelsen af den fysiske virkelighed.

Bevægelse opdelte han i naturlig og tvungen bevægelse. Naturlig bevægelser er, når et legeme falder til jorden, da jorden er dets naturlige sted; eller når ild stiger til vejrs, da ild har sit naturlige sted lige under månesfæren. De virkende krafter var henholdsvis tyngden, som bor i legemet, og lethed, som bor i ilden. (De søgte hjem af kærlighed.) Tvungen bevægelse bliver derimod påført udefra og er forskellig fra naturlig bevægelse, f.eks. er flytning af en sak fra jorden og op på et hustag tvungen bevægelse.

Ild og jord er to af de fire elementer, der findes i naturen (dvs under månen). De to andre er luft og vand. Allé har de deres naturlige placering: jorden er tungest i centrum, det lettere vand uden om, derefter luft og til sidst ilden, der er lettest. Af disse fire elementer er alt andet sammensat, og de kan omdannes til hinanden. Det er sammensætningen af et legeme, der bestemmer dets naturlige plads. De fire elementer er ikke nogen, Aristoteles har fundet på. Platon havde dem også, og de kan spores tilbage som en del af den folkelige tradition (D.Sc.B., Vol.1.).

Den ovenfor omtalte bevægelseslære for naturen bygger på følgende hovedbegreber uddover bevægelse: det uendelige eller vedvarenhed, sted, det tomme og tid.

- Aristoteles siger, at tid, bevægelse og tænkning er uendelig og at størrelse ikke er uendelig (s. 208 a i (Aristotle, *Physica*)). (Jeg vil overspringe hans argumenter).

- Sted defineres som det, der omkranser legemer (s. 209 a i (Aristotle, *Physica*)) og man ville ikke have tænkt på stedet, hvis der ikke havde været en speciel slags bevægelse, nemlig den med hensyn til stedet (s. 211 a i (Aristotle *Physica*)).

Det tomme eksisterer ikke. Herfor har Aristoteles, som han for det meste har, flere uafhængige argumenter. (Hans store indflydelse både på hans egen tid og fremover stammer nok for en stor del fra usammenlignelig dygtighed til at komme med modargumenter (D.Sc.B., Vol. 1.). Et af argumenterne mod det tommes eksistens, påpeger Bernal (Bernal 1, 1978) og Sjøberg (Sjøberg, 1981), er netop det absurde i Newtons første lov: "Et legeme forbliver i den tilstand, det er i, hvile eller jævn bevægelse fremad, sålænge ingen ydre krafter tvinger det til at forandre sin tilstand." Sammenlign dette med følgende (fra s. 215 a i

(Aristotle, *Physica*):

"Futher, no one could say why a thing once set in motion should stop anywhere; for why should it stop *here* rather than *here*? So that a thing will either be at rest or must be moved *ad infinitum*, unless something more powerfull get in its way."

- Tid er et tal der tæller mere eller mindre bevægelse (s. 219 b i (Aristotle, *Physica*)), men tiden måles også v.h.a. bevægelse (s. 220 b i (Aristotle, *Physica*)), f.eks. ved himmellegemernes bevægelse og er ligesom denne uendelig og en cirkel (s. 223 b i (Aristotle, *Physica*)). Tider aldrig begyndt.

Her ses der en sammenknytning mellem himlen og naturen. Tid bruges til at måle bevægelse i den foranderlige natur og konstateres i den uforanderlige himmel, som indeholder fixstjernerne og planeterne (vandrestjerner) og det femte element ater. Ellers sammenknyttede Aristoteles ikke bevægelserne i det endeløse himmelrum med bevægelserne på jorden. Dette kommer først et par årtusinde senere.

Bemærk at der her er en modsigelse i Aristoteles' begrebsapparat. Læren om himlen og læren om jordiske fænomener (fysik) er adskilt. Endring (forandring) er et fysikbegreb og indeholder underbegrebet bevægelse. Alligevel er himlen uforanderlig, men dog i bevægelse (cirkelbevægelse).

Kort sagt, Aristoteles' fysik tog udgangspunkt i dagligdags erfaringer og viden, men blev kun filosofisk anvendt. Han eksperimenterede ikke og brugte ikke matematik inden for bevægelseslæren i fysik. På det biologiske område dissekerede han dog og foretog systematiske undersøgelser. Hans formål var at finde hensigten med det, der sker. (Han fortolkede.)



Aristoteles

LITTERATUR:

Aristoteles

The works of Aristotle, volume 1, Categoriae  
Oxford University Press  
London  
1971 (1928)

Aristoteles

The works of Aristotle, volume 2, Physica  
Oxford University Press  
London  
1970 (1930)

J. D. Bernal

Videnskabens historie, Bind 1: Videnskaben opstår  
Pax Modtryk  
1978

Dictionary of Scientific Biography. Vol. 1

Ole Knudsen og Olaf Pedersen  
Lærebog i mekanik, 1. del  
Akademisk Forlag  
1967

Erik Lund, Mogens Pihl og Johannes Sløk  
De europæiske ideers historie  
Gyldendal  
København  
1973

Svein Sjøberg

Kraft og bevegelse i historisk perspektiv  
Universitetet i Oslo  
Oslo  
1981

#### 4.2 LÆRDOM I MIDDLEALDEREN

Her skal kort trækkes nogle væsentlige træk frem ved lærdommen i middelalderen. Den gik forud for den naturvidenskabelige revolution.

Jeg foretrækker at betegne naturerkendelsen i middelalderen (*scientia naturalis*) for *naturfilosofi* (jvf. 1.2) til trods for at andre (Pedersen, 1979 og Bernal 1, 1978) bruger betegnelsen *naturvidenskab*. Det er begrundet i at der derved distinkteres mellem (de lærdes) naturerkendelse i middelalderen som næsten udelukkende byggede på logik/fornuft og iagttagelse og naturerkendelsen hos Galilei og frem til idag, der kombinerer med matematik og eksperimenter.

Gennem hele middelalderen stod teologien og filosofien (ikke kun *naturfilosofien*) overfor hinanden som modpoler, hvor teologien bygger på åbenbaringen og filosofien på fornuften.

Der blev stort set ikke, overleveret nogen videnskabstradition fra antikken til middelalderen i Europa. Den gik i glemmebogen da grækernes forsvandt fra lærestolene med det vestlige imperiums opløsning i 3-400 tallet. I romerriget havde man nemlig dyrket den græske filosofi uden at udvikle den. (Den var et statussymbol for overklassen. Det man gjorde var at gentage grækernes resultater på latin uden at beskæftige sig med forskningsmetoden.) Det der var brug for, var nemlig ikke filosofi, men evner (som kriger og politiker) der kunne udvide romerrigets areal, magt og indflydelse.

I den første del af middelalderen (indtil ca. 950 eller 1000) var lærdommen tilknyttet klostrene. Munke og præster havde monopol på at læse og skrive. Den altdominerende ideologi i samfundet var kristendommen, som byggede på åbenbaring og frelse, hvilket ikke er særligt foreneligt med brug af fornuften.

I begyndelsen af dette årtusind øgedes antallet af klostre væsentligt og disse indrettede sig på isolation fra denne verden og søgte kun gud. Den offentlige frie undervisning, som nationalitetsbehovet i samfundet (jvf. 3.2) gav anledning til, måtte udvikle sig et andet sted. Dette skete i de bysamfund, der var udviklet omkring handel og håndværk. Her var der boliger, spisesteder og der var plads til et større antal mennesker, der kunne være rammen om et lærdomsmiljø. En væsentlig forudsætning herfor var pengeøkonomien, samt de handlende og håndværkernes demonstration af, at de ved at danne en korporation (gilde, laug) kunne beskytte fælles interesser (Pedersen, 1979, s.105).

I 1000 og 1100 tallet havde domskolerne (katedralskolerne) en betydning. De var miljø for oversættelserne af den glemte græske filosofi, som blev søgt frem. Man kom først i berøring med den gennem arabiske oversættelser. (I den islamiske verden, først og fremmest Alexandria, var man nemlig vedblevet med at dyrke grækernes lærdom.) 1100 tallets skoler specialiserede sig grundet den store mængde lærdom, der efterhånden blev gravet frem. (Ingen kunne overskue det hele.)

Ud af domskoler (f.eks i Paris) og andre skoler (f.eks i Bologna) udvikledes *Studium Generale*, og senere ændredes betegnelsen til universitet. Universiteternes (Bologna, Paris, Oxford, Cambridge, Padua, Napoli m.v.) opståelses historie er meget forskellig og ikke af den

store betydning her.

Universiteterne opstod ikke uden grund. De kunne opstå fordi der var et merprodukt i samfundet, så alle ikke behøvede at være umiddelbare producenter, og de dækkede et stærkt øget uddannelsesbehov både af præster, jurister, lærer og lærere.

Da universiteterne var specialicerede havde de også et internationalt præg. Dette kunne lade sig gøre da der var fri trafik rundt i Europa -ingen pas-eller visumtvang, men man rejste på eget ansvar - og da der var et fælles lærdomssprog, latin.

I principippet var universiteterne åbne for alle, men da man skulle kunne latin og skulle betale for livets ophold og som oftest for undervisningen, var de kun åbne for en begrænset del af befolkningen. Oversættelsen af Aristoteles' ((re)konstruerede) værker skete fortrinsvis i 1100 tallet, fra arabisk, og med nye oversættelser fra græsk i 1200 tallet. Disse kom til at fremstå som fundamentet for tænkningen. Der opstod hurtigt en kamp om Aristoteles' skrifter. Bl.a i Paris blev det i 1210 af biskopperne forbudt at læse visse af dem (bl.a. *Physica*). Denne kamp om Aristoteles (filosoffen som nogle kaldte ham) dækker over en mere fundamental kamp om herredømmet over universiteterne (Peder sen, 1979) mellem universitetsfolkene selv og mellem diverse udenforstående magthavere. I starten var universiteterne, da de ikke var institutionaliseret uafhængige, men paven opnåede efterhånden den øverste myndighed. Dette var ikke det værste der kunne ske for universiteterne, for han var så langt væk, at han ikke blandede sig i det daglige, og han havde tilstrækkelig magt over de lokale kirkefyrster, så de ikke gjorde sig uregerlige. Universiteterne havde udstrakt selvstyre, men accepterede statutter der var udstedt eller godkendt af paven. Statutterne definerede struktur, styreform, pensum og lærebøger. I starten var de medvirkende til at indføre den moderne aristotelisme (d.v.s. Aristoteles' lære og fortolkninger af den), men efterhånden blev de en hæmko for den videnskabelige udvikling, da det var svært at ændre pensummet.

Der var en lang periode efter oversættelsen af Aristoteles strid om aristotelismen. Nogle (averroister -efter kommentatoren Averröes) accepterede ukritisk alt hvad aristotelismen stod for, andre forkastede det hele. Kirken kunne naturligvis ikke acceptere Aristoteles' tanker om verdens evighed -de kunne ikke forenes med en tro på verdens skabelse. Det var også uforeneligt, at sandhed skulle komme andre steder fra end fra biblen (fra fornuften og ikke fra åbenbaringen).

Averroisterne så aristolismens forklaringskraft over for væsentlige problemer, som man tidligere i middelalderen ikke havde kunnet klare. Rationaliseringen af samfundet førte til krav om national sandhed. Fra sin dannelses i 1215 havde dominikanerordenen været sat ind mod kætere ikke mindst i det lærde miljø. Dominikanske teologer Albertus Magnus (1193-1280) og Thomas Aquinas (1225-1274) har æren for på samme tid at have beholdt Aristoteles som rationel forklaring på verden og at have gjort ham ufarlig for de væsentligste elementer af kirkens lære. Trods alt havde Aristoteles' tanker passet til det hedenske græske slavesamfund, (jf. 3.1 og 4.1) og det var ikke så vanskeligt at få dem til at passe til et kristent feudalt samfund, hvor hver ting stadig skulle ha-

ve sin faste plads (se endvidere afsnit 5.1).

Sammenkobling er ikke det helt rigtige ord for, hvad de gjorde, da en væsentlig del af, hvad de foretog var at adskille filosofiens og teologiens område. På det naturlige område af tilværelsen fik fornuften sin suverænitet, og på det overnaturlige fik guds åbenbaring (teologerne) sin suverænitet. Åbenbaringen viser gud, som verdens skaber og stedige opretholder, og derfor indføjede Thomas en pludselig skabelse hos Aristoteles.

Kampen sluttede ikke med ovenstående sammenkobling (eller disstinktion). Den stod på videre frem og i 1263 og i 1277 blev endog nogle af Thomas' anskuelser sammen med nogle averoistiske skrifter m.v., fordømt af paven henholdsvis Paris biskop.

Det væsentligste i ovenstående om lærdommen i middelalderen i vesteuropa (fortrinsvis nordeuropa - se afsnit 4.4 ang. Italien) er, at samtidig med at der opstår et behov for uddannelse, er klostrene indelukkede, hvilket fører til at universiteterne opstår. I starten er de fri, men bliver efterhånden underlagt paven. Desuden mangler den stigende intellektuelle aktivitet et fundament. Man får de klasiske græske værker gennem arabisk kultursammenstød, da man i den islamiske verden er fortsat med at dyrke den græske viden. De græske tekster bliver oversat (direkte) til latin, som er skriftsproget (lærdomssproget) i Europa. Grækernes filosofi strider imod den kristne religion, og Thomas Aquinas foretager en sammenkobling af synspunkter, hvor han adskiller filosofiens område og teologiens (Pedersen, 1979).

Det meste af middelalderens lærdom havde et religiøst sigte (forgrovet påstand - for detaljen se Gilson, 1954) og blev udført af gejstlige. Ikke mindst for undtagelsen Roger Bacon, der ikke tog udgangspunkt i fornuften, men i erfaringen, var formålet for forskningen at understøtte Guds åbenbaring. Formålet var ontologisk viden. Derfor var det stort set også kun demonstrationsexperimenter, der blev foretaget (Bernal 1, 1978). Dette hænger også sammen med, at man, til trods for at der også skete en udvikling under feudalismen, ikke havde et statisk verdens billede. Man fortolkede det overleverede.

Der blev i middelalderen (bl.a. af Jean Buridan og Nicole Oresme) lavet en kritik af Aristoteles' bevægelseslære (, som ifølge (Bernal 1, 1978) ikke var særlig original). Buridan genoptog teorien om impetus (hvor bevægelse bliver en egenskab ved tingene) som Philoponus havde fremsat i 500 tallet.



Håndkopiering af bøger.

LITTERATUR:

J. D. Bernal  
Videnskabens historie, Bind 1: Videnskaben opstår  
Pax Modtryk  
Oslo  
1978

Etienne Gilson  
Reason and revelation in the middle ages  
Charles Scribner's sons  
New York, London  
1954

Olaf Pedersen  
Studium Generale, De europæiske universiteters tilblivelse  
Gyldendal  
København  
1979

#### 4.3 VIDENSKABS AKADEMIER (SPECIELT INDENFOR NATURVIDENSKAB)

I 1100 og 1200 tallet foregik en kundskabseksplosion ved oversættelsen af græske værker fra antikken til latin. Miljøet herfor var universiteterne og deres forløbere (domskolerne, Studium Generale, jvf. 4.2). Lærdomsmiljøet havde blomstret, men stivnede efterhånden som universiteterne blev indfanget under pavens overhøjhed, og på grund af at den store mængde græske værker om alt mellem himmel og jord gav de lærde det indtryk at alle sandheder var erkendt. Det overlevede blev fortolket.

På grund af de stadige rationaliseringstendenser i samfundet i midten af årtusindet og på grund af handelskapitalismen strukturelt dominerede samfundet og dermed fremtrædelsesformen af den feudale produktionsmåde (se yderligere herom i afsnit 3. og nedenfor) opstod videnskabsakademierne, som nye institutioner, i 1600 tallet. De gjorde plads for en systematisk naturerkendelse med direkte udforskning af naturen og diskussion uden forholdelse til autoriteterne.

Inden akademierne opstod var der andre grupperinger rundt om i Europa, hvor forskere arbejdede sammen udenfor universiteterne (f.eks. Tycho Brahe (1546-1601), Kepler (1571-1630) m.fl. på Hven og i Prag). Den første gruppering, der kaldtes akademi, var Accademia dei Lincei (1603-1630), som var en gruppe hertug Federico Cesi samlede omkring sig for at diskutere naturhistorie. Denne indeholdt bl.a. Galilei og Maffeo Barberini (om disse se afsnit 4.4). (Det kan ikke have betydet noget videre for det nye i Galilei's naturerkendelse, da det var mere aristotelisk, end noget nybrud; men akademiet var dog interesseret i ren sækular naturerkendelse.)

De to mest betydningsfulde videnskabelige akademier, Royal Society (London) og Académie Royale des Sciences (Paris), startede i henholdsvis 1662 og 1666.

Académie Royale des Sciences bestod af omkring 40 personer bl.a. Descartes, som var blevet udpeget af kongen. Akademiet blev støttet økonomin, og medlemmerne fik løn. Det bevirkede at de (i højere grad end man kunne på Royal Society) kunne udføre eksperimenter, da de havde råd til apparatur. Desuden blev akademiet til tider behandlet som Frankrigs videnskabelige departement og måtte beskæftige sig med problemer vedrørende hydraulik, vandværker og militær spørgsmål, der var blevet det pålagt.

Det var den franske konges finansminister, Colbert, der havde opfordret ham til at etablere akademiet. Colbert satsede på at styrke økonomien, for det ville styrke Frankrig, satsede på centralistisk økonomi, en opbygning af den absolutistiske stat, og satsede merkantilistisk. Han troede på naturvidenskaben (naturerkendelsen) på en ny måde, som et praktisk hjælpemiddel i produktionen, i handelen og indenfor militæret. (Videnskaben havde da også vist sin betydning indenfor navigation f.eks med kikkert, korttegning og kompas.) At drive videnskab er et stykke arbejde og er nyttigt. Derfor er videnskaben ædel. (Denne holdning står i modsætning til Aristoteles', for hvem det mindst nyttige var det ædleste (jvf. afsnit 3.1).

Royal Society derimod var en privat klub, som selv valgte sine

medlemmer (også købmænd) og kun modtog støtte fra kongen i form af ord og ikke i form af penge. Den kom hurtigt til st bestå af omkring 150 personer. Den havde da også 3 umiddelbare forløbere (Hartlib Circle, Gresham College Club (London) og Oxford Philosophical Society), som i form af diskussion og eksperimenter havde beskæftiget sig med matematik, fysik og astronomi og teknologi.)

Royal Society var mere fri end Academie Royale des Sciences. For at opnå støtte argumenteredes for at videnskaben var nyttig og vigtig indenfor handel, navigation m.v.

Det var Francis Bacon, der udformede den ideologi, at erkendelse skulle tage sit udgangspunkt i erfaringen og opdagelsen af naturen. (Bacon: "Science is to be sought from the light of nature, not from the darkness of antiquity" (Farrington, 1970, s. 48) Bacon: "Science, like religion must be judged by works." (Farrington, 1970, s.28))

Det følgende citat er fra et udkast til formål for Royal Society og viser at der blev slæt på videnskabens nytte indenfor handel:

" Wherefore our Reason hath suggested to us, and our own Experience in our Travels in foreign Kingdoms and States, hath abundantly confirmed that we prosecute effectually the Advancement of Natural Experimental Philosophy, especially those parts of it which concern the Encrease of Commerce, by the Addition of useful Inventions tending to the Ease, Profit, or Health of our Subjects; which will best be accomplished by a Company of Ingenious and learned persons, well qualified for this sort of knowledge, to make it their principal Care and study and to be constituted a regular Society for this purpose, endowed with all proper Privileges and Immunities." (Preamble of a Charter to incorporate The Royal Society; from a first Essay, and rough Draught, by Mr.Christopher Wren.)"

(Bernal, 1973, s.22)

For fuldstændighedens skyld følger her et uddrag af den endelige version af Royal Society's formål;

"The preamble of the Charter itself expresses these ideas in a shorter and more sober fashion:

" And whereas we are informed that a competent number of persons of eminent learning, ingenuity and honour, according in their inclinations and studies towards this employment, have for some time accustomed themselves to meet weekly and orderly to confer about the hidden causes of things, with a design to establish certain and correct uncertain in philosophy, and have by their labour in the disquisition of Nature to prove themselves real benefactors of mankind; and that they already made a considerable progress by divers useful and remarkable

discoveries, inventions and experiments in the improvements of Mathematics, Mechanics, Astronomy, navigation, Physics and chemistry, we have determined to grant our Royal favour, patronage, and all due encouragement to this illustrious assembly, and so beneficial and laudable an enterprise. ""

(Bernal, 1973, s.22)

Royal society opnåede dog ikke støtte og efterhånden blev aktivitetene mere og mere rettet mod "blot" at skaffe viden. Dette foregik ved at genudføre allerede udførte eksperimenter (også underholdende eksperimenter for købmanden) og derefter diskutere dem eller ved blot og bar diskussion af teorier og resultater. Der foregik livlig kommunikation mellem de to akademier i Paris og London.

Akademierne emneområder og virke udviste forskelligheder. Ingen af dem havde dog funktionen at opdage. De fungerede snarere som et diskussionsforum, hvor eksperimenter og ideer blev testet. De var en ny videnskabelig offentlighed, hvor information blev udvekslet, og som var medvirkende til at afgrænse, hvad videnskab er og hvordan man driver videnskab. Akademierne fungerede som samlingssted for videnskabsfolk, - ikke som udklækningssted, og undervisning indgik ikke i deres arbejde. Videnskabsakademierne fik en betydning for videnskabens status i samfundet. Den opnåede mere prestige.



Titelblad fra bog om Royal Society fra 1667. Det er Francis Bacon til højre.

LITTERATUR:

J. D. Bernal,  
The Social Function of Science, s. 20-23  
The M.I.T. Press Massachusetts Institute of Technology  
Cambridge, Massachusetts, and London  
1973

Marie Boas  
The Scientific Renaissance 1450-1630, chapter VIII  
Harper & Brothers  
New York  
1962

Benjamin Farrington  
The Philosophy of Francis Bacon  
An essay on its development from 1603 to 1609  
with new translations of fundamental texts  
Liverpool University Press  
Liverpool  
1970

A. Rupert Hall  
From Galileo to Newton 1630-1720, chapter IV and V  
Fontana  
London  
1970

A. Wolf  
A history af science, technology and philosophy in the 16th & 17th  
centuries, chapter IV  
George Allen & Unwin Ltd.  
London  
1950

#### 4.4. OM GALILEI, HANS ARBEJDE OG VÆRKER

Mit argument for at beskæftige mig med Galileo Galilei (italiener, 1564-1642) er, at han repræsenterer opgøret med den fortolken-de middelalderlærdoms forholden sig til (tro på) autoriteter og at hans videnskabssyn i store træk er det stadigt herskende inden for na-turvidenskab. (autoriteterne blev diskuteret forholdsvis frit fra 1400 tallet, men der blev altid henvist til dem.)

Afsnittet er disponeret nogenlunde kronologisk og efter vær-ker.

##### 4.4.1. PÅ PADUA UNIVERSITETET

I 1581 startede Galilei på universitetet i Pisa for at stude-re medicin, men det interesserede ham ikke nok, og i stedet beskæfti-gede han sig med matematik. I 1585 sluttede han på universitetet uden nogen afsluttende eksamen. Indtil 1589 fortsatte han med private stu-dier og undervisning i matematik. I samme periode foretog hans far, der var musiker og musikteoretiker, eksperimentelle undersøgelser med lyden fra musikinstrumenter. Dette tillægges en stor betydning for at Galilei fik interesse for at undersøge metematiske regler v.h.a. fysis-



Ptolemaios' verdenssystem - rekonstrueret i 1400 tallet

ke observationer. (D.Sc.B., Vol.5). Han havde selv fået udviklet et godt musikøre og var i stand til at dele tid ret nøjagtigt v.h.a. en indre rytme - væsentligt i forhold til hans eksperimenter (Drake, juni 1975).

Fra 1589 til 1592 var Galilei ansat som matematiker på universitetet i Pisa.

Fra 1592 til 1610 havde Galilei ansættelse på Padua universitetet som matematiker. (D.Sc.B., Vol-5)

De to norditalienske universiteter i henholdsvis Padua og Bologna (samt enkelte andre) havde ikke udviklet sig som de nordlige universiteter i Europa. Nord for Italien var universiteternes lærdom stivnet. Den var kontrolleret af kirken, og det var svært, hvis ikke umuligt, at lave om på undervisningspensummet. Den etablerede undervisning sad fast i sædet og hindrede udvikling.

På universiteterne i Padua og Bologna havde der derimod været en anden tradition igennem middelalderen. Videnskaben var antigejstlig og frittænkende (om muligt!). Der var foregået en konstruktiv kritik af aristotelismen (d.v.s. Aristoteles' tekster og kommentarer hertil)

- og aristotelismen var her ikke forenet med teologisk interesser. Thomas Aquinas' færmtalte sammenkobling vandt ikke udbredelse her. I 1400 tallet og 1500 tallet var Padua Universitetet et sted, hvor de nye idéer (fra hele Europa) mødtes, diskuteredes og udvikledes (se afsnit 3.2.) Både Nicolas Oresme (der intenst diskuterede den jævnt accelerende bevægelse) og Kopernikus (det heliocentriske verdensbillede) arbejdede her.

På Padua Universitetet var der foregået diskussioner omkring metodespørørgsmål både hvad angår matematik, logik, eksperimenter og om hvorledes observationer af naturen skal indgå. (Dem fortsatte Galilei.)

Undervisningen var, allerede da Galilei kom til Padua, udtryk for en verdselig og antigejstlig filosofi, der passede til en kultur, som var orienteret imod denne-verdensspørørgsmål og et handelssamfund.

Galilei var et produkt af den antigejstlige og selvkritiske videnskab, det blev dyret på de norditalienske universiteter, og hans metode(r) byggede viderepå den tradition, der var udviklet her igennem middelalderen v.h.a. stadige og langvarige polemikker. (Randall, 1961)

".....in the method and philosophy if not in physics he (Galilei) remained a typical Padua Aristotelian." Citat fra Randall, 1961 s. 25. Dette citat skal ikke forstås, som at Galilei var aristoteliker i den gængse opfattelse af denne betegnelse, men som at han byggede videre på en tradition, der også havde sit udgangspunkt i Aristoteles' skrifter, men som hverken var stivnet her eller i theologiske regler. (Der er ikke enighed om, hvorvidt Galilei byggede videre på Padua traditionen, (jvf. (Shea, 1972 s. 88 og 107)), men som det vil fremgå af nogle af de senere citater, kan der findes belæg for at betegne Galilei som aristoteliker - såvel som så meget andet).

Galilei bygger altså videre på en tradition og på tidligere idéer. F.eks. er de to hypoteser, han undersøger eksperimentelt for monent hastigheden under det fri fall proportionalt med faldtiden eller med faldvejen - begge blevet diskuteret allerede i 1300 tallet

(Knudsen, 1967) (Det var en hypotetisk-deduktiv arbejds metode.) Men dette er et brud med Aristoteles' tanker, hvor faldhastigheden er afhængig af det faldende legemen vægt og nærhed til målet. Galileis fysik er et opgør med Aristoteles' fysik.



Kopernikus

#### 4.4.2. ARGUMENTERER FOR KOPERNIKUS' HELIOCENTRISKE VERDENSSYSTEM

Galilei begyndte i 1597 at forsvere Kopernikus' heliocentriske verdenssystem, hvor planeterne - også jorden - bevæger sig om solen i cirkler. Dette system indeholder også epicykler, som Ptolemaios' system, hvor jorden står stille, men det var bedre til at beregne de faktiske forskydninger planéterne og solen imellem. Det havde en ny parametrisering og ramte kun én dag forkert om bestemte fænomener på himlen, når Ptolemaios' system og en 300 år gammel parametrisering ramte en måned forkert. Der er tvivl om, om Kopernikus havde ment, at himlen var indrettet med solen som centrum, og at jorden bevægede sig. Dette ville stride imod bibelen, hvori der står, at jorden ikke bevæger sig. Psalm 104: "O Lord my God.... who laid the foundation of the earth, that it should not be removed for ever." (Citeret fra Gingerich, 1982). At hævde at jorden bevæger sig, som Galilei hævdede, var et angreb på bibelen, kirkens og præsternes krav på uautoritet. Den katolske form for at udtales sig om naturen (og himlen) bestod i at fortolke det skrevne og ikke i at undersøge naturen selv. Et af Galileis hovedargumenter for det kopernikanske system var tidevandet. (Han mente, at jordens

rotation om sin egen akse og dens rotation om solen var årsag til tidevandet, men det skyldes hovedsagelig gravitationel tiltrækning mellem jorden og månen. Tidevandskraften fra solen er kun  $1/3$  så stor som tidevandskraften fra månen.

I 1604 viste der sig på himlen en supernovaeksplosion (stjerne på mellem  $3\frac{1}{2}$  og 8 solmasser, der i sit slutstade eksploderer, d.v.s. kaster store stofmængder ud til omgivelserne. Den ses i nogle dage lyse næsten lige så meget som galaksens øvrige stjerner tilsammen. Tilbage bliver, hvis det er en type II supernova, en neutronstjerne med en masse på omkring en solmasse. Type I supernova eksploderer totalt.) Dette passede ikke med den aristoteliske opfattelse af, at himmelrummet ikke ændres.

I 1609 hørte Galilei om en indretning bestående af linser, der kunne få fjerne objekter til at synes nærmere. Han konstruerede selv en kikkert bestående af en konveks og en konkav linse. Denne rettede han kort efter mod himlen. Han så bjerje på månen - månen havde altså lighedspunkter med jorden. Han så mange stjerner, som ikke kunne ses med det blotte øje, og fire måner, der bevægede sig om Jupiter - d.v.s. at andet end jorden var centrum for bevægelser i himmelrummet. Hans opdagelser gjorde ham uvillig til at undervise i den herskende astronomi, og han opdagde sin stilling. I stedet blev han ansat som matematiker uden undervisningsforpligtelser på universitetet i Pisa (D.Sc.B., Vol. 5).

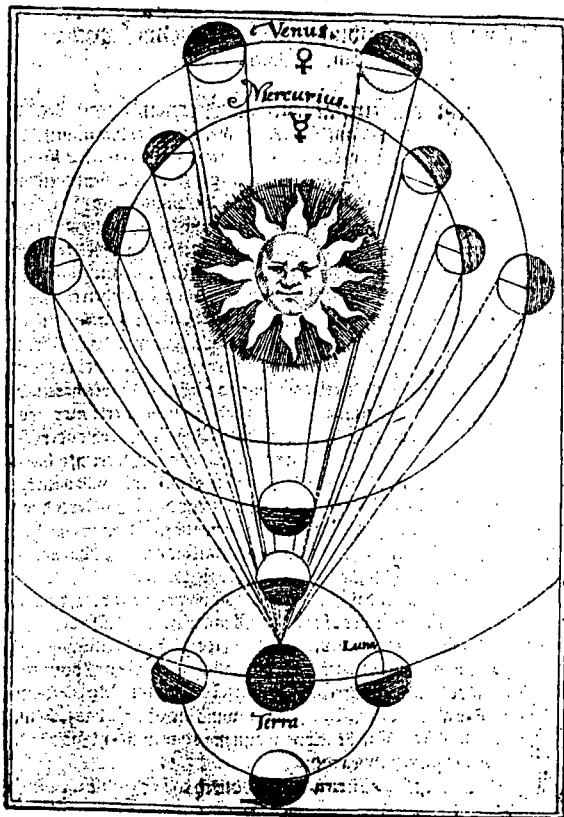
Efter at han havde udgivet en bog om sine første opdagelse, så han, at Venus gennemløber de samme faser som månen. Dette er uforeneligt med det Ptolemaiske verdenssystem, (jf.v. figur næste side). Galilei brugte faserne som argument for de heliocentriske verdenssystem, men de kan også bruges som argument for Tycho Brahes system. (Alle planeter (ikke jorden) bevæger sig omkring solen, som bevæger sig om jorden. Tycho Brahe kunne ikke måle nogen parallaxe til fixstjernerne, så enten måtte jordenstå stille, eller også måtte fixstjernerne være meget langt væk - så langt at han ikke kunne acceptere det som værende en mulighed. I dag kan parallaxen måles).

(1611 blev Galilei medlem af Accademia dei Lincei (der var startet i 1603). Akademiet indeholdt også den senere pave Urban VIII (Maffeo Barberini). (Gingerich, 1982)).

I 1613 udtalte Galilei sig definitivt for det kopernikanske verdenssystem på tryk. Han antog, at idéen, om at himlen var uforegängelig, også af kirken blev betragtet som en aristotelisk snarere end en katolsk trossætning, men der blev fremført teologiske argumentet imod det heliocentriske system og imod Galilei. Han fortsatte i breve med at argumentere for, at hverken naturen eller bibelen kunne tale falskt (D.Sc.B., Vol.5). Han mente, at så man på den gudskabte natur, så man hvordan den var indrettet, og det var videnskabsmændenes område. Biblen derimod fortalte, hvordan man kom i himlen og ikke hvordan "himlene" bevægede sig. Foreningen af de videnskabelige resultater med biblen var teologernes område. (D.Sc.B., Vol.5 og Gingerich, 1982). Galileis diskussion drejer sig om adskillelsen af sandhed og godhed (relevans). Sandheden kan læses i naturen. Biblen kan få lov

at udtale sig om det gode. Sandhed og relevans er to forskellige diskussioner, som skal adskilles. Professionaliseringen af videnskaben spirede her. (Bemærk Platon i afsnit 3.1.).

I 1616 blev dele af Kopernikus' skrifter erklæret hypotetiske af kirken, for sandheden stod i biblen. (De blev kun erklæret hypotetiske og ikke forkastet, da de havde dannet grundlag for en reform m. h.t. bl.a. påskens placering i kalenderen.) Samtidig blev det Galilei forbudt at agitere for det heliocentriske system. (Gingerich, 1982)



"PHASES OF VENUS had an important role in Galileo's own conversion to the Copernican view. A student, Benedetto Castelli, pointed out that in the Ptolemaic system Venus would show only crescent phases because it would always remain between the earth and the sun; in the Copernican system, on the other hand, Venus would show a full range of phases. In 1610 Galileo trained his telescope on the planet and was able to observe its progress from a gibbous to a crescent form. He considered the evidence for a heliocentric planetary system compelling, but others contended that such empirical findings could not supply a rigorous proof because other arrangements of the planetary system leading to the observations could be imagined. The illustration, which shows the phases of Mercury and the moon as well as those of Venus, is from a treatise by the Swiss mathematician Matthias Hirsgarter published in 1643."

(Gingerich, 1982)

#### 4.4.3. "THE ASSAYER"

I 1623 udkom "Il Saggiatore" (på engelsk: "The Assayer"), der er blevet kaldt Galileis videnskabelige manifest. Baggrunden for "The Assayer" er en diskussion med en jesuit, Fader Horatio Grassi (Sarsi) om kometer.

Galileis teorier om kometer er forkert, men "The Assayer" er alligevel et af hans vigtigste værker, da han fremfører polemiske og filosofiske synspunkter omkring videnskabelig metode. Han forkaster autoriteter inden for ethvert område, der kan gøres til genstand for direkte undersøgelse. Det er, som hans andre værker, velskrevet. Jeg kan ikke dy mig for at komme med en del citater herfra, som viser hans eminente måde at argumentere for sine synspunkter på. (Læs dem kalejdoskopisk.)

Drake i forordet til Galilei, 1957 s. 223-224:

"He (Galilei) agreed that in order to become science, philosophy must throw out blind respect for authority, but he also saw that neither observation, nor reasoning, nor the use of mathematics could be thrown out along with this. True philosophy had to be built upon the interplay of all three, and no combination could supply the absence of any one of them. He knew very well that the unsupported evidence of the senses might lead a man astray. Finally, he realized that philosophy must learn to be content with pursuing limited objectives, reaching out gradually into the infinity of unknown events and undiscovered laws of nature, without ever achieving complete and exact knowledge of anything at all."

Drake citerer Galilei i forordet til Galilei, 1957 s. 225:

"In the same way a man will never become a philosopher by worrying forever about the writings of other men, without ever raising his own eyes to nature's works in the attempts to recognize there the truths already known and to investigate some of the infinite number that remain to be discovered. This, I say, will never make a man a philosopher, but only a student of other philosophers and an expert in their works. I do not believe that you would esteem as a good painter a man who had made so great a study of the drawings and canvases of all painters that he could promptly identify the style of each one, even if he could also imitate them."



Portræt af Galilei, bl.a. trykt i "The Assayer" fra 1623. Kiruben øverst til venstre holder Galileis geometriske og militære kompas. Den til højre holder et teleskop eller ...

Galilei, 1957 s. 237-238 (om matematiks betydning for undersøgelse af naturen):

"Well, Sarsi, that is not how matters stand. Philosophy is written in the grand book, the universe, which stands continually open to our gaze. But the book cannot be understood unless one first learns to comprehend the language and read the letters in which it is composed. It is written in the language of mathematics, and its characters are triangles, circles, and other geometric figures without which it is humanly impossible to understand a single word of it; without these, one wanders about in a dark labyrinth."

Galilei, 1957 s. 250-251 (sammenligning af kikkerten og instrumenter, da Sarsi havde hævdet, at kikkerterne ikke kunne give et billede af virkeligheden, for man kunne jo se, at billedet ændrede sig, når man ændrede på længden.):

"It is perfectly true that the lengthened telescope is a "different" instrument from what it was before, and this was essential to our point. Sarsi would not have thought otherwise if he had not equivocated from the subject matter of our meaning to the form of our argument, as may easily be shown from the very example he himself uses. I ask Sarsi why it is that some organ pipes produce deep tones and some high. Will he say that this comes about because they are made of different materials? Surely not; they are all of lead. They sound different tones because they are different lengths; and as to the material, this plays no part whatever in the formation of the sound. Some pipes are made of wood, some of pewter, some of lead, some of silver, and some of paper, but all will sound in unison when their lengths and sizes are equal. But on the other hand one may make now a larger now a smaller tube with the same quantity of material, say the same five pounds of lead, and form different notes from it. With regard to the production of sound those instruments are different which are of different sizes, not those which are of different materials. Now if by melting down one pipe and remolding the same lead we make a new tube that is longer, and therefore of lower pitch, will Sarsi refuse to grant that this is a different pipe from the first? I think he will not. And if someone were to find a way to make the longer tube without melting down the shorter, would this be the same? Surely it would. The method will be to make the tube in two pieces, one inserted in the other.

This may be lengthened and shortened at will, making diverse pipes which will produce different notes; and such is the construction of the tronbone. The strings of a harp are all of the same material, but they produce different sounds because they are of varios lengths. On a lute, one string will do what many strings on a harp will do; for in fingering the lute the sound is drawn now from one part of the string and now from another, which is the same as lengthening and shortening it, and making of it different strings so far as relates to the production of sound. The same may be said of the tube of the throat, which, varying in length and breadth, accommodates itself to the formation of varios notes and may be said to become varios tubes. Now since a greater or less enlargement depends not upon the material of a telescope but upon its shape, the tybe constitutes different instruments when the same material is used but the separation of the lenses is altered..."

Galilei, 1957 s. 252:

"Still, since I like to see mysterious things brought to light, and since I wish to discover the truth,"

Galilei, 1957 s. 256-268 (Ved at sammenligne med den mangfoldighed af måder der er at lave lyd på, viser Galilei, at selvom man kender et muligt svar på et spørgsmål, er det ikke sikkert, at det er det rigtige svar. Man er nødt til at undersøge det. (Senmid-delalderdiskussion):

"Long experience has taught me this about the status of mankind with regard to matters requiring thought: the less people know and understand about them, the more positively they attempt to argue concerning them, while on the other hand to know and understand a multitude of things renders men cautious in passing judgment upon anything new.

Once upon a time, in a very lonely place, there lived a man endowed by nature with extraordinary curiosity and a very penetrating mind. For a pastime he raised birds, whose songs he much enjoyed; and he observed with great admiration the happy contrivance by which they could transform at will the very air they breathed into variety of sweet songs.

One night this man chanced to hear a delicate song close to his house, and being unable to connect it with anything but some small bird he set out to cap-

ture it. When he arrived at a road he found a shepherd boy who was blowing into a kind of hollow stick while moving his fingers about on the wood, thus drawing from it a variety of notes similar to those of a bird, though by quite a different method. Puzzled, but impelled by his natural curiosity, he gave the boy a calf in exchange for this flute and returned to solitude. But realizing that if he had not chanced to meet the boy he would never have learned of the existence of a new method of forming musical notes and the sweetest songs, he decided to travel to distant places in the hope of meeting with some new adventure.

The very next day he happened to pass by a small hut within which he heard similar tones; and in order to see whether this was a flute or a bird he went inside. There he found a small boy who was holding a bow in his right hand and sawing upon some fibers stretched over a hollowed piece of wood. The left hand supported the instrument, and the fingers of the boy were moving so that he drew from this variety of notes, and most melodious ones too, without any blowing. Now you who participate in this man's thoughts and share his curiosity may judge of his astonishment. Yet finding himself now to have two unanticipated ways of producing notes and melodies, he began to perceive that still others might exist.

His amazement was increased when upon entering a temple he heard a sound, and upon looking behind the gates discovered that this had come from the hinges and fastenings as he opened it. Another time, led by curiosity, he entered an inn expecting to see someone lightly bowing the string of a violin, and instead he saw a man rubbing his fingertips around the rim of a goblet and drawing forth a pleasant tone from that. Then he observed that wasps, mosquitoes, and flies do not form single notes by breathing, as the birds, but produce their steady sounds by swift beating of their wings. And as his wonder grew, his conviction proportionately diminished that he knew how sounds were produced; nor would all his previous experiences have sufficed to teach him or even allow him to believe that crickets derive their sweet and sonorous shrilling by scraping their wings together, particularly as they cannot fly at all.

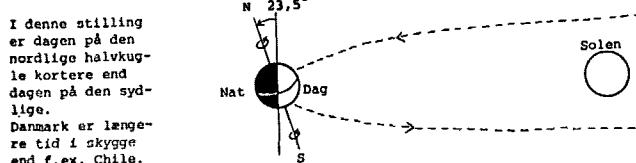
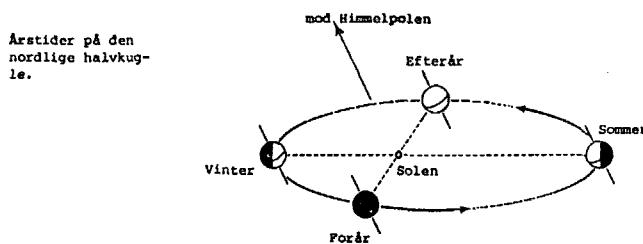
Well, after this man had come to believe that no more ways of forming tones could possibly exist - after having observed, in addition to all the things already mentioned, a variety of organs, trumpets, fifes, strin-

ged instruments, and even that little tongue of iron which is placed between the teeth and which makes strange use of the oral cavity for sounding box and of the breath for vehicle of sound - when, I say, this man believed he had seen everything, he suddenly found himself once more plunged deeper into ignorance and bafflement than ever. For having captured in his hand a cicada, he failed to diminish its strident noise either by closing its mouth or stopping its wings, yet he could not see it move the scales that covered its body, or an other thing. At last he left up the armor of its chest and there he saw some thin hard ligaments beneath; thinking the sound might come from their vibration, he decided to break them in order to silence it. But nothing happened until his needle drove too deep, and transfixing the creature he took away its life with its voice, so that he was still unable to determine whether the song had originated in those ligaments. And by this experience his knowledge was reduced to difference, so that when asked how sounds were created he used to answer tolerantly that although he knew a few ways, he was sure that many more existed which were not only unknown but unimaginable.

I could illustrate with many more examples Nature's bounty in producing her effects, as she employs means we could never think of without our senses and our experiences to teach them to us - and sometimes even these are insufficient to remedy our lack of understanding. So I shoulud not be condemned for being unable to determine precisely the way in which comets are produced, especially in view of the fact that I have never boasted that I could do this, knowing that they may originate in some manner that is far beyond our power of imagination. The difficulty of comprehending how the cicada forms its song even when we have it singing to us right in our hands ought to be more than enough to excuse us for not knowing how comets are formed at such immense distances. Let us therefore go no further than our original intention, which was to set forth the questions that appeared to upset the old theories, and to propose a few new ideas."

Galilei, 1957 s. 264-265 (Sammenligning af jorden bevægelser med en bolds bevægelser i et vandglas, der roterer. Jorden vil altså, som følge af at den roterer omkring solen rotere en gang omkring sin egne akse i løbet af et år (impulsmomenetbevægelse); men den roterer en gang omkring sin egen akse i løbet af døgn - den må have fået et skub fra "start af"):

"This extra rotation, opposite in direction to all other celestial motions, appeared to many a most improbable thing, and one that upset the whole Copernican system....I used to remove the difficulty by showing that such a phenomenon was far from improbable, and indeed would be in accordance with Nature and practically forced to occur. For any body resting freely in a thin and fluid medium will, when transported along the circumference of a large circle, spontaneously acquire a totation in a direction contrary to the larger movement. The phenomenon was seen by taking in one's hand a bowl of water and placing in it a floating ball. Then turning about on the toe with this hand extended, one complete this revolution in the same time as one's own. In this way the wonder was removed, and in place of it one would be astonished if the earth were not to acquire a contrary rotation when assumed to be a body suspended in a fluid medium and going around a large circle in a period of one year."



(Jakobsen, 1981)

Galilei, 1957 s. 270 (Om modsætningen mellem at fortolke det skrevne og at undersøge v.h.a. eksperimenter og iagttagelser):

"But it is wrong to say, as Sarsi does, that Guiducci and I would laugh and joke at the experiences adduced by Aristotle. We merely do not believe that a cold arrow shot from a bow can take fire in the air; rather, we think that if an arrow were shot when afire, it would cool down more quickly than it would if it were held still. This is not derision; it is simply the statement of our opinion.

Sarsi goes on to say that since this experience of Aristotle's has failed to convince us, many other great men also have written things of the same sort. To this I reply that if in order to refute Aristotle's statement we are obliged to represent that no other men have believed it, then nobody on earth can refute it, since nothing can make those who have believed it not believe it. But it is news to me that any man would actually put the testimony of writers ahead of what experience shows him. To adduce more witnesses serves no purpose, Sarsi, for we have never denied that such things have been written and believed. We did say they are false, but so far as authority is concerned yours alone is as effective as any army's in rendering the events true or false. You take your stand on the authority of many poets against our experiments. I reply that if those poets could be present at our experiments they would change their views, and without disgrace they could say they had been writing hyperbolically - or even admit they had been writing wrong."

Galilei, 1957 s. 271:

"But reasoning is like racing and not like hauling, and a single Arabian steed can outrun a hundred plowhorses. So when Sarsi brings in this multitude of authors it appears to me that instead of strengthening his conclusions he merely ennobles our case by showing that we have outreasured many men of great reputation."

Galilei, 1957 s. 272 (Babylonierne koger æg):

"If Sarsi wants me to believe with Suidas that the Babyloniers cooked their eggs wringing them in slings, I shall do so; but I must say that the cause of this effect was very different from what he suggests. To

discover the true cause I reason as follows: "If we do not achieve an effect which others formerly achieved, then it must be that in our operations we lack something that produced their success. And if there is just one single thing we lack, then that alone can be the true cause. Now we do not lack eggs, nor slings, nor sturdy fellows to whirl them; yet our eggs do not cook, but merely cool down faster if they happen to be hot. And since nothing is lacking to us except being Babylonians, then being Babylonians is the cause of the hardening of the eggs, and not friction of the air." And this is what I wished to discover. Is it possible that Sarsi has never observed the coolness produced on his face by the continual change of air when he is riding post? If he has, then how can he prefer to believe things related by other men as having happened two thousand years ago in Babylon rather than present events which he himself experiences?...."

Galilei, 1957 s. 273 (Om at tro på autoriteternes ord, eller på sin egne øjne. Galilei angriber Sarsi for at slutte ulogisk):

"So. Sarsi, if experiments are performed thousands of times at all seasons and in every place without once producing the effects mentioned by our philosophers, poets, and historians, this will mean nothing and we must believe their words rather than our own eyes? But what if you find for you a state of the air that has all the conditions you say are required, and still the egg is not cooked nor the lead ball destroyed? Alas! I should be wasting my efforts,... for all too prudently you have secured your position by saying that "there is needed for this effect violent motion, a great quantity of exhalations, a highly attenuated material, and whatever else conduces to it." This "whatever else" is what beats me, and gives you a blessed harbor, a sanctuary completely secure."

Ovenstående citater illustrerer, at der ikke kun forgår en kamp om sandheden om naturen, men også en kamp om videnskabelige metoder. Dette fremgår betydelig bedre sagt på engelsk i følgende citat: "What was at issue was both the truth of nature and the nature of trueth." (Gingerich, 1982)

Der opstod en kamp mellem to opfattelser af, hvor sandheden om naturen skulle søges. Hvordan er/var sandhedens natur? Skulle bib-

len og andre overleverede skrifter (Aristoteles, Pyolemios) fortolkes? Skulle man TRO på det skrevne ord? - tro på, at biblen var skrevet af Vorherre, og at der derfor her stod sandheden om naturen? (Dette er med til at fastholde præsteskabets og feudalherrernes magt - fastholde det gamle og bestående.)

Skulle den gudskabte natur undersøges og udforskes, og det, som observeredes, forklares og forstås ud fra nogen teorier? Skulle man have VISHED (viden) og eksakthed? (Dette kræves af den blomstrende handel og søfart, f.eks. bliver det ekstra nødvendigt at "vide hvad stjernerne gør" - for at kunne navigere, da man begyndte at sejle på langfart og ikke kun langs kysterne.) (Ambjörnsson, 1969's. 208-209)

Ovennævnte kamp udspillede mellem teologer og naturvidenskabsfolk, men hang sammen med den øvrige samfundsudvikling og kampen mellem de feudale herrer og borgerne - en kamp om MAGTEN i samfundet. (se afsnit 3.2.) (De enkelte videnskabsmænd var naturligvis ikke altid bevidste om deres placering i dette spil, men spillet foregik i hvert fald.)

#### 4.4.4. "DIALOGUE"

Kardinalen Maffeo Barberini blev pavé under navnet Urban VIII i 1623. Det var en af Galileis kendte, og i 1624 fik Galilei tilladelse til at skrive en bog, der diskuterede henholdsvis det ptolemaiske og det kopernikanske verdenssystem. Argumenterne skulle fremføres ligestillet og upartisk. (D.Sc.B., Vol.5)

Bogen med titlen "Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo Tolemaio e Copernicano" (på engelsk: "Dialogue Concerning the Two Chief World Systems" fremover forkortet til "Dialogue") udkom i 1632 på italiensk. Videnskabssproget var ellers latin.

Bogen var en diskussion mellem en talsmand for Aristoteles og Ptolemaios og en for Kopernikus. En dannet lægmand hørte på de andres argumenter.

Den aristotelisk-ptolemaiske filosof hed Simplicio (og var formodentlig navngivet efter en kendt kommentator fra 500 tallet, men samtidig havde navnet en klang af enfoldighed.)

Kopernikaneren, som repræsenterede Galilei selv, var (navngivet efter en af hans venner - adelsmanden Filippo) Salviati (fra Florence)).

Den neutrale person var (Francesco) Sagredo, (som opkaldt efter en anden af Galileis venner, en Veneziansk diplomat og matematiker.)

Bogens polemiske og diskuterende form, det at den var fuld af humor og ironi og skrevet på italiensk gjorde den tilgængelig for et større publikum (end de lærde). Trykkepressen havde allerede eksisteret siden midten af 1400 tallet (Ambjörnsson, 1969) og mange kunne læse. (I Firenze i 1283, hvor indbyggertallet var i en størrelsesorden af 100.000 (300 år før Galilei) var der 8000-10.000 drenge og piger, der lærte at læse og skrive. (Thorndike, 1940) (De gik fire år



Titelbladet til Galilei: Dialogue.  
Billedet viser Aristoteles, Ptolemaios og Kopernikus

i skole.) Selv om tallene er for gamle, og jeg ikke kender størrelsen af en børneårgang, siger de noget om, at det i de italienske byer var almindeligt, at man kunne læse.)

Galileis argumenter for det heliocentriske verdenssystem er solpletternes årlige bane og tidevandet. Han nævner ikke Keplers love, der ellers er det bedste argument for, at planeterne bevæger sig i baner (vel at mærke elipser) omkring solen.

Efter at bogen var udkommet, blev Galilei beordret til Rom til inkvisitation (- en katolsk institution til opsporing og udrydelse af kætteri (kætttere)). Paven, der havde givet tilladelse til, at Galilei fremførte argumenter for og imod de to verdenssystemer, var overbevist om, at han var blevet personligt hånet, ved at Galilei havde lagt hans argumenter i munnen på den enfoldige aristoteliker.

Ydermere fremkom der under inkvisitationen et dokument (som man stadig ikke kan afgøre ægtheden af) fra 1616, der helt havde forbudt Galilei at diskutere kopernikanismen mod trussel om fængsel. Paven antog, at Galilei med fuldt overlæg havde skjult dette for ham. Galilei, der enten aldrig havde modtaget dette dokument eller havde havde fået fortalt, at det var en tom trussel, havde ikke været klar over, at han gjorde noget forkert i forhold til den dom, han havde fået i 1616 - uddover at han havde fremstillet argumentationen omkring to verdenssystemer partisk. (d.Sc.B., Vol.5). Herved havde han trådt påven personligt over tærne, angrebet det eksisterende verdensbillede og dermed jordens og menneskets plads i verden. (Biblen (Guds bog) og nature(s bog) omhandlede ifølge Galilei to forskellige sider af tilværelsen. Tro på Gud og viden om hvordan naturen er, skulle adskilles.)

"Take note, theologians, that in your desire to make matters of faith out of proportions relating to the fixity of sun and earth you run the risk of eventually having to condemn as heretical those who would declare the earth to stand still and the sun to change position - eventually, I say, at such a time as it might be physically or logically proved that the earth moves and the sun stands still."

- Note added by Galileo in the preliminary leaves of his own copy of the Dialogue."

(Galilei, 1967)

I 1633 blev Galilei idømt livsvarigt fængsel. (Det blev dog husarrest.) Desuden fik han forbud mod at få trykt og genoptrykt bøger om et hvilket som helst emne, og han skulle afsværge det kopernanske verdenssystem (hvor jorden bevægede sig og ikke var verden centrum.).

Bl.a. p.g.a. dommen over Galilei rykkede det kreative viden-skabscenter, som havde været omkring Paua og Bologna, nordpå (fra Italien) til de protestantiske lande Holland, England (Gingerich, 1982), samt til Paris, hvor der var penge at hente, men mindre frihed. I de protestantiske lande blev det lettere at tænke nye tanker, da viden-skab og religion var blevet to kvalitativt forskellige måder at se tilværelsen/verden på. (Sjøberg, 1981). Religionen lagde ikke længere beslag på hele tilværelsen, kun på søndagen. Denne adskillelse mellem videnskabens og religionens område kom først senere i de katolske lande. Det, at videnskabscentret flyttede, hang også sammen med, at handelscentret flyttede fra Italien til Holland og England. (Ambjörns-son, 1969) (Jvf. afsnit 3.2.).

#### 4.4.5 "TWO NEW SCIENCES"

I husarresten begyndte Galilei at skrive på en ny bog med titlen: "Discorsi e dimonstrazioni matematiche, intorno a duo nuove scienze attenenti alla Mecanica & i Movimenti Locali... con una Appendice del centro di gravita d'alcuni Solidi." (På engelsk: "Discourses and Mathematical Demonstrations Concerning Two New Sciences", fremover forkortet til "Two New Sciences".)

Bogen udkom i det ikke katolske Holland i 1638, (da Galilei var 74 år gammel). De vigtigste konklusioner var imidlertid lavet 30 år før. I 1604 havde han f.eks. korrekt udledt den korrekte lov for det fri fald. (Drake, maj 1973)

"Two New Sciences" består af fire kapitler med overskrifterne henholdsvis første, anden, tredie og fjerde dag. Det er fire samtalere mellem de tre samme personer, som optrådte i "Dialogue", men deres roller er ændret.

Samtalerne forgår på italiensk, men Salviati læser op på latin af noget et medlem af et akademi (Galilei) har skrevet. (Oversætteren Drake opfatter afsnittene på latin, som det Galilei mener er sikkert og fejlfrit. Hvorimod samtalerne på italiensk er mere usikre og prøvende ment. (Galilei, 1974)). Salviati har fået friere hænder til at kommentere.

Da det ikke er lige så kontroversielle emner som i "Dialogue", er der ikke brug for en dannet person, som lægmand på området. Sagredo stiller i stedet spørgsmål, som Galilei tidligere har tumlet med.

Simplicio kan opfattes som den helt unge Galilei, der har lært aristotelisk fysik. Han er ikke længere fuldstændig loyal over for Aristoteles. Han bliver nemt v.h.a. gode argumenter overbevist om rigtigheden af Salviatis udsagn og oplæsning. Simplicio har den søgende betydning og ikke fortolkerens.

De to nye videnskaber er materialestyrke og kinematik (beskrivelse af sted, tid, hastighed, acceleration) matematisk beskrevet. De to første samtaler omhandler bl.a. placeringen af matematik, eksperimenter og ræsonneren i videnskab, samt vægten af luft, lyd og

lyshastighed. De sidste to samtaler omhandler bevægelse. I en bog var altså samlet de fleste af de problemer, man snart så muligt at gøre til genstand for fysiske eksperimenter og matematisk behandling, samtidig med en diskussion af deres mulige løsning. (D.Sc.B., Vol.5)

En af Galileis fortjenester var, at han afgrænsede, hvad der var erkendeligt videnskabeligt set; samtidig med at videnskabens fremmarch på længere sigt betød, at folk populært troede, at man kunne komme til at erkende alt.

Det følgende er et eksempel på tankeeksperimentets betydning hos Gálilei, hvilket kan sammenlignes med Aristoteles' filosoferen. Galilei piller her Aristoteles' fysik fra hinanden på elegant maner på dennes præmisser. (Galilei, 1974 s. 106-109):

*Salv.*

I seriously doubt that Aristotle ever tested [*sperimentasse*] whether it is true that two stones, one ten times as heavy as the other, both released at the same instant to fall from a height, say, of one hundred braccia, differed so much in their speeds that upon the arrival of the larger stone upon the ground, the other would be found to have descended no more than [*né anco*] ten braccia.

*Simp.* But it is seen from his words that he appears to have tested this, for he says "We see the heavier . . ." Now this "We see" suggests that he had made the experiment [*fatta l'esperienza*].

*Sagr.* But I, Simplicio, who have made the test, assure you 107 that a cannonball that weighs one hundred pounds (or two hundred, or even more) does not anticipate by even one span the arrival on the ground of a musket ball of no more than half [an ounce],<sup>39</sup> both coming from a height of two hundred braccia.

*Salv.* But without other experiences, by a short and conclusive demonstration, we can prove clearly that it is not true that a heavier moveable is moved more swiftly than another, less heavy; these being of the same material, and in a word, those of which Aristotle speaks. Tell me, Simplicio, whether you assume that for every heavy falling body there is a speed determined by nature such that this cannot be increased or diminished except by using force or opposing some impediment to it.

*Simp.* There can be no doubt that a given moveable in a given medium has an established speed determined by nature, which cannot be increased except by conferring on it some new impetus, nor diminished save by some impediment that retards it.<sup>40</sup>

*Salv.* Then if we had two moveables whose natural speeds were unequal, it is evident that were we to connect the slower to the faster, the latter would be partly retarded by the slower, and this would be partly speeded up by the faster. Do you

39. The text reads *mezza*, "one-half"; but since a musket ball could not weigh half as much as a cannonball, or even half a pound, it appears that the word "ounce" was inadvertently omitted.

40. This position is more extreme than the usual Peripatetic interpretation at the time. The essentials of Galileo's argument had been given in his early treatise *On Motion*, pp. 29-30 (*Opere*, I, 265-66). G.B. Benedetti (1530-90) had previously argued that two united bodies would not change speed if separated during free fall; see *Mechanics in Italy*, p. 206.

not agree with me in this opinion?

*Simp.* It seems to me that this would undoubtedly follow.

*Salv.* But if this is so, and if it is also true that a large stone is moved with eight degrees of speed, for example, and a smaller one with four [degrees], then joining both together, their composite will be moved with a speed less than eight degrees. But the two stones joined together make a larger stone than that first one which was moved with eight degrees of speed;<sup>41</sup> therefore this greater stone is moved less swiftly than the lesser one. But this is contrary to your assumption. So you see how, from the supposition that the heavier body is moved more swiftly than the less heavy, I conclude that the heavier moves less swiftly.

108

*Simp.* I find myself in a tangle, because it still appears to me that the smaller stone added to the larger adds weight to it; and by adding weight, I don't see why it should not add speed to it, or at least not diminish this [speed] in it.

*Salv.* Here you commit another error, Simplicio, because it is not true that the smaller stone adds [*accresca*] weight to the larger.

*Simp.* Well, that indeed is beyond my comprehension.

*Salv.* It will not be beyond it a bit, when I have made you see the equivocation in which you are floundering. Note that one must distinguish heavy bodies put in motion from the same bodies in a state of rest. A large stone placed in a balance acquires weight with the placement on it of another stone, and not only that, but even the addition of a coil of hemp will make it weigh more by the six or seven ounces that the hemp weighs. But if you let the stone fall freely from a height with the hemp tied to it, do you believe that in this motion the hemp would weigh on the stone, and thus necessarily speed up its motion? Or do you believe it would retard this by partly sustaining the stone?

We feel weight on our shoulders when we try to oppose the motion that the burdening weight would make; but if we descended with the same speed with which such a heavy body would naturally fall, how would you have it press and weigh on us? Do you not see that this would be like trying to lance someone who was running ahead with as much speed as that of his pursuer, or more? Infer, then, that in free and natural fall the smaller stone does not weigh upon the larger, and hence does not increase the weight as it does at rest.

*Simp.* But what if the larger [stone] were placed on the smaller?

109 *Salv.* It would increase the weight if its motion were faster. But it was already concluded that if the smaller were slower, it would partly retard the speed of the larger so that their composite, though larger than before, would be moved less swiftly, which is against your assumption. From this we conclude that both great and small bodies, of the same specific gravity, are moved with like speeds.<sup>42</sup>

41. A marginal addition in Galileo's copy of the book changes the rest of this sentence to read "... therefore this composite (though it is greater than that first [stone] alone) will be moved more slowly than the first alone, which is lesser." He probably had noticed that it is not logically justified to call two stones tied together "a greater stone" under the Aristotelian rule as set forth by Simplicio; for this is not one stone, but still two, each endowed with its own rule of motion governed by weight.

42. Mention of specific gravity appears superfluous here, but it is not: the discussion thus far required comparison of bodies of the same material. It was only after discussing resistance of the medium that an unqualified statement could be made; see note 50, below.

Ved dette tankeeksperiment (på første dag) fik han vist at masse ikke indvirker på hastigheden.

Galileis definiton af jævn bevægelse (Galilei, 1974 s. 190-191):

### Third Day

[*Salviati* (reading from Galileo's Latin treatise):]

### *On Local Motion*

*We bring forward [promovemus] a brand new science concerning a very old subject.*

*There is perhaps nothing in nature older than MOTION, about which volumes neither few nor small have been written by philosophers; yet I find many essentials [symptomata] of it that are worth knowing which have not even been remarked, let alone demonstrated. Certain commonplaces have been noted, as for example that in natural motion, heavy falling things continually accelerate; but the proportion according to which this acceleration takes place has not yet been set forth. Indeed no one, so far as I know, has demonstrated that the spaces run through in equal times by a moveable descending from rest maintain among themselves the same rule [rationem] as do the odd numbers following upon unity.<sup>1</sup> It has been observed that missiles or projectiles trace out a line somehow curved, but no one has brought out that this is a parabola. That it is, and other things neither few nor less worthy [than this] of being known, will be demonstrated by me, and (what is in my opinion more worthwhile) there will be opened a gateway and a road to a large and excellent science of which these labors of ours shall be the elements, [a science] into which minds more piercing than mine shall penetrate to recesses still deeper.*

*We shall divide this treatise into three parts. In the first part we consider that which relates to equable or uniform motion; in the second, we write of motion naturally accelerated; and in the third, of violent motion, or of projectiles.*

191

### *On Equable Motion*

*Concerning equable or uniform motion, we require a single definition which I offer in this form:*

#### DEFINITION

*Equal or uniform motion I understand to be that of which the parts run through by the moveable in any equal times whatever are equal to one another.*

*NOTE: To the old definition,<sup>2</sup> which simply calls motion "equable" when equal spaces are completed [transiguntur] in equal times, it seems good to add the qualifier "any whatever," that is, in all equal times; for it may happen that a moveable passes through equal spaces in some equal times although the spaces completed in smaller parts of those same times, themselves equal, are not equal.*

1. Although important rules of uniformly accelerated motion had been given by medieval writers, those to which Galileo alludes were not among them. Neither the progression of spaces traversed according to the odd numbers, nor the relation of total distances to the squares of times, had been related to free fall. Those relations had been found by Galileo in 1604, and were utilized in his *Dialogue*, pp. 221-23, 227-29 (*Opere*, VII, 248-50, 253-56). His neglect to mention this may have been due to the fact that the *Dialogue* was a prohibited book. That Galileo did not mention here Cavalieri's application of those rules in 1632 is understandable, as is his omission in the next sentence of Cavalieri's derivation of the parabolic trajectory: cf. note 30 to First Day.

Galileis definition af jævnt accelereret bevægelse (specielt i det fri fald) (Galilei, 1974 s. 197-198):

*On Naturally Accelerated Motion*<sup>8</sup>

197

*Those things that happen which relate to equable motion have been considered in the preceding book; next, accelerated motion is to be treated of.*

*And first, it is appropriate to seek out and clarify the definition that best agrees with that [accelerated motion] which nature employs. Not that there is anything wrong with inventing at pleasure some kind of motion and theorizing about its consequent properties, in the way that some men have derived spiral and conchooidal lines from certain motions, though nature makes no use of these [paths]; and by pretending these, men have laudably demonstrated their essentials from assumptions [ex suppositione.] But since nature does employ a certain kind of acceleration for descending heavy things, we decided to look into their properties so that we might be sure that the definition of accelerated motion which we are about to adduce agrees with the essence of naturally accelerated motion. And at length, after continual agitation of mind, we are confident that this has been found, chiefly for the very powerful reason that the essentials successively demonstrated by us correspond to, and are seen to be in agreement with, that which physical experiments [naturalia experimentalia] show forth to the senses.<sup>9</sup> Further, it is as though we have been led by the hand to the investigation of naturally accelerated motion by consideration of the custom and procedure of nature herself in all her other works, in the performance of which she habitually employs the first, simplest, and easiest means. And indeed, no one of judgment believes that swimming or flying can be accomplished in a simpler or easier way than that which fish and birds employ by natural instinct.*

*Thus when I consider that a stone, falling from rest at some height, successively acquires new increments of speed, why should I not believe that those additions are made by the simplest and most evident rule?<sup>10</sup> For if we look into this attentively, we can discover no simpler addition and increase than that which is added on always in the same way. We easily understand that the closest affinity holds between time and motion, and thus equable and uniform motion is defined through uniformities of times and spaces; and indeed, we call movement equable when in equal times equal spaces are traversed. And by this same equality of parts of time, we can perceive the increase of swiftness to be made simply, conceiving mentally that this motion is uniformly and continually accelerated in the same way whenever, in any equal times, equal additions of*

*swiftness are added on.*

*Thus, taking any equal particles of time whatever, from the first instant in which the moveable departs from rest and descent is begun, the degree of swiftness acquired in the first and second little parts of time [together] is double the degree that the moveable acquired in the first little part [of time]; and the degree that it gets in three little parts of time is triple; and in four, quadruple that same degree [acquired] in the first particle of time. So, for clearer understanding, if the moveable were to continue its motion at the degree of momentum of speed acquired in the first little part of time, and were to extend its motion successively and equally with that degree, this movement would be twice as slow as [that] at the degree of speed obtained in two little parts of time. And thus it is seen that we shall not depart far from the correct rule if we assume that intensification of speed is made according to the extension of time; from which the definition of the motion of which we are going to treat may be put thus:*

[DEFINITION]

*I say that that motion is equally or uniformly accelerated which, abandoning rest, adds on to itself equal momenta of swiftness in equal times.*

8. It is significant that this title refers to natural rather than to uniform acceleration. Galileo's central topic is free fall, and he defines uniformity on the basis of natural phenomena. This reverses the medieval procedure, in which a purely mathematical analysis of accelerated motion was carried out, often illustrated by ingenious examples but never based on reference to free fall.

9. Compare the statement of Heinrich Hertz cited in the Introduction.

10. The ordinary and traditional view was that the simplest rule was to take the ever-changing speeds as proportional to distances traversed from rest. An essential mathematical disparity between that rule and Galileo's is shown in the discussion on pp. 203-4, below.

Ovenstående to definitioner er de samme, som findes inden for den klassiske mekanik, der bliver udformet i de følgende årtier. Den klassiske mekanik bruges stadig, da det er en god beskrivelse af virkeligheden ved hastigheder, der ikke nærmer sig lysets og ved forholdsvis store masser.

Forskellen mellem Galileis bevægelseslære og den klassiske mekanik består i den matematiske beskrivelse, og i at den klassiske mekanik sammenfatter bevægelser i himmelrummet med bevægelser på jorden, men det indhold som Galilei har er konkret(!) nok. (Galileis analyse af lokal bevægelse er korrekt, men han tænker ikke på kinematikken globalt. Jorden opfatte aristotelisk.)

Ydermere er der forskel på, hvad Galilei og Newton mener, der skal forklares. Det fri fald krævede for Galilei ikke en forklaring v.h.a. et kraftbegreb. (Det kommer først hos Newton, som er dynamekiker, og som forsøger at finde en årsag.) Galilei forsøgte ikke at lave spekulative modeller af universet. Han troede ikke, at alt kunne forklares og forstås. Han overlod alle forklaringer, om hvorfor verden ser (så) ud, som den gør (gjorde) til (filosoffer og) teologer, men han forsøgte at bringe bevægelsens væsen på matematisk form.

Når noget kunne bevises matematisk i naturen, accepterede Ga-

lelei det, som en god beskrivelse af hvorden og ledte ikke efter yderligere grunde til hvorfor. (Han var altså ikke teologisk orienteret og end ikke causalt orienteret, som Aristoteles. Det fri fald var naturligt for dem begge, men Aristoteles forklarede det ved, at en ting søger hjem (teleologi), og for Galilei krævede det ingen forklaring. Han kvantiserede derimod. Det var noget nyt; tidligere havde man - selvom man havde haft en matematisk naturbeskrivelse (fra 1300 tallet) - kun haft kvalitative eksperimenter (Knudsen, 1967)). Dette siger Galilei (gennem Salviati) i følgende citat (Galilei, 1974 s. 202-203):

*Salv.* The present does not seem to me to be an opportune time to enter into the investigation of the cause of the acceleration of natural motion, concerning which various philosophers have produced various opinions, some of them reducing this to approach to the center; others to the presence of successively less parts of the medium [remaining] to be divided; and others to a certain extrusion by the surrounding medium which, in rejoining itself behind the moveable, goes pressing and continually pushing it out. Such fantasies, and others like them, would have to be examined and resolved, with little gain. For the present, it suffices our Author that we understand him to want us to investigate and demonstrate some attributes [*passiones*] of a motion so accelerated (whatever be the cause of its acceleration) that the momenta of its speed go increasing, after its departure from rest, in that simple ratio with which the continuation of time increases, which is the same as to say that in equal times, equal additions of speed are made. And if it shall be found that the events that then shall have been demonstrated are verified in the motion of naturally falling and accelerated heavy bodies,<sup>12</sup> we may deem that the definition assumed includes that motion of heavy things, and that it is true that their acceleration goes increasing as the time and the duration of motion increases.

203

12. Note the similarity to the statement of Hertz cited in the Introduction. Rejection of causal inquiries was Galileo's most revolutionary proposal in physics, inasmuch as the traditional goal of that science was the determination of causes.

Af sidste halvdel af citatet fremgår, at eksperimentets rolle var at teste hypotetisk opstillede matematiske regler, hvilket falder i tråd med Padua-traditionen. Eksperimentet blev ikke brugt til systematisk søgning efter sådanne regler. Galilei undersøger følgerne af en matematisk defineret bevægelse, samt om disse passer med observationer fra naturen. Vished kommer ikke fra hverken matematik eller eksperimenterne alene, men fra overensstemmelsen herimellem.

Galilei vil jeg betegne som matematiker og fysiker. Frem til den naturvidenskabelige revolution var det ikke almindeligt at bruge matematik inden for fysik. Fysikere var filosoffer, som sjældent kendte noget særligt til matematik, og matematikere interesserede sig ikke for fysiske problemer. (Aristoteles, der både beskæftigede sig med matematik og fysik, havde også denne opdeling, hvor matematik og fysik var to helt adskilte discipliner.) Galilei var en af dem, der i løbet

af den naturvidenskabelige revolution viste, at matematik var til stor gavn.

Hans matematik var proportionslære og geometri. Andre på Galileis tid (Descartes) var begyndt at bruge algebra. Dette bliver stadig benyttet da det er yderst funktionelt og lettende i forhold til Aristoteles' skemaer og i forhold til Galilei, der ser på forhold og liniestykker.

I eksemplet nedenfor får Galilei pludselig vist, at en strækning bliver gennemløbet i det samme tidsrum af en jævn bevægelse og en jævnt accelereret bevægelse, såfremt denne starter fra hvile og opnår en sluthastighed, der er det dobbelte af den jævne bevægelses. (Jeg skriver pludselig, fordi jeg synes, det var svært at læse, og fordi jeg ikke umiddelbart ville forestille mig, at man kunne bevise dette således. Galilei har da skrevet det med fuldt overlag og ikke bare tilfældigt.) (Galilei, 1974 s. 208-208):

This postulate alone having been assumed by the Author, he passes on to the propositions, proving them demonstratively; and the first is this:

PROPOSITION I. THEOREM I

*The time in which a certain space is traversed by a moveable in uniformly accelerated movement from rest is equal to the time in which the same space would be traversed by the same moveable carried in uniform motion whose degree of speed is one-half the maximum and final degree of speed of the previous, uniformly accelerated, motion.<sup>23</sup>*

*Let line AB represent the time in which the space CD is traversed by a moveable in uniformly accelerated movement from rest at C. Let EB, drawn in any way upon AB, represent the maximum and final degree of speed increased in the instants of the time AB. All the lines reaching AE from single points of the line AB and drawn parallel to BE will represent the increasing degrees of speed after the instant A. Next, I bisect BE at F, and I draw FG and AG parallel to BA and BF; the parallelogram AGFB will [thus] be constructed, equal to the triangle AEB, its side GF bisecting AE at I.*



*Now if the parallels in triangle AEB are extended as far as IG, we shall have the aggregate of all parallels contained in the quadrilateral equal to the aggregate of those included in triangle AEB, for those in triangle IEF are matched by those contained in triangle GIA, while those which are in the trapezium AIFB are common. Since each instant and all instants of time AB correspond to each point and all points of line AB, from which points the parallels drawn and included within triangle AEB represent increasing degrees of the increased speed, while the parallels contained within the parallelogram represent in the same way just as many degrees of speed not increased but equal, it appears that there are just as many momenta of speed consumed in the accelerated motion according to the increasing parallels of triangle AEB, as in the equable motion according to the parallels of the parallelogram GB. For the deficit of momenta in the first half of the accelerated motion (the momenta represented by the parallels in triangle AGI falling short) is made up by the momenta represented by the parallels of triangle IEF.*



*It is therefore evident that equal spaces will be run through in the same time by two moveables, of which one is moved with a motion uniformly accelerated from rest, and the other with equable motion having a momentum one-half the momentum of the maximum speed of the accelerated motion; which was [the proposition] intended.*

23. Characteristic of Galileo's concern with actual events (note 8, above) is his utilization of one-half the terminal speed, which could be measured by observing horizontally deflected bodies. Medieval writers assumed an ideal mean-speed to measure every uniformly accelerated motion directly. Galileo's proof matched elements in two infinite aggregates for each instant and all instants, conceiving that in uniform motion there is not one single speed but infinitely many, all equal, and corresponding to the infinitely many speeds, all different, in accelerated motion.

Galilei undgår smart at se på uendelig små størrelser ( $dx$ ). Han bruger et symmetriargument - det er ikke arealet, han ser på.

Udskrevet med den i det følgende århundrede udviklede infinitesimalregning, ville det have set således ud, (hvor  $s$  - strækning;  $t$  - tid;  $v$  - jævn hastighed;  $v_1(t)$  - jævnt accelerende hastighed, som funktion af tiden;  $a$  - acceleration):

jævn bevægelse:

$$\text{strækning: } s(t = T) = \int_0^T v \cdot dt = [vt]_0^T = vT - v \cdot 0 = vT$$

jævnt accelereret bevægelse:

$$\text{strækning: } s(t = T) = \int_0^T v_1(t) \cdot dt = \int_0^T at \cdot dt = [\frac{1}{2}at^2]_0^T = \frac{1}{2}aT^2 - \frac{1}{2}a \cdot 0^2 = \frac{1}{2}aT^2$$

jævn bevægelse:

$$\text{hastighed: } v(t = T) = v$$

jævnt accelereret bevægelse:

$$\text{hastighed: } v_1(t = T) = \int_0^T a \cdot dt = [at]_0^T = aT - a \cdot 0 = aT$$

$$s_{\text{jævn}} = s_{\text{jævnt acc}} \Leftrightarrow vT = \frac{1}{2}aT^2 \Leftrightarrow v = \frac{1}{2}aT = \frac{1}{2}v_1$$

Galileis bevægelseslære var ikke kun en teoretisk videreudvikling af diskussioner fra middelalderen, men udviklingen af den hang sammen med den praktiske anvendelse. F.eks. bidrog krig til den videnskabelige udvikling. Det var f.eks. vigtige spørgsmål, hvordan kanonrøret skulle stilles for at ramme sit mål, og hvordan projektiler bevæger sig i luft.

Om projektilbaner siger Galilei således (Galilei, 1974, s. 268-269) (Bemærk opdelingen af bevægelsen: som sammensat af to uafhængige bevægelser.):

*On the Motion of Projectiles*

*We have considered properties existing in equable motion, and those in naturally accelerated motion over inclined planes of whatever slope. In the studies on which I now enter, I shall try to present certain leading essentials, and to establish them by firm demonstrations, bearing on a moveable when its motion is compounded from two movements; that is, when it is moved equably and is also naturally accelerated. Of this kind appear to be those which we speak of as projections, the origin of which I lay down as follows.*

*I mentally conceive of some moveable projected on a horizontal plane, all impediments being put aside. Now it is evident from what has been said elsewhere at greater length that equable motion on this plane would be perpetual if the plane were of infinite extent;<sup>15</sup> but if we assume it to be ended, and [situated] on high, the moveable (which I conceive of as being endowed with heaviness), driven to the end of this plane and going on further, adds on to its previous equable and indelible motion that downward tendency which it has from its own heaviness. Thus there emerges a certain motion, compounded from equable horizontal and from naturally accelerated downward [motion], which I call "projection." We shall demonstrate some of its properties [accidentia], of which the first is this:*

PROPOSITION I. THEOREM I

269

*When a projectile is carried in motion compounded from equable horizontal and from naturally accelerated downward [motions], it describes a semiparabolic line in its movement.*

Han beskriver altså projektilbevægelsen som en del af en parabelbane. Dette gælder, hvis der ikke er luftmodstand, men da denne vokser stærkt med hastigheden, giver det ikke nogen særlig præcis beskrivelse at se bort fra den for projektiler, men det er Galilei klar over. Dette kommer til udtryk i følgende citat, hvor Salviati siger, at selvom det er for unøjagtigt at beskrive hurtige projektilers bane som en parabel, så gælder det for långsomme morterskud (Galilei, 1974 s. 279):

*Salv.*

This excessive impetus of violent shots can cause some deformation in the path of a projectile, making the beginning of the parabola less tilted and curved than its end. But this will prejudice our Author little or nothing in practicable operations, his main result being the compilation of a table of what is called the "range" of shots, containing the distances at which balls fired at [extremely] different elevations will fall. Since such shots are made with mortars charged with but little powder, the impetus is not supernatural in these, and the [mortar] shots trace out their paths quite precisely.<sup>16</sup>

16. It had long been known that artillery shots descend more sharply near the end to their flight; cf. Tartaglia's diagrams (1537), *Mechanics in Italy*, pp. 78-94 *passim*. Galileo here restricts his later tables (pp. 304, 307) to low-speed mortar shots on the grounds that long-range artillery is never fired at great elevations.

Galilei og fysikere fremover gør i modsætning til Aristoteles ikke forsøg på at beskrive den konkrete virkelighed med al dens flimerværk, men abstraherer og udstrækker generelle love. (Aristoteles lavede også generaliseringer, men det var over andre områder.)

I følgende citat påpeger Simplicio dette, at der er set bort fra virkeligheden, og Salviati argumenterer for, hvorfor det er tiladeligt at abstrahere (Galilei, 1974 s. 273-277) :

*Sagr.* It cannot be denied that the reasoning is novel, ingenious, and conclusive, being argued *ex suppositione*; that is, by assuming that the transverse motion is kept always equable, and that the natural downward [motion] likewise maintains its tenor of always accelerating according to the squared ratio of the times; also that such motions, or their speeds, in mixing together do not alter, disturb, or impede one another. In this way, the line of the projectile, continuing its motion, will not finally degenerate into some other kind [of curve]. But this seems to me impossible; for the axis of our parabola is vertical, just as we assume the natural motion of heavy bodies to be, and it goes to end at the center of the earth. Yet the parabolic line goes ever widening from its axis, so that no projectile would ever end at the center [of the earth],<sup>7</sup> or if it did, as it seems it must, then the path of the projectile would become transformed into some other line, quite different from the parabolic.

*Simp.* To these difficulties I add some more. One is that we assume the [initial] plane to be horizontal, which would be neither rising nor falling, and to be a straight line—as if every part of such a line could be at the same distance from the center, which is not true. For as we move away from its midpoint towards its extremities, this [line] departs ever farther from the center [of the earth], and hence it is always rising. One consequence of this is that it is impossible that the motion is perpetuated, or even remains equable through any distance; rather, it would be always growing weaker. Besides, in my opinion it is impossible to remove the impediment of the medium so that this will not destroy the equability of the transverse motion and the rule of acceleration for falling heavy things.<sup>8</sup> All these difficulties make it highly improbable that anything demonstrated from such fickle assumptions can ever be verified in actual experiments.

*Salv.* All the difficulties and objections you advance are so well founded that I deem it impossible to remove them. For my part, I grant them all, as I believe our Author would also concede them. I admit that the conclusions demonstrated in the abstract are altered in the concrete, and are so falsified that horizontal [motion] is not equable; nor does natural acceleration occur [exactly] in the ratio assumed; nor is the line of the projectile parabolic, and so on. But on the other hand, I ask you not to reject in our Author what other very great men have assumed, despite its falsity. The authority of Archimedes alone should satisfy everyone; in his book *On Plane Equilibrium* [*Mecaniche*], as in the first book of his *Quadrature of the Parabola*, he takes it as a true principle that the arm of a balance or steelyard lies in a straight line

7. In general it would not reach the center, but would take an elliptical path around it. In the ensuing discussion, Galileo wishes to distinguish sharply between purely speculative results and actual phenomena near the surface of the earth.

8. Note that while Sagredo had objected to a theoretical implication of Salviati's assumption, Simplicio rejects that assumption as departing from actual conditions realizable in practice.

equidistant at all points from the common center of heavy things, and that the cords to which [balance]-weights are attached hang parallel to one another. These liberties are pardoned to him by some for the reason that in using our instruments, the distances we employ are so small in comparison with the great distance to the center of our terrestrial globe that we could treat one minute of a degree at the equator as if it were a straight line, and two verticals hanging from its extremities as if they were parallel. Indeed, if such minutiae had to be taken into account in practical operations, we should have to commence by reprehending architects, who imagine that with plumb-lines they erect the highest towers in parallel lines.

275

Here I add that we may say that Archimedes and others imagined themselves, in their theorizing, to be situated at infinite distance from the center. In that case their said assumptions would not be false, and hence their conclusions were drawn with absolute proof.<sup>9</sup> Then if we wish later to put to use, for a finite distance [from the center], these conclusions proved by supposing immense remoteness [therefrom], we must remove from the demonstrated truth whatever is significant in [the fact that] our distance from the center is not really infinite, though it is such that it can be called immense in comparison with the smallness of the devices employed by us. The greatest among these will be the shooting of projectiles, and in particular, artillery shots; and [even] these, though great, do not exceed four miles, in comparison with about that many thousand miles for our distance from the center. And these shots coming to end on the surface of the terrestrial globe may alter in parabolic shape only insensibly, whereas that shape is conceded to be enormously transformed in going on to end at the center.

Next, a more considerable disturbance arises from the impediment of the medium; by reason of its multiple varieties, this [disturbance] is incapable of being subjected to firm rules, understood, and made into science. Considering merely the impediment that the air makes to the motions in question here, it will be found to disturb them all in an infinitude of ways, according to the infinitely many ways that the shapes of the moveables vary, and their heaviness, and their speeds. As to speed, the greater this is, the greater will be the opposition made to it by the air, which will also impede bodies the more, the less heavy they are. Thus the falling heavy thing ought to go on accelerating in the squared ratio of the duration of its motion; yet, however heavy the moveable may be, when it falls through very great heights the impediment of the air will take away the power of increasing its speed further, and will reduce it to uniform and equable motion. And this equilibration will occur more quickly and at lesser heights as the moveable shall be less heavy.

276

Also that motion in the horizontal plane, all obstacles being removed, ought to be equable and perpetual; but it will be altered by the air, and finally stopped; and this again happens the more quickly to the extent that the moveable is lighter.

No firm science can be given of such events of heaviness, speed, and shape, which are variable in infinitely many ways. Hence to deal with such matters scientifically, it is necessary to abstract from them. We must find and demonstrate conclusions abstracted from the impediments, in order to make use of them in practice under those limitations that experience

9. Cf. note 8, above; Salviati stresses the validity of an argument independently of the truth of the assumptions behind it.

will teach us. And it will be of no little utility that materials and their shapes shall be selected which are least subject to impediments from the medium, as are things that are very heavy, and rounded. Distances and speeds will for the most part not be so exorbitant that they cannot be reduced to management by good accounting [*tara*]. Indeed, in projectiles that we find practicable, which are those of heavy material and spherical shape, and even in [others] of less heavy material, and cylindrical shape, as are arrows, launched [respectively] by slings or bows, the deviations from exact parabolic paths will be quite insensible.<sup>10</sup>

Indeed I shall boldly say that the smallness of devices usable by us renders external and accidental impediments scarcely noticeable. Among them that of the medium is the most considerable, as I can make evident by two experiences. I shall consider movements made through air, since it is principally of these that we shall be speaking. The air exercises its force against them in two ways: one is by impeding less heavy moveables more than [it does] the heaviest ones; the other is by opposing a greater speed more than a lesser speed in the same body.

As to the first, experience shows us that two balls of equal size, one of which weighs ten or twelve times as much as the other (for example, one of lead and the other of oak), both descending from a height of 150 or 200 braccia, arrive at the earth with very little difference in speed. This assures us that the [role of] the air in impeding and retarding both is small; for if the lead ball, leaving from a height at the same moment as the wooden ball, were but little retarded, and the other a great deal, then over any great distance the lead ball should arrive at the ground leaving the wooden ball far behind, being ten times as heavy. But this does not happen at all; indeed, its victory will not be by even one percent of the entire height; and between a lead ball and a stone ball that weighs one-third or one-half as much, the difference in time of arrival at the ground will hardly be observable. Now the impetus that a lead ball acquires in falling from a height of 200 braccia is so great that, continuing in equable motion, it would run 400 braccia in as much time as it spent in falling, a very considerable speed with respect to that which we confer on our projectiles with bows or other devices (except for impetus depending on firing). Hence we can conclude without much error, by treating as absolutely true those propositions that are to be demonstrated without taking into account the effect of the medium.

277

10. Circumstances in which even this is not true are discussed later on;  
see p. 279.

Det følgende citat, der handler om Galileis eksperimenter på et skråplan, er et eksempel på hans eksperimentelle metode. Det er tilsyneladende første gang i fysikkens historie, at der findes en eksperimentel løsning på et kinematisk problem. Der er helt tydeligt sket et brud her. Fysik skal til at passe med det, der faktisk sker i naturen (når man fjerner flimmerværket først). (se afsnit 6) Galilei, 1974 s. 212-213):

*Simp.* Really I have taken more pleasure from this simple and clear reasoning of Sagredo's than from the (for me) more obscure demonstration of the Author, so that I am better able to see why the matter must proceed in this way, once the definition of uniformly accelerated motion has been postulated and accepted. But I am still doubtful whether this is the acceleration employed by nature in the motion of her falling heavy bodies. Hence, for my understanding and for that of other people like me, I think that it would be suitable at this place [for you] to adduce some experiment from those (of which you have said that there are many) that agree in various cases with the demonstrated conclusions.

*Salv.* Like a true scientist, you make a very reasonable demand, for this is usual and necessary in those sciences which apply mathematical demonstrations to physical conclusions, as may be seen among writers on optics, astronomers, mechanics, musicians, and others who confirm their principles with sensory experiences that are the foundations of all the resulting structure. I do not want to have it appear a waste of time [*superfluo*] on our part, [as] if we had reasoned at excessive length about this first and chief foundation upon which rests an immense framework of infinitely many conclusions—of which we have only a tiny part put down in this book by the Author, who will have gone far to open the entrance and portal that has until now been closed to speculative minds. Therefore as to the experiments: the Author has not failed to make them, and in order to be assured that the acceleration of heavy bodies falling naturally does follow the ratio expounded above, I have often made the test [*prova*] in the following manner, and in his company.

In a wooden beam or rafter about twelve braccia long, half a braccio wide, and three inches thick, a channel was rabbeted in along the narrowest dimension, a little over an inch wide and made very straight; so that this would be clean and smooth, there was glued within it a piece of vellum, as much smoothed and cleaned as possible. In this there was made to descend a very hard bronze ball, well rounded and polished, the beam having been tilted by elevating one end of it above the horizontal plane from one to two braccia, at will. As I said, the ball was allowed to descend along [*per*] the said groove, and we noted (in the manner I shall presently tell you) the time that it consumed in running all the way, repeating the same process many times, in order to be quite sure as to the amount of time, in which we never found a difference of even the tenth part of a pulse-beat.<sup>23</sup>

213

This operation being precisely established, we made the same ball descend only one-quarter the length of this channel, and the time of its descent being measured, this was found always to be precisely one-half the other. Next making the experiment for other lengths, examining now the time for the whole length [in comparison] with the time of one-half, or with that of two-thirds, or of three-quarters, and finally with any other division, by experiments repeated a full hundred times, the spaces were always found to be to one another as the squares of the times. And this [held] for all inclinations of the plane; that is, of the channel in which the ball was made to descend, where we observed also that the times of descent for diverse inclinations maintained among themselves accurately that ratio that we shall find later assigned and demonstrated by our Author.

As to the measure of time, we had a large pail filled with water and fastened from above, which had a slender tube affixed to its bottom, through which a narrow thread of water ran; this was received in a little beaker during the entire time

that the ball descended along the channel or parts of it. The little amounts of water collected in this way were weighed from time to time on a delicate balance, the differences and ratios of the weights giving us the differences and ratios of the times, and with such precision that, as I have said, these operations repeated time and again never differed by any notable amount.

25. Actual results obtained by procedures similar to Galileo's vindicate his claim as to their reliability. His manuscript records of another type of inclined plane experiment show him to have obtained results within one percent of modern theoretical values.

Hvis man gentager de eksperimenter, som Aristoteles taler om, passer de ikke. Galilei derimod opfattes ofte som den store eksperimentator, der lavede kontrollerede reproducerbare eksperimenter. Dette er korrekt i mange tilfælde, men han stolede faktisk også på sit hoved. I følgende citat omtales pendulbevægelse (Galilei, 1974):

*Solv. Suspend two equal lead balls from two equal threads four or five braccia long. The threads being attached above, remove both balls from the vertical, one of them by 80 degrees or more, and the other by no more than four or five degrees, and set them free. The former descends, and passing the vertical describes very large [total] arcs of 160°, 150°, 140°, etc., which gradually diminish. The other, swinging freely, passes through small arcs of 10°, 8°, 6°, etc., these also diminishing bit by bit. I say, first, that in the time that the one passes its 180°, 160°, etc., the other will pass its 10°, 8°, etc. From this it is evident that the [overall] speed of the first ball will be 16 or 18 times as great as the [overall] speed of the second; and if the greater speed were to be impeded by the air more than the lesser, the oscillations in arcs of 180°, 160°, etc. should be less frequent than those in the small arcs of 10°, 8°, 4°, and even 2° or one degree. But experiment contradicts this; for if two friends shall set themselves to count the oscillations, one counting the wide ones and the other the narrow ones, they will see that they may count not just tens, but even hundreds, without disagreeing by even one, or part of one.<sup>12</sup>*

12. A disagreement of about one beat in thirty should occur with pendulums of the length and amplitudes described here as isochronous. Writing this passage in his old age, Galileo may have recalled his valid experiments with pendulums weighted with cork and lead as described in the First Day (p. 129), and confused them with the quite different result incorrectly asserted here.

Resultatet er forkert. De to beskrevne penduler vil kunne ses komme ud af takt. For pendulet med de små udsving gælder, at  $\sin \theta \approx 0$ , hvor udsvingningsvinklen betegnes med  $\theta$ . Derfor beskriver det harmoniske svingninger. Dette gælder ikke for pendulet med de store udsving. Det foretager ikke harmoniske svingninger. Derfor vil de to penduler komme ud af takt.

Perioden for små penduludsving er  $P = 2\pi\sqrt{l/g}$ , hvor  $l$  er pendullængden og  $g$  er tyngdeaccelerationen.

Perioden for store penduludsving er

$$P = 2\pi\sqrt{l/g} (1 + 1/4 \sin^2 \theta_0 + 9/64 \sin^4 \theta_0 + \dots)$$

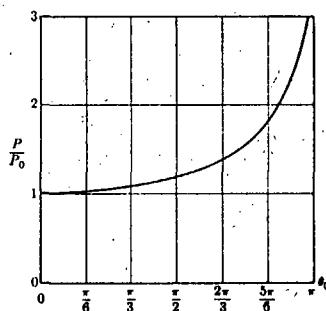
hvor  $\theta_0$  er statudsvingsvinklen.

Pendulet med  $80^\circ$  udsving vil komme bagefter pendulet med små udsving. Hvor mange svingninger  $n$  skal der til for at de to moduler er kommet i modfase? Der må gælde at

$$P_{80}/2 = n(P_{80} - P_{små})$$

Ved udregning heraf får jeg  $n = 4,4$ . Det vil sige, at allerede efter 4-5 svingninger er de to penduler kommet i modfase. Galilei kunne ikke have kontrolleret det beskrevne forsøg (lige inden han skrev det).

Et matematisk penduls periode som funktion af amplituden.



#### 4.4.6. OPSAMLING

Galilei anvender den samme terminologi som Aristoteles, men forøget med ord fra mekanikken og fra dagligsproget.

Tidligere i afsnittet er nævnt uenigheden mellem Randall og Shea vedrørende, om Galilei kan betegnes som aristoteliker eller ej. Det menes ikke, han kan, men det kan han i kraft af, at han oprettholdt en skelnen mellem matematik (f.eks. det at sætte bevægelse på matematisk form) og det at bestemme årsag (til bevægelsen). Shea udnævner Galilei til at være platoniker (Shea, 1972 s.186), d.v.s. til at være ligeglad med årsagerne, og det er da også rigtigt nok; men han kunne lige såvel have betegnet Galilei som pythagoræer, da Galilei mente, at matematik er smukt - han søgte efter matematiske regulariteter. I det hele taget er det da også nemt at komme op at skændes om Galilei, da hans udsagn ikke altid passer sammen. Øjensynligt er det vigtigt for Shea at fastslå, at Galilei er helt forskellig fra Aristoteles. Det var også hvad der var vigtigt for borgerne på Galileis tid. De kunne bruge ham i nedbrydningen af den feudale ideologi, så de selv kunne vinde frem med det frie initiativ. Lige såvel brugt Galilei borgerne ved fremførelsen af sin videnskab.

(Han skrev fra 1610 på italiensk, hvilket gjorde hans værker tilgængelige for en ulærd læserskare i byerne.) På det overordnede plan er det rigtigt, at Aristoteles' lærdom og Galileis lærdom er forskellig. Aristoteles, der var praktisk-dagligdags inspireret, lavede en filosofi om virkeligheden (jvf. afsnit 4.1.). Galilei var snarere filosofisk inspireret (simpelhedsprincip, matematiske regulariteter og praktisk-dagligdags anvendelig). De spørgsmål, som Aristoteles og Galilei stillede, er forskellige og på den måde kan deres lærdom ikke sammenlignes, men den vedrørte dog trods alt det samme - naturen. Folk (nye lærde folk og borgerne) lagde sig op ad den nye videneskab, bl.a. fordi den blev legitimert af nytteværdi.

Ses der på detaljen, kan der findes mange små pudsigheder. Her følger nogle eksempler, hentet fra de foregående Galileiciter:

Autoritetsforkastelse (Galilei, 1957 s. 225):

"In the same way a man will never become a philosopher by worrying forever about the writings of other men, without ever raising his own eyes to nature's work in the attempt to recognize there the truth already known and to investigate some of the infinite number that remain to be discovered."

Antiautoritær (Galilei, 1957 s. 270) (Man kan ikke stemme om sandt eller løgn - man kan have ret eller uret):

"To adduce more witnesses serves no purpose, Sarsi, for we have never denied that such things have been written and believed. We did say they are false, but so far as the authority is concerned yours alone is as effective as an army's in rendering the events true or false. You take your stand on the authority of many poets against our experiments. I reply that if those poets could be present at our experiments they would change their views, and without disgrace they could say the had been writing hyperbolically - or even admit they had been wrong."

Elitær (Galilei, 1957 s. 271):

"But reasoning is like racing and not like hauling, and a single Arabian steed can outrun a hundred plow-horses. So when Sarsi brings in this multitude of authors it appears to me that instead of strengthening his conclusions he merely ennobles our case by showing that we have outreasured many men of great reputation."

En differentialkvotion i svøb (Galilei, 1974 s. 191):

"NOTE: To the old definition, which simply calls motion "equable" when equal spaces are completed (transiguntur) in equal times, it seemes good to add the qualifier "any whatever", that is, in all equal times; for it may happen that a moveable passes thruough the spaces completed in smaller parts of those same times, themselves equal, are not equal."

Da Galilei skilte Guds bog og naturen (sbog) og begyndte at analysere fænomener i naturen, betragtes han af og til for at have begyndt at rydde vejen for voldtægt af naturen, men i følgende citat fremhæver han næsten naturen som moralsk autoritet. (Panteisme - Gud er i al ting) (Galilei, 1974 s. 197):

"And indeed, no one of judgment believes that swimming or flying can be accomplished in a simpler or easier way than which fish and birds employ natural instinct."

Hypotetisk-deduktiv, men samtidig empirist. Galilei er ikke platoniker her (Galilei, 1974 s. 198):

"And thus it is seen that we shall not depart far from the correct rule if we assume that intensification of speed is made according to the extension of time; from which the definition of the motion of which we are going to treat may be put thus:

(DEFINITION)

*I say that motion is equable or uniformly accelerated which, abandoning rest, adds on to itself equal momenta of swiftness in equal times.*

Autoritær! (Galilei, 1974 s. 274):

"The authority of Archimedes alone should satisfy everyone;"

Aristoteliker i den forstand, at videnskab må dreje sig om formerne og det uforanderlige (Galilei, 1974 s. 275):

"Next, a more considerable disturbance arises from the impediment of the medium; by raeson of its multiple varieties, this (disturbance) is incapable of being

subjected to firm rules, understood, and made into science."

Den abstrakte verden er sikker viden (Galilei, 1974 s. 276):

"No firm science can be given of such events of heaviness, speed, and shape, which are variable in infinitely many ways. Hence to deal with such matters scientifically, it is necessary to abstract from them. We must find and demonstrate conclusions abstracted from the impediments, in order to make use of them in practice under those limitations that experience will teach us."

Sandsynligvis var Galileis indflydelse uden for Italien lille. Efter 1610 udkom hans bøger på italiensk. (Dog var det, som Salviati læste op i "Two New Sciences" skrevet på latin.) Det er selvfølgelig muligt, at nogen ikke-italienske videnskabsfolk kunne italiensk.

Latinske oversættelser af "Dialogue" kom i Holland i 1635, i Frankrig i 1641 og i England i 1663, men den latinske oversættelse af "Two New Sciences" kom i 1700 - efter at Newtons "Principia..." var udkommet Newton synes ikke at have læst Galileis "Two New Sciences" først 1700, men har måske kendt indholdet gennem Huygens. Han kendte "Dialogue" allerede i 1666. Det siger dog ikke noget om den generelle spredning. (D.Sc.B., Vol. 5)

LITTERATUR:

Marcelo Alonso og Edward J. Finn  
 Fundamental university physics, 2nd edition, vol. I  
 Addison-Wesley publishing Company  
 Massachusetts, ....  
1980

Ronny Ambjörnsson og Aant Elzinga  
 Tradition och revolution, Huvuddrag i det europeiska tänkandets historia, Del 1.  
 Bo Cavefors Bokförlag  
 Stockholm  
1969

Dictionary of Scientific Biography. Vol V

Stillman Drake  
 Galileo's Discovery of the Law of Free Fall  
 Scientific American  
Maj 1973

Stillman Drake  
 The Role of Music in Galileo's Experiments  
 Scientific American  
Juni 1975

Galileo Galilei  
 Dialogue Concerning the Two Chief World Systems  
 - Ptolemaic & Copernican  
 University of California Press  
 Berkeley and Los Angeles  
1967 (1632)

Galileo Galilei  
 Discoveries and opinions of Galileo.  
 Including ..., ..., ... and Excerpts from The Assayer  
 Doubleday & Company, inc,  
 Garden City, New York  
1957 (1610-1623)

Galileo Galilei  
 Two New Sciences. Including Centers of Gravity & Force of Percussion  
 The University of Wisconsin Press  
 Wisconsin  
1974 (1638)

Owen Gingerich  
 The Galileo Affair  
 Scientific American  
Aug. 1982

Kurt Jakobsen

Fra Big-Bang er du kommet  
Fysik- og kemilærerforeningens skrifter  
Gyldendal  
København  
1981

Ole Knudsen og Olaf Pedersen  
Lærebog i mekanik, 1. del  
Akademisk Forlag  
1967

John Herman Randall  
The school of Padua and the emergence of modern science  
Editrice Antenore  
Padova  
1961

William R. Shea  
Galileo's intellectual revolution  
Macmillan  
London  
1972

Svein Sjøberg  
Kraft og bevegelse i historisk perspektiv  
Universitetet i Oslo  
Oslo  
1981

Lynn Thorndike  
Elementary and secondary education in the middle ages, s. 402  
Speculum, 15,  
1940

#### 4.5. NEWTON - EN PARENTES I PROJEKTET, MEN IKKE I FYSIKKEN

Englænderen Isaac Newton (1642-1727) markerede afslutningen på den naturvidenskabelige revolution. I 1687 udkom "Philosophiae naturalis principia mathematica" bog 1-3. (Dens samlede indhold havde han udviklet ca. 20 år før.) Heri samlede han trådene fra de foregående ca. 200 års diskussioner om himmellegemernes bevægelse og bevægelse på/ved jorden. Diskussionen var i det væsentligste startet med offentliggørelsen af Kopernikus i "De revolutionibus Orbium Coelstium" i 1543.

Newton leverede med betydelig nytænkning (differential og integral regning) en matematisk beskrivelse af verden, hvor han forklarede bevægelsesforandringer både i himlen og på jorden med en universel gravitationskraft. Hans teori der kaldes den klassiske mekanik, syntes fuldstændig færdig. Da den efter 50 års tid havde slået igennem bevirkede den, at der skete meget lidt inden for bevægelses læren i de kommende århundreder. Videnskabsmændene udvidede (simpelthen) Newtons mekanik til et større anvendelsesområde (rotation, statistisk mekanik m.v.)

Den klassiske mekanik er en af den nutidige fysiks teoribygninger. Der undervises stadig i den, og den regnes for et godt billede af virkeligheden ved betragtning af legemer med små hastigheder og store masser. Den har værdi indenfor et begrænset område.

Der er to svage punkter i Newtons verdensbilledet, der blev diskuteret dengang og som senere viste sig at være dem, som blev revideret i relativitetsteorierne. (Se afsnit 4.6) Det er begrebet om absolut rum, og det er kraftbegrebet. Newton hævdede, at gud var der til at observere bevægelser i det absolute rum. Med hensyn til gravitationskraften, der virker over en afstand, syntes Newton selv, at der var en ufuldstændig forklaring, jvf: (D.Sc. vol. 10, side 85 - Newton) :

""explained the phenomena of heavens and our sea, by the power of Gravity" but had not yet "assigned the cause of this power", alleging that "it is enough that Gravity does really exist, and act according to the laws which we have explained" and that its action "abundantly serves to account for all motions of the celestial bodies, and of our sea". The reader was to accept the facts of the *Principia*, even though Newton had not "been able to discover the cause of those properties of gravity from phenomena." Newton here stated his philosophy, "Hypotheses non fingo."

(Af Cartesianere blev Newton kritiseret for ikke at lave tandhjulsforklaringer.)

Med Newton var billedet af universet blevet fuldstændigt ændret. Før den naturvidenskabelige revolution havde læren om jordiske fænomener og læren om himmelen været adskilt, jorden og mennesket havde været noget særligt, hvoromkring alle himmellegemer havde bevædet sig, og bevægelse havde krævet forklaring. Man havde haft et statisk ideal indenfor videnskab (såvel som i samfundet). Nu var der foretaget en syntese af fysik og himmellære (jord-himmel syntesen). Man havde "fået" et verdensbillede, hvor jorden bevægede sig omkring solen, og hvor

den var blevet reduceret til en af mange (6) planeter. Ydermere krævede jævn retliniet bevægelse ikke længere en forklaring. Det var blevet en bevægelse, der var blevet ligeså selvfølgelig som hvile. Idealet indenfor videnskaben fysik var ikke længere statisk, men dynamisk, og menneskets særlige plads i universet var ændret. Der var blevet udviklet et nyt videnskabssyn, der bygger på en grundlæggende ikke autoritær og kritisk arbejdsform, hvor empiriske-eksperimentelle undersøgelser knyttes sammen med teorier om de undersøgte fænomener.

Videnskabsudviklingen var bestemt af udviklingen af handelskapitalismen. De handlende (borgerskabet) havde brug for et våben imod feudalherrene (både de verdslige og de gejstlige) og brugte videnskaben til at give den feudale ideologi nogle slag med. Ydermere skabte de „højere“ specialiserede håndværkere (folk der arbejdede praktisk på et relativt avanceret niveau f.eks arkitekter og kanonerere, men ikke skomagere) et behov for en anvendelig/produktiv videnskab.

Til trods for eller netop fordi Newtons klassiske mekanik (vel at mærke i omformuleret form) stadig er en del af fysikkens teoribygninger (jvf. ovenfor), vil jeg ikke beskæftige mig uderligere med den. Newton forholdt sig i "Philosophiae naturalis principia mathematica" til de diskussioner, der var forløbet under den naturvidenskabelige revolution, og han formulerede det nye verdensbillede. Hvorimod Galilei, som en af hans forløbere, havde måttet forholde sig til Aristoteles, Ptolemaios og Thomas Aquinas m.fl., der repræsenterede det verdensbillede, der blev fejet væk. Det syntes jeg i forbindelse med dette projekt var vigtigst og mest interessant at beskæftige sig med.



Newton

LITTERATUR:

Ronny Ambjörnsson og Aant Elzinga  
Tradition och revolution,  
Huvuddrag i det europeiska tänkandets historia, Del 1.  
Bo Cavefors Bokförlag  
Stockholm  
1969

Dictionary of Scientific Biography. Vol. 10

Isaac Newton  
The mathematical principles of natural philosophy  
Dawsons of Pall Mall  
London  
1968

#### 4.6. OM RELATIVITETSTEORI OG KVANTEMEKANIK

Dette afsnit er lidt perifert i forhold til diskussionen omkring videns og tro's betydning i samfundet, men det er med for at afrunde „bevægelseslæren”.

Det var først i slutningen af sidste århundrede og i begyndelsen af dette, at den klassiske mekaniks begrænsninger blev klart konstateret, og at den teknisk set blev et grænsetilfælde af nogle mere generelle teorier - teorier som havde et større virkelighedsområde. Det er relativitetsteorierne og kvantemekanikken.

Den klassiske mekanik er et system af begreber, der er matematisk klart defineret i forhold til hinanden. De udgør en teori om virkeligheden. De er ikke virkeligheden, men er en del af virkeligheden. Indtil afslutningen af sidste århundrede opfattede man dog den klassiske mekanik som sandheden om naturen, hvor definitionerne og de matematiske ligninger blev regnet som gældende for alle legemer til alle tider. (Laplace søgte efter bevægelseslovene for alt, så fremtiden kunne forudsiges i al evighed.)

Den klassiske mekaniks succes i henseende til f.eks. at kunne beregne energi mængder og kanonkuglebaner medførte også et objektivitetsideal - et krav om at naturbeskrivelsen indenfor naturvidenskab skulle være uafhængig af den enkelte videnskabsmand - af samfundet m.v. (det vil sige at man tror på, at der eksisterer en objektiv materiel virkelighed uafhængig af, om vi er her til at erkende den, eller hvem det er der undersøger den. Dette var og er stadig det vigtigste kriterium for værdien af et videnskabeligt udsagn - ihvertfald i det videnskabelige miljøs egen selvforståelse.)

Begreberne i den klassiske mekanik om årsag og virkning svarer til den måde vi til daglig opfatter verden på. Med hensyn til rummet forudsætter den klassiske mekanik et Euklidisk rum (1), men ikke alle opfatter verden således. F.eks. ser det når man står på en vej, ud til at de to parallelle linier der afgrænser vejen mødes ude i horisonten. Med hensyn til tiden forudsætter den klassiske mekanik et videnskabeligt tidsbegreb, hvor tiden kan måles kvantitativt, som værende ens for alle, men alle har også et kvalitativt tidsbegreb - nogle dage går hurtigt, og andre langsomt.

I den specielle relativitetsteori fra 1905 antog Einstein p.g.a. teoretisk modstrid mellem den klassiske mekanik og elektrodynamikken,

(1) (Euklids fem grundlæggende axiomer er:

1. Det er muligt at trække en ret linie fra ethvert punkt til ethvert andet punkt.
2. Man kan forlænge en begrænset ret linie ud i ét.
3. Det er muligt at tegne en cirkel med vilkårlig radius og omkreds.
4. Alle rette vinkler er lige store.
5. Når en ret linie skærer to rette linier, og de indvendige vinkler på samme side er mindre end to rette, så mødes de to linier, når de forlænges ubegrænset, på den side hvor de to vinkler, der er mindre end to rette ligger.

at lyshastigheden er en universel konstant, som er ens i alle inertial-systemer. Denne antagelse som er en konsekvens af at de fysiske love skal være ens i alle inertialsystemer, medførte bl.a. tidsforlængelse (d.v.s. den videnskabelige tid er ikke ens, den afhænger af målesituationen) og længdeforkortelse ved betragtning af legemer, hvis hastigheder er i nærheden af lysets.

Drivkraften for den specielle relativitetsteoris tilsynskomst var, at den klassiske mekanik og elektrodynamikken ikke stemte overens. Det var ikke en teori, som blev fremprovokeret af empiriske iagttagelser, der ikke kunne forklares med de teorier man havde. (Michelson - Morley forsøget, hvor det ikke havde været muligt at bestemme æteren (lysmediet), kunne også forklares ved, at æteren fulgte med jorden.) Den specielle relativitetsteori har instrumentelt set den klassiske mekanik som grænsetilfælde ved lave hastigheder. Den klassiske mekanik er stadig en af fysikkens teoribygninger; den er ofte praktisk set tilstrækkelig (jvf tidligere i afsnittet).

Den specielle relativitetsteoris værdi fremtræder nu, f.eks ved iagttagelser af radioaktive partikler, der henfalder på vej gennem atmosfæren og indenfor elementarparkelfysikken, hvor fysikere forsøger at finde stoffets mindste dele. Her er teorien hverdagsskost. Der er tillige utallige fænomener, der simpelthen ikke ville kunne forklaries uden at tage hensyn til den relativistiske tidsforlængelse, men det er fænomener, man ikke kendte, da teorien blev lavet.

Den specielle relativitetsteori forenede den klassiske mekanik med elektrodynamikken. Den kan betragtes som en instrumentel fuldendelse af den klassiske fysik, men samtidig hermed ændrede den verdensbilledet. Den sædvanlige opfattelse af tiden og rummet indenfor videnskaben fysik er opløst og i stedet er indsat en firedimensional rumtidsstruktur. Det absolute rum eksisterer ikke længere i fysikeres verdensbillede, for man kan ikke bestemme et henførselssystem, som er i absolut i hvile. (Men istedet forudsættes at der findes en gruppe inertial-systemer, der er i jævn bevægelse.) Samtidigt er masse og energi blevet to tæt sammenvævede begreber.

I den almene relativitetsteori (fra) 1915 ophæver Einstein skellet mellem systemer, der er i jævn retlinet bevægelse, og systemer der er i accelereret bevægelse, og samtidigt bliver tyngdekraften en konsekvens af egenskaber ved rummet. Dette betyder, at rummet i følge teorien bøjer ind i retning af tunge masser (- sammenlign med en tidimensionel trampolinlug, der bøjer hvis man lægger en tung kugle på den.) (Den kan også benyttes, hvis man skal afgøre om det er karusellen der roterer, eller det er jorden den står på der roterer.- I roterende systemer er der centrifugalkrafter.)

Det har ikke været muligt at få tilstrækkelig verifikation for den almene relativitetsteori, til at den er blevet fuldt accepteret, da der skal ret nøjagtige astronomiske målinger til. Fænomener, der underbygger teorien er Merkurs periheldrejning, lysets rødforskydning fra tunge masser (d.v.s., tiden går langommere) og lysets bøjning omkring tunge masser (f.eks. solen). Teorien har sat spørgsmålstegn ved rummet. Matematikere kan lave matematik på andre rum end det Euklidiske (- det sædvanlige tredimensionale), men det er et empirisk problem, hvilket rum vi lever i.

Kvantemekanikken fremkom også i begyndelsen af dette århundrede, men i modsætning til relativitetsteorierne var den ikke fremprovokeret af modsigelser mellem allerede eksisterende teorier (det afhænger dog af hvornår uret startes). Den forsøgte derimod at forklare fænomener, man i hovedsagen ikke tidligere havde kendt, og som ikke passerede med teorierne. Det var fænomener, der var resultatet af en apparaturudvikling og af udvikling indenfor atomfysikken.

Fleres mennesker har deltaget i kvantemekanikkens udvikling. I 1913 fremkom Bohr med bl.a. en planetmodell af atomerne. I midten og slutningen af 1920-erne blev den egentlige kvantemekanik udformet af Heisenberg, Schrödinger m.fl..

Teorien siger f.eks. at elektronerne ændrer tilstand ("bane") i spring, at energien er kvantiseret, at sted og impuls ikke kan måles så usikkerheden på bestemmelsen af den ene bliver uafhængig af usikkerheden på bestemmelsen af den anden, og bølgebegrebet og partikelbegrebet bruges komplementært både om elektroner og fotoner. Kvantemekanikkens brugbarhed ses af halvlederteknologien og dens relevans for makrofænomener ses f.eks. af, at flydende helium, som man kommer i et kar, kravler op af dette.

Teorien går på tværs (energikvantisering, bølge/partikeldualiteten m.v.) af de ældre teorier, men indholder et korrespondensprincip), så den klassiske mekanik også teknisk set bliver et grænsetilfælde af den. (Desuden er den klassiske mekanik en forudsætning for kvantemekanikken i Københavnerfortolkningen, da måleapparaturet beskrives klassisk).

Fysikere fortolker kvantemekanikken forskelligt. Den såkaldte Københavnerfortolkning mener, at kvantemekanikken er en færdig teori, selvom den taler om sandsynligheder for, hvor partikler er imellem de målinger, der kan foretages på dem, selvom bølgebegrebet og partikelbegrebet bruges komplementært, og selvom det er muligt at kende en partikels sted nøjagtigt samtidigt med at dens impuls kendes nøjagtigt, samt på trods af flere andre delelementer af teorien, der ikke passer med vores almindelige opfattelse af verden.

Kritikere af Københavnerfortolkningen mener alle (ifølge Heisenberg, 1971):

"Det ville ... være en fordel at vende tilbage til den klassiske fysiks virkelighedsbegreb, .... De ville foretrække, at man kom tilbage til tanken om en objektiv virkelig verden, hvis mindste dele eksisterer objektivt på samme måde som sten eller træer, uafhængigt af, om vi iagtager dem eller ej."

En af modstanderne af Københavnerfortolkningen - Einstein - mener, at kvantemekanikken er en ufuldstændig teori, så længe den ikke beskriver fænomenerne uafhængigt af, om vi iagtager dem eller ej, men kun taler om sandsynligheder for, hvad det er muligt, vi faktisk vil iagtage.

Når nu man er nød til at bruge partikel og bølgebegreberne komplementært, er det fordi at lys og elektroner er hverken/eller (i klasisk forstand), men er noget helt tredie. Vi finder ikke ud af, hvordan naturen er, men finder ud af hvordan naturen svarer på de af forskerne stillede spørgsmål.

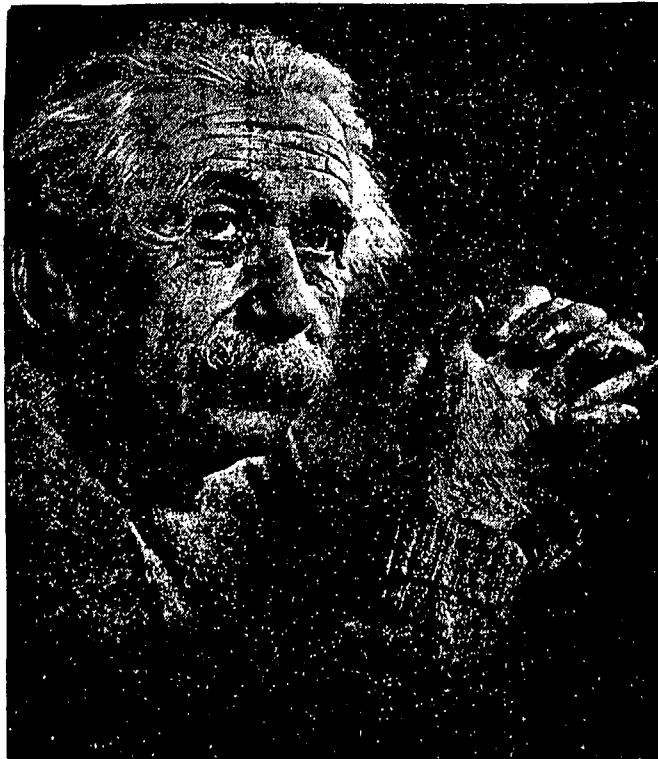
De nye teorier (Capra, 1980) kan også fortolkes således, at virkning og årsag bliver byttet om i visse tilfælde. (Tiden går ikke altid fremad, eller verden skal opfattes som en helhed, hvor fortid, nutid og fremtid eksisterer sammen.)

Kvantemekanikken og relativitetsteorierne er ontologisk set så langt fra vores sædvanlige opfattelse af verden, at de i forhold til den klassiske mekanik er mere uforståelige; men hvad de har mistet i forståelighed, har de vundet i generalitet. Flere fænomener er kommet til at hænge klarere sammen. (Teorierne har eksperimentelt været succesrige.)

Fremkomsten af relativitetsteorierne og kvantemekanikken har ført til at viden ikke betragtes som noget fast, men at naturvidenskab f.eks. kan betragtes som at gå på en stige, hvor der bliver ved med at være trin. Eller sagt med James Jean:

"The universe cannot admit of material representation, and the reason, I think, is that it has become a mere mental concept"

(Jeans, 1934, s.123)



Einstein

LITTERATUR:

Niels Bohr  
Om Brønstedret  
Fysisk Tidsskrift  
Selskabet for Naturlærens Udbredelse  
København  
1913-1914

Fritjof Capra  
Fysikkens tao  
Borgen  
1980

Albert Einstein  
On the electrodynamics of moving bodies

i uddrag fra

Charles Kittel m.fl.  
Mechanics, Berkeley Physics Course - vol. 1.  
McGraw-Hill Book Company  
New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney  
1965

Werner Heisenberg  
Fysik og filosofi  
Thøring & Appel  
København  
1971

James Jeans  
The Mysterious Universe, chapter V  
Cambridge University Press  
Cambridge  
1934

Jens Højgaard Jensen og Søren Kjørup  
Om fysik 1  
Hans Reitsels Forlag  
København  
1983 (dog læst i udkast og på manuskriptform)

5. RELIGIONERS - SPECIELT KRISTENDOM-  
MENS - ROLLE

### 5.1. KRISTENDOMMEN I MIDDLEALDEREN OG RENÆSSANCEN I VESTEUROPA

I middelalderen havde man et statisk verdensbillede (på trods af at der var foregået og foregik en teknologisk udvikling). Man havde den opfattelse at alle sandheder var afsløret, og at ingen kunne tilføje noget nyt. (Det var ikke så underligt. De lærde havde måtte genforebre grækernes lærdom, der ellers var gået tabt i Europa (jvf. afsnit 4.2.)). Man henførte sig til autoriteterne - til det, der var skrevet. (Bemærk ordene auctor - forfatter - kilde til skrift og auctoritas - autoritet - kilde til magt. I antikken var de to ord adskilte, men i middelalderen flød ordene sammen.)

Som allerede nævnt i anden sammenhæng, fandtes der ikke en, men to autoriteter kirkelæren (teologien) og filosofien. Teologien var autoritet for de åbenbare sandheder, som lå uddover fornuften, og som kunne læses i biblen (hvis man da ellers både kunne læse og kunne latin). Filosofien var autoritet for de sandheder, der kunne begrundes i fornuft. (Grænsen mellem de to autoriteter var ikke altid lige umiddelbar.) I den første del af middelalderen blev det filosofiske miljø, for såvidt der kan tales om egentlig lærdom, gennemtrængt af platoniske og nyplatoniske tanker; men i højmiddelalderen blev Platon udskiftet med Aristoteles. Det skete i 1200 tallet. Dominikánerne Thomas Aquinas og Albertus Magnus lavede (o. 1250) et system, där bedre opdelte tilværelsen i to lag - det teologiske og det filosofiske. (Det skete efter at man i de nye universitetsmiljøer var begyndt at bruge Aristoteles). Aristoteles passede bedre ind i systemet end Platon, da han i mindre grad var religiøs. Han kunne bedre bruges som en udelukkende filosofisk autoritet, der beskæftigede sig med ikke religiøse sandheder. (I Aristoteles' filosofi blev indføjet en pludselig skabelse, så han ikke længere stred mod guds bog - bibelen.) Systemet var en form for repræsiv tolerance. (Det tolererede de "nye" tanker, men undertrykte dem næsten helt.)

Tidligere i middelalderen havde teologien og (natur-) filosofien beskæftiget sig med nogle af de samme emner (verdens skabelse, universets indretning, menneskets placering, sandheden om naturen o.s.v.), selvom den første var grundet i åbenbarede sandheder og den sidste i overleveret fornuft. Nu havde man i højere grad fået en todelt verden, hvor teologien og filosofien havde autoritet på hver sit felt, (men hvor teologerne stadig skulle godkende, hvad der var fornuft.)

Den sandhed som teologerne (paven, præster og munke m.fl.) ud-sagde, var med til at legitimere det feudale samfund. Religionen (-ideologi (jvf. 2.4.)) fastholdt feudalismen ved at give feudalherrene lov til at besidde magt. De var herrer af guds nåde. Kirken havde ret til at bestemme over alt - sådan da. Den fortolkede ifølge sine egne principper - ikke nødvendigvis ifølge de (øvrige) verdslige magthavores principper - hele verden. Specielt fortolkede den (selvfølgelig) sin egen verden og herunder universiteterne. Paven skulle godkende universiteternes læreplaner. Kirken bestemte hvad, der var sandheden om naturen, og hvordan, der skulle drives "videnskab" (d.v.s. undervises i de filosofiske autoriteter). Kirken var "vejen og sandheden og livet" (Johannes 14,6).

Fra midten af 1500 tallet var kristendommen reelt delt i ka-

tolicismen og nogle nye religiøse retninger: Den evangelsk - lutherske kirke, den reformerte kirke m.fl.. Bruddet på kirken i vesteuropæisk sammenhæng opstod med det, man kalder for reformationen. Årsagerne her til var mange. For eksempel var kirkens forbrug blevet ret stort, og der blev brugt meget energi på at skrabe penge ind (i form af f.eks. bodesaflæggelser). Desuden var kirkens folk ikke altid lige fromme. Dette blev stærkt kritisert. En af reformatorerne Luther gik ind for et personligt Gudsforhold, hvor det ikke er det ceremonielle eller bods handlinger (gernings hellighed), der er det vigtigste, men hvor man umiddelbart får Guds tilgivelse og derved får overskud til at elske sin næste.

Luther gik ind for det traditionelle feudale samfund og mente, at man kunne tjene Gud i ethvert erhverv. Det berørte ikke et menneskes Gudsforhold, om det var frit eller bundet til en herre. Derfor var det nemt for feudalherrerne at acceptere Luthers lære.

Den katolske kirke har paven som overhoved, men Luther gik ind for, at menigheden skulle have magten i kirken. Den skulle være lige for alle, og alle skulle være fri til selv at læse eller ved højtlæsning at forstå bibelen på folkesproget. Dette førte til, at han appellerede til de tyske fyrster, som havde magt i samfundet om at oprette nogle nye kirker. Dette opfattede de anderledes end Luther. De nye kirker blev godt nok fri for pavens overhøjhed, men fik en fyrste som overhoved i stedet. Fyrsternes var altså nu både verdslige og gejstlige overhoveder.

Luthers oprør mod den katolske kirke - ved at præciser det personlige gudsforhold, som det afgørende - var, selvom han gik ind for det traditionelle feudale samfund og ikke krævede sociale ændringer, med til at bryde med den traditionelle feudale autoritetsstruktur.

En anden reformator hed Calvin. Han mente, at bibelen er Guds ord, og at både den verdslige og den kirkelige del af tilværelsen skulle styres heraf. Dette medførte, at præsterne - i Geneve Calvin - fik al magt indenfor "den reformerte kirke".

Et vigtigt spørgsmål indenfor den reformerte kirke (Calvin) er, om man er forudbestemt til frelse eller fortabelse. Det kan man gisne om sandsynligheden for, udfra om Gud er med i ens færd eller ej. Det gælder om at få succes, for så tyder det på, at man er forudbestemt til frelse. Denne lære blev en opfordring til at drive handel og til at sætte produktion i gang. Den understøttede den kapitalistiske ideologi. Det gælder om at akkumulere kapital, og de fattige må affinde sig med at økonomisk ulighed bunder i Guds forudbestemmelse. (Max Weber tesen)

Reformationen delte Vesteuropa religiøst. Sydeuropa vedblev med at være katolskt, og Nordvesteuropa (Holland, Nordtyskland, England, Skandinavien m.v.) blev protestantisk (evangelisk-lutheransk, reformert, ...)

Under den naturvidenskabelige revolution da Kopernikus og Galilei gjorde sig til talstmænd for bl.a. et nyt verdensbillede (hvor jorden bevægede sig om solen osv. (se afsnit 4.4.)) angreb de og deres samtidige kollegaer for det første den eksisterende og overleverede

sandhed om naturen, men herved angreb de universiteternes tradition og således også selve den kirkelige autoritet. Kirken (den katolske) følte sin magt over naturfilosofien og over hele det åndelige liv truet. Derfor og nok også fordi pave Urban VIII følte sig trådt over tærne, blev Galilei dømt ved inkvisition (se afsnit 4.4.). Bl.a. dette lagde en dæmper på den videnskabelige aktivitet i de katolske lande, men dommen kunne kun bremse udviklingen + ikke standse den. I de protestantiske lande blomstrede den ny naturvidenskab og skilte sig begrebsmæssigt ud fra naturfilosofien. (Se afsnit 4.4.)

Videnskabens fremmarsch betød, at den naturfilosofiske autoritet Aristoteles blev forkastet. Den teologiske autoritet bibelen - som i gennem det thomistiske system var immun overfor filosofikritik - blev forkastet indenfor områder, der kunne gøres til genstand for videnskabelig undersøgelse (se afsnit 3.2. og 4.4.). Troen blev udgrænset. Kirken blev en søndagskirke. Videnskab og religion blev to kvalitativt forskellige måder at se tilværelsen/verden på. I stedet for Aristoteles og biblen satte den menneskelige bevidsthed nu sin lid til muligheden for videnskabelig erkendelse. Det var konsekvensen af den naturvidenskabelige revolution i forhold til kirken (- efterhånden også den katolske) som institution og for kristendommen som tro.

Generelt sagt var det, der foregik, en kamp mellem feudalherrer og handelskapitalister, der havde hver deres ideologi. Ideologien, der var legitimerende for feudalismen, var kristendommen (først og fremmest katolicismen); og naturvidenskaben blev brugt til at legitimere de handelskapitalistiske elementer i samfundet, og senere blev den legitimerende for den kapitalistiske produktionsmåde.



Afladshandel

LITTERATUR:

Jens Glebe-Møller

Om religion. En introduktionsbog.

Hans Reitzels Forlag

København

1977

Erik Lund, Mogens Pihl og Johannes Sløk

De europæiske ideers historie

Gyldendal

København

1973

## 5.2. HVAD ER RELIGION OG TRO I DAG?

Hvad er religion i dag? Jeg vil vove den påstand, at for de færreste i denne del af verden er det en altomfattende verdensanskuelse. For nogen er religion et livsgrundlag med tro på en Gud, som eksisterer side om side med en bevidsthed om, at der eksisterer videnskabeligt erkendbare sandheder, som strider mod, hvad der står i biblen.

Biblen er et sæt af myter eller gode historier, som er skabt i oldtiden, og som har legitimeret og forklaret tilværelsen. De har dækket og dækker (for nogen) et behov for at vide, hvor vi kommer fra, og hvor vi går hen. De giver livet mening og sammenhæng.

Religion (tilværelsесopfattelser) legitimerer i dag stort set ikke den politiske og økonomiske magt, men legitimerer stadig i en vis forstand moral eller normer (sexualmoral - du må ikke bedrive hor, ejendomsretten - du må ikke stjæle, autoritetstro indenfor familien - du skal ære/elske dine forældre, osv.).

Selvom man ikke har en religion og en Gud, har alle en eller anden form for tro eller tilværelsесopfattelse. Det eksisterer i dag som mere eller mindre sammenhængende livsgrundlag, til at skelne godt fra ondt og til at give formål og mening med tilværelsen. Tilværelsесopfattelser vil blive ved med at eksistere, men de ændres, som samfundet ændrer sig. Tilværelsесopfattelser dannes i vekselspillet mellem mennesket som produkt af omstændighederne (objekt), og mennesket som skaber af omstændighederne (subjekt) - og de er med til at legitimere det ene eller det andet samfundssystem.

LITTERATUR:

Louis Althusser

Filosofi, ideologi og videnskab - en introduktion

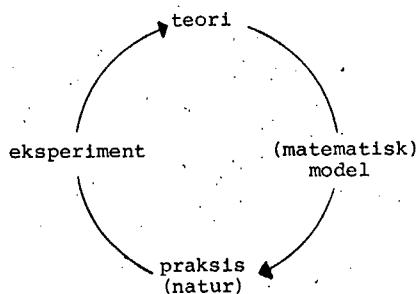
Rhodos

1975

6. SYNTESSE

Projektet har været vidt omkring og berørt både det specielle (som Aristoteles' fysik eller videnskabstraditioner på de norditalienske universiteter i middelalderen) og de mere generelle (som feudalismen eller religioners funktion). Rundt omkring i teksten er strøet opridsende bemærkninger, og nu skal essensen trækkes ud.

Det videnskabssyn, som Galilei stod for, er i store træk det stadigt herskende inden for naturvidenskab (og f.eks. marxistisk samfundsvidenskab). Det er selvfølgelig lidt af en påstand, da jeg kun i meget begrænset omfang har beskæftiget mig med videnskaben i dag; men det (videnskabssynet) bygger på en grundlæggende ikke-autoritær og kritisk arbejdsform, hvor empirisk-eksperimentelle undersøgelser knyttes sammen med teorier om de undersøgte fænomener. Dette kan illustreres med følgende figur:



Matematik og eksperiment bliver altså sat i sving på en gang for at sammenknytte teori og praksis. Dette førte til, at fysik (bevægelseslæren) i 1400-1700 tallet ændredes fra at være spekulativ naturfilosofi til at blive naturvidenskab. Skiftet kaldes den naturvidenskabelige revolution.

Den før-videnskabelige aristotelisk-pythagoreiske fysik var baseret på rent praktisk-dagligdags iagttagelser af, hvad der rent konkret kan lade sig gøre, og hvad der rent faktisk sker i naturen. Den havde ikke til formål at blive brugt i forbindelse med øgning af det materielle merprodukt/til teknologiske innovationer. Det var en del af en filosofi om virkeligheden, som også var legitimerende for, at verden var, som den skulle være.

Specielt inden for bevægelseslæren var det statiske det allmindelige, som ikke krævede forklaring, og bevægelse skulle forklares. Desuden eksisterede der én bevægelseslære (som var en del af læren om forandring) for fænomener på jorden og en anden for fænomener på himlen.

Man havde også i middelalderen eksperimenter, men det var demonstrationsekspertenter.

Med den naturvidenskabelige revolution blev der dannet en ny bevægelseslære, hvor jævn bevægelse ikke kræver forklaring, og som gør bevægelser på jorden og bevægelse af himmellegemer til to sider af samme sag. De bliver forklaret på samme måde. Hidtil adskilte fænomener blev altså sammenknyttet, men samtidig blev andre skilt fra

("forandring").

Fysikken (naturvidenskabelig erkendemåde) er blevet mere generel (eller om man vil, generel på en anden måde end hos Aristoteles), og abstraherer fra overfladefænomenernes forskelligartethed, bruger abstrakte begreber (kraft) i modsætning til konkrete begreber (de fire elementer: jord, vand, luft og ild)). Derved har den fjernet sig fra det nære dagligdags. Den er nu snarere inspireret af filosofiske overvejelser med henblik på at finde simple matematisk formulerbare generelle love om naturfænomener. Denne måde at reflektere på giver i modsætning til den aristoteliske mulighed for også at overveje forhold, der er uladsiggørlige nu, men måske kan bringes til at ske. Derved bliver tænkningen mere dynamisk, og de matematisk formulerede teorier kan bruges som udgangspunkt for konkret praktsik anvendelse. Videnskaben legitimerer sig ved både at være erkendelsesorienteret og anvendelsesorienteret. Den kan bruges som et instrument i mange sammenhænge, og den har fungeret som fundament for en del teknologiske innovationer. (Jensen, 1983)

Den naturvidenskabelige revolution skete som en del af, og i vekselspil med den øvrige samfundsudvikling. Der foregik i perioden en kamp på forskellige planer. Der var kampen mellem religionen(s folk) og naturvidenskaben(s folk), som drejede sig om, hvad der var sandheden om naturen, men nok først og fremmest om hvordan sandheden skulle skaffes til veje. Skulle den søges hos autoriteterne i bøgerne (Guds bog - biblen, de aristoteliske og de ptolemaisk skrifter), eller skulle den søges i (den gudsskabte) natur(en)? Resultatet blev, som alle rede nævnt, at videnskab og religion blev to kvalitativt forskellige måder at se tilværelsen/verden på. Kirkemagten blev reduceret. (Kirken blev en søndagskirke.)

Det hang sammen med hele kirkens placering i samfundet. Kristendommen blev i 1500 tallet delt i katalicismen og nogle nyreligiøse retninger under fællesbetegnelsen protestantismen. Det skete i en periode med theologiske stridigheder og religionskrige. (Det var ikke kun krige om religion, men også om økonomi.) Katalocismen var med til at legitimere feudaladelens magt og den feudale produktionsmåde var i opløsning. Angrebet på katalocismen fra protestanternes side var et udtryk for, at kirken ikke sad så fast som autoritet længere.

Der kæmpedes om videnskabens henholdsvis religionens ret til at besidde forklaringskraft. Et eksempel herpå er det dewgang mest om-diskuterede spørgsmål, om hvorvidt solen bevæger sig omkring jorden, eller omvendt. Dette spørgsmål hang sammen med verdensbilledet, både det med planeterne og stjernerne og det med samfundet. Jorden blev fjernet fra verdens midte og dermed blev mennesket i mindre grad noget særligt. (Denne udvikling fortsatte senere med Darwin og aberne.) Fundamentet for mennesket skred. Alt var øjensynligt ikke allerede klarlagt. På flere planer skete der en ændring fra en statisk til en dynamisk opfattelse - også i det sociale og økonomiske samfundsliv.

Det er ingen tilfældighed, at den naturvidenskabelige revolution foregår i en periode med store forandringer i samfundet. Feudalismen er ved at bryde sammen. Handelskapitalistiske elementer er

strukturelt dominerende. Pengeøkonomien lærer folk at regne. De tekniske fremskridt og nogle af de umiddelbare afkast af videnskaben, som kompas og kartografi, skruer forventningerne op til en videnskab, der kan udnyttes. Blandt højere specialiserede håndværkere og købmænd er der grobund for en ny dynamisk tænkemåde.

Ved oprettelsen af videnskabsakademierne, som brød universiteternes monopol på lærdom, spillede videnskabsmændene på nytteværdien over for købmænd o.a. i borgerskabet. (Endnu var det dog ikke den større betydning, videnskaben reelt havde i forhold til teknologisk udvikling. Den kom først rigtigt i 1800 tallet.) Videnskaben blev legitimérende for de handelskapitalistiske elementer i samfundet og blev ideologisk brugt i oprøret mod den feudale produktionsmåde. Den havde en frigørelseseffekt, i modsætning til den katolske kirke, der ved at legitimere feudalsamfundet, fungerede undertrykkende.

Naturvidenskab og religion har en del lighedspunkter, når der ses på deres kulturel-ideologiske funktion. Troens organisering i en institution kan virke frigørende til visse tider (katolske præster i Sydamerika i dag) og undertrykkende til andre (renæssancen) - ligesådan med naturvidenskaben. "Engang den farlige kætter, bærer af kritiske, næsten oprørskne tanker og arbejdsformer, i opposition til den katolske kirkes autoritære præsteskab. I dag i en stilling, der i mange øjne er forbundet med næsten universel autoritet, en position, som under tiden får karakter af en egentlig mangtfaktor i samfundet." (Nathan, 1982). Den har virket frigørende og bliver nu ofte brugt undertrykkende. Således kan den bruges, fordi den netop har autoritet til at udtale sig om en del, som er af stor betydning i samfundet (elektromagnetiske bølger (radiobølger, varmestråling m.v.), kerneprocesser (atomkraft) osv.).

En af den naturvidenskabelige revolutions fortjenester var, at den afgrænsede, at der var noget, der kunne opnås sikker og eksakt viden om. (Det var ikke en fast grænse - den rykker sig.) Dette forsvinder ofte i dagens politiske debatter. F.eks. bliver fysikere ofte hevet frem af både OOA og REO, når der diskuteres for og imod a-kraft. Det sker, selv om det, de har forstand på, måske er kerneprocesser og ikke har spor med de økonomiske og de samfundsmæssige følger af en evt. bygning af a-kraftværker at gøre. De får autoritet, fordi de uddover at have indsigt i og viden om deres eget fag også har føeling med, hvad teknologer, økonomer, samfundsfolk og politikere kan. En tilsvarende indsigt i naturvidenskab er det sjældent at finde uden for det naturvidenskabelige miljø. "For eller imod a-kraft" er et spørgsmål, der involverer naturvidenskab, men i det væsentligste er et økonomisk og politisk spørgsmål, som ikke kan afgøres rationelt. Alligevel vil "for" og "imod" blive legitimert med henvisning til "(natur-)videnskabens seneste resultater". Eksperter med rod i naturvidenskab får hovedroller, fordi de ud over at kende deres eget fag, kan snakke med om de andres. Eksperter med rod i samfundsvidenskab bliver udspillet, fordi de ikke har indsigt i, hvad naturvidenskaber kan og ikke kan (- groft sagt). Naturvidenskab kan bruges og bliver brugt til at udøve en vis form for arrogance over for folk, der ikke ved bedre.

Ovenstående er et eksempel, men generelt gælder, at naturvidenskabens ideologiske funktion både er frigørende og undertrykkende. I dag legitimerer videnskaben, fornuftens og det rationelle politisk og økonomisk magt, og i den forstand er naturvidenskab autoritær og elitær. Det er den ene side af dens funktion. Den anden er den oprørsk (rebellerende), frigørende og antiautoritære, som tydeligt vistes under renæssancen. Naturvidenskaben har to masker, den kan tage på, den elitære og den antiautoritære. Det er nødvendigt at være klar over dette, for hverken blindt at stole på den eller forkaste den.

LITTERATUR:

Jens Højgaard Jensen og Søren Kjørup  
Om fysik 1  
Hans Reitzels Forlag  
København  
1983 (dog læst i udkast og på manuskriptform)

Ove Nathan  
Naturfagene i gymnasiet:  
Kun studieforberedende - eller også noget mere?  
Uddannelse, nr. 4  
Undervisningsministeriet  
1982

## **7. FORMIDLING OG IDEOLOGISK MORALE**

### 7.1. OVERORDNET FORMÅL MED GYMNASIEUNDERVISNINGEN

Gymnaset "giver....en fortsat almendannende undervisning, som tillige giver det nødvendige grundlag for videregående studier...." (Fra lov om gymnasieskoler af 7. juni, 1958, § 2, stk. 2). Det studie-forberedende har alle dage været indeholdt i gymnasiet, og består i at give eleverne det grundlag, både fakta- og metodemæssigt, som er nødvendigt, for at de kan starte på bestemte uddannelser. Dette "klares" ofte ved traditionel indlæring (læs! regn! diskuter! osv.), men det er ikke tilstrækkeligt. Eleverne lærer at regne typeopgaver både i fysik og matematik, og ikke at regne opgaver af breddemodultype, som netop ikke er typeopgaver. Eller de lærer kun historiske fakta og kun én historisk metode. Den almendannende side af gymnasieundervisningen må være sværere, da den del af en ungdomsårgang, der går i gymnasiet (HF eller studenterkursus), er vokset fra omkring 7% i 1960 til 40% nu (Illeris, 1982). Eleverne er ikke lige motiverede for at gå der, for at komme videre i systemet. En del går snarere i gymnasiet, fordi hvad skulle de ellers, og det er bedre at lære noget end at gå arbejdsløs.

Ordet almendannelse dækker ikke over et en gang for alle fastlagt indhold, men én måde at præcisere det på, kunne være ved at sige, at undervisningen skal bidrage til at udvikle bevidsthedsmæssige ståstedes og dømmekraft hos eleverne: 1) sociologisk - om det teknisk-materielle, 2) filosofisk-erkendelsesteoretisk, 3) etisk-religiøst (tilværelsесopfattelse) og 4) musisk-æstetisk (kvalitatssans). (For en uddybning heraf, se afsnit 7.2.). (Jeg mener,) det almendannede element i undervisningen skal være en væsentlig side af den, og eleverne skal gøres kritiske og engagerede med en sammenhængende forståelse af verden/tilværelsen og opnå evne til at abstrahere og analysere.

LITTERATUR:

Knud Illeris, Elo Nielsen og Birgitte Simonsen,  
Ungdomspsykologi  
Unge Pædagoger  
København  
1982

## 7.2. PERSPEKТИVERNE FOR UNDERRISNING MED FAGKOMBINATIONEN FYSIK/HISTORIE

Fagene fysik og historie har en funktion i forhold til alle de i afsnit 7.1. nævnte 4 punkter, og alle stætederne er der flere måder til at udvikle, og der er flere problemer en klasse kan beskæftige sig med. Specielt er det værd at uddybe punkt 1 og 2.

Ved integration af fagene fysik og historie kan man som bidrag til at udvikle en sociologisk forståelse og dømmekraft (punkt 1) tage vekselspillet mellem videnskab, teknologi og samfund op - f.eks. eksemplarisk udfra halvlederfysik, mikroelektronikudviklingen og betydningen heraf i dagens samfund. (Herom i næste projekt!).

Som bidrag til at udvikle filosofisk-erkendelsesteoretiske holdninger (punkt 2) hos eleverne, kan problemstillingen i dette projekt anvendes. Det kan være en måde at opnå at komme til at kunne skelne mellem hvornår en persons udsagn, der begrundes i naturvidenskab, må tages som sådan, og hvornår de snarere er et udtryk for en persons tilværelsесopfattelse/partitilhørsforhold (ideologi). Under den naturvidenskabelige revolution stod naturvidenskabelige argumenter over for bibelcitatet. De første var begrundet i fornuft, de sidste i (over)tro. Præsteskabets autoritet på det naturlige område blev brutt.

Hvordan fungerer naturvidenskab i samfundet og hvordan fungerer ideologier i samfundet? Fysik skal bruges som et eksempel på naturvidenskab. Det er tilladeligt at bruge fysik hertil, også fordi de andre naturvidenskaber (f.eks. kemi og biologi) ofte ser fysik som idealet af videnskab. Fysikkens emneområder er matematiskebare og fanges ind af nogle få begreber. Fysik bliver brugt som videnskabsmodel, (og det er selvfølgelig diskutabelt i hvor stort et omfang, det er rimeligt.)

Et eksempel på en anden måde, at opnå en forståelse af at de ovenfor nævnte distinktioner er nødvendige at foretage, kan være ved at lave begrebsanalyser; men forslaget her går altså på med udgangspunkt i udvalgte eksempler, at foretage en eksemplarisk historisk undersøgelse af den naturvidenskabelige revolution.

Ved fagintegration mellem de to fag fysik og historie (og evt. andre) åbnes der mulighed for at se en sammenhæng mellem verden uden for gymnasiet - som ikke opfattes som fagopdelt, selv om der er specialister på ethvert område - og gymnasiet - som traditionalt har sine faggrænser. Der skulle desuden være mulighed for at slå bro over kløften mellem de to kulturer (den naturvidenskabeligt-tekniske og den humanistiske) både på lærerværelset og hos eleverne. (Hvad angår om der er realistiske muligheder for fagintegration se afsnit 7.4.)

### 7.3. IDEOLOGISK MORALE

Hvilken ideologisk morale kan trækkes ud, ved at se på viden-skabsmanden Galilei som et eksempel i historien på videnskabens op-komst, funktion og betydning i samfundsspillet.

Jeg kan forestille mig, at læsning af Brecht: "Galileis liv", i dansk eller tysktimerne, vil kunne understøtte arbejdet i fysik- og historietimerne. (Ideelt ville det være om timerne kunne slås sammen, og der kunne forgå et samlet forløb.)

I et tænkt gymnasieforløb må det første spørgsmål til stykket være, hvad der er moralen?

Nedenstående er en sammenskrivning af min måde at formulere Brechts morale på og direkte citater - sidehenvisningerne er til den i litteraturlisten nævnte udgave. (Gymnasieeleverne skal selv udtrække Brechts morale).

Videnskaben var et opgør med troen (s.10,53,118,119). Feudalherrerne og teologerne undertrykte sandheden (videnskaben) (s.42, 84,140) for at beholde deres magt og autoritet. Kirken (dvs. præsterne) løj og var ikke til gavn for de fattige (s.87). Brugen af sproget latin beskyttede kirken mod at blive angrebet, da det var uforstærligt for befolkningens flertal (s.132).

Den videnskab, som Galilei stod for, angreb teologernes au-toritet (s.77) og påstod, at den hellige skrift (s.85) og filosofien (s.49) er "fuld af fejl" vedrørende spørgsmål, der kan gøres til gen-stand for undersøgelse. Derimod udskilte den spørgsmål som Guds pla-cering (s. 36), og "hvordan heksene rider på deres kosteskifter" (s. 88). Det er ikke videnskabelige spørgsmål - FORMUFT KAN IKKE FORKLA-RE OVERTRO. "VIDENSKABENS MÅL ER IKKE AT ABNE EN DØR TIL UENDELIG VISDOM, MEN AT SÆTTE EN GRENSE FOR UENDELIG VILDFARELSE"(s.96). DER ER EN MULIGHED FOR VIDENSKABELIG ERKENDELSE (s.54).

Videnskaben blev fremmet, da handlende støttede videnskaben (moralskt) på baggrund af deres egne materielle interesser (s. 113), og da der hos håndværkerne (og bønderne ?) var grobund for nye tan-ker (s. 103).

Dengang (o. 1600) var sandheden ikke for det gode og nødven-dige, som defineret af det statiske (s.44) feudalsamfunds verdslige og gejstlige magthavere (s.50); men fornuftens sejrede (s. 71), da forskning var nyttig (s. 21) i forhold til den stadig voksende han-delssstand, som havde brug for ny dynamiske tanker. Videnskaben var på fremskridtets side. Den ny ideologi blev, at enhver er sin egen herre (s. 108). Den gik ind for FRI FORSKNING (videnskabens auto-nomi) (såvel som fri handel) (s. 20, 112). Videnskaben, som opkom og blev skrevet på folkesproget, fik den funktion at ophidse imod de gamle autoriteter (s. 119).

Videnskaben blev udviklet på grundlag af eksperimenter, men også på grundlag af et princip som simpelhed (s.76). (Galilei troede også på sit eget hoved (s. 100)..)

Kirketroen blev afløst af en TRO PÅ FORNUFT/videnskab (s. 29 37, 42,71,76,80,119). VIDENSKABEN BLEV,DA DEN OPKOM, BRUGT SOM OP-

RØRER, MEN DEN ER SAMTIDIG SVØB OM EN NY FORM FOR UNDERTRYKKELSE (s. 141), hvor magt legitimeres ved hjælp af videnskab. Der er en fare for, at videnskaben bliver betragtet som progressiv per automatik. Brecht kritiserer forestillingerne om videnskabens værdifrihed. Det er ikke tilstrækkeligt at se på en videnskabs opkomst for at kunne udtale sig om dens funktion i dag. Jvf. følgende citat (s. 139)

"ANDREA (...): Videnskaben kender kun ét bud: den videnskabelige indsats.

GALILEI: Og den har jeg præsteret. Velkommen i rendestenen, broder i videnskaben og fætter i forrædderiet! Spiser du fisk? Jeg har fisk. Det der stinker er ikke min fisk, det er mig. Jeg sælger ud, du er køber. O synet af bogen, den hellige var, ikke til at modstå! Tænder løber i vand ig forbandelser drukner. Den Store Babylonske, det morderiske dyr, skarlagens-kvinden, åbner sine lår, og alt er anderledes! Helliget være vort kræmmer-samfund, så smart til at redde masken, så dødsensangst!"

Og s. 141-142:

"GALILEI:...Jeg holder på, at videnskabens eneste mål er at lette besvaret ved den menneskelige eksistens. Hvis videnskabsmænd, skræmt af egoistiske magthavere, slår sig til tåls med at ophøbe viden udelukkende for videns skyld, risikerer videnskaben at blive gjort til krøbling, og jeres nye maskiner kommer kun til at betyde ny undertrykkelse. Måske lykkes det jer efterhånden at opdage alt hvad der kan opdages - jeres fremskridt bliver alligevel kun et skridt bort fra menneskeheden. Kløften mellem den og jer kan en dag blive så stor, at jeres jubelstræk over en eller anden videnskabelig erobring bliver besvaret med et universelt rædselsskrig. - Jeg havde som videnskabmand en enestående chance. I min tid nåede astronomien ud på gader og stræder. Under disse helt usædvanlige omstændigheder kunne én mands standhaftighed have rystet verden. Hvis jeg havde gjort modstand var det måske lykkedes naturvidenskaben at udvikle noget i retning af lægernes hippokratiske ed, det løfte, som binder dem til kun at anvende deres viden til gavn for menneskeheden! Som det ligger nu, er det højeste man tør håbe på én slægt af opfindsomme dværge, som kan lejes til alt. Jeg er desuden kommet til den overbevisning, Sarti, at jeg aldrig på noget tidspunkt var i virkelig livsfare. Nogle år var jeg lige så stærk som magthaverne. Og jeg overlod dem min viden, så

de kunne bruge den eller misbruge den, helt som det  
passede i deres kram.

(....)

Jeg har forrådt min profession. En mand, der gør hvad  
jeg har gjort, kan ikke tolereres inden for videnska-  
bens rækker."

Andet spørgsmål: er der historisk belæg for moralen i Brechts  
stykke? Det besvares ved læsning af uddrag af Galileis skrifter og/el-  
ler ved analyse af Vesteuropa på Galileis tid.

Svaret vil blive ja (bortset fra at der er enkelte ikke her  
nævnte anakronismér i stykket, samt at den katolske kirke havde en stor  
social funktion (- her i den betydning at den ydede fattighjælp)),  
men indbygget i moralen er, at den er tidsbundet, hvilket Brecht var  
klar over. Videnskabens funktion er forskellig til forskellige tider.

Sidste spørgsmål: hvordan fungerer naturvidenskaben i dag til  
forskell fra dengang? Det besvares v.h.a. avislæsning og diskussioner  
heraf.

Der skulle gerne komme følgende ud af arbejdet: Naturvidenskab  
har en autoritet, og gymnasieelever m.fl. skal holde fast ved fysik-  
kens teoribygninger, som der er eksperimentelt belæg for. Fysik er en  
beskrivelse af fysikernes opfattelse af virkeligheden. (Den kan blive  
bedre.) Der er mulighed for at lave rationel naturvidenskab - det blev  
vist under den naturvidenskabelige revolution - selvom naturvidenskab  
til tider nu bliver brugt autoritært på områder, hvor den ikke har re-  
el autoritet, (men hvor der lånes naturvidenskabelig legitimering),  
og peger i retning af teknokrati.

Det, der er vigtigst at problematisere, er den måde, naturvi-  
denskaben bliver brugt på.

LITTERATUR:

Bertolt Brecht  
Galileis liv  
Gyldendal  
1967

#### 7.4. OM GYMNASIE-REALITETEN

Nu er jeg kommet med en masse formålsersklæringer overordnet for gymnasiet, specielt for fagene fysik og historie, og specielt i forhold til, hvad gymnasieelever kan lære ved at beskæftige sig med problemstillinger i dette projekt eller nogen tilsvarende; men arbejdet kræver, for at kunne lykkes, elevernes aktive deltagelse.

Ifølge (Illeris, 1982) gælder, at 40% af en ungdomsårgang på begynder en af de gymnasiale uddannelser - 4/5 går til gymnasiet, 1/5 går til HF og kun få på studenterkursus. Frafaldet er på omkring 20% i gymnasiet og 30% på HF, så godt 30% af en ungdomsårgang slutter med en af de to uddannelser.

Gymnasiet er delt i to linier, sproglig og matematisk. Her er det kun den matematiske, der er aktuel, da der ikke undervises i fysik på den sproglige linie. Den matematiske linie, som udgør 63% af gymnasiet og studenterkurser, er delt i mindst tre grene: matematisk-fysisk, naturfaglig, og samfunds-faglig (evt. andre: musik-matematisk, matematisk-engelsk). Den oplagte gren at lave fagintegration mellem fysik og historie på vil være den matematisk-fysiske, da fysik her har det største timetal. Grenen udgør 26% af matematikerne. (Procenttallene er beregnet på grundlag af oplysninger fra Danmarks Statistik om elevbestanden i gymnasier og studenterkurser d. 1. sept. 1981.) Der bliver det problem, at historie er fællesfag, og fysik er grenfag. Det begrænser en lærers muligheder. - Gymnasiestrukturen stiller sig hindrende i vejen. - For det her foreslæde gælder, at det vil være opagt at beskæftige sig med i 2. g., dels fordi "den jævne cirkelbewægelse" og "Keplers love" som regel først indgår i fysik pensummet her og dels for at få så modne elever som muligt. (Da 50% af den samlede arbejdstid for "historie og samfundskundskab" skal bruges på tiden før 1930 (Undervisningsministeriets bekendtgørelse nr. 312 af 12 juni 1981), må det kunne lade sigøre at beskæftige sig med 1400-1700 tallet i 2. g.). Problemet med de delte klasser er det ikke muligt umiddelbart at finde en løsning på.

Baggrunden for de elever, der går i gymnasiet, er, at de har klaret sig rimeligt godt bogligt i folkeskolen. De kommer ikke ligeligt fra de forskellige sociale lag; der er overvægt af elever, hvis forældre hører til i den øvre del af lagene.

Fremtidsudsigterne for dem er, at 85% søger videre uddannelse (evt. efter et års pause). Her bliver de i første omgang sorteret efter deres karakterer på eksamensbeviset. Dette har, siden adgangsbegrænsningen blev indført i 1977-1978, og da adgangsniveauet er steget væsentligt siden, ført til, at gymnasiet i langt højere grad end tidligere er blevet en konkurrence- og sorteringskole. Et studenter-eksamensbevis er ikke længere automatisk adgangskort til videregående uddannelse. (Halvdelen af eleverne på den matematisk-fysiske gren fortsætter på en uddannelse, hvor de får brug for fysik, dvs. at for 50% · 26% = 13% af de elever, der har fysik i gymnasiet, er det studieforberedende. (JHJ). Det er ikke så nemt at sætte tal på hvor mange af eleverne, at historie er studieforberedende. Det vil jeg undlade.)

Udover fremtidsudsigterne er væsentlige elevforudsætninger, at de ofte går i gymnasiet i mangel af bedre, samt at de står på grænsen mellem barn og voksen. Det er grobund for konflikter mellem den bekveme afhængighed af forældre og trangen til selvstændighed (Illeris, 1982).

Undersøgelser (refereret i (Illeris, 1982)) viser 1) at et flertal af gymnasieelever finder undervisningen for lidt praktisk orienteret, for teoretisk og abstrakt, for livs- og samfundsferne, 2) at de få elever, der laver alle lektier, let kommer op på at brugte fire timer dagligt herpå. Det er en helt uacceptabel arbejdsbyrde for de fleste, 3) at det er almindeligt, at eleverne prioriterer mellem fagene m.h.t. forberedelse, aktivitet i timerne og fysisk tilstedeværelse. Dette får som resultat i timerne, at i gennemsnit er kun 1/3 forberedte, og resten forholder sig passivt i undervisningen.

I gennemsnit bruger eleverne 30 timer i gymnasiet, 10 timer på lektier og 10 timer på erhvervsarbejde om ugen.

Gymnasiets funktion citeret efter (Illeris, 1982):

"Som helhed fungerer situationen fundamentalt som en vide-regående almen socialisering (almen dannelse) til at fungere som mellemlag i det moderne kapitalistske samfund.

....Trods alle brydninger og konflikter fungerer gymnasiettilværelsen stadig først og fremmest som en tilpasnings-situation. Sat på spidsen kunne man sige, at det man beskæftiger sig med fagligt samtidig bruges som middel for dels en indordningsproces: man lærer at udføre fremmedbestemt intellektuelt arbejde - og dels en identitetsopbygning: man lærer at føle sig bedre, fordi man arbejder med noget, som andre ikke er fundet egnet til."

Det lyder ikke så godt, men det passer med mit eget indtryk. Ovenstående kan ikke undgå at påvirke ens arbejde som gymnasielærer, selv om ambitionerne er i orden. Mine ambitioner i forhold til gymnasiet (og folkeskolen) kan iøvrigt være på et meget lille sted. Jeg brænder ikke af lyst efter at blive gymnasielærer. Jeg husker min egen konflikt mellem gerne at ville have gode karakterer og min oplevelse af visse fag som værende overklassegyldige (oldavl og dansk) eller noget, der var ubrugeligt (matematik). Jeg har siden fundet ud af, at matematik ikke bare er et lukket tankeunivers, men rent faktisk har en vigtig funktion her (fysik) og der (biologi, økonomi m.v.). Ydermere er det så heldigt, at de to fag, jeg har valgt at læse af interesse og af relevans i samfundet m.v., nemmere kan dokumenteres som værende ikke kun gyldige. Det kræver en argumentation, som er nødvendig over for de elever, der ellers ville undlade at læse, men som ville irritere de elever, som har besluttet sig for, at det gælder bare om at få høje karakterer, og ønsker en meget eksamensrettet undervisning, hvor der ikke er plads til eksperimenterende undervisning og undervisning, hvor de ikke hver dag kan sige præcist, hvad de har lært.

At prøve at få eleverne til at være aktive i undervisningen,

bliver indirekte en kamp med de andre lærere. Den kan ikke undgås på anden måde end ved at lave gymnasiet om. Der er grænser for, hvor meget eleverne kan overkomme.

Fysik er teoretisk og abstrakt og kan bruges autoritært til at slå eleverne oven i hovedet med, men det ville være som at smide barnet ud med badevandet at forkaste faget. I stedet må undervisningen forsøge at vise, at man kan opnå en bedre forståelse af samfundsudviklingen også ved at have en viden om faget fysik. For at opnå viden om fysik er det nødvendigt at bruge den meste tid på selve det faglige indhold. Det er nødvendigt at kunne kravle ind i faget uddover at beskæftige sig med metaperspektiverne.

Historieundervisningen skal have en funktion i forhold til eleverne i dag og ikke bare være ligegyldig indlæring af viden om samfund (eller konger) i gamle dage. Faget får en funktion, hvis vi er klar over, at vi er et produkt af historien, og at der har eksisteret mange forskellige samfund. Det betyder, at man ved at se på historien kan få overblik og blive klar over, at de mennesker, der lever i dag, har en betydning (sammen med naturgrundlaget) for, hvordan samfundet kommer til at se ud i morgen. "Det ligger i fagets væsen at skabe forståelse; men kravet er nu skærpet til at skabe forståelsesrammer, der gengiver sammenhængen og den mening, der endnu kan være i det menneskelige og samfundsmæssige liv" (Arvidson, 1982). Citatet er fra et forsvarsskrift for historieuddannelsen på RUC og kan dermed også bruges i forbindelse med historieundervisningen i gymnasiet.

LITTERATUR:

Håkan Arvidsson m.fl.  
Snip, snap, snude - er historien ude?  
Skrifter fra Institut for historie og samfundsforhold ved  
Roskilde Universitetscenter. 8.  
Roskilde  
Feb. 1982

Knud Illeris, Elo Nielsen og Birgitte Simonsen  
Ungdomspsykologi  
Unge Pædagoger  
København  
1982

Gunhild Nissen  
Vi skal ikke holde vores mund  
Friskolebladet, nr. 7  
Dansk Friskoleforening  
7. april 1983

Undervisningsministeriet bekendtgørelse nr. 312 af 12. juni 1981

### 7.5. ARBEJDSFORM

Arbejdsformen skal være antiautoritær og ikke lærercentreret, da det ellers ville kunne udvikle "brækfornemmelser" hos nogle af eleverne over at skulle se og høre på én, der hele tiden ved bedre, og hvor de bliver gjort opmærksom på, hvor dumme de er, når de ikke kan følge lærerens tankegang, og hvor dygtige de er, når de lærer at gøre, som læreren ønsker, uanset om det så er, fordi de er enige i det, der foregår, eller de bare indretter sig efter at gøre det, som de får højest mulig karakter af.

Hvordan gøre undervisningen antiautoritær? og samtidig undgå, at der kun tages udgangspunkt i elevernes allerede erhvervede erfaringer, og i hvad eleverne har lyst til at lave, da jeg har en mening, som gerne skulle være fremgået af det foregående, om hvad de skal lære. Det er nok en mulighed, at gøre bekendtgørelsen til autoriteten, og én selv til en, der ikke kun formidler lærerbøger og rent faktisk ved mere end eleverne, men én, der også er igangsætter af samfundsrelateret problemorienteret projektarbejde.

Lige nu er jeg ikke i stand til at uddybe arbejdsformen mere, men jeg er opmærksom på, at der er et problem her. Måske bliver realiteten, at man som ny gymnasielærer de første par år ikke er i stand til så meget andet end traditionel (emneorienteret) fagopdelt undervisning, da man skal forholde sig i forhold til de faste rammer fra love og bekendtgørelser (og rektor samt timetal. (historie - 1.g.:2, 2.g.:3, og 3.g.:3+1, fysik (matematisk linie) - 1.g.:3, (mat-fys gren) 2.g.:3, 3.g.:5), og til de mindre faste som fagtradition m.v.

131

BILAG 1

## SUMMARY OF ISSUES AND STANDPOINTS IN THE DEBATE (1966-1977).

dividing questions of science policy	Mao Tsetung	right deviation (Lui Shao chi, Chou Yang, & bourgeois intellectuals)	ultra-"left" deviation (Lin Piao 1966-1969?, "Gang of four")
1) autonomy of science	admit autonomy of science in the sense of recognizing its special mode of praxis, "scientific experiment", which is not the same as production, but a revolutionary movement in its own right, with a complex relation to the other two revolutionary movements: struggle for production and class struggle	strong emphasis on autonomy of science, neglecting contact with production and neglecting class struggle	practical denial of the concept of autonomy of science, strong emphasis on contact with production and class struggle.

This contact replacing "sc. expt" as praxis - science is not accorded its own mode of praxis.

In practice the rejection of the principle of "100 flowers and schools of thought".

In practice antagonism vis à vis intellectuals.

"Let 100 schools of thought contend" is the principle for autonomy formulated by Mao and implemented by Chou En-lai

alternatively a denial of autonomy of science owing to a mechanical theory of productive forces, where science is regarded as nothing but a prolongation of production

Elzinga, 1978)

dividing que	Mao Tsetung	right dev.	ultra-"left"
(2) status of basic science or fundamental theoretical research	recognition of its existence and importance. E.g. Mao's talks with the American physicist Yang, and directives through Chou En-lai to get Chou Pei-yuan to write article on necessity of intensifying efforts in basic research (1973)	strong advocates of basic research, behind closed doors	basic research regarded as bourgeois crap and all who call for basic research are suspected of ulterior elitist motives.
(3) relation of Marxist theory to natural sc. theory	Marxism treated as a basic guide, as a theory of science, but not replacing specific natural scientific theories.	Marxist theory has no relevance for natural scientific theory	Marxism is the most fundamental theory for <u>all</u> science. This is sometimes called the replacement thesis.

(Elzinga, 1978)

dividing que.	Mao Tsetung	right dev.	ultra-"left"
(4) incentives	science to serve the people seek truth from facts	cancerist attitude serving self and seeking a name in the scientific hall of fame; bourgeois ego-centric psychology of science	"serve people" slogan widely propagated, but in practice the emergence of an elitism
(5) Policy towards intellectuals	unite and educate them by persuasion; intellectuals an important force in the revolution	catering to intellectuals and reinforcing bourgeois fancies	antagonism towards intellectuals; they are treated as a reactionary block
(6) relationship between two systems of science - the professional and the mass-based movement for technical-sc. innovation	go on two legs	professional system only; Lip service at the most to the mass-system of science which is to under the command of the experts	one-sided emphasis of the mass S&T system, to the detriment of the professional S&T system

(Elzinga, 1978)

dividing que	Mao Tsetung	right dev.	ultra-"left"
(7) relation between professional proficiency and political consciousness (redness)	both political redness and professional competence important; The former is the key link, but the latter is also essential	expert technocratic ideal; professional competence the key link, whereas political consciousness is played down	political redness and professional proficiency are opposed to each other in absolute fashion; Redness is everything, expertise nothing, or even something negative
(8) method for making scientist politically conscious	studies of Marxist works combined with integration amongst working people by participation in socialized collective Labour (summer schools etc.); Furthermore - conscious participation in the three revolutionary movements	sufficient with book knowledge of Marxism acquired behind closed doors of libraries, offices or class rooms	participation in production and class struggle, but posed in such a way as to become opposed to the required routines and special conditions of scientific work
(9) relation between Chinese and foreign S&T	self-reliance as a basic premise, but imports of foreign S&T to strengthen Chinese scientific-technological capacity. Contribute to mankind. Reach advanced world level by year 2000.	ape after things foreign; import of S&T without regard to policy of independence	self-reliance deformed into a policy of self-sufficiency and closed doorism. Import of foreign S&T rejected as betrayal of national interest

(Elzingaa, 1978)

## LITTERATURLISTE

Sten Achtion og Jesper Jensen  
Om pædagogik  
Hans Reitzels Forlag  
København

Marcelo Alonso and Edward J. Finn  
Fundamental university physics, 2nd Edition  
Vol. I  
Addison-Wesley Publishing Company  
Massachusetts  
1980

Louis Althusser  
Filosofi, ideolog og videnskab - en introduktion  
Rhodos  
1975

Ronny Ambjörnsson og Aant Elzinga  
Tradition och revolution, Huvuddrag i det europeiske tänkandets historia  
Del 1.  
Bo Cavefors Bokförlag  
Stockholm  
1969

Perry Anderson  
Den absoluta statens utveckling  
Bo Cavefors Bokförlag  
Stockholm  
1978

Perry Andersom  
Fra antikken til feudalismen  
Medusa  
København  
1979

Poul Arendborg, Laila Solveig Pedersen og Rikke Koch Petersen  
Universiteternes opst  n i Vesteuropa i det trettende århundrede. Med  
specielt henblik på deres forudsætninger  
Roskilde Universitetscenter  
Roskilde  
maj 1982

Aristoteles

The works of Aristotle

Volume 1

Categoriae and de interpretatione, Analytica priora, Analytica posteriora, Topica and de sophisticis elench

Oxford University Press

London 1971 (1928)

Aristoteles

The works of Aristotle

volume 2

Physica, De caelo, De generatione et corruptione

Oxford University Press

London

1979 (1930)

Aristoteles

The works of Aristotle

volume 8

Metaphysica

Oxford University Press

London

N. Arnfred m.fl.

Stat og klasser under kapitalismen - en introduktion

Roskilde Universitetsforlag

Roskilde

1978

Håkan Arvidsson m.fl.

Snip, snap, snude - er historien ude?

Skrifter fra Institut for historie og samfundsforhold ved Roskilde Universitetscenter 8.

Roskilde Feb. 1982

M.N. Austin og P. Vidal-Naquet

Economic & social history of ancient Greece chapter 3 and chapter 5

B.T. Batsford LTD

London

1977

Hermann Bengtson

Griechische Geschichte von den Anfängen bis in die römische Kaiserzeit

Verlag C.H. Beck

München

1965

J.D. Bernal  
The Social Function of Science  
The M.I.T. Press Massachusetts Institut of Technology  
Cambridge, Massachusetts, and London  
1973

J.D. Bernal  
Videnskabens historie  
Bind 1: Videnskaben opstår  
Pax modtryk  
Oslo  
1978

J.D. Bernal  
Videnskabens historie  
Bind 2: De videnskabelige og industrielle revolutioner  
Pax modtryk  
Oslo  
1978

J.D. Bernal  
Videnskabens historie  
Bind 3: Videnskaben i vor tid  
Pax modtryk  
Oslo  
1978

Jens Berthelsen, Knud Illeris og Sten Clod Poulsen  
Projektarbejde: erfaringer og praktisk vejledning  
Borgen  
1979

Jens Bjerg (red.)  
Pædagogisk udviklingsarbejde. Principper og vilkår belyst ved Brovst-  
projektet 1970-1974, kap. 2  
Munksgaard  
1976

Marie Boas  
The Scientific Renaissance 1450-1630, chapter VIII  
Harper & Brothers  
New York  
1962

Niels Bohr  
Om Brønstspektret  
Fysisk Tidsskrift  
Selskabet for Naturlærrens Udbredelse  
København  
1913-1914

Bertolt Brecht  
Galileis liv  
På dansk ved Erik Knudsen  
Gyldendal  
1967

Norbert Brockmeyer  
Antike sklaverei, s. 114-115  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft  
Darmstadt  
1979

H. Butterfield  
Den naturvidenskabelige revolution  
Rosenkilde og Bagger  
København  
1964

Fritjof Capra  
Fysikkens tao  
Borgen  
1980

I. Bernhard Cohen  
Fysikkens gennembrud  
Gyldendal  
København  
1962

Frederick Copleston  
A History of Philosophy  
Vol. II  
Augustine to Scotus  
Search Press  
London  
1976

Hans Fredrik Dahl m.fl. (red)

Pax Lexikon, bind 2

Pax Forlag

Oslo

1979

Oluf Danielsen og Jan Krag Jacobsen

Tvindmøllen. Græsrodsteknologi eller højtudviklet teknologi

Naturkampen

København

Oct. 1977

David Dickson

En introduktion til radical science

Naturkampen

København

Dec. 1978

Dictionary of Scientific Biography.

Vol. I-XVI

Stillman Drake og James MacLachlan

Galileo's Discovery of the Parabolic Trajectory

Scientific American

Marts 1975

Stillman Drake

Galileo's Discovery of the Law of the Free Fall

Scientific American

Maj 1973

Stillman Drake

The Role of Music in Galileo's Experiments

Scientific American

Juni 1975

Albert Einstein

On the electrodynamics of moving bodies

i uddrag fra:

Charles Kittel m.fl.

Mechanics

Berkley Physics Course Vol. 1

McGraw - Hill Book Company

New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney

Aant Elzinga  
 Red and expert -  
 Appendix II  
 Avdelningen för Vetenskapsteori  
 Göteborgs Universitet  
 Report no. 35 i series no. 2  
 17 jan. 1978

Benjamin Farrington  
 Prometheus bound: Government and science in classical antiquity  
 Science and Society 2  
 1937-1938

Benjamin Farrington  
 The Philosophy of Francis Bacon  
 An essay on its development from 1603 to 1606 with new translations  
 of fundamental texts  
 Liverpool University Press  
 Liverpool  
 1970

M.I. Finley  
 The Ancient Economy, chapter 3  
 Chatto & Windus  
 London  
 1973

David J. Furley  
 The greek theory of the infinite universe  
 Journal of the history of ideas  
 Vol. XLII, number 4  
 Temple University  
 Philadelphia  
 Oct.-dec. 1981

Galileo Galilei  
 Dialogue Concerning the Two Chief World Systems - Ptolemaic & Copernican  
 translated by S. Drake, foreword by Albert Einstein  
 University of California Press  
 Berkeley and Los Angeles

Galileo Galilei  
 Discoveries and opinions of Galileo  
 Including ..., ....and Excerpts from The Assayer  
 translated with an introduction and notes by S. Drake  
 Doubleday & Company, inc.  
 Garden City, New York  
 1957 (1610,-13,-15,-23)

Galileo Galilei

Two New Sciences. Including Centers of Gravity & Force of Percussion

translated, with Introduction and Notes, by S. Drake

The University of Wisconsin Press

Wisconsin

1974 (1638)

Tor Ragnar Gerholm

Fysik. Från naturfilosofi till modern fysik. En översikt över de fysikaliska ideernas uppkomst

Almqvist & Wiksell

Stockholm

1971

Etienne Gilson

Reason and revelation in the middle ages

Charles Scribner's sons

New York, London

1954

Owen Gingerich

The Galileo Affair

Scientific American

Aug. 1982

Johannes Glavind

Videnskab af samfund i tredivernes Engeland

Naturkampen

København

Dec. 1978

Jens Glebe-Møller

Om religion. En introduktionsbog

Hans Reitzels Forlag

København

1977

E. Grant

Physical Science in the Middle Ages

John Wiley & Sons, Inc.

New York

1971

A. Rupert Hall  
From galileo to Newton 1630-1720, chapter IV and V  
Fontana  
London  
1970

Werner Heisenberg  
Fysik og filosofi  
Thaning & Appel  
1971

Jens Høyrup  
Erkendelsesteoretiske, historiske og andre bemærkninger til offent-  
lighedsbegrebet  
RUC  
Sept. 1982

Jens Høyrup  
"Videnskabens antropologi" - et essay om "ydre" og "indre" årsager  
og deres sammenhæng  
Roskilde Universitetscenter  
Institut for Uddannelsesforskning, Medieforskning og Videnskabsteori  
Sept. 1981

Knud Illeris, Elo Nielsen og Birgitte Simonsen  
Ungdomspsykologi  
Unge Pædagoger  
København  
1982

Kurt Jakobsen  
Fra Big-Bang er du kommet  
Fysik- og kemilærerforeningens skrifter  
Gyldendal  
København  
1981

James Jeans  
The Mysterious Universe, chapter V  
Cambridge University Press  
Cambridge  
1934

Henrik Jensen (red.)  
Overgangen fra feudalisme til kapitalisme  
Aurora  
København  
1980

Henrik Jensen og Ib Thiersen  
Verdenshistorie  
Gyldendal  
København  
1980

Jens Højgaard Jensen og Søren Kjørup  
Om fysik 1  
Hans Reitzels Forlag  
København  
1983 (dog læst i udkast og på manuskriptform)

Uffe Juul Jensen og Hans Rørbech  
Fysik i idehistorisk belysning  
Danmarks Radio  
1978

Charles Kittel m.fl.  
Mechanics, Berkeley physics course - volume 1  
McGraw-Hill Book Company  
New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney  
1965

Søren Kjørup  
Videnskabsteori for mediestuderende 1.  
Hvad er videnskab?  
RUC/KommunikationsUddannelsen  
Roskilde  
1982

Ole Knudsen og Olaf Pedersen  
Lærebog i mekanik, 1. del  
Akademisk Forlag  
1967

Helge Kragh og Stig Andur Pedersen  
Naturvidenskabsteori. Træd af debatten om naturvidenskab, teknologi  
og samfund.  
Nyt Nordisk Forlag Arnold Busk  
København  
1981

Helge Kragh og Stig Andur Pedersen  
Videnskab, teori, samfund - en introduktion til materialistiske vi-  
denskabsopfattelser  
IMFUFA Tekst nr. 42  
RUC  
1981

Alexandre Koyré  
From the closed world to the infinite universe  
The Johns Hopkins University Press  
Baltimore and London  
1976

Thomas S. Kuhn  
The Essential Tension  
Selected Studies in Scientific Tradition and Change s. 31-65  
The University of Chicago Press  
Chicago and London  
1977

C. S. Lewis  
The Discarded Image - an introduction to medieval and renaissance  
literature  
Cambridge University Press  
Cambridge  
1971

Erik Lund, Mogens Pihl og Johannes Sløk  
De europæiske ideers historie  
Gyldendal  
København  
1973

Karl Marx  
Kapitalen. Kritik af den politiske økonomi. 1. bog 3, kapitel 13  
Rhodos  
København  
1971

Karl Marx

Kapitalen. Kritik af den politiske økonomi. 1. bog 4, kapitel 24 og 25

Rhodos

København

1971

Karl Marx

Skrifter i udvalg. Den tyske ideologi. Filosofiens elendighed

Rhodos

København

1974

Ove Nathan

Naturfagene i gymnasiet:

Kun studieforberedende - eller også noget mere?

Uddannelse, nr. 4.

Undervisningsministeriet

1982

Isaac Newton

The mathematical principles of natural philosophy

Dawsons of Pall Mall

London

1968

Gunhild Nissen

Vi skal ikke holde vores mund

Friskolebladet, nr. 7

Dansk Friskoleforening

7. april 1983

Tor Nørretranders

Den politiske kamp om naturvidenskaben

Naturkampen

København

Dec. 1978

Olaf Pedersen

Studium Generale. De europæiske universiteters tilblivelse

Gyldendal

København

1979

Robert M. Pirsig  
Zen og kunsten at vedligeholde en motorcykel,  
En undersøgelse af værdier  
Borgen  
København  
1977 (1974)

Albert Christian Poulsen  
The legitimacy of Physics teaching  
A contribution to "Physics for all future citizens"

Claus Poulsen  
Hvorfor må man ikke lære fysik i skolen?  
Naturkampen nr. 3  
1977

Brian Pullan  
Rich and poor in renaissance Venice  
the social institutions of a catholic state, to 1620  
Basil Blackwell  
Oxford  
1971

John Herman  
The school of Padua and the emergence of modern science  
Editrice Antenore  
Padova

David Hill Ruben  
Marxism and materialism  
A study in Marxist theory and Knowledge  
Sussex  
1977  
Benito Scocozza  
Klassekampen i Danmarks historie: Feudalismen  
Carit Andersen Forlag/SUENSON  
1976

Raymond J. Seeger  
Men of Physics, Galileo Galilei, his life and his works  
Pergamon Press Ltd.  
Oxford m.v.  
1966

William R. Shea  
Galileo's intellectual revolution  
Macmillan  
London  
1972

Svein Sjøberg  
Kraft og bevegelse i historisk perspektiv  
Universitet i Oslo  
Oslo  
1981

Alfred Sohn-Rethel  
Videnskaben som fremmedgjort bevidsthed i:  
Hans Chr. Fink og Carsten Thau (red.)  
Erkendelseskritik og klassekamp  
Et bidrag til kontrovers omkring Alfred Sohn-Rethel  
Bibliotek Rhofos  
København  
1976

Leif S. Striegler  
Videnskabsteori: revolutioner i naturvidenskaberne  
Studienævnet undet det matematisk-naturvidenskabelige hovedområde  
Københavns universitet  
1973

Thomas Söderqvist  
På väg mot ett informations-(klass)samhälle?  
Artiklar om informationsteknologin och intelligentsian 1980-1982  
Institut I  
Roskilde Universitetscenter  
Roskilde  
Okt. 1982

St. Thomas Aquinas  
The division and methods of the sciences  
Questions V and VI of his Commentary on the De Trinitate of Boethius  
translated with introduction and Notes by Armand Maurer  
The pontifical Institute of Mediaeval Studies  
Toronto  
1963 (1255-1259)

Lynn Thorndike  
Elementary and secondary education in the middle ages, s. 402  
Speculum, 15  
1940

Undervisningsministeriets bekendtgørelse nr. 312 af 12. juni 1981  
Bekendtgørelse om undervisning i gymnasiet og om fordringerne ved  
og eksamensopgivelserne til studentereksamen

Undervisningsministeriets bekendtgørelse af 24. april 1974  
Bekendtgørelse om højere forberedelseseksamen og om undervisning  
m.v. på kursus til højere forberedelseseksamen

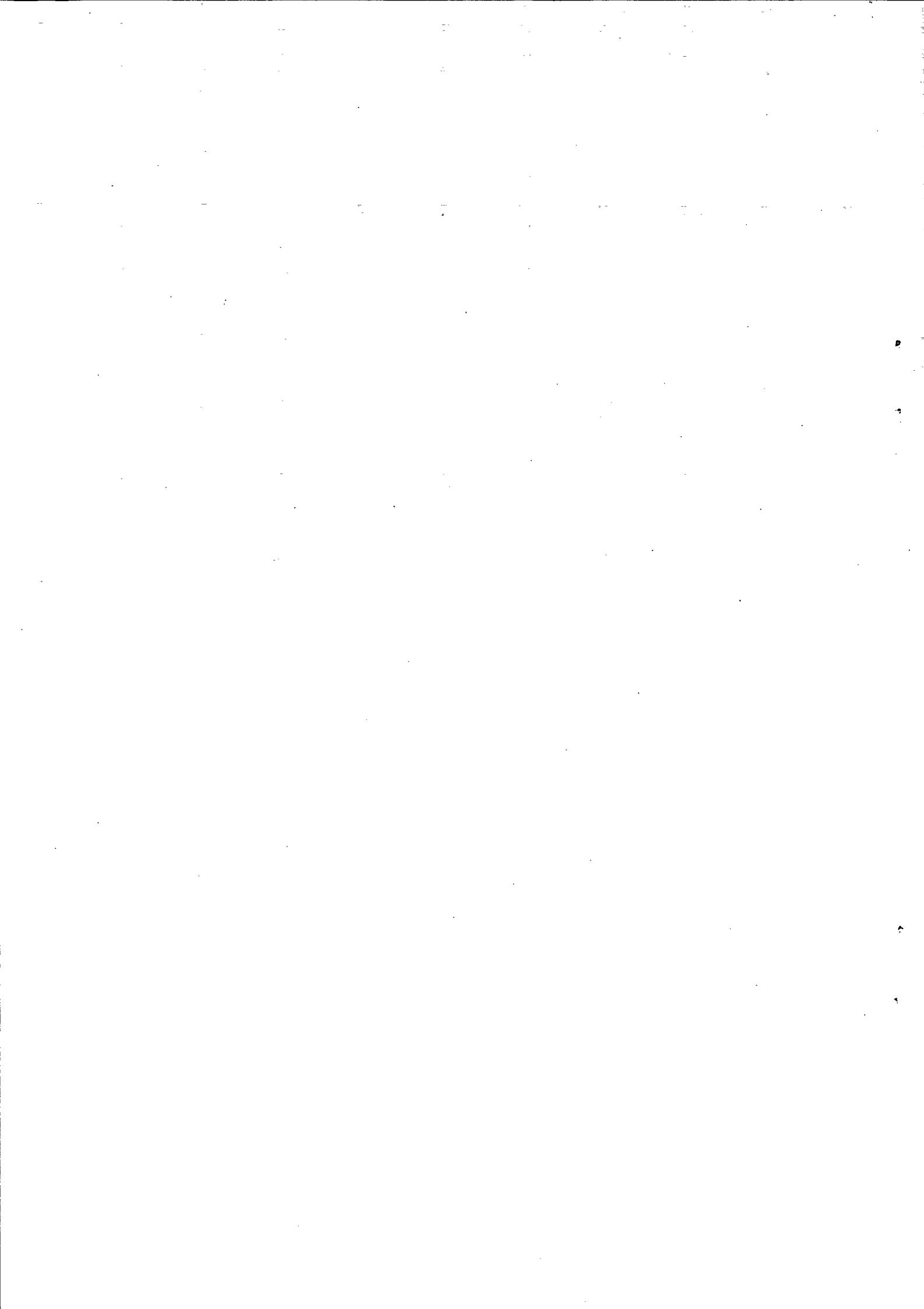
Immanuel Wallerstein  
The modern world-system  
Capitalist Agriculture and the Origins of the European World - Eco-  
nomy in the Sixteenth Century  
Academic Press  
New York and London  
1974

R. Westfall  
The construction of modern science  
John Wiley & Sons, Inc.  
New York  
1971

A. Wolf  
A history of science, technology, and philosophy in the 16th & 17th  
centuries chapter IV  
George Allen & Unwin Ltd  
London  
1950

Wutnow  
Emergence of modern science and world system theory  
Theory and Society  
Bind 8  
1979

Vassili P. Zubov  
Beobachtung und experiment in der antiken Wissenschaft  
Das Alterum 5 s. 223-232  
1959



TEKSTER fra IMFUFA Roskilde universitetscenter.

---

- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt.  
Projektrapport af Anne Jensen, Lena Lindenskov, Marianne Kesselhahn 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. Nr. 4 er p.t. udgået.  
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 studenteroprøret".  
Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "MATEMATIKKENS FORHOLD TIL SAMFUNDSØKONOMIEN". Nr. 7 er udgået.  
B.V. Gnedenko.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bound-graph formalismen.  
Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVILKING". - 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 DIFFERENTIALLIGNINGER OG DIFFERENTIALLIGNINGSSYSTEMER".  
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.

Nr. 14 er p.t. udgået.

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".  
Projektrapport 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".  
Projektrapport 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".  
Projektrapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.  
Vejleder: Jørgen Larsen.

21/79 "KONTROL I GYMNASIET - FORMAL OG KONSEKVENSER".  
Projektrapport 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 role of realitivity".

24/80 "MATEMATIKOPFATTELSER HOS 2.G'ERE".  
a+b 1. En analyse. 2. Interviewmateriale.  
Projektrapport af Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.  
Vejleder: Mogens Niss.

Nr. 24 a+b er p.t. udgået.

25/80 "EKSAMENSOPGAVER", Dybdemodulet/fysik 1974-79.

26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER".  
En projektrapport og to artikler.  
Jens Højgaard Jensen m.fl.

Nr. 26 er p.t. udgået.

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 viscoelastiske egenskaber".  
Projektrapport, speciale i fysik, af Gert Kreinøe..  
Vejleder: Niels Boye Olsen.

- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentialligningsmodeller".  
 Projektrapport af Tommy R. Andersen, Per H.H. Larsen og Peter H. Lassen.  
 Vejleder: Mogens Brun Heefelt
- 30/80 "FØSIONENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".  
 Oluf Danielsen.
- Nr. 30 er udgået.  
 Udkommer medio 1982 på Fysik-, Matematik- og Kemilærernes forlag.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSYSTEMER BASERET PÅ MÆNGDELÆRE".  
 Projektrapport af Troels Lange og Jørgen Karrebæk.  
 Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- Nr. 31 er p.t. udgået
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANSMALINGER OG MOSSBAUER-EFFEKTMALINGER".  
 Projektrapport, 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-NATURVIDENSKA-BELIGE UDDANNELSER. I-II".  
 Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION".  
 ENERGY SERIES NO.1.  
 Bent Sørensen.
- Nr. 34 er udgået.  
 Publ. i "Renewable Sources of Energy and the Environment", Tycooli International Press, Dublin, 1981.
- 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 HISTORIETEORI 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.
- 39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTØKONOMIEN".  
 Jens Højgaard Jensen.
- 40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknologivurdering".  
 Projektrapport af Arne Jørgensen, Bruno Petersen og Jan Vedde.  
 Vejleder: Per Nørgaard.
- 41/81 "PLANNING AND POLICY CONSIDERATIONS RELATED TO THE INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO ENERGY SUPPLY SYSTEMS".  
 ENERGY SERIES NO.3.  
 Bent Sørensen.

42/81 "VIDENSKAB TEORI SAMFUND - En introduktion til materialistiske videnskabsopfattelser".

Helge Kragh og Stig Andur Pedersen.

43/81 1. "COMPARATIVE RISK ASSESSMENT OF TOTAL ENERGY SYSTEMS".

2. "ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DECENTRALIZATION".

ENERGY SERIES NO.4.

Bent Sørensen.

44/81 "HISTORISK UNDERSØGELSE AF DE EKSPERIMENTELLE FORUDSÆTNINGER FOR RUTHERFORDS ATOMMODEL".

Projektrapport af Niels Thor Nielsen.

Vejleder: Bent C. Jørgensen.

45/82

46/82 "EKSEMPLARISK UNDERSØGELSE OG FYSISK ERKENDELSE - I+II ILLUSTRERET VED TO EKSEMPLER".

Projektrapport af Torben O. Olsen, Lasse Rasmussen og Niels Dreyer Sørensen.

Vejleder: Bent C. Jørgensen.

47/82 "BARSEBÄCK OG DET VÆRST OFFICIELT-TÆNKELIGE UHELD".

ENERGY SERIES NO.5.

Bent Sørensen.

48/82 "EN UNDERSØGELSE AF MATEMATIKUNDERVISNINGEN PÅ ADGANGSKURSUS TIL KØBENHAVNS TEKNIKUM".

Projektrapport af Lis Eilertzen, Jørgen Karrebæk, Troels Lange, Preben Nørregaard, Lissi Pedersen, Laust Rishøj, Lill Røn, Isac Showiki.

Vejleder: Mogens Niss.

49/82 "ANALYSE AF MULTISPEKTRALE SATELLITBILLEDER".

Projektrapport af Preben Nørregaard.

Vejledere: Jørgen Larsen & Rasmus Ole Rasmussen.

50/82 "HERSLEV - MULIGHEDER FOR VEDVARENDE ENERGI I EN LANDSBY". ENERGY SERIES NO.6.

Rapport af Bent Christensen, Bent Hove Jensen, Dennis B. Møller, Bjarne Laursen, Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.

Vejleder: Bent Sørensen.

51/82 "HVAD KAN DER GØRES FOR AT AFHJÆLPE PIGERS BLOKERING OVERFOR MATEMATIK?"

Projektrapport af Lis Eilertzen, Lissi Pedersen, Lill Røn og Susanne Stender.

52/82 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS"

Bernhelm Booss & Krzysztof Wojciechowski.

53/82 "THE CONSTITUTION OF SUBJECTS IN ENGINEERING EDUCATION".

Arne Jakobsen & Stig Andur Pedersen.

54/82 "FUTURES RESEARCH" - A Philosophical Analysis of Its Subject-Matter and Methods.

Stig Andur Pedersen & Johannes Witt-Hansen.

55/82 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde

Universitetsbibliotek.

En bibliografi.

Else Høyrup.

56/82 "ÉN - TO - MANGE" -

En undersøgelse af matematisk økologi.

Projektrapport af Troels Lange.

Vejleder: Anders Madsen.

---

57/83 "ASPECT EKSPERIMENTET" -

Nr. 57 er udgået.

Skjulte variable i kvantemekanikken?

Projektrapport af Tom Juul Andersen.

Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.

58/83 "MATEMATISKE VANDRINGER" - Modelbetragtninger  
over spredning af dyr mellem småbiotoper i  
agerlandet.

Projektrapport af Per Hammershøj Jensen &  
Lene Vagn Rasmussen.

Vejleder: Jørgen Larsen.

59/83 "THE METHODOLOGY OF ENERGY PLANNING".

ENERGY SERIES NO. 7.

Bent Sørensen

60/83 "MATEMATISK MODEKSPERTISE" - et eksempel.

Projektrapport af Erik O. Gade, Jørgen Karrebæk og  
Preben Nørregaard.

Vejleder: Anders Madsen

**ISSN 0106-6242**