

# Kunnskapens tro

Metafysiske elementer i  
naturvitenskapen

*Peder A. Tyvand, UMB, Ås*

# Begrepet "metafysikk"

**Metafysikk** er læren om tilværelsens grunner og prinsipper. Metafysikken stiller filosofiens mest grunnleggende spørsmål.

Navnet kommer fra [Aristoteles](#)' bok "*ta meta ta physika*" (= etter fysikken»). Han valgte dette navnet fordi hans forrige bok - kalt "*physika*" - handlet om natur(vitenskap)en. Metafysikk betyr fenomenene «bak» eller «over» naturen.

- I [middelalderen](#) ble metafysikken delt opp i generell og spesiell metafysikk. Generell metafysikk var læren om det værende i og for seg ([ontologien](#)). Spesiell metafysikk var læren om konkrete værende enheter: Om den naturlige verden og dens tilblivelse ([kosmologien](#)), om den [menneskelige sjel](#) ([antropologien](#)) og om [gud](#) ([teologien](#)).
- Moderne vitenskapsfilosofi: Karl Popper regnet all ikke-[vitenskap](#) som *metafysikk*. Popper mente ikke at metafysikk er «løs spekulasjon». Tvert imot mente han at metafysikk var en nødvendig forutsetning for vitenskap, og at metafysiske spørsmål må gjøres så testbare som mulig. Metafysisk ikke-vitenskap er ikke annenrangs - men minst like viktig som vitenskap. Dens spørsmål lar seg dog ikke besvare med vitenskapelige metoder.

# Metafysikk møter vitenskap:

Kausalitet: Hva er en naturlov?

Optimalisering og hensikt i naturen

Dokumentasjon: Hva er et bevis?

Hva er et instinkt?

Hva er bevissthet?

Det antropiske prinsipp for universet

Hva kjennetegner mennesket?

Etiske lover: Er moral mangel på anledning?

# En metafysisk handling:

”Å undervise om vitenskap”

eller

”Å vise fram skapelsens under”

undervise = vise under

vitenskap = viten om skapelsen

# Emner med iboende metafysikk

- **Matematikk:** Tallsystemer, mengdelære, aksiomer, ufullstendighet, uendelighet
- **Fysikk:** Energi, komplementaritet, fjernvirkninger, variasjonsprinsipper
- **Kjemi:** Irreversibilitet, valens, fri energi, katalysatorer
- **Biologi:** Enzymer, fitness, seleksjon, instinkt, informasjon, bevissthet

# Matematikk: Tallsystemer

*"Gud skapte de naturlige tall.  
Resten er menneskeverk"*  
Leopold Kronecker

- Naturlige tall: 1, 2, 3,..
- Addisjon og multiplikasjon opererer innenfor de naturlige tall
- Heltall: 0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ ,  $\pm 3$ ,..
- Subtraksjon opererer innenfor heltallene
- Ikke-hele tall: Rasjonale tall:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , o.s.v.
- Divisjon opererer innenfor de rasjonale tall

# Divisjon: Hva blir 4 delt på 3?



Tre personer skal dele på en kvikk-lunsj.  
Kvikk-lunsjen består av fire biter.  
Hvordan fordeles fire biter på tre personer?

# Divisjon: Hva blir 4 delt på 3?



Alternative måter å dele på:

(i) Eksakt:  $4/3 = 1 + 1/3$

(ii) Heltallsdivisjon uten rest:  
 $4/3 = 1$ . Resten kasseres!

(iii) Heltallsdivisjon med rest:  $4/3 = 1$  (pluss rest). En av de tre beholder resten:  $4 = 1 + 1 + 2$

(iv) Fysisk deling:  $4/3 \approx 1.29 + 1.34 + 1.37$ . Et forsøk på å dele sjokoladen likt med kniv!

Divisjon i praksis er ikke enkelt!

# Matematikk: Tallsystemer

Fire regningsarter for to rasjonale tall  $a$  og  $b$ :

Addisjon:  $a + b$

Subtraksjon:  $a - b$

Multiplikasjon:  $a \times b$

Divisjon:  $a/b$

Krav om reversibilitet utvider tallsystemene:

Kravet  $(a-b)+b=a$  innfører negative tall

Kravet  $(a/b)\times b=a$  innfører rasjonale tall

# Matematikk: Tallsystemer

Fire regningsarter er etablert for to rasjonale tall  $a$  og  $b$ . Man krever at regningsartene er parvis reversible. Derved er de **naturlige** tall blitt utvidet. Først til **heltall**, og deretter til **rasjonale** tall. Kravet om å kunne beregne lengden av sider i trekanter innfører **irrasjonale** tall: Tall med uendelig lang desimalperiode: Et enkelt eksempel er 0.12345678910111213...

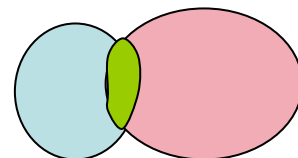
Kravet om eksistens av løsning av alle  $n$ -te grads ligninger innfører **komplekse** tall:  $x^2 = -1$  gir  $x = \pm i$  hvor  $i^2 = -1$

# Tallsystemers metafysikk

Matematikkens tallsystemer danner basis for all kvantitativ naturvitenskap. **Tallsystemene er metafysiske konstruksjoner motivert av regneoperasjoner.** De fire grunnleggende regningsartene klarer seg med rasjonale tall. Geometrien trenger de irrasjonale tall, for å fylle ut den reelle tall-linjen. Geometrien må videre ha et definert avstandsmål (metrikk).

# Matematikk: Mengdelære

- En mengde er et metafysisk begrep, som ateister ønsket å innføre i grunnskolen til erstatning for de gudgitte naturlige tall



- Skivebom: Småskolebarn lærer ingenting av å drille abstraksjonene union og snitt.
- Russells paradoks avkler mengdelæren:

Barbereren i en liten by barberer alle menn som ikke barberer seg selv.

Barberer denne barbereren seg selv?

# Mengdelærens og aksiomsystemers ufullstendighet

En mengde som omfatter seg selv kan gi en uløselig selvmotsigelse (Russels paradoks).

Et aksiomsystem er en mengde som består av uavhengige og grunnleggende utsagn.

Et aksiomsystem som beskriver de naturlige tall vil være **ufullstendig** (Gödels teorem):

Det finnes påstander som er sanne men ikke bevisbare innenfor systemet.

# Uendelighetsbegrepet

I matematikken må man kunne operere med uendelighet, uten å forklare dette filosofisk.

En uendelig geometrisk rekke kan

summeres:  $1/2 + 1/4 + 1/8 + \dots = 1$  

Fra kompleks funksjonsteori vet vi at alle analytiske funksjoner (unntatt en konstant) har singulariteter hvor funksjonsverdien er uendelig. Disse er nyttige i integralregning.

# Fysikk: Energibegrepet

Energi defineres som *evnen* til å utføre mekanisk arbeid.

Begrepet "evne" hører ikke hjemme i naturvitenskapen.

"Evne" er et metafysisk begrep som er importert inn i naturvitenskapen. Dette er fullt ut legitimt dersom det gjøres åpenlyst.

# Fysikk: Energibegrepet

Mekanisk arbeid er produktet (kraft  $\times$  vei), forutsatt at kraften virker i veiretningen.

Energi er altså *evnen* til å utføre mekanisk arbeid. Hvorfor kan ikke energi defineres og måles direkte uten å gå veien om en "evne"?

Dette henger sammen med at vi ikke kan erkjenne eller måle energi i seg selv, men bare når den manifesteres som energiform.

# Fysikk: Energibegrepet

Det er sunt at energi defineres ved noe utenfor seg selv, nemlig arbeid. Arbeid er ingen energiform, og slett ingen energitilstand. Arbeid kan snarere betraktes som en slags "fellesvaluta" som alle energiformer skal verdsettes ut fra og kan konverteres til. Uten en felles målestokk kunne vi ikke ha sammenlignet ulike energiformer. Uten en felles målestokk kunne vi ikke ha etablert et universelt energibegrep.

# Fysikk: Arbeid og penger

*Mekanisk arbeid* setter altså en felles "gullstandard" for de ulike energiformene: Potensiell energi, bevegelsesenergi, elektrisk energi, kjemisk energi, varme. Tilsvarende kan vi i økonomi si at *penger* setter en felles "gullstandard" for de ulike formene for menneskelig arbeid.

# Fjernvirkningers metafysikk

Den første fjernvirkning som ble universelt beskrevet var gravitasjonen (Newton).

Hvilken mekanisme formidler gravitasjonen?

Ubesvart spørsmål: Finnes det en partikkel ("graviton") som formidler gravitasjonens vekselvirkning? En dogmatisk holdning - at enhver vekselvirkning må utveksle partikler!

# Fjernvirkningers metafysikk

Den andre fjernvirkningen som ble beskrevet var Coulombs elektrostatiske lov. Hvorfor er den matematisk sett helt analog med Newtons gravitasjonslov? Pussig nok spør ingen etter en vekselvirkningspartikkel her. For når to elektroner frastøter hverandre inne i et atom, har man uansett ingen mulighet for å observere en partikkel som skulle formidle denne vekselvirkningen.

# Fjernvirkningers metafysikk

Når en kvantetilstand realiseres ved en observasjon, må konservasjon gjelde før og etter observasjonen. Hele det konserverte systemet innretter seg etter observasjonen som gjøres. Albert Einstein trodde ikke på den øyeblikkelige fjernvirkningen som dette medfører (EPR-korrelasjonene). Aspect-eksperimentene viste at Einstein tok feil.

# Fysikk: Variasjonsprinsipper

Optimaliseringsprinsipper regjerer innenfor ulike områder av fysikken. Prinsipper om økonomi og hensiktsmessighet mer enn antyder en åndelig virkelighet bak fysikken.

**Eksempel:**

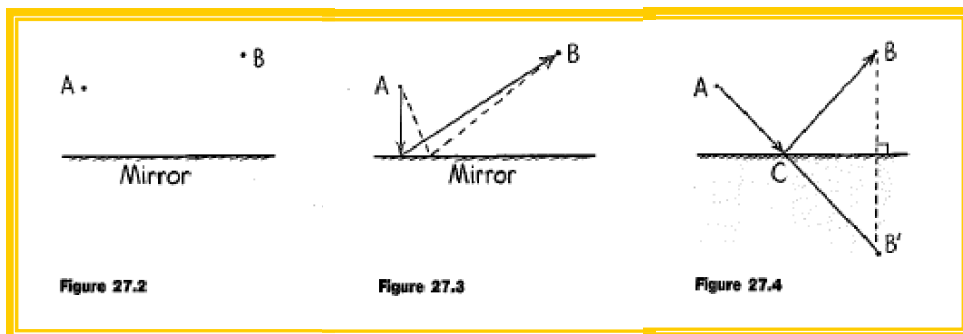
Elektrisk strøm, varmeledning og strømning av vann både gjennom planteblater og i jord følger minste motstands vei (som gir minimal entropiproduksjon).

# Fysikk: Variasjonsprinsipper

Berømte eksempler på variasjonsprinsipper:

- Fermats prinsipp for lys: Ved lysbrytning og refleksjon bruker lyset minimal tid fra et gitt punkt (A) til et annet (B).
- Lagrange-mekanikk: Et matematisk sett likeverdig alternativ til Newtons bevegelseslover. Her kreves det at et bestemt integral i "faserommet" skal ha minimal verdi.

# Fermats prinsipp → refleksjon



Korteste vei fra A til B –

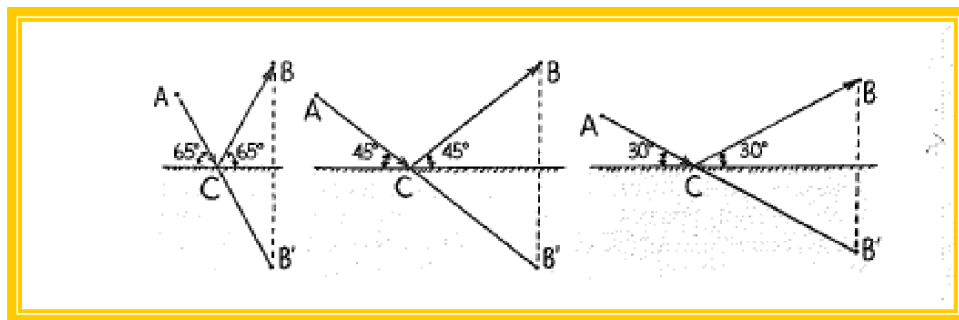
– Rett linje er også den raskeste!

- Men via speilet?

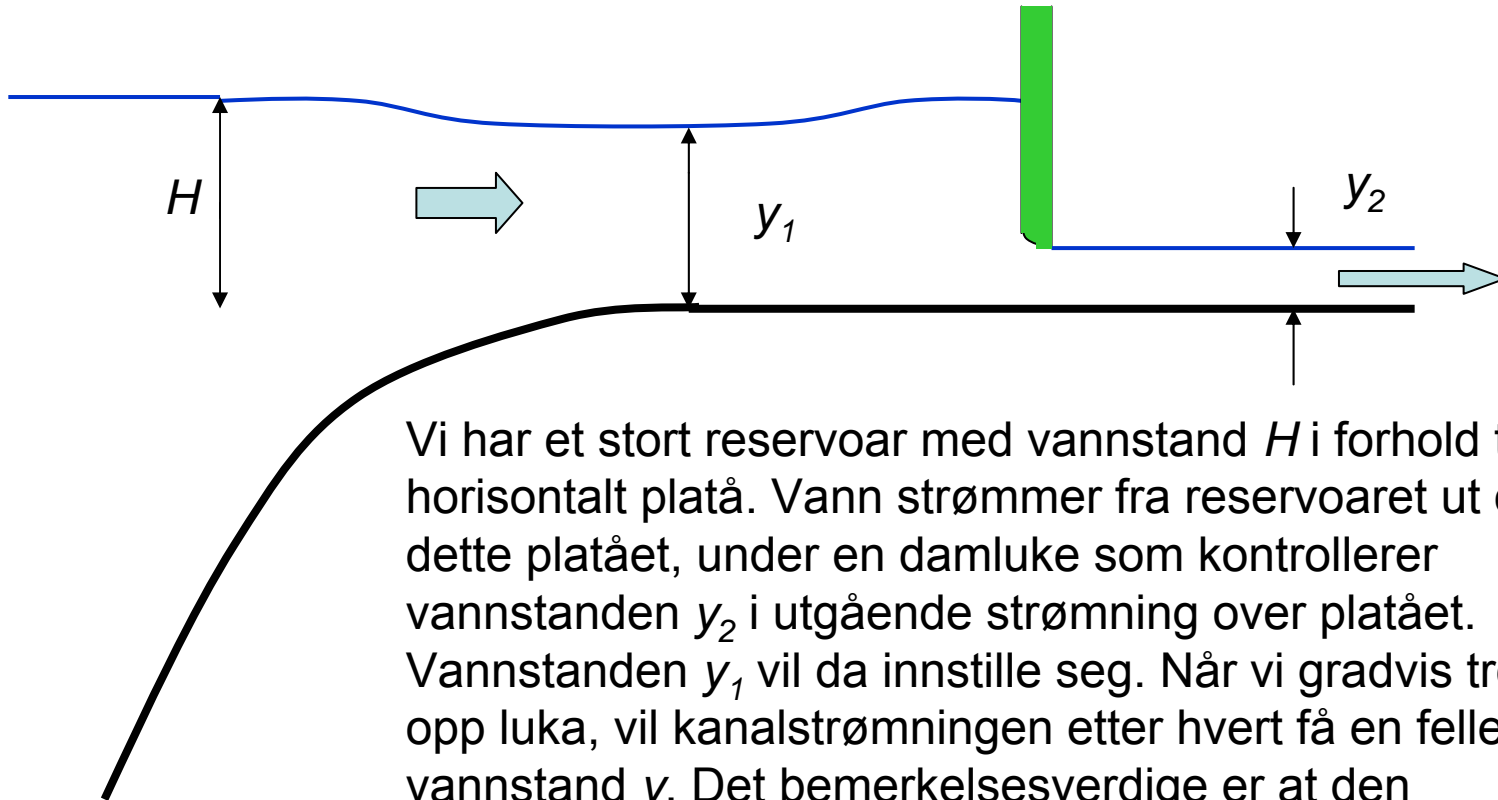
Triks:

Speil punkt B

Virker hver gang.



# Variasjonsprinsipp i vannstrømning



Vi har et stort reservoar med vannstand  $H$  i forhold til et horisontalt platå. Vann strømmer fra reservoaret ut over dette platået, under en damluka som kontrollerer vannstanden  $y_2$  i utgående strømning over platået. Vannstanden  $y_1$  vil da innstille seg. Når vi gradvis trekker opp luka, vil kanalstrømningen etter hvert få en felles vannstand  $y$ . Det bemerkelsesverdige er at den strømmingen som da innstiller seg, vil gi **maksimal vanntransport** fra reservoaret og ut over platået. Vi ser da bort fra friksjon og nedstrøms oppdemming av vann.