

Logikk og vitenskapsteori

- Logikk og argumentasjon
- Vitenskapelige idealer, forklaringsmodeller og metoder
- Verifikasjon og falsifikasjon
- Vitenskap og kvasi-vitenskap (Logisk positivisme, Popper)
- Vitenskapelig fremgang og paradigmer (Kuhn)
- Naturvitenskap, humanvitenskap og samfunnsvitenskap

Logikk

- Logikk: læren om *gyldige argumenter* (gyldige *slutninger*)
 - Hva er et argument?
 - Logisk gyldighet og holdbarhet
 - Utsagnslogikk og predikatlogikk

Logikk

- Et *argument* er en serie utsagn fremsatt som belegg for sannheten av et annet utsagn.
 - Den første gruppen (serien): *premissene*
 - Det andre: *konklusjonen*

P1

P2

...

Pn

altså, K

Logikk

- Eksempler på argumenter:
 - (1) Alle menn er dødelige
Sokrates er en mann
Sokrates er dødelig
 - (2) Alle ravner vi har observert, har vært sorte
Alle ravner er sorte
 - (3) Hvis Jorden er flat, så er Erna Solberg statsminister
Jorden er flat
Erna Solberg er statsminister
 - (4) Alle katter er rovdyr
Fifi er et rovdyr
Fifi er en katt

Logikk

- Ikke alle argumenter er *gode* argumenter!
 - Et argument kan feile av to grunner
 - Ugyldig form
 - Usanne premisser

Logikk

- Logisk gyldighet og holdbarhet:
 - Et argument er *logisk gyldig* hvis og bare hvis det er logisk følge fra premissene til konklusjonen – dvs: hvis premissene er sanne så *må* konklusjonen være sann.
 - Angår argumentets *form*, dvs forholdet mellom premissene og konklusjonen.
 - Angår *ikke* om premissene, eller konklusjonen, er sanne.
 - Et argument er *holdbart* hvis og bare hvis det er logisk gyldig *og* alle premissene er sanne.

Logikk

- Utsagnslogikk (= påstandslogikk, setningslogikk):
 - Dreier seg om slutninger som er gyldige pga at premissene og konklusjonen består av hele setninger og uttrykk som «ikke», «eller», «og», «hvis...så».
 - Utsagn: P, Q, R, S, ...
 - *Konnektiver*: \sim (ikke); \vee (eller); $\&$ (og); \rightarrow (hvis...så)

Logikk

Hvis Jorden er flat, så er Erna Solberg statsminister
Jorden er flat

Erna Solberg er statsminister

Hvis Jens Stoltenberg er norsk, så er han europeer
Jens Stoltenberg er norsk

Jens Stoltenberg er europeer

- Begge argumentene har samme logisk form:

$P \rightarrow Q$ (hvis P, så Q)

P
Q

- Begge to er logisk gyldige

Logikk

- Men hva med dette argumentet?

Alle menn er dødelige
Sokrates er en mann
Sokrates er dødelig

- I utsagnslogikk har slutningen følgende form:

P
Q
R

- Et mer komplekst logisk system kreves

Logikk

- Predikatlogikk:
 - Individkonstanter: a, b, c, \dots
 - Individvariabler: x, y, z, \dots
 - Predikater: F, G, H, \dots
 - Kvantorer:
 - $\forall x$: for enhver x
 - $\exists x$: det finnes en x slik at
 - (samme konnektiver som i utsagnslogikk)

Logikk

Alle menn er dødelige
Sokrates er en mann
Sokrates er dødelig

- I predikatlogikk:

$\forall x (Fx \rightarrow Gx)$	(For enhver x: hvis x er en mann, så er x dødelig)
<u>Fa</u>	(Sokrates er en mann)
Ga	(Sokrates er dødelig)

Argumenttyper

- Deduktive argumenter: logiske gyldige (i utsagnslogikk, predikatlogikk, eller i et mer komplekst logisk system)
- Ikke-deduktive argumenter:
 - Induktive argumenter / induktive generaliseringer
 - Abduktive argumenter / argumenter ut fra den beste forklaring
 - Analogiargumenter

Induksjon

- Induktive argumenter / induktive generaliseringer:
 - Den enkleste typen: en slutning fra «noen» til «alle»:

Alle kjente tilfeller av A har vist seg å være B
Alle A er B
 - Kan også ta en statistisk form, f eks:

80-90% av alle undersøkte tilfeller av lungekreft skyldes røyking
Røyking er årsak til lungekreft hos 80-90% av dem som har lungekreft

Induksjon

- Problemer med induksjon:
 - Humes induksjonsproblem
 - «Ravneparadokset»
 - «Grue»-paradokset

Induksjon

- Ravneparadokset (Carl Hempel 1945)
 - «Alle ravner er sorte»: $\forall x (Rx \rightarrow Sx)$
 - Vi styrker denne ved å observere en rekke ravner og så finne at disse faktisk er sorte
 - Men $\forall x (Rx \rightarrow Sx)$ er logisk ekvivalent med $\forall x (\sim Sx \rightarrow \sim Rx)$ (dvs «alle ikke-sorte ting er ikke-ravner»)
 - Så vil enhver hvit svane, ethvert gult hus – enhver ikke-sort ting som ikke er en ravn – støtte generaliseringen «alle ravner er sorte»

Induksjon

- «Grue»-paradokset (Nelson Goodman 1955)
 - «Grue» = noe er grue hvis og bare hvis det enten er grønt og observert før midnatt nyttårsaften år 2050 eller det er blått og blir observert etter midnatt nyttårsaften år 2050
 - All empirisk evidens som vi nå har tilgang til støtter generaliseringen
 - «alle smaragder er grue»
 - like mye som
 - «alle smaragder er grønne»

Abduksjon

- Abduktive argumenter / argumenter ut fra den beste forklaring
 - Man konkluderer med et utsagn som forklarer de fakta som beskrives i premissene
 - Eksempel:

Jeg har mistet nettforbindelsen
Jeg har ikke endret noe på min datamaskin
Det er et problem med universitets nettverk
 - Argumentet er ikke logisk gyldig

Abduksjon

- Abduksjon er viktig i formuleringen av vitenskapelige hypoteser
- Eksempel: oppdagelsen av elektronet:

As the cathode rays carry a charge of negative electricity, are deflected by an electrostatic force as if they were negatively electrified, and are acted on by a magnetic force in just the way in which this force would act on a negatively electrified body moving along the path of these rays, I can see no escape from the conclusion that they are charges of negative electricity carried by particles of matter. (Joseph John Thomson 1896)

Analogi

- Analogiargument: argument på grunn av *likhet*:

A og B ligner på hverandre (begge har egenskapene P, Q, ...)

A har egenskap R

B har egenskap R

- Ikke logisk gyldig
- Analogiske argumenter ofte viktige i hverdagslivet
- Også i vitenskapen, i utvikling av hypoteser
 - F eks:
 - Lysstråler og strømmen av partikler
 - Lysstråler og bølger
 - Atomen og solsystemet

Vitenskapsmodeller og -idealer

- Hvordan går man (og hvordan *skal* man gå) fra måleresultater og annen empirisk observasjon til formulering av *naturlover*?
- Det aksiomatisk-deduktive idealet (Platon, Aristoteles, Descartes) kan ikke gjøre rede for empirisk/eksperimentell naturvitenskapelig forskning.

Modeller og idealer

- Problemer med det aksiomatisk-deduktive idealet:
 - Hvor kommer aksiomene fra?
 - Hvordan gjøre rede for *ny* kunnskap?
- Det aksiomatisk-deduktive idealet ble gradvis erstattet av *induktivisme* og *den hypotetisk-deduktive modellen*

Induktivisme

- Induktivisme: en vitenskapelig lov, teori eller hypotese etableres simpelthen ved induktiv generalisering fra observasjon
 - Vi samler observasjoner og observerer at A og B opptrer sammen mange ganger → vi slutter at det (sannsynligvis) er en lovmessig sammenheng mellom A og B.

Induktivisme

- Problemer med induktivisme:
 - Hvordan vet vi hvilke faktorer som er relevante? Induktivisme forutsetter at man allerede har dannet forestilling om hva som er mulige årsaker.
 - Induktivismen forutsetter at at man kan *observere* de kausalt relevante variablene. Men vitenskapen danner ofte hypoteser om hittil *uobserverte* fenomener.
 - Induksjonsproblemene (Hume, Hempel, Goodman ...)

Den hypotetisk-deduktive metoden (HDM)

- Den hypotetisk-deduktive metoden («prøve og feile»-metoden)
 - 1) Formulering av hypotese H
 - Pga iakttagelser, gjetninger, abduktivt argument, analogiargument, intuisjon, ...
 - 2) Deduksjon av observerbare konsekvenser O (prediksjoner) fra H
 - 3) Undersøkelse av hvorvidt O foreligger eller ikke
 - 4) Hvis O ikke foreligger, må H forkastes og erstattes med en annen; Hvis O foreligger, regnes hypotesen som styrket, og kan testes videre

HDM

- De observerbare konsekvensene O følger deduktivt fra hypotesen: hvis H er sann, vil O foreligge ($H \rightarrow O$)
- Hypotesen testes ved observasjon:
 - Hvis O foreligger, styrkes, eller *verifiseres* H
 - Hvis O ikke foreligger, tilbakevises, eller *falsifiseres* H

HDM

- Verifisering og falsifisering

- Verifisering:

$$\frac{H \rightarrow O}{O} \quad \frac{O}{H}$$

- Ikke logisk gyldig, dvs O *bevise*r ikke H, men bare *støtter* den.

- Falsifisering:

$$\frac{H \rightarrow O}{\sim O} \quad \frac{\sim O}{\sim H} \quad (\text{ikke-O})$$

- Logisk gyldig: $\sim O$ *tilbakeviser* H.

HDM

- Ifølge den hypotetisk-deduktive modellen er vitenskapelig kunnskap aldri *sikker* viten: observasjon kan ikke *bevise* en teori eller hypotese.
- En vellykket teori (en *lov*) kan brukes både til å forklare og forutsi hendelser i naturen:
 - Deduktiv-nomologisk forklaring: hendelse *h* skjedde *fordi* *h* kan deduseres fra en generell lov *L* og omstendighetene *I*.
 - Forutsigelse av nye hendelser gjennom deduksjon fra *L* og omstendighetene *I* (lov *L* blir også testet)