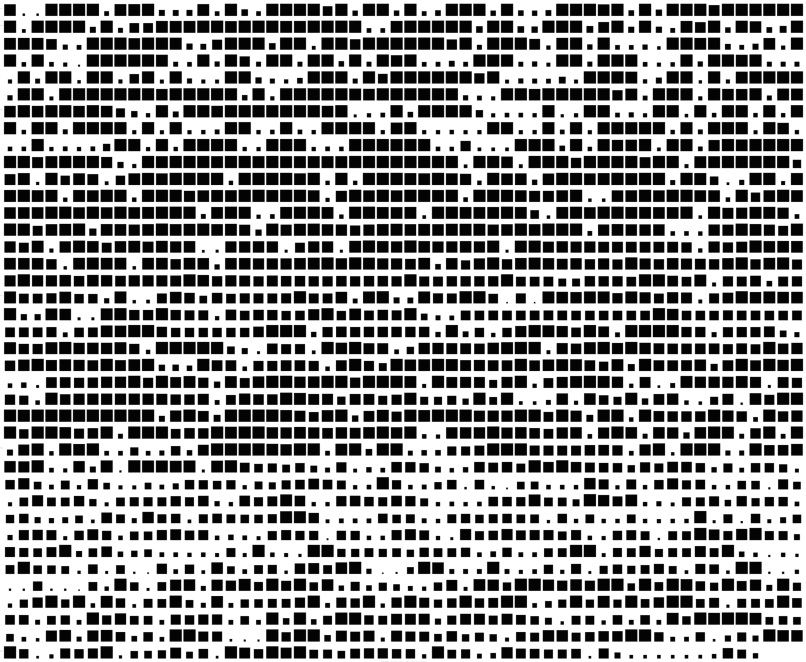
formlære

Ei traktatform om form for design og estetiske fag



Iver Raknes Finne
Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo
2026

Føreord

Eit vitskapleg fag må kunne definere grunnomgrepet sitt, seie kva røynsle som kan felle påstandane det set fram, og byggje kumulativ kunnskap som også andre fagfelt kan nytte. Det akademiske designfaget har korkje etablert eit slikt forskingsprogram eller definert sitt eige primitiv: form.[107, 108, 109, 116] Faget låner omgrep frå biologi, kybernetikk, samfunnsvitskap og filosofi, men skreller bort dei formelle vilkåra som gjer omgrepa prøvbare, og gjev ingenting tilbake til andre vitskapar. Ordet form vert brukt om det som skal skapast, vurderast og lærast bort, utan ein teori om kva form er, kva som gjer ei form mogleg, eller kvifor éi form vert realisert framfor ei anna.

Dette tomrommet vert halde oppe av to sirkelslutningar. Den første er læresetninga om at forma følgjer funksjonen.[79] Logisk sett er det ein gjenstandsklasse er til for, ein konstant innanfor klassen, og ein konstant kan ikkje forklare kvifor formene i klassen er ulike. Empirisk sett er det å lese funksjonen baklengs ut av ei ferdig form og deretter nytte han til å forklare forma, berre å gje utfallet eit nytt namn.[14, 44, 45] Slutningsfeilen er den same som då den historiske raseantropologien las målte skalleformer som prov på førehandsvalde menneskekategoriar:[117, 118] det som skal prøvast, er allereie lagt inn i målestokken. Den andre sirkelen oppstod då designteorien ville bort frå teknisk rasjonalitet, men i staden gav opp å forklare verda.[73, 114, 115, 116] Hos Per Galle vert vitskapsteori redusert til begrepslister og metaforar utan logisk utleiing eller falsifikasjonskrav;[80, 81, 82] hos Johan Redström heiter det rett ut at faget ikkje driv med å skildre verda;[92] i forsking gjennom design vert utøvaren sine eigne skisser og prototypar gjorde til sitt eige bevismateriale;[108, 109] og i systemorientert design vert kybernetikken redusert til uformelle tankekart utan relasjonar som lèt seg prøve.[83, 84, 100] Også her fell påstand og målestokk saman: ei skisse viser at eit val vart teke, men provar korkje kva alternativ som fanst, kvifor forma ber, eller kva ho gjer med andre.

Når eit fag ikkje kan skilje målet frå måten målet vert oppfylt på, får oppdragsgjevaren makt over begge delar. Grensesnitt som låser brukaren inne og haustar merksemd frå born, tenester som tappar privatliv, gjenstandar for kort bruk og lang nedbryting, og system som rangerer menneske,

verkar alle etter bestillinga.[86, 88, 96] Når skaden ligg i sjølve oppdraget, er «krava er oppfylte» berre ei utsegn om kva bestillaren valde å måle. Utan ein uavhengig målestokk for svikt vert utøvaren eit reint gjennomføringsledd. Designaren må kunne undersøkje og føreseie denne skilnaden før forma er ferdig, ikkje berre annotere prosessen etterpå.

formlære etablerer dette grunnlaget. Grunnpåstanden er denne: form er ei ordning av skilnader, realisert mellom moglege alternativ under samtidige seleksjonstrykk, gjennom agentar med avgrensa omhug og kapasitet. Forma er meir enn det nokon meinte med henne; ho verkar med heile ordninga si, òg langs omsyn ingen tok med i modellen. Fordi dette gjeld all målretta formdanning, samlar formlære innsikter frå tradisjonar som til no har vore skilde av faggrenser, i éin felles arkitektur: tektonikk og materialteknikk frå Gottfried Semper og David Pye;[1, 24] morfogenese og geometriske morforom frå D'Arcy Wentworth Thompson og David Raup;[2, 9] formgrammatikk og atomlaus innleiring frå George Stiny og James Gips;[10, 17] adaptive og epigenetiske landskap frå Sewall Wright og Conrad Hal Waddington;[3, 7] kybernetisk regulering frå Norbert Wiener og W. Ross Ashby;[4, 5, 6] skiljet mellom tankerom og kunnskapsrom frå Armand Hatchuel og Benoit Weil;[15, 16] og statistisk fysikk, aktiv inferens og fleirskala biologisk agens frå Edwin Jaynes, Karl Friston, Chris Fields og Michael Levin.[18, 20, 21, 50, 53, 67] Desse tradisjonane vert bundne saman i femtuppelet $(\mathbb{M}, \Pi, SG, \Lambda, \{A_i\})$, der formrommet $\mathbb{M}$ er delt materielt mellom busette, forbodne og opne regionar og epistemisk gjennom partisjonen $\Pi = (K, C, U)$ langs kvart omsyn, formgrammatikken SG genererer stega, tilpassingslandskapet Λ summerer trykka, og agentane $\{A_i\}$ navigerer rommet.

I kjernelikninga (5.7) og fordelingsmodellen (6.6) vert desse laga samla i éin stokastisk overgangsprosess.[64, 67, 75, 76] Dei tidlegare delteoriane trer då fram som degenererte spesialtilfelle av modellen (5.72, 6.65): ved null seleksjon ($\beta = 0$) står den reine formgrammatikken og grunnfordelinga μ_{SG} att;[10, 17] ved binær vekting av kjent suksess kollapsar landskapet til grensevilkåret i tanke-kunnskapsteorien;[15, 16] ved fast parameterrom og full styring får me teknisk optimering;[73] og når estimert avvik er lik faktisk avvik ($\hat{e}_k = e_k$) under full kapasitet, står den reine målkonfliktgeometrien hos Christopher Alexander att.[74] Samstundes gjev modellen formell

ryggrad til dei retningane i faget som har mangla likningar: systemorientert design får kybernetikken ført heilt fram til målbare politikkar π, Markov-hinner (5.02), delt spenning på tvers av skalaer (6.123) og samla kapasitet κ_{samla} (5.21); material- og handverksforskinga får skilt substratet sitt harde veto i V (1.42) frå den mjuke materialaffordansen i Λ (2.2); stilhistoria og bruksstudiane møtest ved at stilen utanfor agentane er ein kausalt makteslaus sverm i landskapet (3.3, 6.3), men for brukaren verkar som eit kulturelt grensesnitt over hinna (6.312);[8, 25, 47] og skiljet mellom den reversible søkjekjernen i skissa og den irreversible, stiavhengige materielle kjernen i produksjonen (6.641) forklarer kvifor lokal likevekt i studio aldri er identisk med utfallet i historia.[13]

For kvar agent $A = (m, \pi, G, \varepsilon)$ skil læra mellom prediksjonsfeil D_k, faktisk mål-avvik e_k, omhug $\omega(A)$, kognitiv lyskjegle $\Gamma(A)$ og kapasitet $\kappa(A)$,[20, 22, 38] slik at manglande hald deler seg operasjonelt i blindskap, likesæle og avmakt (5.232). Ved derivasjon i eksponentialfamilien (6.673, 6.674) følgjer det at endringa i forventningsverdien av det faktiske avviket e_j når prioriteringa θ_k aukar, er $-\operatorname{Cov}(e_j, \hat{e}_k)$. Har modellen feil forteikn mot røyndomen ($\operatorname{Cov}(e_j, \hat{e}_k) < 0$), vil meir omhug og sterkare prioritering systematisk auke skaden (7.12, 7.1521). Kvar agent som navigerer og realiserer konfigurasjonar, frå cella og treet til handverkaren og føretaket, er ein formgjevar (6.01), men berre den som tek ein annan agent sine mål inn som eit eige, korrigerande kriterium i arbeidet, er ein designar (6.02). Utelatne omsyn og for korte horisontar ($\tau_k^{\text{pred}}, \tau_k^{\Gamma}, \tau_k$) avset ein sviktsignatur (7.1) med målbar sviktlatens $\rho_k = \Delta_k / \tau_k^{\text{pred}}$ (7.14). Når ledda vert fastsette før nye utfall (7.151), kan forklaringa fellast og rettast nøyaktig der slutninga sviktar: i grammatikken, i estimatet, i prioriteringa, i kapasiteten eller i følgjene (7.153). Reaksjonen frå dei som lever med forma, er difor ikkje eit vedheng til kunnskapen om henne, men ei nødvendig prøve som lukkar sløyfa og tvingar både målet og teorien til revisjon (7.25, 7.26). [n1]

Oslo, 2026

Lesekode

d = definisjon · a = postulat/hypotese · t = følgje under oppgjevne vilkår · o = observasjon · i = illustrasjon. Desimalnummera viser logiske underordningar, ikkje berre kapittelrekkjefølgje. Definisjonar fastset språkbruken; hypotesar krev prøving; ei følgje står og fell med premissane sine.

1 *[d]* Form er ei ordning av skilnader.[1] [n2]

1.01 *[d]* Å skilje noko ut er å halde noko anna utanfor. Det som då står mellom dei, er ein skilnad.

1.011 *[t]* Ein skilnad har difor to sider. Han gjev ikkje to uavhengige verder, for kvar side er det ho er, berre mot den andre.

1.0111 *[i]* Kanten på koppen skil innsida frå utsida. Munnen møter begge ved den same kanten.

1.012 *[o]* Ein skilnad kan verke før han får eit namn. (Membranen treng ikkje ordet for å halde noko inne.)

1.0121 *[t]* Å oppdage ein skilnad er difor ikkje å lage han. Ei teikning kan gjere begge delar.

1.02 *[d]* Skilnader som står i bestemde samanhengar med kvarandre, er ei ordning: kva som er skilt frå kva, og korleis det skilde heng saman.

1.021 *[t]* Delane i ei ordning er ikkje alltid ferdige før ordninga.

Kvar side av ein skilnad er det ho er mot den andre (1.011). Det som står i ei ordning, kan difor få si bestemming gjennom ordninga.

1.0211 *[i]* Eit sete bind saman ei bereflate, ein kropp og ei mogleg kvile. Flata kan finnast utan kroppen. Setet kan ikkje forklarast utan kroppen.

1.1 *[a]* Formverda er alt som er tilfelle: totaliteten av realiserte konfigurasjonar, ikkje av ting.

1.11 *[d]* Ein konfigurasjon er ei bestemt ordning av bestemde delar (1.02). Han er realisert når han er tilfelle.

1.111 *[i]* Same treet kan vere stol eller ved.

1.12 *[t]* Kvar realisert konfigurasjon er bestemt (1.11). Anten er han tilfelle, eller han er det ikkje.

Ingen konfigurasjon er delvis realisert.

1.13 *[d]* Å forklare kvifor nettopp ein konfigurasjon vart realisert, er å vise kva vilkår og overgangar som førte til han, og kva dei gjorde med alternativa.

1.131 *[t]* Forklaringa er difor òg ei forklaring av utvalet. Ho må skilje mellom alternativ som var umoglege, utilgjengelege, uprøvde og forkasta. Desse fråværa har ulike årsaker.

1.2 *[d]* Ein konfigurasjonsdel som ikkje vert delt vidare på det valde analysenivået, er eit objekt.

Same objekt kan stå i fleire konfigurasjonar. [n3]

1.201 *[t]* Inndelinga i objekt er eit val av analysenivå.

1.2011 *[i]* Stolbeinet er éin del for snikkaren som monterer. For den som granskar brotet, er fibrane delar. Nivået må følgje det som skal forklarast.

1.202 *[a]* Kvart objekt er ein konfigurasjon på eit lågare nivå. Under kvart valt nivå held strukturen fram.

1.2021 *[t]* Ein konfigurasjon er ein samanheng (1.11). Det analysen finn, er difor relasjonar.

1.2022 *[a]* Ein relasjon krev ledd. At ledda sjølve kan analyserast som relasjonar, gjer ikkje spørsmålet om kva relasjonane er i, til endå ei oppdeling.

1.203 *[d]* Substans er den indre naturen til det som står i relasjonane. Han er ikkje eit ekstra ledd i den fysiske skildringa, men det ledda er, teke uavhengig av korleis dei er ordna.

1.2031 *[t]* Substansen er ikkje det siste objektet analysen finn. Analysen kan halde fram gjennom nivå utan ende, medan spørsmålet om substans gjeld kva som er ordna på alle nivåa.

1.204 *[t]* Objekta vert haldne faste på det valde nivået; konfigurasjonane skiftar. Endrar eit fysisk stykke ein eigenskap analysen held fast, vert endringa skildra som ein annan objekttilstand.

1.21 *[d]* Måten objekta heng saman på i konfigurasjonen, er strukturen til konfigurasjonen.

1.211 *[i]* Sambandet mellom setet og beinet i ein stol er ikkje ein del til. Delane heng i kvarandre direkte, som lenkene i ei kjede.

1.212 *[d]* Forma til ein konfigurasjon er strukturen hans, teken uavhengig av dei eigenskapane ved objekta analysen ser bort frå.

Abstraksjonen må oppgjevast. Same silhuett er ikkje nødvendigvis same bereform.

1.2121 *[t]* To konfigurasjonar med same objekt, men ulik struktur, har ulike former.

1.2122 *[t]* To konfigurasjonar med ulike objekt, men same struktur, deler form i dei omsyna abstraksjonen held fast ved.

1.2123 *[t]* Forma kan difor gå att i andre objekt. Verknadene går att berre i den mon dei òg kviler på dei relasjonane som er bevarte.

1.2124 *[t]* Ei form utan alternativ under gjevne vilkår er nødvendig relativt til vilkåra. Kvifor nettopp desse vilkåra gjeld, kan framleis krevje ei forklaring.

1.22 *[d]* Moglegheita eit objekt på eit valt analysenivå (1.201) har for å inngå i konfigurasjonar på dette nivået, er valensen til objektet.

1.221 *[t]* Når objektdelinga, relasjonane og operasjonane er fastsette, er dei kombinatoriske formene på dette nivået gjevne i og med valensane til objekta. At rommet er fastsett, seier ikkje at alle posisjonane kan reknast opp.

1.222 *[a]* Det moglege er ikkje laga, men gjeve.

Inga objektdeling gjev eit fullstendig kart på førehand.

1.2221 *[t]* Ei moglegheit i feltet kan ikkje finnast opp, berre avdekkjast. Det som vert laga, er realiseringa.

1.2222 *[t]* Det vidare moglege ligg fast; valet av nivå, objekt, aksar og operasjonar avgrensar kartet over det.

Eit nivåskifte kan utvide det operative formrommet utan å avgjere kva som er ontologisk mogleg.

1.223 *[t]* Valensen høyrer til objektet, og objektet står fast på det valde nivået (1.204). Ei ny kombinatorisk moglegheit for dette objektet kjem ikkje til på same nivå under uendra vilkår.

Ei inndeling på tvers av objekta (1.611) eller eit skifte av analysenivå (1.201) kan avdekkje moglegheiter i feltet som den føregåande objektdelinga skjulte. Nye relasjonar eller operasjonar kan òg endre det operative formrommet.

1.2231 *[t]* Realisering, tilgang og kunnskap kan endre seg utan at det moglege endrar seg.

1.23 *[t]* Substansen i formverda er oppleving.

1.231 *[d]* Ei måling er ein relasjon mellom det som vert målt og det som måler.

1.2311 *[t]* Det ei måling gjev, er difor ein relasjon, aldri leddet sjølv.

1.232 *[o]* Fysikken seier alt han seier i storleikar, og kvar storleik er eit utfall av måling eller ein relasjon mellom slike utfall.

1.2321 *[t]* Fysikken seier difor kva det målte gjer, ikkje kva det er. [n4]

1.233 *[d]* Det som er kjent utan måling, ikkje gjennom ein ytre målerelasjon (1.231), men ved å vere det, er oppleving.

Dette skil tilgangsmåtar. Det seier ikkje at oppleving manglar indre skilnader eller relasjonar.

1.2331 *[o]* Kvar måling er gjeven som oppleving. Det fysikken veit, veit han gjennom opplevinga.

1.2332 *[d]* Oppleving av opplevinga, opplevinga framstilt på nytt i seg sjølv, er medvit.

1.2333 *[a]* Oppleving føreset ikkje medvit.

1.234 *[a]* Når ein kjend natur strekkjer til som indre natur for dei relasjonane som skal forklarast, legg denne læra ingen annan substans til.

Det avgjer ikkje kva som finst.

1.2341 *[a]* Den relasjonelle strukturen i den fysiske skildringa kan vere ordning i oppleving. Opplevinga strekkjer til som indre natur utan at dei målte relasjonane må endrast.

1.2342 *[t]* Oppleving er alt gjeven i kvar måling. Den fysiske strukturen kan vere ordna oppleving utan at den relasjonelle skildringa må endrast. Ein ukjend indre natur legg då inkje nødvendig til; minimalitetskravet vel oppleving som den eine substansen i denne læra.

Andre ontologiar kan gje dei same målbare relasjonane. Dei operasjonelle følgjene om grammatikk, overgangar, kapasitet og svikt står på eigne målbare premiss; dei krev ikkje at dette ontologiske valet er sant. [n5]

1.2343 *[t]* Oppleving er då ikkje ein eigenskap som eit elles ikkje-opplevande stoff må produsere. Det som skal forklarast vidare, er korleis oppleving er ordna og avgrensa.

1.235 *[d]* Når ei avgrensing skil eit indre frå eit ytre (1.011, 5.02), er det å kjenne henne innanfrå å vere henne, og å kjenne henne utanfrå å kjenne relasjonane ho står i. Tilgangane gjeld same røyndom, ikkje to stoff som først må koplast saman.

1.2351 *[t]* Fysikken skildrar relasjonane materien står i (1.2311, 1.2321). Materie er difor oppleving sett utanfrå (1.23). I eitt opplevingsfelt (1.24) er det materielle biletet korleis eit avgrensa mønster tek seg ut for eit anna (1.241, 5.028).

1.2352 *[t]* Materien er ikkje ein annan ting enn opplevinga, og opplevinga er ikkje ein eigenskap ved materien. Biletet og det det er bilete av, er av same substans.

1.2353 *[t]* Det som vert kjent utanfrå, er relasjonar. Forma er struktur (1.212), og struktur er relasjonar (1.21).

Forma er difor korleis ein del av substansen tek seg ut for ein annan.

1.2354 *[t]* At materien er oppleving, tyder ikkje at han er min.

1.24 *[a]* Opplevinga er eitt felt.

Det som vert skilt ut i feltet, er mønster i det, ikkje bitar av det.

1.2401 *[t]* Alle mønstera høyrer til same felt. Kva mønster som kan påverke kvarandre, vert avgjort av relasjonane i det.

1.241 *[a]* Det som er mange frå utsida, kan vere avgrensingar i éin grunn. Der ei avgrensing held seg sjølv (5.021, 5.024), har ho tilgang innanfrå til si eiga avgrensing; andre vert kjende gjennom relasjonane.

Dette tilskriv korkje feltet som heilskap ei utside (1.246) eller kvart utskilt mønster eit eige sjølv (5.023).

1.242 *[t]* Postulatet i 1.24 gjer mangfaldet til eit spørsmål om avgrensing i eitt felt. Organiseringa skil ut kva som høyrer saman innanfrå, framfor å summere ferdige opplevingar.

1.243 *[t]* Feltet står fast; konfigurasjonane skiftar.

1.244 *[t]* I feltet kan det skiljast ut mønster som ikkje når kvarandre innanfrå (1.241).

1.245 *[t]* Måten feltet oppfører seg regelmessig på, er naturlovene. Dei vert ikkje lagde på feltet utanfrå, for utanfor feltet finst det inkje.

1.2451 *[t]* Lovene legg ingen nye ontologiske moglegheiter til. Dei avgrensar kva som kan realiserast under gjevne materielle vilkår.

Når materiale og operasjonar kjem til, kan tilgangen og det operative formrommet endre seg (1.223).

1.2452 *[d]* Materiell tyder: gjeven ved stoff, energi og dei regelmessige samanhengane som avgrensar realiseringa.

1.2453 *[d]* Det som gjeld feltet og lovene i det, same kva nokon veit, er ontologisk. Det som avheng av kva som er kjent om feltet, og av kven, er epistemisk.

1.246 *[t]* Feltet som heilskap har inkje utanfor seg (1.245). Det kan difor ikkje kjennast utanfrå; det viser seg aldri som ein ting.

1.3 *[d]* Ei mengd konfigurasjonar som tillèt same operasjonar, er ein klasse.

1.31 *[d]* Mengda av alle moglege konfigurasjonar i ein klasse er formrommet $\mathbb{M}$ til klassen.[2, 9, 19] [n6]

1.311 *[t]* Det ontologisk moglege vert oppdaga. Det operative formrommet vert avgrensa ved val av klasse, nivå og operasjonar. Denne avgrensinga kan reviderast.

1.32 *[d]* Kvar konfigurasjon i klassen er eitt eksakt punkt i $\mathbb{M}$, posisjonen hans. Kvar akse i formrommet er ein målbar eigenskap.

1.321 *[t]* Eit val av aksar er ein projeksjon av $\mathbb{M}$. Forma finst uavhengig av den einskilde målinga, slik eit fjell finst uavhengig av kartet.

1.3211 *[t]* Fjellet er ikkje i kartet. Men den som les kartet, er av same substans (1.23) som fjellet.

1.322 *[t]* Det empiriske formrommet er alltid ein slik projeksjon. Ei endeleg skildring kan vere tilstrekkeleg for eitt spørsmål og utilstrekkeleg for eit anna. Det som vert utelate, sluttar ikkje å verke.[2]

1.3221 *[t]* At det empiriske formrommet er ein projeksjon, tyder ikkje at det er vilkårleg. Somme projeksjonar fangar meir variasjon enn andre.

1.323 *[t]* Formrommet er eit rom av relasjonar (1.2311). Det viser korleis konfigurasjonane i klassen tek seg ut utanfrå, ikkje kva dei er innanfrå.

1.4 *[d]* Formrommet har eit historisk skilje mellom busett og ikkje busett, og eit materielt skilje mellom tillate og forbode. Det ikkje busette og tillatne er ope.

Skilja må daterast: ei form som var realisert før, kan vere forboden under vilkåra no.

1.41 *[d]* Dei busette regionane er dei posisjonane som er eller har vore realiserte. Dei utgjer det historiske arkivet.

1.411 *[t]* Kvar ny realisering tek utgangspunkt i ein realisert tilstand. Naboar i rommet er dei posisjonane som kan nåast med eitt tillate steg; dei treng ikkje likne kvarandre.

1.412 *[a]* Ein busett posisjon kan trekkje nye realiseringar til seg gjennom verktøy, vane og forventing. Tyngda veks der desse vert haldne oppe; ho kan minke når forma bind knappe ressursar eller fyller behovet.

1.413 *[d]* Totaliteten av busette posisjonar er formhistoria.

1.42 *[d]* Dei forbodne regionane V er posisjonane som er logisk skildra i rommet, men utelukka av dei materielle vilkåra som gjeld.

Forbodet følgjer ikkje regionen åleine, men vilkåra.

1.421 *[t]* Grensa mellom det forbodne og det opne er ikkje logisk, men materiell, for ho er gjeven ved lovene i feltet (1.2452), brukte på dei materiala og operasjonane som er for hand. (Bøk bøyer seg langs fiberen; granitt gjer det ikkje.)

Vilkåra, ikkje logikken, avgjer kva som er forbode.

1.422 *[t]* Eit skifte i kva materiale og operasjonar som er for hand, kan opne ein forboden region. Tilgangen veks når nye vegar fører dit (1.2231, 1.431).

1.43 *[d]* Dei opne regionane er dei ikkje busette posisjonane som er materielt tillatne (1.4).

1.431 *[d]* Ein open region som kan nåast frå det busette utan å gå gjennom det forbodne, er tilgjengeleg.

1.4311 *[t]* Ein open region som berre grensar til forbodne regionar, er utilgjengeleg (1.411, 1.422) utan materialskifte.

1.432 *[d]* Dei opne posisjonane som grensar til det busette, er det nærliggande moglege.[12] [n7]

1.4321 *[t]* Det nærliggande moglege er avgrensa. Det ligg spent ut mellom det busette på den eine sida og det forbodne og dei opne regionane lenger ute (1.431, 1.4311) på den andre.

1.5 *[d]* Ved sida av den materielle delinga går ei epistemisk.[15, 16]

Ho gjeld ein agent A, eit omsyn k, oppgjevne prøvevilkår og tidspunkt t. Tidshorisonten høyrer til prøvevilkåra.

Posisjonar der kriteriet langs X_k er avgjort under desse vilkåra, høyrer til det kjende $K_{A,k,t}$; dei som oppfyller det, til $K^{+}_{A,k,t}$.

Tenkte posisjonar der kriteriet ikkje er avgjort, høyrer til det tenkjelege $C_{A,k,t}$.

Resten er det utenkjelege langs omsynet:

$$U_{A,k,t} = \mathbb{M} \setminus (K_{A,k,t} \cup C_{A,k,t}).$$

Mengdene er parvis disjunkte og dekkjer det oppgjevne formrommet. Partisjonen er $\Pi_{A,k,t} = (K_{A,k,t}, C_{A,k,t}, U_{A,k,t})$.

Der agent, vilkår og tidspunkt står faste, skriv eg K_k, C_k, U_k og Π_k. Den samla kunnskapsstanden over dei utskilde omsyna er familien $\Pi = \{\Pi_k\}$. Omsyn som enno ikkje er skilde ut (1.322), er ikkje eigne aksar i denne familien; dei høyrer til det akselause utanfor kartet.

Når òg omsynet står fast, nyttar eg òg dei korte nemningane K, C og U. Det akselause er ikkje ei fjerde delmengd i den aksevise partisjonen. [n8]

1.501 *[d]* C_k kallar eg tankerommet og K_k kunnskapsrommet langs X_k. Rørsla i og mellom dei er den epistemiske sida av formgjevinga.

1.51 *[t]* Dei to delingane fell ikkje saman.

Ein forboden region kan vere tenkt: materielt utelukka, men tenkt.

Ein open region kan vere utenkjeleg: materielt tillaten, men utanfor det nokon har tenkt.

1.511 *[t]* Begge delingane trengst difor i ei skildring av formverda. Den materielle delinga seier kva vilkåra tillèt, den epistemiske kva som er kjent og tenkt.

1.512 *[t]* Grensene mellom K, C og U er epistemiske (1.2453). Dei flyttar seg når noko vert tenkt eller avgjort (1.2231).

1.52 *[t]* Det som er prøvd i ein realisert konfigurasjon, gjev kunnskap under prøvevilkåra. Slutningar frå det prøvde kan òg avgjere noko som enno ikkje er realisert.

K_k rommar både suksessar og fiaskoar. Ei avgjerd flyttar posisjonen til K_k berre for kriteriet og prøvevilkåra ho gjeld, ikkje for alle moglege verknader av forma. Same posisjon i $\mathbb{M}$ kan

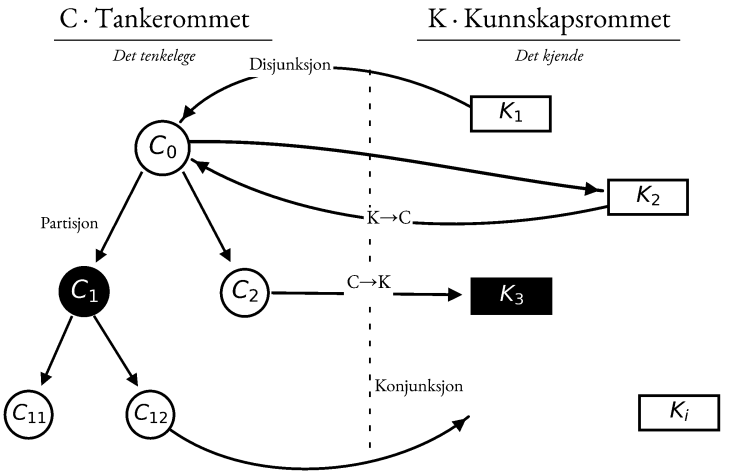
difor liggje i K_k langs eitt omsyn og i C_j eller U_j langs eit anna (7.1).

1.53 *[t]* Ein kan kjenne at noko manglar utan å kjenne det som manglar. Innanfrå kan U nemnast som komplement. I det eit bestemt alternativ vert tenkt, forlèt det U.

1.531 *[t]* Frå ein vidare kunnskapsstand kan ein peike ut kva som låg i U for ein annan. Det same alternativet høyrer då til ulike delar av dei to kunnskapsstandane.

1.54 *[t]* Ei rørsle tek utgangspunkt i C eller K og legg noko til C eller K. Det gjev fire retningar:

C→C (konseptekspansjon) · Innanfor C · Utviding: C veks
C→K (konjektur → kunnskap) · Frå C til K · Kollaps: eit tenkt alternativ vert avgjort for kriteriet
K→C (kunnskap → konjektur) · Frå K til C · Opning: det kjende opnar nye konjekturar
K→K (kunnskapsutdjuping) · Innanfor K · Oppløysingsauke: det kjende vert finare [n9]



Rørsle mellom tankerom og kunnskapsrom for eit fast omsyn og oppgjevne prøvevilkår (1.5–1.54). C_0, C_1, ... og K_1, K_2, ... nummererer konsept og kunnskapsutsegner, ikkje omsynsaksar. Disjunksjon opnar eit konsept frå kunnskap; partisjon utvidar konseptet; konjunksjon avgjer eit tenkt alternativ. K→K-rørsla er ikkje teikna. I C–K-teorien er K kunnskapsutsegner; i denne teksten er kunnskapsrommet kjende formposisjonar langs omsynet (notatet ved 1.5).

1.541 *[t]* Tanken veks innanfrå: frå det tenkte (C→C) eller frå det kjende (K→C). Det som kjem inn frå U, kjem ikkje ved at nokon ser over grensa (1.53).

1.55 *[d]* Den delen av C_k som ligg i det nærliggande moglege, er fronten langs X_k: tilgjengeleg og tenkt, men ikkje kjend. Der kan det tenkte prøvast (1.52) og bli kjent.

Fronten er relativ til agenten, omsynet og vilkåra i den epistemiske delinga (1.5).

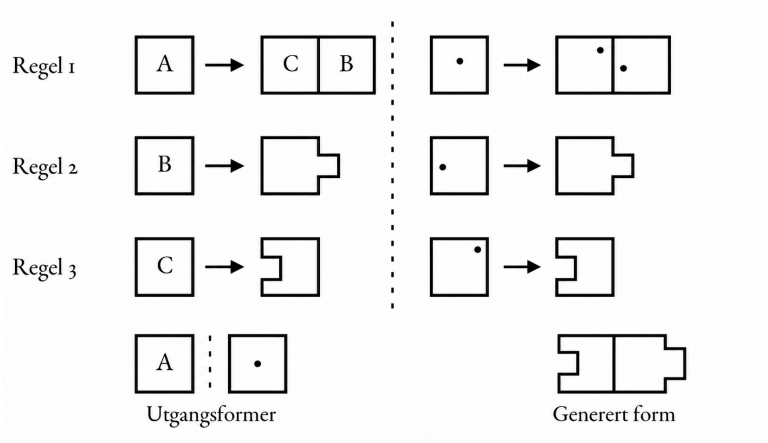
1.6 *[d]* Konfigurasjonar lukka under sum, differanse og produkt, og under transformasjonar θ, med delrelasjonen $\leq$, utgjer ein formalgebra.[10, 12, 17] n10

1.61 *[d]* I formalgebraen utfører formgrammatikken diskrete overgangar.

Reglane slår til ved innleiring, når ei delform vert kjend att inne i heilforma.

Ein formgrammatikk er eit trippel SG = (S, R, s_0): ei mengd posisjonar S ⊆ 𝕄, tekne ved forma si (1.212), reglar R = {$a_r \to b_r$} og ei startform s_0. Reglane transformerer former:

Regelbruk · s → (s − $\theta(a_r)$) + $\theta(b_r)$ når $\theta(a_r) \leq$ s · Finn delforma; byt henne ut
Språk · L(SG) = {s ∈ S: $s_0 \to^*$ s} · Alle former grammatikken kan generere
Utløysing · $\theta(a_r) \leq$ s · Kvar innleiring gjev eitt mogleg steg; eitt av dei vert teke
Premiss · Noverande geometri, ikkje konstruksjonshistorie [n11]



Tre reglar og ei avleiing, med bokstavmerke til venstre og punktmerke til høgre. Atomlaus innleiring er presisert i 1.611.

1.611 *[t]* Formalgebraen ser gjennom det valde nivået, der objekta er atom. Der delane er liner, flater og lekamar, har algebraen ingen atom, og innleiringa finn delformer som inga objektdeling gav på førehand.

Nivåbundne valensar uttømmer difor ikkje kva ei anna oppdeling kan gjere synleg (1.221, 1.223). [n12]

1.62 *[d]* Med SG meiner eg heretter ein historisk grammatikk: dei reglane som er kjende og i bruk. Språket hans er den delen av det oppgjevne formrommet som kan nåast frå startforma.

Nye reglar kan utvide språket eller krevje eit vidare rom. Postulatet i 1.222 garanterer ingen endeleg eller bereknbar grammatikk for alle moglege former.

Eitt regelbruk er eitt steg. Det nærliggande moglege (1.432) ligg eitt steg frå det busette.

1.63 *[t]* Ein grammatikkoperasjon kan gjere ei moglegheit tenkt, frå ei tenkt eller kjend form. Han treng ikkje avgjere om forma vil verke.

Realisering er ei prøve på det tenkte. Ho vert ein $C \rightarrow K$-operasjon for eit oppgjeve kriterium når resultatet avgjer dette spørsmålet under prøvevilkåra.

2 *[a]* Ikkje alle posisjonar er like sannsynlege under dei same oppgjevne vilkåra.

2.01 *[t]* Forbodet stengjer somme alternativ. Fordelinga over dei tillatne krev i tillegg ein oppgjeven genereringsprosess eller ei avgrensa rekkje forsøk. Også eit tilfeldig utfall kan ha ei forklaring.

2.011 *[o]* Innanfor det som var materielt tillate då formene vart til, ligg dei busette posisjonane ujamt spreidde (1.4). Tradisjonar som aldri har møtt kvarandre, kjem fram til same form.

2.02 *[t]* Ei skeiv fordeling er noko som skal forklarast, ikkje sjølv ei forklaring. Forklaringa må vise kva som gjorde skilnad mellom alternativa (1.13).

2.021 *[t]* Seleksjonen endrar fordelinga gjennom det som skjer i kvart einskild forløp. At ei form anten er realisert eller ikkje (1.12), hindrar ikkje at dei same prosessane flyttar, endrar og bryt henne.

2.1 *[d]* Eit seleksjonstrykk endrar sannsynsfordelinga over det som ikkje er forbode, relativt til ei oppgjeven grunnfordeling.[3]

Trykket favoriserer og svekkjer alternativ utan å stengje dei. I landskapsspråket (3.1) er retninga mot favoriserte alternativ eit fall i spenninga.

2.101 *[t]* Forma er eitt realisert utfall av det trykka favoriserte, det agentane gjorde, og det vilkåra tillét. Dei andre alternativa treng ikkje vere utelukka då ho vart til.[14, 44, 45] n13

2.11 *[t]* Eit trykk som inkje tynner ut, er inkje trykk. Samlar fordelinga seg i éin region, er utfallet bunde til regionen; først når éin posisjon står att, er heile utfallet determinert.

2.111 *[t]* Mellom nulltrykket og determinismen vert opne alternativ vekta ulikt utan at eitt utfall er tvinga fram. Her kan seleksjon og val skiljast frå både lik vekting og nødvendigheit.

2.112 *[a]* Design har sitt sentrale arbeidsrom mellom desse grensene. Ei konkret form kan likevel vere heilt bunden langs eitt omsyn og fri langs eit anna.

2.12 *[a]* Fleire seleksjonstrykk verkar samstundes. Korleis dei verkar saman, må skiljast frå at dei kan namngjevast kvar for seg.

2.121 *[t]* Eitt namngjeve trykk kan samle fleire omsyn og skjule avvegingane mellom dei. At modellen har éin verdi, viser ikkje at verda har eitt omsyn.

2.122 *[t]* Eit trykk som er likt over alle observerte tilfelle, er latent i samanlikninga. Det kan avgrense alle utan å forklare skilnaden mellom dei. Variasjon i vilkåra kan vise verknaden.

2.13 *[a]* Omsyn kjem i konflikt når dei ikkje kan møtast fullt ut i same tilgjengelege posisjon.[74] Ei sentral oppgåve for formgjevinga er å finne ut kva konfliktar som er reelle, og kva som kjem frå eit for trongt repertoar av steg.

2.131 *[t]* Ei realisert form under ein slik konflikt er eit kompromiss: minst eitt relevant omsyn er ikkje fullt møtt.[69] Utan konflikt kan fleire omsyn oppfyllast samstundes.

2.1311 *[t]* Utan eit spesifikt trykksett er omgrepet «suboptimal» tomt. Omgrepet føreset ein referanse.

2.14 *[d]* Den delte moglegheita for operasjonar som avgrensar ein klasse (1.3), er klassen sin affordansestruktur.[11, 27, 28] n14

2.141 *[t]* Affordansestrukturen er konstant innanfor klassen, og ein konstant kan ikkje åleine forklare ein skilnad. Han kan seie kvar formene samlar seg og kor trongt, men det klassen er til for, forklarer ikkje åleine kvifor formene i han er ulike.

2.15 *[t]* Ei god forklaring viser kva som skilde alternativa, og føreseier skilnader ho ikkje vart tilpassa til. Talet på namngjevne trykk tel mindre enn forklaringsarbeidet dei gjer.

2.2 *[d]* Materialaffordansen er operasjonane materialet tillèt og hindrar.[11]

Utover forbodet i 1.42 er han ikkje ein regel, men ein gradient. Han bind sannsynsfordelinga utan å tvinge geometrien (2.1).

Signaturen hans i forma er latent (2.122) der alle tilfella har same materiale.

2.201 *[o]* Formhistoria er systematisk langsamare enn materialhistoria. Stål fanst i hundreår før stålrøyrstolen.[26]

Først mangla operasjonen, og regionen var forboden (1.422). Så kom operasjonen, og regionen låg open, men ikkje tenkt (1.51).

Røyret låg i sykkelfabrikken i eit halvt hundreår. Nokon måtte sjå stolen i røyret.

2.2011 *[i]* Stolen låg i røyret som ei delform (1.611) ingen hadde skilt ut.

2.202 *[a]* Innanfor ein klasse med fast beregeometri er hypotesen at materiale predikerer formvariasjon dårlegare enn stil.[25]

Samanlikninga krev eit oppgjeve utval, dei same målbare aksane og prøving på former modellane ikkje er tilpassa til. [n15]

2.2021 *[t]* Materialet avgrensar kva som kan realiserast (2.2), men bestemmer ikkje åleine utfallet når fleire alternativ står opne. At mange trykk verkar samstundes, er premissen i 2.12, ikkje ei følgje av den uprøvde samanlikninga i 2.202.

2.21 *[t]* Materialaffordansen er eitt trykk mellom mange. Ein samlevariabel kan predikere betre enn eit einskildtrykk ved å bere informasjon om fleire samtidige vilkår. Stilperioden kan vere ein slik variabel.

2.211 *[t]* Som samlevariabel er stilen eit symptom på trykka. Éin etikett kan samle fleire trykk utan å forklare korleis dei verka (2.02). Det krev ei eiga forklaring når stilen sjølv verkar på neste form (6.3).

3 *[t]* Seleksjonstrykka spenner ut eit landskap over formrommet.

3.01 *[a]* Lat μ_0 vere ei oppgjeven grunnvekt på dei tillatne formene. Dersom kvart trykk j multipliserer vekta i x med ein positiv faktor $f_j(x)$, er den samla fordelinga $\mu(x) \propto \mu_0(x) \prod_j f_j(x)$, føresett at normaliseringa er mogleg. Logaritmen av trykkfaktorane er då ein sum.

Dette er additivitetsvilkåret for landskapet. Der trykka samverkar ikkje-multiplikativt, må samspelsledda skiljast ut som eigne ledd i summen, eller faktorane definerast betinga av ei fastsett referanseordning.

3.1 *[d]* Tilpassingslandskapet Λ er den samla vektinga dei verksame trykka legg over formrommet under additivitetsvilkåret (3.01).[3, 7, 29]

$\Lambda(\mathrm{x}, \mathrm{t}) = \sum_j \lambda_j(\mathrm{x}, \mathrm{t})$, der $\lambda_j = -\ln f_j$. Verdien er spenninga i posisjonen. Berre skilnader i henne tel. Ved lik grunnvekt er lågare spenning meir sannsynleg.

Der gradientane finst, er $-\nabla\Lambda = \sum_j (-\nabla\lambda_j)$ den negative gradienten til den samla spenninga. Indeksen j omfattar både einskildtrykk og særskilt oppgjevne samspelsledd (3.01). Oppdelinga må følgje dei same faktorane og den same referanseordninga som summen. Der summen er ulik null, peikar han mot brattaste fall i Λ. Ved diskrete steg samanliknar me verdiane i naboane. [n16]

3.11 *[t]* Eit landskap lese ut av dei same formene det skal forklare, kan berre omnamne fordelinga. For å bere framover må vilkår eller overgangar fastsetjast uavhengig av det nye utfallet.

3.12 *[a]* Eit landskap kan ha fleire lokale minimum. Frå botnen av ein grunn dal kan alle dei tillatne stega føre opp, sjølv når det finst ein djupare dal på andre sida av ryggen.

3.121 *[d]* Eit lokalt minimum er ein posisjon utan betre tillatne nabosteg. Ein dal er ein region som ein bestemt navigasjonsmåte fører mot eit slikt minimum.

Dalen er ein attraktor for denne rørsla, ikkje for alle moglege rørsler.

3.122 *[o]* Éin universell botn er eit teoretisk unntak.[29] Den eine fullkomne forma finst ikkje i noko observert landskap.

3.2 *[t]* Bratte dalveggar kan avgrense spreiinga; høge ryggar kan gjere dalen vanskeleg å forlate. Stabiliteten krev i tillegg ei rørsle som svarar på forstyrringar.

Når rørsla fører forstyrra former attende, er dei kanaliserte.[7] [n17]

3.21 *[t]* Djupe, bratte kanalar fryser dimensjonane; slake rommar fluktuasjonen.

3.3 *[d]* Formene si sverming kring eit felles tyngdepunkt i landskapet er ein stilart.[8, 25]

Stilarten er ikkje ein kategori, men ein sverm.

Stilperiodar er ikkje øyar. Dei går gradvis over i kvarandre.

(Ingen har nokon gong sett ein stil. Ein ser stolar som liknar kvarandre.)

3.31 *[t]* Kvar stol er bestemt, men svermen er eit mønster over mange stolar. Grensene må fastsetjast gjennom likskapen som vert undersøkt, ikkje gjennom kor bestemte stolane er.

Det 2.211 fann som aggregat i statistikken, kan vise seg som ein sverm i landskapet.

3.4 *[a]* Formgjevinga arbeider i vilkår ho ikkje åleine rår over: dei materielle verkemåtane og behova formene skal møte.

Kvar realisert form vert sjølv eit vilkår for den neste. Ho tek plass, bind stoff, går inn i nye konfigurasjonar og endrar tyngda i det busette (1.412). Kvar realisering endrar difor landskapet lokalt.

3.41 *[t]* Uavhengig konvergens kan prøve hypotesen om ein felles attraktor.[71] Ho styrkjer forklaringa når felles opphav og måten rommet er konstruert på, ikkje er nok til å forklare likskapen.

3.411 *[d]* Reell tyder her: gjeven ved vilkåra i 3.4, lovene i feltet og dei behova formene skal møte, same kva tradisjon som navigerer.

4 *[t]* Landskapet er dynamisk.

4.01 *[t]* Kvar realisering endrar landskapet (3.4). Så lenge noko vert realisert, står landskapet ikkje stille.

4.1 *[a]* Seleksjonstrykka kviler aldri.

Dalar djupnar, grunnar, flyttar seg, deler seg, smeltar saman.

Optimal tilpassing er lokal i tid.

4.11 *[o]* Ein ny teknologi flyttar grensa for det forbodne; ein ny marknad endrar kva landskapet løner; eit nytt materiale utvidar operasjonsrommet.

4.12 *[t]* Gradvise trykkforskyvingar kan hope seg opp til ein dal forsvinn. Landskapet endrar seg jamt; staden for minimumet gjer eit sprang.

Ein slik overgang er ein bifurkasjon.[65]

4.2 *[o]* Lange periodar med stillstand bryt saman i brå skifte: radiasjon inn i ein ny region, deretter konvergens.

4.21 *[t]* Når vilkåra endrar seg jamt og eit minimum forsvinn, er det brå formskiftet eit merke etter den jamne dynamikken (4.12). Andre sprang kan kome av brå vilkårsendringar eller val mellom dalar som framleis finst.

4.3 *[t]* Landskapet har minne.[13]

Kvar realisert form endrar trykka for den neste (3.4), og kvar ny form tek utgangspunkt i ein busett posisjon (1.411). All formgjeving er difor omformgjeving: kvar ny form arvar eit landskap og ein posisjon.

Stiavhengigheit er eit grunntrekk, ingen anomali. [n18]

4.4 *[t]* Med kvar realisering endrar det busette seg, og det nærliggande moglege kan flytte seg.[12, 30, 31, 46]

Materialstraumar, nye operasjonar og læring kan opne vegar; tap av stoff, handlag og tilgang kan stengje dei. Det tilgjengelege veks berre der opninga er større enn tapet. [n19]

4.5 *[t]* Eitt trykk kan ha fleire dalbotnar. Fleire trykk kan møtast i éin. Av talet på dalar kan ein difor ikkje lese kor mange trykk som forma landskapet.[30]

Kva dal ei form hamnar i, kjem òg an på kva vegar som stod opne då ho vart til (4.3).

5 *[t]* Formverda rommar agentar som svarar på landskapet.

5.01 *[t]* Landskapet verkar gjennom materialet, agentane og overgangane mellom konfigurasjonar. Desse må finnast i forklaringa av kva som flyttar forma.

5.011 *[t]* Ein formtype som går att under endra vilkår, kan verte halden gjennom regulering, eller vere stabil utan henne. Å skilje dei krev å undersøkje kva som skjer når vilkåra vert forstyrra.

5.012 *[o]* Somme formtypar går att gjennom skiftande vilkår. Stolar vert laga på nytt kring kroppar med mykje av den same beregeometrien. Haldet må finnast i arbeidet som fører forma vidare.

5.013 *[t]* Å svare er å ta påverknad inn og gje påverknad ut. Analysen må difor skilje eit system frå omgjevnaden og finne vegane mellom dei. Grensa kan vere ei fysisk hinne eller ei funksjonell avgrensing.

5.02 *[d]* Ei hinne er ei mengd tilstandar som skil eit indre frå eit ytre, slik at det indre og det ytre er uavhengige av kvarandre når desse tilstandane er gjevne (1.011).[50] Gjennom hinna går observasjonane inn og handlingane ut. n20

5.021 *[d]* Ei hinne er sjølvhalden i den grad regulering innanfor henne motverkar forstyrringar som elles ville løyse henne opp. Ei grense som berre den som analyserer, teiknar, er ei analysegrense.

5.022 *[d]* Eit sjølv er eit mønster i feltet, avgrensa av ei sjølvhalden hinne.

5.0221 *[o]* Hinner vert haldne i ulik grad: nokre av det indre, nokre av andre, dei fleste av begge.

5.0222 *[t]* Å vere eit sjølv er difor ein grad (5.021).

5.023 *[t]* Steinen held ei grense utan å regulere henne. Eit sjølv må motverke forstyrringar som elles ville løyse grensa opp. Begge følgjer naturlovene; skiljet er reguleringa.

5.024 *[a]* Den sjølvhaldne avgrensinga er òg ei avgrensing innanfrå: sjølvet er ei oppleving som ikkje når inn i andre mønster i feltet. Det ho har av resten, kjem gjennom hinna.

Utanfrå er sjølvet hinna og det ho held. Den regulerande og den opplevde avgrensinga høyrer til same organisering.

5.025 *[t]* Det sjølvet har av det ytre, er tilstandane i hinna. Det ser difor ikkje feltet, men ei koding av feltet på hinna.

Persepsjonen er ikkje eit vindauge, men eit grensesnitt.

5.0251 *[t]* Sjølvet har ikkje eit ukoda møte å samanlikne kodinga med. Det kan prøve henne gjennom det ho let systemet skilje, føreseie og halde.

Ei koding kan tene dette arbeidet utan å likne det ho kodar, og samstundes skjule noko systemet treng.

5.026 *[t]* Fleire sjølv i same felt har eit felles ytre, alt som ligg utanfor dei alle. Dei deler difor éi verd, sjølv om kvart har si eiga koding av henne.

Uavhengig konvergens (3.41) er spor av den verda dei deler.

5.027 *[t]* Det eit sjølv vil, er innanfor hinna. Det verkar utover berre gjennom hinna, som handling. (Ønske rører ikkje fjellet; ei hand kan.)

5.028 *[t]* Kroppen til eit sjølv er korleis ei avgrensa oppleving tek seg ut utanfrå (5.024, 1.2351).

Biletet følgjer det det er bilete av, og lagar det ikkje.

5.0281 *[o]* Den delen av biletet som følgjer opplevinga tettast, er hjernen.

5.1 *[a]* I målretta formgjeving vert landskapet navigert av system med tilbakekopling: dei registrerer avvik og endrar verksemda som svar. Kor mykje eit bestemt forløp krev av slik agens, må visast.[33] n21

5.11 *[d]* Eg definerer ein agent som eit system som registrerer avvik frå ein målregion og har ein politikk som svarar for å minske avviket eller halde det innanfor toleransen.

Formelt er A = (m, π, G, ε). m knyter observasjonar, handlingar og venta følgjer saman; G er målregionen; π er politikken agenten tek i bruk; ε er toleransen for mål-avvik. Ordninga treng ikkje vere medviten eller uttrykt som eit bilete.

Lat e_k(t; π, d) vere avstanden frå målregionen langs X_k, t fram i tid under politikken π og forstyrringa d. Avstanden og eininga må fastsetjast for kvart omsyn. $\mathcal{P}_A$ er politikkane agenten faktisk har tilgang til.

Prediksjonsfeilen er ein annan storleik. Der observasjon og prediksjon er fordelingar, kan han målast som $D_k = D_{\mathrm{KL}}(p_{\mathrm{obs}} \,\|\, p_m)$.[66] Låg D_k tyder godt samsvar med det som skjer; låg e_k tyder at det som skjer, møter målet.

Agens krev svarstrukturen, ikkje medvit, intensjon eller nervesystem. Om svaret lukkast, er spørsmålet om kompetanse og kapasitet. n22

5.111 *[t]* Definisjonen er uavhengig av kva agenten er laga av. Kvart system som oppfyller vilkåra, er ein agent.

5.1111 *[i]* Biologisk vev navigerer via bioelektrisk polarisering;[21, 23, 52] menneskeleg praksis via materiell friksjon; ein slimsopp via oscillerande samandragingar; ein språkmodell via vektoriell merksemd.

5.112 *[t]* Variasjonell fri energi kan gje eit tak over overraskinga i det observerte.[18, 66, 68] Låg prediksjonsfeil er likevel ikkje låg skade: ein kan føreseie samanbrotet presist utan å kunne hindre det. [n23]

5.113 *[t]* Negativ tilbakekopling gjev ein agent når svaret er kopla til eit avvik frå det som skal haldast. Målet er regionen G, avviket er e, og justeringa er politikken som motverkar det.

Termostaten har eit band kring ein temperatur. Brytaren koplar målinga til varme som reduserer avviket.[4, 5, 6] Han treng ikkje føreseie rommet langt fram for å halde det no. [n24]

5.114 *[d]* Haldshorisonten τ_k(A) er kor lenge ein tilgjengeleg politikk kan halde $e_k \leq \varepsilon_k$ under oppgjevne forstyrringar. Prøva må òg fastsetje starttilstanden og eventuell innstillingstid.

Prediksjonshorisonten $\tau_k^{\text{pred}}(A)$ er kor lenge modellen føreseier følgjene langs X_k med oppgjeven presisjon. Ein agent kan ha lang prediksjonshorisont og kort haldshorisont, eller halde noko ved lokal tilbakekopling som han ikkje føreseier langt fram.

5.1141 *[a]* Ein realisert modell har endeleg mange parametrar.

5.1142 *[t]* Horisonten må prøvast under forstyrringane oppgåva krev. Endeleg parametrisering avgjer ikkje åleine kvar han sluttar; lokal regulering kan vare medan andre sider av verda er ukjende.

5.115 *[t]* Eit sjølv, sett utanfrå, er ein agent som held si eiga hinne. Reguleringa svarar på avvik som trugar vilkåra for hennar eiga vidare verksemd. Dette er sjølvhald (5.021, 5.11).

5.116 *[t]* Ikkje kvar agent er eit sjølv.

Termostaten held ein temperatur, men hinna hans vert halden av nokon annan: han vert bygd og halden ved like utanfrå.

Han er ein agent, ikkje eit sjølv.

5.117 *[t]* Strukturen legg ikkje oppleving til. Det strukturen er bilete av (1.2351), er opplevinga.

5.118 *[t]* Den som veit og har tenkt i 1.5, er ein agent. Kunnskapsstanden er alltid kunnskapsstanden til nokon som navigerer.

5.12 *[o]* Agens er stratifisert: strukturen er stabil, oppløysinga varierer.

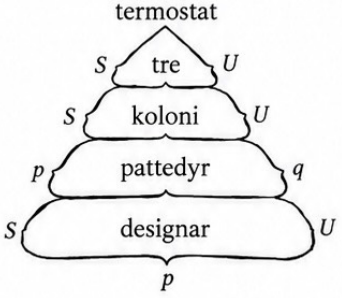
5.121 *[i]* Termostaten: eitt mål, éin dimensjon, éin brytar.

5.122 *[i]* Treet: fleire gradientar, ingen sentral prosessor. Kvar grein navigerer lokalt.

5.123 *[i]* Kolonien: millionar av agentar. Reiret trer fram i feltet mellom agentane.

5.124 *[i]* Pattedyret: prediksjon, minne[61], planlegging.[34, 35] Representasjonen strekkjer seg over tid.

5.125 *[i]* Den som formgjev for andre: representasjonen strekkjer seg forbi behova til agenten sjølv, til dei som skal leve med forma.



5.13 *[a]* Agenten føretrekkjer låg spenning langs dei omsyna måla gjeld. Han svarar på avvik slik dei når han gjennom hinna, og vel etter dei følgjene modellen hans ventar.

Å gå ned i estimert mål-avvik kan då føre mot målet. Det fører ned i det verkelege landskapet berre i den mon estimatet er rett og det som er valt, kan gjennomførast.[18, 34]

5.131 *[t]* Målet er ein region i eit gjeve rom, men agenten kan endre kva region han held som mål. Det moglege vert ikkje laga av ønsket; retninga til arbeidet kan verte det.

5.132 *[t]* Lokal navigasjon kan gje global form utan at nokon ser heilskapen.[18] Men lokale fall kan stengje vegen til eit betre mål. Kompetanse kan krevje å gå opp ei stund for å kome ned ein annan stad.

5.14 *[d]* Spenninga i 3.1 ligg over formrommet. Den indre spenninga $\sigma_k(\mathrm{A})$ er avstanden langs X_k mellom det agenten møter og målregionen hans, slik han verkar inne i agenten. Ho set politikken i rørsle.[72]

5.141 *[t]* Indre spenning kjem frå minst tre stader: verda mot målet, sansinga mot forventinga, og målet langs éin akse mot målet langs ein annan. Den første er mål-avviket e, den andre prediksjonsfeilen D, den tredje ein konflikt mellom omsyn.

For å minske e ved eit fast mål kan agenten handle gjennom π og endre situasjonen. Ved høg D kan han prøve føreseiinga mot nye observasjonar og rette modellen m (5.112). Når omsyn strir, kan han finne eit steg som møter dei saman, eller avgjere kva som må vike (2.13, 5.32).

5.142 *[t]* Ein bjelke, ei celle og eit menneske kan alle vere i spenning. Storleikane vert ikkje identiske av namnet. I ein agent må det visast korleis avviket vert registrert og set ein politikk i arbeid.

5.143 *[t]* Utan registrert spenning kan målet vere nådd, gløymt eller ikkje lenger sansa. Ro er difor ikkje åleine eit prov på at det som skal haldast, er trygt.

5.144 *[a]* For eit sjølv er den indre målspenninga kjend innanfrå som uro når det registrerte avviket står over toleransen; når det fell attende under, som ro.

Uro treng ikkje vere medviten eller uttrykkje den verkelege faren presist. Ho er innsida av svaret, ikkje ein ufeilbarleg rapport om verda.

5.1441 *[o]* Svolt, smerte og frykt følgjer trugsmål mot det ein organisme må halde. Metting, lindring og tryggleik følgjer at trugsmålet fell bort.

5.15 *[d]* Evna til å nå same målregion frå ulike utgangspunkt og på ulike vegar er kompetanse. [n25]

5.151 *[t]* Kompetansen vert synleg når den vanlege vegen vert sperra: kva andre vegar kan agenten finne til same mål?

5.152 *[d]* Kompetansen kan målast som stegsparing mot eit oppgjeve mål G, samanlikna med ei bestemt blind leiting:[53]

$$\nu(\mathrm{A};\mathrm{G}) = \log_{10}(\mathrm{E}\,N_{\mathrm{blind}}(\mathrm{G}) \,/\, \mathrm{E}\,N_{A}(\mathrm{G})).$$

Forventingane gjeld same fordeling av utgangspunkt og forstyrringar og må vere endelege. Positiv ν er gevinst, negativ ν tap. Målet seier kva prøva kostar i steg, ikkje kva G er verdt. [n26]

5.153 *[t]* Kvar måling av kompetanse er gjord av ein observatør, i eit rom observatøren har valt (1.321). Målinga seier difor ikkje berre noko om agenten, men òg om observatøren.

5.2 *[d]* At avvik set ein agent i arbeid for å måle, endre eller halde noko, er omhug $\omega(\mathrm{A})$.[22, 38]

$\omega_k(\mathrm{A})$ er styrken på svaret langs X_k under oppgjevne vilkår. For å samanlikne styrken må ein fastsetje både eininga for avviket og kva som tel som arbeid.

Omhug er ein profil over omsyn, ikkje eitt tal for kor mykje agenten bryr seg om alt. [n27]

5.201 *[t]* Omhug viser seg i prioritering av arbeid. Kunnskap åleine endrar ikkje det kjende; omhug åleine gjer ikkje eit feil estimat rett. Innsats, handlag og utfall må difor prøvast kvar for seg.

5.21 *[d]* Kapasiteten $\kappa(A)$ er dei omsyna agenten har ein tilgjengeleg politikk for å halde innanfor toleransen, over eit oppgjeve tidsrom og under oppgjevne forstyrringar.[20, 53]

For ei prøve med tidsrom T og forstyrringar $\mathcal{D}$:

$$\kappa(A; T, \mathcal{D}) = \{X_k : \exists \pi \in \mathcal{P}_A \ \forall d \in \mathcal{D}, \\ \forall t \in T : \ e_k(t; \pi, d) \leq \varepsilon_k\}.$$

Dette er kapasitet langs kvar akse for seg. Den samla kapasiteten er ei mengd av aksemengder:

$$\kappa_{\text{samla}}(A; T, \mathcal{D}) = \{S \subseteq \mathcal{X} : \exists \pi \in \mathcal{P}_A \ \forall X_k \in S, \\ \forall d \in \mathcal{D} \ \forall t \in T : \\ e_k(t; \pi, d) \leq \varepsilon_k\}.$$

Her er $\mathcal{X}$ dei oppgjevne omsynsaksane. Den same politikken må halde alle aksane i S. Difor er $X_k \in \kappa$ det same som $\{X_k\} \in \kappa_{\text{samla}}$, medan $S \subseteq \kappa$ ikkje åleine gjev $S \in \kappa_{\text{samla}}$.

Starttilstanden og ei eventuell innstillingstid må vere fastsette før prøva. Å kjenne ein politikk ein ikkje kan ta i bruk, er ikkje å ha han i kapasiteten. [n28]

5.211 *[t]* Kapasitetsprøva gjev eit hald agenten kan setje i verk. Prediksjonsprøva gjev eit samband han har grunn til å vente. Eit vellukka resultat i den eine prøva kan ikkje telje som resultat i begge.

5.22 *[d]* Det som kan setje agenten i spenning, er den kognitive lyskjegla Γ(A): aksane der $\omega_k > 0$, kvar med så lang utstrekning fram og attende i tid som måla hans rekk langs han.[20, 52, 57]

Lyskjegla er ikkje grensa for kva agenten sansar eller når, men for kva han kan ha som mål.

I_Γ(A) = {k: ω_k(A) > 0} er akseprojeksjonen av lyskjegla. τ_k^Γ(A) nemner kor langt målet langs X_k rekk fram i tid, rekna frå same starttid som haldsprøva. [n29]

5.221 *[o]* Lyskjegler spenner frå cellulær millisekundrespons til tiårslang konsensus.

5.222 *[t]* Det som ligg utanfor lyskjegla, set ikkje målretta arbeid i gang. Det kan likevel vere kjent, og det kan verke på agenten anten han kjenner det eller ikkje.

5.223 *[t]* Lyskjegla avgjer kva skilnader i formrommet som har noko å seie for agenten.

Innanfor henne møter han ikkje former (5.13), men operasjonane konfigurasjonen tillèt han, affordansar.[11, 27]

Den delen av dei som er felles for heile klassen, er affordansestrukturen i 2.14; det agenten navigerer etter, er resten.

5.2231 *[t]* Utviding av lyskjegla aktualiserer latente affordansar; innsnevring deaktiverer reelle.[27, 39]

5.23 *[t]* Lyskjegla og kapasiteten er definerte kvar for seg (5.21, 5.22) og treng ikkje falle saman. Ein agent kan bry seg om det han ikkje kan halde, og kunne halde det han ikkje bryr seg om.

5.231 *[d]* $H_0(A)$ omfattar aksane som ligg både i lyskjegla og i kapasiteten kvar for seg, under dei same prøvevilkåra.

$$H_0(A) = \{X_k \in \kappa(A) : \omega_k(A) > 0\}.$$

To aksar kan liggje i $H_0(A)$ kvar for seg utan å kunne haldast samstundes. Eit samla hald under éin politikk $\pi \in \mathcal{P}_A$ er

$$H(A;\pi) = \{X_k \in H_0(A) : e_k(t;\pi,d) \le \varepsilon_k \quad \text{for alle } d \in \mathcal{D},\ t \in T\}.$$

For politikken π agenten faktisk tek i bruk, skriv me $H(A) = H(A;\pi)$. Dette er det robuste haldet under dei oppgjevne prøvevilkåra, og $H(A;\pi) \in \kappa_{\text{samla}}(A;T,\mathcal{D})$. Om politikken held aksane, må prøvast.

5.232 *[d]* Ein akse kan falle utanfor $H_0(A)$ på tre måtar.

Utan omhug og utan kapasitet: blindskap.

Med kapasitet, utan omhug: likesæle.

Med omhug, utan kapasitet: avmakt.

Blindskap er her ei operativ nemning: ho seier at agenten verken svarar eller kan halde, ikkje at han nødvendigvis manglar all kunnskap om aksen.

5.2321 *[t]* Vilkåra verkar vidare under blindskap, likesæle og avmakt. Utfallet kan verte verna eller skadd gjennom andre omsyn og gjennom substratet; det uhaldne manglar eit eige hald.

5.2322 *[t]* Ein akse kan ikkje haldast lenger enn haldshorisonten $\tau_k(\mathrm{A})$ rekk. Lyskjegla er ikkje bunden av denne horisonten. Når $\tau_k^{\Gamma}(\mathrm{A}) > \tau_k(\mathrm{A})$, er det overskytande framovervende tidsrommet avmakt i tid, under dei oppgjevne prøvevilkåra. Det gjeld òg når agenten kan føreseie kva som vil skje.

5.233 *[t]* Ein målregion må skilje mellom tilstandar. Ein region som femner alle alternativ likt, gjev inga retning. Å halde den tilstanden agenten alt er i, kan derimot krevje vedvarande arbeid.

5.234 *[t]* I gapet mellom omhug og samla hald bur strevet. Sjølv der kvart omsyn kan haldast for seg, kan oppfinninga stå att. Ei ny form eller eit nytt steg kan gjere det mogleg å halde omsyna saman (2.13, 5.231, 5.32).

Først når éin tilgjengeleg politikk held alle desse omsyna samstundes under prøvevilkåra, står arbeidet med å halde dei vidare att (4.1, 6.511).

5.24 *[t]* Omhugen avgjer korleis lyskjegla er fylt: tett langs nokre aksar, tynn langs andre.

Spesialist og generalist er to profilar av same slag. Spesialisten har få høge komponentar, generalisten mange lågare.

5.241 *[t]* Ein agent med trong omhug kan ha stor kapasitet: mange aksar innanfor rekkjevidd, få som set noko i gang.

Likesæla (5.232) er då ikkje per agent, men per akse.

5.25 *[t]* Omhugen kan ikkje fyllast ut i ettertid for ei form som alt er navigert. Komponentane måtte vore der då forma vart til.

5.26 *[t]* Kor langt eit sjølv rekk, er kor langt lyskjegla rekk.

Hinna seier kvar sjølvet møter verda; lyskjegla seier kva i verda som har noko å seie for sjølvet.

Rekkjevidda krympar, veks og flyttar seg når måla gjer det; hinna kan stå.

5.261 *[t]* For eit sjølv er omhug, sett innanfrå (5.024, 5.144), at noko har noko å seie. Sett utanfrå er omhug (5.2) kor mykje arbeid avvik set i gang i politikken.

5.2611 *[t]* Det som utanfrå er registrert mål-avvik over toleransen langs ein akse i lyskjegla, er innanfrå uro (5.144). At ein annan måler den faktiske faren, er noko anna enn at sjølvet registrerer han.

5.2612 *[t]* Omhug er difor ikkje ei kjensle i tillegg til politikken. Det same svaret som vert undersøkt utanfrå, er kjent innanfrå som at noko har noko å seie.

5.262 *[t]* Eit omsyn som ikkje vert registrert som målrelevant, utløyser ikkje målretta uro. Men ein kan kjenne at ein ikkje bryr seg. Kunnskap om ei grense er ikkje det same som å flytte henne.

5.263 *[t]* Agenten kan oppdage somme av grensene sine utan å vite at han har funne alle. Eiga gransking, forstyrringar og andre sine svar kan gjere ulike utelatingar synlege.[39] n30

5.27 *[d]* Kompetanse i eit rom er intelligens: evna til å finne vegar til målregionen, òg vegar som fører bort frå han ei stund og nærare seinare.[22, 53, 58]

Omhug er innhaldet i intelligensen. Omhugen gjev intelligensen noko å gjelde; intelligensen gjev omhugen vegar.

5.271 *[t]* Meir omhug endrar kva agenten prioriterer; meir handlag kan endre kva han maktar. Dei to verknadene kan prøvast ved å endre den eine medan den andre vert halden fast.

5.272 *[t]* Intelligensen gjeld berre innanfor lyskjegla. Eit problem som ikkje kan setje agenten i spenning, er ikkje hans problem.

5.3 *[t]* Det agenten navigerer i, er det grammatikken (1.62) kan generere.

5.301 *[t]* Grammatikken avgrensar det genererbare, og innanfor det vektar landskapet (2.1) vegane.

5.31 *[t]* Av det grammatikken tilbyr, realiserer agenten helst det som minskar spenninga (5.13) langs aksane han held.

5.32 *[t]* Dei fire operatorane i 1.54 kan alle endre kva politikkar agenten har tilgang til. Ein ny tenkt framgangsmåte kan opne eit steg; ei prøve kan vise om steget verkar.

Kapasiteten vert ikkje større berre fordi noko nytt er tenkt eller kjent. Han vert større når eit nytt hald kan gjennomførast.

5.4 *[d]* Substratet er dei materielle vilkåra formgjevinga arbeider gjennom og mot. Det gjev motstand og resonans og legg ned veto mot somme overgangar.[24, 48, 59, 60]

Som «agent av nullte orden» nemner det grensa der berre den materielle verknaden står att, utan modell, politikk og omhug. n31

5.401 *[o]* For eit konkret materielt utgangspunkt skil me mellom strukturparametrar (startkonfigurasjonen) og funksjonsparametrar (reglane som verkar på henne).[59] Under støy akselererer funksjonsparametrane navigasjonen i formrommet. n32

5.4011 *[t]* Strukturparametrane og funksjonsparametrane svarar til startforma og reglane i ein formgrammatikk (1.61).

5.402 *[t]* Substratet bidreg på to måtar: hardt, ved å leggje ned veto og avgrense kvar landskapet gjeld (1.42), og mjukt, som eitt trykk (2.2) i landskapet.

5.403 *[t]* Substratet kan bere mekanisk spenning utan omhug. Rørsla følgjer verkemåtane i materialet. Ho tel som navigasjon hjå ein agent berre der eit registrert avvik set ein politikk i arbeid.

5.5 *[o]* Evna til å navigere hopar seg opp som strukturert informasjon.[34]

5.51 *[d]* Læring er at det ein agent har navigert, utvidar kapasiteten hans. Ho er irreversibel i arkivet, ikkje i kvar agent.

5.511 *[t]* Læring kan utvide det tilgjengelege: eit nytt hald opnar nye steg. Kvar realisering vert busett; ho vert ny kunnskap når prøva avgjer noko agenten ikkje visste (1.63).

5.52 *[t]* Læring utvidar $\kappa(A)$, men garanterer ikkje omhug. Agenten kan kjenne fleire aksar utan å halde dei (5.23).

5.521 *[t]* Ei lære som gjer eitt omsyn til det einaste, kanaliserer arbeidet etter dette omsynet. Dei andre trykka verkar vidare, medan læra sluttar å krevje svar på dei.[14, 45]

Dette er ei innsnevring av omhugen, ikkje berre ei matematisk samanfatting av fleire omsyn i éin verdi.

5.5211 *[t]* Der det utelatne krev eit svar politikken ikkje gjev, vert manglande hald ei kjelde til svikt. Kva følgjer utelatinga får, vert føresagt gjennom dei verksame vilkåra (7.152).

5.5212 *[t]* Der læra rår, vert handlaget som svara på dei andre trykka, ikkje lenger øvt.

Det lèt seg ikkje gjenskape frå læra, for éin dimensjon ber ikkje informasjonen til dei andre.

Då krympar det tilgjengelege, og handlaget er tapt i agenten (5.51), sjølv om det står i arkivet.

5.53 *[t]* Med agentar får landskapet ein ny kanal for endring.

Det kjende går inn i modellane som styrer kva agentane realiserer (5.11, 5.31), og det som endrar sannsynsfordelinga over det som ikkje er forbode, er trykk (2.1).

Det kjende verkar difor sjølv som trykk (1.52, 3.4) på det som kjem etter.

5.6 *[d]* Den prosessen der eit system held oppe si eiga lyskjegle mot oppløysing over tid, og vidar henne ut der det kan, er liv.[52, 56] n33

5.61 *[t]* Eit system er levande i den grad det aktivt motverkar at lyskjegla krympar.

5.62 *[t]* Det levande utøver sjølvhald (5.115) og er difor eit sjølv sett utanfrå, også når det er avhengig av andre for å halde seg.

5.63 *[d]* Den irreversible kollapsen av lyskjegla til det tomme er død.

5.631 *[t]* Når lyskjegla er tom, har systemet inkje mål, og det er ikkje lenger ein agent (5.11).

Døden ligg difor på grensa for definisjonen.

5.632 *[t]* Døden avsluttar ei bestemt avgrensing, ikkje feltet. At feltet held fram, inneber ikkje at den avgrensa opplevinga held fram.

5.6321 *[t]* Kva det avgrensa var for seg sjølv, kan ikkje kjennast utanfrå (1.235). Kva som held fram av det, kan difor ikkje avgjerast her.

5.64 *[t]* Grensa mellom levande og ikkje-levande er ikkje ei grense mellom to slag substans, for same felt er på begge sider (1.24).[56]

Skilnaden er kor mykje av hinna det indre held sjølv (5.0222). Han er ikkje i slag, men i grad.

5.641 *[a]* System som held seg ved å svare, kan modellerast ved prediksjon og regulering.[56, 66] Liv krev at denne reguleringa held vilkåra for eiga vidare verksemd.

5.7 *[a]* Kjernelikninga.[10, 16, 20] Forma er grammatikken sitt utfall under agenten sin politikk. For éin agent kan ein lokal politikk skrivast som ein overgangskjerne:

$$T_A(x, x') = q_A(x, x') \min\{1, \\ r_A(x, x') \exp(-\beta[\Phi_A(x') - \Phi_A(x)])\}, \\ x' \neq x.$$

$\Phi_A(\mathrm{x}) = \sum_{k \in I_\Gamma(A)} \omega_k(\mathrm{A})\, \hat{\Lambda}_{A,k}(\mathrm{x})$.

Her er $\hat{\Lambda}_{A,k}(x) = \hat{e}_{A,k}(x)/\varepsilon_{A,k}$ det estimerte avviket skalert med toleransen (5.11), og omhugvektene er normaliserte som i 6.61. Ved direkte lokal utforsking set me $r_A = 1$; dette gjev ikkje i seg sjølv ein påstand om ei stasjonær fordeling. Ved reversibel utforsking med grunnfordeling μ_{SG} nyttar me Hastings-korreksjonen

$$r_A(x, x') = \frac{\mu_{SG}(x') q_A(x', x)}{\mu_{SG}(x) q_A(x, x')}$$

for føreslegne steg med positivt sannsyn begge vegar; utan eit retursteg er $r_A = 0$ (6.64).

q_A føreslår dei grammatikkstega agenten faktisk kan ta under dei materielle vilkåra. Resten av sannsynet vert verande i x. Form $=$ SG(T_A): utfalla av dei gjentekne stega.

Også arbeid som ikkje kan nå toleransen, kan endre forma. Kapasiteten κ seier kva som kan haldast; q_A seier kva som kan gjerast.

Ved små, symmetriske og lokalt isotrope steg, i det indre av eit glatt, tilgjengeleg koordinatrom med lokalt flat grunnfordeling, er gjennomsnittsdrifta for endeleg β proporsjonal med

$-\beta\,\nabla\Phi_A$. Når landskapet er separerbart, kjem den aksevise vektinga med omhug fram. Dette er ei lokal tilnærming; ved endeleg β kan politikken òg godta steg oppover. [n34]

5.71 *[d]* Kjernelikninga bind reglar, vurdering og gjennomføring saman i ein stegprosess. Den eksponentielle politikken er ein presis hypotese om valet mellom stega. Stega, estimata og vektene kan prøvast kvar for seg.

Kjernen i 5.7 med $r_A = 1$ gjev den stasjonære fordelinga i 6.6 når forslaga har detaljert balanse med grunnfordelinga og dei andre vilkåra i 6.64 held. Med Hastings-korreksjonen gjev kjernen same fordeling for ei vidare klasse av forslag. Korreksjonen gjer ikkje ein irreversibel materialprosess reversibel.

5.72 *[t]* Reduksjon.[10,16] Fire grensetilfelle viser kva komponentane gjer:

(i) Utan seleksjon står dei faktisk tilgjengelege grammatikkstega og grunnfordelinga deira att.

(ii) Eit landskap som berre skil det kjende vellukka K+ frå resten, gjev ei binær vekting av kjent og uavgjort. Han skildrar ikkje åleine korleis nye tankar vert til.

(iii) Med fast grammatikk, gjeve parameterrom og agentar som kan styre alle aksane i det, får me optimering i eit fiksert rom.

(iv) Med rette estimat, full kapasitet og omhug langs alle omsyn fell uvissa om vurdering og gjennomføring bort. Konflikt mellom mål kan framleis stå att. [n35]

5.721 *[t]* Formgrammatikken gjev det generative arbeidet, tankekunnskapsskiljet det epistemiske, og agentanalysen mål og gjennomføring. Samanbindinga forklarer korleis kvart arbeid avgrensar og opnar dei andre.

5.722 *[a]* Historisk formgjeving bind dei tre laga saman. Ei avgrensa undersøking kan halde eitt lag fast; eit fundament for faget må òg forklare overgangane mellom dei.

5.7221 *[t]* Den allvitande agenten er eit grenseomgrep. Ei konkret forklaring krev at kunnskap og kapasitet vert prøvde, ikkje føresette som uavgrensa.

5.723 *[t]* Dei tre laga stiller ulike forklaringskrav: korleis forma kan genererast, kva som skil alternativa, og korleis vurdering vert verksam i handling. Å løyse eitt av krava er ikkje å ha løyst dei andre.

5.7231 *[a]* Dei tre laga strekkjer til som felles arkitektur for ei vitskapleg formlære. Dette er fullstendigheitshypotesen.

Ho fell dersom eit nødvendig forklaringsledd ikkje kan plasserast utan å miste verkemåten sin. Plasseringa må forklare noko; eit nytt namn på det uforklarte er ikkje nok.

5.724 *[t]* Formrommet $\mathbb{M}$ er grunnen i modellen. Kunnskapsstanden $\Pi = (\Pi_{A,k,t})$ er familien av epistemiske delingar relativt til agent, kriterium og tidspunkt, under oppgjevne prøvevilkår (1.5).

Femtuppelet $(\mathbb{M}, \Pi, SG, \Lambda, \{A_i\})$ held grunnen, dei tre laga og kunnskapssporet frå kvarandre utan å gjere dei til isolerte ting.

6 *[t]* Forma oppstår i møtet mellom agentar og vilkår.

6.001 *[t]* Kvar navigert form har ein som navigerer og eit substrat som gjer navigasjonen mogleg og avgrensar henne. Fleire agentar kan føre kvar sin politikk inn i same form.

Det ein agent bryr seg om, men ikkje kan halde, krev hjelp, meir kapasitet eller endra vilkår.

6.002 *[t]* Feltet mellom agentane er same felt som sjølva er mønster i. Hinnene avgrensar tilgangen innanfrå, ikkje eit anna stoff. Det som ligg utanfor kvar hinne, kan vere felles vilkår for fleire.

6.003 *[t]* Trykka har både materielle og agentborne verkemåtar. At ei avgrensing kjem frå ein politikk, gjer henne ikkje verksam utan stoff og energi. Skiljet gjeld korleis ho vert halden og kan endrast.

6.01 *[d]* Ein agent som ved å navigere realiserer konfigurasjonar i formrommet, er ein formgjevar.

Cella, bia, treet, handverkaren og ingeniøren er formgjevarar. Det som varierer, er materialet agensen er bygd av, ikkje strukturen.

6.02 *[d]* Ein designar er ein formgjevar som endrar vilkåra ein annan agent navigerer under, og tek den andre sine mål inn som eit eige kriterium i arbeidet. Eit avvik hjå den andre set arbeid i gang for å minske avviket for den andre.

Kriteriet gjeld bestemte omsyn. Det krev eit arbeid som kan rettast av det som held eller sviktar hjå den andre, ikkje at arbeidet alltid lukkast.

6.021 *[t]* Verknad åleine er ikkje nok. Den som berre brukar den andre sine avvik til å styre han mot eigne mål, formgjev vilkåra hans, men møter ikkje designkriteriet langs dette omsynet.

6.0211 *[t]* Den som endrar vilkåra, treng ikkje bere følgjene eller gje den andre same høve til å endre dei attende. Denne asymmetrien er situasjonen det faglege ansvarsprinsippet (7.26) skal svare på.

6.022 *[t]* Kriteriet kan prøvast på alle formgjevarane i 6.01. Ei celle som verkar på naboen, tel berre som designar langs eit omsyn dersom avviket hjå naboen vert eit kriterium for svaret hennar.

Agens er ikkje nok til å gje dette forholdet. Ingen er designar langs alle omsyn berre fordi kriteriet er oppfylt langs eitt.

6.023 *[t]* Skiljet designar/ikkje-designar er parametrisk: kor mange aksar og kor mange andre lyskjegla femner.

Omgrepet vert meir alvorleg, ikkje mindre. Det gjeld langt fleire system enn profesjonen har rekna med.

Profesjonen sjølv er designar berre langs dei aksane der kriteriet er oppfylt. Kva aksar det er, må han vise for å telje som designar.

6.0231 *[t]* Kor mykje ein designar formgjev for, er ikkje kor langt omhugen hennar når i rom, men kor mange ulike målregionar til andre lyskjegla hennar femner.

6.024 *[t]* Omhug for den andre tek stoda hans inn i det ein sjølv prøver å halde. Biletet av måla hans kan vere feil; arbeidet må kunne rettast av eit svar ein ikkje alt har bestemt innhaldet i.

6.025 *[t]* Å formgje for ein annan er å gjere avviket hjå den andre til eit kriterium i eige arbeid. Avviket og biletet ein har av det, må haldast frå kvarandre.

Observasjon og handling kan bere omsyn over ei grense utan å oppheve grensa mellom den som formgjev, og den som lever med forma.

6.026 *[t]* Ein agent kan leggje spenninga si over på ein annan ved å omsetje henne til eit teikn den andre handlar på. (Bestillinga er eit slikt teikn; forma er svaret.)

Overføringa krev ein felles protokoll. Utan han er teiknet støy.

6.027 *[t]* Formgjeving endrar vilkåra andre møter, også langs omsyn som låg utanfor lyskjegla til den som formgav (5.222). Asymmetrien i 6.0211 gjeld difor òg følgjer ingen hadde som mål å skape (7.01, 7.21).

6.1 *[a]* Former i samansett praksis er polyagentiske kompromiss: fleire agentar og materielle prosessar verkar inn på kva som vert til.[36, 37]

Korleis kontrollen er fordelt, er eit spørsmål om verknad, ikkje berre om kor mange som var til stades. Ein agent kan dominere utan å rå over alle følgjene. n36

6.11 *[a]* Agens er organisert på fleire skalaer: delar kan regulere noko, heilskapen noko anna.[21, 37, 52, 54] Kvar skala må ha den svarstrukturen han skal forklare. n37

6.111 *[t]* Heilskapen styrer delane ved å endre vilkåra dei svarar på. Slik kan lokale mål tene eit mål ingen del representerer.

6.1111 *[t]* Kvar avgjerd ser difor ut som rein mekanikk når ein ser nær nok, og som eit mål når ein ser på rett skala. Kva skala som er rett, er eit val av analysenivå (1.201). Det som løner seg, er den skalaen der prediksjon og styring kostar minst.

6.112 *[t]* Kvart nivå navigerer innanfor si eiga lyskjegle (5.272).[37] Delane på lågare nivå kan difor fremje mål langs aksar som ligg i lyskjegla til heilskapen (6.111), men ikkje i deira eiga.

6.113 *[t]* Forklaringa nedanfrå viser korleis delane verkar; forklaringa ovanfrå viser kva felles hald verksemda inngår i. Ei god fleirskalaforklaring må binde dei saman i dei same overgangane.[41]

6.114 *[t]* På alle skalaene vert grammatikkoperasjonar og realiseringar (1.63) utførte samstundes. Formproduksjonen er difor distribuert C↔K-ekspansjon.

6.12 *[a]* Overgangar i individualitet gjer spørsmålet om skala konkret: når kan mange agentar telje som éin?[54]

Koplinga må gje delane eit felles avvik dei kan regulere. Lik rørsle kan oppstå også når delane svarar kvar for seg. n38

6.121 *[d]* Interaksjonsstrukturen er djup når spenninga vert delt: avviket i den eine vert eit avvik i den andre, utan merke om kven det høyrer til.

6.1211 *[t]* Når eit avvik vert eit felles reguleringssignal, kan arbeidet hjå éin del minske avviket hjå ein annan. Delen oppfyller då designkriteriet langs dette omsynet dersom den andre sitt mål vert halde som kriterium (6.02).

6.1212 *[t]* Når avviket er delt, kan eit lokalt svar halde noko som fleire delar er avhengige av.

6.1213 *[t]* Der skaden på éin del vert ført attende som eit avvik i den felles reguleringa, kan heilskapen svare på han. Utan slik tilbakeføring kan éin del vinne på tapet til ein annan.

6.122 *[a]* Koplinga må bere det felles haldet og samstundes bevare dei skilnadene arbeidet krev. Det optimale ligg i dette forholdet, ikkje i sterkast mogleg kopling.

6.1221 *[t]* Når ei kopling som bar eit felles sjølvhald, brest, kan delane halde fram utan at heilskapen gjer det. Det som døyr på det høgare nivået, treng ikkje døy på det lågare.

6.123 *[d]* Når ei samling agentar oppfyller 5.11 som heilskap, er ho éin agent.

Det er eit skalasprang når heilskapen held det ingen del held: ein akse utanfor lyskjeglene til alle delane, eller ein lengre horisont enn nokon av delane.

6.13 *[t]* Agenten vel og verkar; vilkåra opnar, hindrar og prøver. Kontroll og seleksjon kan vere verksame både før, under og etter realiseringa.[36]

6.131 *[o]* Utforsking krev lause koplingar; utnytting krev tette. [n39]

6.132 *[t]* Kompetente delar kan rette eit avvik før det vert svikt i heilskapen.[70] Delt spenning må då møte kapasitet til å svare.

6.1321 *[t]* Ein plan treng difor ikkje vere fullstendig for å verke. Der materialet sperrar vegen (5.402), rettar handverkaren det teikninga ikkje såg.

6.1322 *[t]* Kompetansen i delane gjev heilskapen tid til å prøve det nye utan å døy av det.

6.14 *[t]* Designaren er aldri åleine i landskapet (6.1).[36, 37, 60]

Ho navigerer mellom konkurrerande agentar, frå mikrobielt vev til marknadskrefter. Kompetansen hennar ligg i å samordne uavhengige lyskjegler til ei stabil form. [n40]

6.2 *[o]* Selektiv samanbinding etablerer globale tilbakekoplingssløyfer.[36]

6.201 *[t]* Ei global tilbakekopling bind dei lokale sløyfene saman når følgjene av svara deira kjem attende som eit felles reguleringssignal (6.123).

6.21 *[o]* Hinner ligg i hinner.

Cella held si, vevet si om cellene, organismen si om vevet.

6.211 *[t]* Når hinnene mellom dei lågare sjølva ber avvik over, og ei ny sjølvhalden hinne vert halden om alle, oppstår eit sjølv av høgare orden. Dette er ei ny avgrensing i feltet, ikkje ei summering av opplevingar.

Det som må forklarast, er korleis den felles reguleringa vert halden, og kva tilgang den nye avgrensinga gjev.

6.3 *[t]* Utanom agentane har ein stilart inga kausal kraft (2.211).[8, 14, 25]

I den første verkstaden bøygde snikkaren stolryggane etter malen. I den neste skar ein annan snikkar malen etter bogen ho kjende att i stolane.

Likskapen mellom stolane var eit spor etter arbeidet (2.211, 3.3). Då snikkaren lét bogen styre snittet, fekk sporet verknad i det neste arbeidet (5.53). Ein kan slik føre ein stil vidare utan å kjenne trykka som gav han form.

6.31 *[o]* For brukaren er stilarten ikkje eit symptom, men eit grensesnitt.[47]

Brukaren kjenner att tyngdepunktet i det han ser, ikkje seleksjonstrykka. [n41]

6.311 *[t]* Designaren som ignorerer grensesnittet, ignorerer agenten ho formgjev for.[47]

6.312 *[t]* Stilen er eit grensesnitt i same meining som persepsjonen er det (5.025, 5.0251): ei koding som viser det brukaren treng for å navigere, ikkje trykka bak. Stilen er kodinga ein kultur deler, persepsjonen kodinga til ein kropp.

6.32 *[t]* Å navigere med kunnskap om trykka bak stilen, ikkje berre om tyngdepunktet hans, er å representere fleire aksar.

6.4 *[t]* Ei realisert form utvidar det kjende når møtet med henne avgjer eit nytt spørsmål, og vert eit utgangspunkt for neste steg.[13, 46]

6.5 *[t]* Inga form har krav på å vere den siste. Nye vilkår kan endre kva som verkar, og nye omsyn kan vise at det som verka, hadde ein kostnad.[31, 32]

Former og grammatikkar kan vare lenge. Det læra skal bevare gjennom endringane, er evna til å undersøkje korleis reglar, vilkår og agentar ber forma.

6.51 *[t]* Ein omhug som veks raskare enn kapasiteten, opnar nye oppgåver før dei gamle er haldne. Han kan drive arbeidet vidare sjølv når eit einskilt verk er ferdig.

6.511 *[t]* Ein agent kan ha som mål å utvide måla sine. Då kan ei måloppnåing opne ei ny oppgåve.

Også eit uendra mål kan krevje arbeid utan siste steg: vedlikehaldet sluttar ikkje fordi det lukkast. Å opne og å halde er ulike former for vidare verksemd.

6.5111 *[t]* Å opne nye omsyn krev å finne nye prøver og vegar. Å halde noko kjent krev å møte det som forstyrrar det. Kor mykje arbeid kvar av dei krev, avheng av vilkåra.

6.6 *[a]* Den allmenne forma bind saman det genererbare, det vurderte og det gjennomførte. Fordelingsmodellen er:[53, 56]

$$\mathrm{P(x} \mid \{A_i\}, \mathrm{SG, V}) = Z^{-1}\, \mu_{\mathrm{SG}}(\mathrm{x}) \exp(-\beta\, \Phi(\mathrm{x})), \text{ for } \mathrm{x} \in \mathrm{D}.$$

$$\Phi(\mathrm{x}) = \textstyle\sum_i w_i\, \hat{\Lambda}_i(\mathrm{x}).$$

Her er D ei ikkje-tom mengd former som kan nåast frå startforma med tillatne steg utanfor V. μ_{SG} er ei oppgjeven grunnfordeling med positiv vekt på D. Estimata og vektene står faste.

For eit endeleg D med endelege verdiar gjev maksimalentropiprinsippet fordelinga direkte som valmodell: ho maksimerer den relative entropien $-\sum_{x\in D} P(x)\log(P(x)/\mu_{SG}(x))$ under ei øvre grense for det forventa vekta avviket Φ. For ei grense strengt over minimumet er $\beta \geq 0$ multiplikatoren til grensa; når ho ikkje bind, er $\beta = 0$. Grensa ved minimumet vert nådd som $\beta \to \infty$ (6.612).[67]

Normaliseringsvilkåra for eit vidare rom står i 6.62. Stegprosessen i 6.64 utleier fordelinga dynamisk ved reversibel utforsking i det endelege tilfellet.[64] [n42]

6.61 *[d]* $\hat{\Lambda}_i(\mathrm{x}) = \sum_{k\in I_\Gamma(A_i)} \omega_k(A_i)\, \hat{\Lambda}_{\mathrm{ik}}(\mathrm{x})$, der $\hat{\Lambda}_{ik}(x) = \hat{e}_{ik}(x)/\varepsilon_{ik}$ er agenten sitt estimerte mål-avvik langs omsyn k, skalert med toleransen $\varepsilon_{ik} > 0$ (5.11). Estimatet kan avhenge av heile konfigurasjonen; verdien 1 svarar til toleransegrensa.

$w_i \geq 0$ er agenten sin relative innverknad, med $\sum_i w_i = 1$. I denne valmodellen er $\omega_k(A_i) \geq 0$ den relative omhugsprofilen, normalisert med $\sum_{k\in I_\Gamma(A_i)} \omega_k(A_i) = 1$ når lyskjegla er ikkje-tom. Ved tom lyskjegle set me $\hat{\Lambda}_i = 0$. $\beta \geq 0$ er seleksjonsstyrken. Vektene, dei toleranseskalerte estimata og β er dimensjonslause og må fastsetjast før modellen vert

prøvd; normaliseringa sikrar ikkje åleine at alle parameterane kan identifiserast frå vala.

Lyskjegla fastset vurderinga, kapasiteten kva vurderinga kan gjennomføre. μ_{SG} kjem frå både grammatikken og den oppgjevne stegprosessen.

6.611 *[t]* Fordelinga gjeld vala under oppgjevne vilkår. Dei faktiske følgjene krev ei eiga skildring av møtet mellom forma og verda.

Materielle vilkår verkar òg før realiseringa ved å endre kva steg som er tilgjengelege, og kor sannsynlege dei er.

6.612 *[t]* Ved $\beta = 0$ står grunnfordelinga att. Når β veks, aukar vekta til posisjonane med låg Φ relativt til dei med høg. Når Φ når eit globalt minimum i D, samlar massen seg i grensa $\beta \to \infty$ om dei globale minima, fordelte etter grunnvekta dersom fleire minimum står likt.

Sterk seleksjon er ikkje nødvendigvis eitt utfall. Ho kan heller ikkje gjere eit feil estimat rett.

6.62 *[t]* $\mathrm{Z} = \sum_{x \in D} \mu_{\mathrm{SG}}(\mathrm{x}) \exp(-\beta\ \Phi(\mathrm{x}))$ normaliserer fordelinga. I det endelege tilfellet med endelege verdiar er $0 < \mathrm{Z} < \infty$.

I eit teljeleg rom er Z endeleg når μ_{SG} er ei sannsynsfordeling og Φ er avgrensa nedanfrå; han er positiv når D har positiv grunnvekt.

Ein atomlaus formalgebra (1.611) er ikkje i seg sjølv eit atomlaust sannsynsrom. For eit kontinuerleg operativt rom vert summen erstatta med $Z = \int_D \exp[-\beta\Phi(x)]\, \mu_{\mathrm{SG}}(dx)$, der grunnmålet må oppgjevast og $0 < Z < \infty$. Når ei ny objektdeling eller akse endrar D, må grunnmålet og koplinga mellom dei to formromma òg oppgjevast.

6.63 *[t]* Grammatikken avgrensar det genererbare, vilkåra avgrensar D og grunnfordelinga, og agentane vektar alternativa gjennom Φ. Haldet vert prøvd gjennom dei faktiske følgjene.

Fastset ledda før nye utfall vert føresagde. Då kan feilen finnast i eit ledd, ikkje løysast ved at alle vert tilpassa utfallet.

6.631 *[t]* Komponentane avgrensar kvarandre. Utan eit steg kan eit føretrekt alternativ verte utilgjengeleg. Utan eit treffande estimat kan eit gjennomført val svikte. Utan kapasitet kan ei rett vurdering verte verknadslaus.

Desse tapa høyrer til ulike ledd og krev ulike endringar.

6.632 *[t]* Fleire agentar kan få plass i same modell, men ein vekta sum er ikkje heile teorien om samspelet. Endrar agentane kvarandre sine mål eller tilgangar undervegs, må desse overgangane inn i forklaringa.

6.64 *[t]* Lat D vere endeleg, $\mu_{SG} > 0$ på D, og Φ og β vere endelege. Alle ledda står faste under utforskinga. Frå x føreslår stegprosessen x' med sannsyn $q(x, x')$. Forslag utanfor D vert avviste. For $q(x, x') > 0$ er Metropolis–Hastings-regelen[75]

$$r(x, x') = \frac{\mu_{SG}(x')q(x', x)}{\mu_{SG}(x)q(x, x')},$$
$$\alpha(x, x') = \min\{1, r(x, x') \exp(-\beta[\Phi(x') - \Phi(x)])\}.$$

Brøken er $r(x, x')$ i den korrigerte politikken (5.7). Når $q(x', x) = 0$, er aksepten null. For $x' \neq x$ er $T(x, x') = q(x, x')\alpha(x, x')$; resten av sannsynet vert verande i x. Straumen er

$$P(x)T(x, x') = \min\{P(x)q(x, x'), P(x')q(x', x)\}.$$

Han er lik begge vegar, så P er stasjonær. Dersom dei gjensidig tillatne stega bind heile D saman og det er positivt sannsyn for å bli ståande i kvar posisjon, konvergerer kjeda til denne eine stasjonære fordelinga. Tida det tek å kome nær henne med oppgjeven presisjon, er blandingstida.[64]

Når $\mu_{SG}(x)q(x,x') = \mu_{SG}(x')q(x',x)$, fell brøken bort og aksepten vert den i 5.7. Ved $\beta = 0$ bevarer den korrigerte prosessen grunnfordelinga. [n43]

6.641 *[t]* Når vekter, estimat eller tilgjengelege steg endrar seg før prosessen har blanda seg, er den stasjonære fordelinga ikkje nødvendigvis ei god skildring av utfalla. Det må då forklarast korleis fordelinga utviklar seg i tid.

Eit framlegg i ei skisse kan trekkjast attende; eit materialsteg kan vere irreversibelt. Når $q(x',x) = 0$, avviser Hastingsregelen steget frå x til x'. Korreksjonen kan difor ikkje i seg sjølv gje ei likevektsforklaring av slike materielle forløp.

Me må difor skilje den epistemiske søkjekjernen for skisser og simuleringar frå den materielle overgangskjernen for gjennomføringa. Søkjekjernen kan gje fordelinga i 6.6 når vilkåra i 6.64 held og kjeda blandar seg før vilkåra endrar seg. Den materielle kjernen kan vere einsretta og treng ikkje oppfylle detaljert balanse. Ei lokal likevekt i skissa er ikkje ei likevekt i historia.

I eit historisk forløp må tilstanden ta med det minnet dei vidare overgangane krev. Med tidsavhengige kjernar er utviklinga $p_{t+1}(x') = \sum_x p_t(x)T_t(x,x')$. Fordelinga i 6.6 kan nyttast som eit lokalt valbilete berre der dei oppgjevne vilkåra ber det.

6.642 *[t]* I grensa $\beta \to \infty$ vert steg til høgare Φ avviste. Ein slik lokal prosess kan verte verande i eit lokalt minimum sjølv om den stasjonære grensa i 6.612 legg vekta på dei globale.

Lokal rørsle og stasjonær fordeling er difor ulike spørsmål. Historia og dei tilgjengelege stega avgjer om ein dal kan forlatast i tida prosessen har.

6.65 *[t]* Grensetilfella frå 5.72 kan prøvast i fordelingsmodellen:[59]

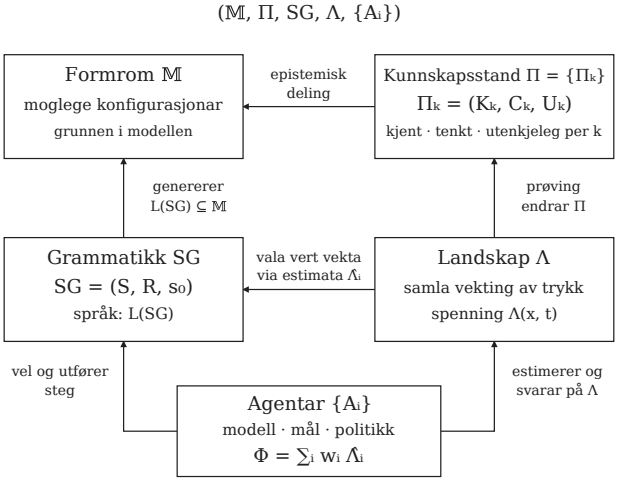
(i) Ved $\beta = 0$ eller konstant Φ er P grunnfordelinga avgrensa til D.

(ii) Med éin agent og samla, vekta vurdering $\hat{\Lambda}$ som er 0 i K+ og 1 elles, får ei kjend vellukka form e^{β} gonger så stort sannsyn som ei anna med same grunnvekt. Dette er ei føreseiing om val, ikkje ei utleiing av tanke-kunnskapsrørsla.

(iii) Med fast parameterrom og ei vurdering av alle aksar er modellen ein seleksjonsmodell for optimering. Ein gradientprosess krev ytterlegare vilkår om stega.

(iv) Når Φ er det faktiske avviket som skal minimerast, samlar den stasjonære fordelinga seg om dei beste tilgjengelege posisjonane når $\beta \to \infty$. Det seier ikkje kor raskt dei vert nådde.

6.66 *[t]* Den allmenne forma bind det genererbare, det vurderte og det gjennomførte til eit felles forklaringskrav. Stegutleiinga og følgjene av vektinga gjer dette kravet matematisk prøvbart.



D: former som kan nåast frå s_0 med tillatne steg utanfor V.

6.67 *[d]* Den samla effektive prioriteringa langs omsyn k er $W_k = \sum_i w_i\ \omega_k(A_i)$, med $\omega_k = 0$ utanfor lyskjegla til agenten. W_k måler ei vekt i valprosessen, ikkje kjensle eller gjennomføringskraft.

6.671 *[t]* Når $W_k = 0$, har omsynet inga direkte vekt i Φ. Forma kan likevel verte god eller dårleg langs X_k gjennom μ_{SG}, V og samanhengen med andre omsyn.

Dersom Φ berre avheng av dei haldne koordinatane x_H, får dei andre den vilkårsfordelinga μ_{SG} gjev når x_H og D er faste. Dette gjev ikkje uavhengigheit mellom aksane; nettopp vilkårsfordelinga kan bere eit indirekte vern.

6.672 *[t]* Med separerbar spenning, flat lokal grunnfordeling og felles estimert krumming ved eit ikkje-degenerert indre minimum, for $\beta > 0$, $W_k > 0$ og $\hat{\Lambda}_k{}'' > 0$, er

$$\text{Var}(x_k) \approx 1 \,/\, (\beta\, W_k\, \hat{\Lambda}_k{}'').$$

I fleire dimensjonar, ved eit glatt indre minimum x_0 med positivt definitt Hessian $H = \nabla^2\Phi(x_0)$ og lokalt flat grunnfordeling, er $\text{Cov}(x) \approx (\beta H)^{-1}$. Kryssledd i H koplar aksane. Dette er ei lokal Gauss-tilnærming; ved varierande grunnvekt må krumminga av $-\log \mu_{\text{SG}}$ òg reknast med.

Dette er ei lokal, kvadratisk tilnærming på ein samanhengande skala. Spreiinga bestemmer produktet av seleksjonsstyrke, prioritering og krumming. Dei kan skiljast ved å endre eitt ledd medan dei andre står faste.

6.6721 *[t]* Setehøgd kan variere lite medan ornamentet varierer mykje. Det er ei oppgåve for forklaringa å skilje kropp, produksjon, vane og prioritering som årsaker til denne skilnaden. Spreiinga åleine skil dei ikkje.

6.673 *[t]* For eit endeleg D, skriv $\beta\Phi(x) = \sum_k \theta_k \hat{e}_k(x)$, der kvar k no merkar eit bestemt par av agent og omsyn, $\hat{e}_k(x)$ er det toleranseskalerte estimatet $\hat{\Lambda}_{ik}(x)$ (6.61), og $\theta_k = \beta w_i \omega_k(A_i)$ er den samla vekta til dette estimatet. Lat D, μ_{SG} og alle $\hat{e}_k$ stå faste.

Her er θ_k ein fri parameter i den statistiske familien: éin kan endrast medan dei andre står faste. Ei endring av éi normalisert

omhugsvekt $\omega_k(A_i)$ endrar derimot minst éi anna vekt (6.61). Desse to inngrepa må skiljast.

Derivasjon av den normaliserte eksponentialfamilien gjev[76]

$$\frac{\partial P(x)}{\partial \theta_k} = -P(x)(\hat{e}_k(x) - \mathbb{E}[\hat{e}_k]).$$

Difor er $\partial \mathbb{E}[\hat{e}_j]/\partial \theta_k = -\operatorname{Cov}(\hat{e}_j, \hat{e}_k)$.

Særleg er $\partial \mathbb{E}[\hat{e}_k]/\partial \theta_k = -\operatorname{Var}(\hat{e}_k) \leq 0$. Meir prioritering kan ikkje auke det estimerte avviket langs same omsyn i middel under desse vilkåra. Forventing og kovarians vert tekne under den same fordelinga P. [n44]

6.674 *[t]* For eit faktisk avvik $e_j(x)$, målt uavhengig av agenten sitt estimat og halde fast under endringa av prioritering, gjev same utleiing

$$\frac{\partial \mathbb{E}[e_j]}{\partial \theta_k} = -\operatorname{Cov}(e_j, \hat{e}_k).$$

Når standardavvika er positive, kan den deriverte skrivast $-\rho_{j,k}\sigma(e_j)\sigma(\hat{e}_k)$, der $\rho_{j,k}$ er korrelasjonen mellom faktisk avvik og estimat. Absoluttverdien er høgst $\sigma(e_j)\sigma(\hat{e}_k)$ ved Cauchy–Schwarz.

Flyttar ein i staden prioritering frå omsyn m til k innan same normaliserte agentprofil, med β, w_i og alle estimat faste, vert den lokale deriverte $-\beta w_i \operatorname{Cov}(e_j, \hat{\Lambda}_{ik} - \hat{\Lambda}_{im})$. Teiknet kan då ikkje lesast frå kovariansen med k åleine.

Meir prioritering betrar det faktiske utfallet lokalt når kovariansen er positiv, og gjer det verre når han er negativ. Ved null kovarians er førstederiverten null. For ei endeleg endring må samvariasjonen følgjast langs endringa.

Omhug og kunnskap er difor ulike verkemåtar også i likninga: prioriteringa endrar styrken, estimatet avgjer kva retning styr-

ken tener. Endrar prioriteringa òg modellen, følgjene eller dei tilgjengelege alternativa, gjeld ikkje denne partielle deriverte åleine.

6.675 *[t]* Auka prioritering av eitt omsyn kan verne eller skade eit anna gjennom samvariasjonen i 6.674. Det gjeld også omsyn utan eiga vekt.

Eit indirekte vern er difor eit føreseieleg samband mellom omsyn, ikkje eit unntak frå at omhug verkar gjennom bestemte steg.

6.68 *[t]* Forma vert vald gjennom vurderingar og gjennomført i vilkår vurderingane ikkje rår over. Dei to kan samsvare eller skilje lag. Skilnaden er noko læra skal føreseie og prøve.

7 *[t]* Forma viser kor langt omhugen rakk.

7.01 *[t]* Forma verkar med heile ordninga ho har, også der agentane berre held nokre relasjonar i modellen. Følgjene stoggar ikkje ved grensa for omsyna deira.

7.02 *[t]* Langs eit omsyn kan utfallet vere halde gjennom eige arbeid, verna gjennom eit anna omsyn, gjeve av substratet eller overlate til variasjonen i stega. Desse vegane kan ende i same form.

For å lese omhugen må me difor undersøkje både forma og forløpet, og samanlikne det som skjer når vilkår eller prioriteringar vert endra.

7.021 *[t]* Omhug utan kapasitet kan setje sterke spor utan å lukkast. Kapasitet utan omhug kan verte liggjande ubrukt. Forma viser kva som vart verkeleggjort av arbeidet; for å skilje det meinte frå det moglege og det haldne trengst ulike prøver.

7.03 *[t]* Der eit omsyn førte til arbeid som heldt forma under forstyrring, er haldet eit spor etter omhugen: ein kausal samanheng mellom registrert avvik, svar og utfall.

7.031 *[t]* Materie er oppleving sett utanfrå. Det levande er eit sjølv sett utanfrå. Langs dei omsyna der målretta verksemd bar forma, er forma omhug sett utanfrå.

Forma viser omhugen som vart verksam, ikkje heile innsida til den som forma.

7.04 *[t]* Omhugen ein gjenstand viser, er lånt: arbeidet til dei som forma og brukte han, festa i materialet. Berre der gjenstanden sjølv har reguleringa i 5.11, har han eiga omhug.

7.041 *[t]* Gjenstanden er eit arkiv i den mon tidlegare arbeid held fram som verknad i han. Arkivet kan bevare eit omsyn ingen no arbeider med, og miste eit omsyn nokon framleis prøver å halde.

7.1 *[a]* Den realiserte forma ber ein sviktsignatur der utelatingar i arbeidet fører til systematiske feil under dei trykka som vart utelatne.

Signaturen er hypotesen om ein samanheng mellom avgrensa hald og bestemte sviktmønster. Han krev at grensa for haldet vert fastsett før dei nye sviktane vert lesne.

Blindskap, likesæle og avmakt kan gje liknande utfall. For å skilje dei må kunnskap, prioritering og kapasitet undersøkjast kvar for seg.

7.11 *[t]* Ei lesing av signaturen bind sporet til steg, vilkår og prioriteringar. Ho vert prøvd ved at ei endring av eitt ledd endrar nye utfall slik forklaringa sa.

7.12 *[a]* Når alternativ, vilkår og handlag står faste, skal endra prioritering endre nye val slik 6.673 føreseier. Samsvaret mellom estimat og faktisk avvik avgjer kva det gjer med forma i bruk (6.674).

Lat ein designar velje mellom to sete. Ho ventar at den som skal sitje ei heil vakt, får minst vondt på det mjuke. Di meir smerta tel i valet, di oftare vil ho velje det mjuke setet. Viser

prøva at det er der folk får mest vondt, får den same feilvurderinga større følgjer di meir ho bryr seg.

7.13 *[t]* Arkivet er eit grunnlag for gransking, ikkje ein ferdig dom. Ei kausal lesing må skilje mellom fleire forløp som kunne ha gjeve same spor.[41] n45

7.14 *[d]* Sviktlatensen langs X_k er $\rho_k(A) = \Delta_k / \tau_k^{\text{pred}}(A)$: tida Δ_k før konsekvensen viser seg, delt på prediksjonshorisonten (5.114), når denne er positiv. Begge vert rekna frå same starttid.

Tre horisontar må skiljast: τ_k^{pred} for kva agenten kan føreseie med oppgjeven presisjon, τ_k^{Γ} for kor langt målet rekk fram i tid (5.22), og τ_k for kva ein tilgjengeleg politikk kan halde under prøvevilkåra (5.114). Sviktlatensen måler berre forholdet til den første. n46

7.141 *[t]* Ved $\rho \leq 1$ ligg konsekvensen innanfor den prøvde prediksjonshorisonten; ved $\rho > 1$ utanfor. Ved null horisont og positiv Δ set me $\rho = \infty$.

Eit utfall utanfor horisonten kan vere kjent som risiko. Nye prøver eller ei vidare representering kan flytte grensa.

7.142 *[i]* Ei prøvesitjing som berre ber føreseiingar éin time fram, møter smerte etter åtte timar med $\rho = 8$. Ei lengre prøve kan flytte horisonten.

Bruker nokon ein kopp i tjue minutt, er dette brukstida, ikkje nødvendigvis prediksjonshorisonten. Den som kjenner materialet, kan føre følgjer hundreår fram inn i valet no.

7.143 *[t]* Ved $\rho_k \leq 1$ ligg følgja innanfor prediksjonshorisonten og kan føreseiast med oppgjeven presisjon. Er $\Delta_k > \tau_k^{\Gamma}(A)$, fell følgja utanfor målhorisonten i lyskjegla. Med eit tilgjengeleg vern er dette likesæle i tid; utan både mål og kapasitet er det blindskap i tydinga i 5.232. Er $\Delta_k \leq \tau_k^{\Gamma}(A)$, men $\Delta_k > \tau_k(A)$, gjev det avmakt i tid (5.2322).

Er $\Delta_k \leq \min(\tau_k^{\Gamma}(A), \tau_k(A))$, har agenten både mål og eit vern tilgjengeleg langs omsynet under prøvevilkåra. Kva som vert halde, kjem då an på politikken han tek i bruk; vern som finst kvar for seg, treng ikkje kunne nyttast samstundes (5.231).

Ved $\rho_k > 1$ ligg følgja utanfor den prøvde prediksjonshorisonten. Lokal tilbakekopling eller eit vern sett i verk no kan likevel halde omsynet når følgja kjem. Blindskap kan finnast på begge sider av prediksjonsgrensa; han gjeld kva agenten bryr seg om og kan halde (5.232).

7.144 *[t]* Sviktlatensen er relativ til den som undersøkjer. Det som ligg utanfor prediksjonshorisonten til den som formgav, kan liggje innanfor ein annan sin.

Den andre kan òg ha eit anna mål og ein annan toleranse. Kva som tel som svikt, må difor følgje med når prøver vert samanlikna.

7.15 *[t]* Ei forklaring av sviktsignaturen må skilje omsyn, gjennomføring og følgjer. Omhug, lyskjegle og kapasitet gjer skilja til spørsmål som kan prøvast.[20, 39] n47

7.151 *[d]* Ei førehandsprøve av læra har fire ledd:

Fastset formrommet, dei tilgjengelege stega, vilkåra, måla og toleransane.
Registrer kva følgjer agenten ventar før han handlar.
Prøv prioriteringa og kapasiteten i eigne val- og forstyrringsprøver.
Føresei deretter nye val og hald, og samanlikn med det som skjer.

Skil ledda slik at rett val med feil følgjer ikkje vert rekna som same feil som rett vurdering utan gjennomføring.

7.152 *[t]* Lat e_k(x) vere faktisk avvik i ei uavhengig konsekvensprøve og ε_k den fastsette toleransen. Den føresagde sviktrisikoen er[74]

$$R_k = \sum_{x \in D} \mathrm{P}(\mathrm{x})\, \mathbb{1}[e_k(\mathrm{x}) > \varepsilon_k].$$

Valmodellen gjev P; konsekvensprøva gjev e_k. Begge trengst for å føreseie skade.

7.1521 *[t]* Ved faste vilkår som i 6.674, med fast toleranse, er

$$\frac{\partial R_j}{\partial \theta_k} = -\operatorname{Cov}(\mathbf{1}[e_j > \varepsilon_j], \hat{e}_k).$$

Her merkar j følgjeaksen og k eit par av agent og omsyn frå 6.673. Når $\hat{e}_k = e_j/\varepsilon_j$, er kovariansen ikkje-negativ: sviktindikatoren minkar ikkje når avviket veks. Meir prioritering av dette estimatet kan då ikkje auke sviktrisikoen i modellen. Eit feilvendt estimat kan snu retninga.

7.153 *[t]* Dersom auka prioritering gjev større estimert avvik i middel medan dei oppgjevne vilkåra i 6.673 står faste, held ikkje den eksponentielle valmodellen for forsøket.

Dersom vala vert føresagde rett, men svikten feil, ligg brotet i konsekvensskildringa eller dei endra vilkåra. Dersom ei påstått kapasitet ikkje held under dei avtalte forstyrringane, held ikkje kapasitetsmålet.

Eit fundament vert vitskapleg ved at slike brot endrar forklaringa. Det kan ikkje stadfestast av alle moglege utfall.

7.16 *[t]* Ei lære som gjer eitt ufullstendig omsyn til einaste mål, gjev ei tydeleg prøve: fastset utelatinga, føresei følgjene hennar, og prøv dei. Slik vert uskuldig forenkling skild frå forenkling som systematisk skadar det ho ikkje held.

7.2 *[t]* Designhandlinga endrar vilkåra ein annan agent navigerer under. Ho kan endre kva han kan gjere, kva han må tole, og kva han lærer å vente.

Ei vitskapleg undersøking av handlinga må følgje denne overføringa. Det ferdige produktet er ikkje slutten på prosessen som skal forklarast.

7.201 *[t]* Ei endring av vilkåra til eit sjølv er innanfrå ei endring av det det møter og kjenner. Svaret frå den som ber følgjene, høyrer til kunnskapen om forma; det kan ikkje erstattast av designaren sin modell av svaret.

7.21 *[t]* Eit avvik som ingen tok inn i arbeidet, kan verte liggjande hos den som møter forma. Også ein svikt som vart føresagd og forsøkt hindra, kan verte lagd over på andre.

Fordelinga av innsikt, avgjerdsmakt og kostnad må difor undersøkjast kvar for seg.

7.22 *[t]* Der eit sviktmønster råkar eit menneske, kan det som utanfrå er ein systematisk feil, innanfrå vere smerte, tap eller avmakt. Ei forklaring som finn mønsteret, har ikkje dermed gjort greie for kva det er å bere det.

7.23 *[d]* Det predikerte sviktrommet er omsyna der R_k ligg over ei fastsett akseptgrense. Både haldne og uhaldne aksar kan liggje i det.

Eit omsyn kan vere verna gjennom eit anna (6.675). Når vern manglar, kan grunnen vere feil estimat, utelaten prioritering, utilstrekkeleg kapasitet, konflikt eller endra vilkår. Sjølv når alle veit kva form som vil svikte, står risikoen att så lenge den forma har positivt valsannsyn (7.152).

7.24 *[t]* Modellen kan undersøkje kva noko har å seie ved å følgje prioriteringar, svar og følgjer. Han kan ikkje avgjere kor mykje det bør telje berre ved å telje kor sterkt agentane alt prioriterer det.

Ei sterk vekt i valmodellen er eit mål på innverknad, ikkje eit prov på rett.

7.25 *[t]* Omhugen kan rette seg sjølv gjennom prøver, men kan ikkje gje seg sjølv endeleg stadfesting på vegner av den andre. Svaret frå den som lever med forma, kan endre både målet, modellen og det som må haldast.

Å lukke sløyfa er å la dette svaret endre arbeidet.

7.26 *[a]* Design som fag forpliktar seg til at dei som ber vesentlege følgjer av forma, tel i vurderinga av henne. Deira tap kan ikkje reknast bort berre fordi dei manglar vekt i avgjerda.

Dette er eit fagleg grunnprinsipp, ikkje ei følgje av sannsynsrekninga. Det gjev eit krav til måla, prøvene og fordelinga av avgjerdsmakt. Kven som vert høyrd, kven som ikkje kan svare, og kven som skal representere dei, må gjerast synleg.

7.27 *[t]* Kunnskap frå eit prosjekt kan overførast når me kan vise kva relasjonar og vilkår som får verknaden til å gå att. Same geometri er ikkje alltid nødvendig; same namn på funksjonen er ikkje nok.

Det som varer, er kunnskap om kva som ber og kva endringar det toler.

7.3 *[t]* Desse proposisjonane er sjølve ei form. Dei ordnar skilnader og gjev vegar til å undersøkje andre former. Dei må tole den prøva dei krev av faget.

7.31 *[t]* Teksten kan ha oversett samanhengar som avgjer om stega ber. Ein påvist feil må rettast der slutninga skjer; han kan ikkje gjerast uskuldig ved å kallast endå eit døme på endeleg omhug.

7.32 *[t]* Ein lesar kan finne eit motdøme, eit betre mellomledd eller ei prøve som skil forklaringar teksten let falle saman. Lesinga er eit svar i sløyfa når ho endrar kva læra kan forklare og halde.

7.33 *[t]* Når eit trinn sviktar under foten, hjelper det lite å gjere stigen lengre.

7.34 *[t]* Fjellet er ikkje i kartet. Men den som les kartet (1.3211), står på fjellet.

7.4 *[t]* Eit fundament for design skal bere meir kunnskap enn det sjølv rommar. Når nye former og livsvilkår kjem til, skal det gje faglege vegar til å forstå dei og til å rette det som ikkje held.

Forma stoggar. Verknaden held fram.

Ordliste

Adaptivt landskap

Evolusjonsbiologi · Populasjonsgenetikk

Wright sitt bilete av korleis genetiske samansetjingar heng saman med biologisk tilpassing. Toppane står for betre tilpassing, og mellomliggjande dalar kan hindre ein populasjon i å nå ein annan topp.

I teksten: Her vert landskapsbiletet overført til formgjeving, der låg spenning svarar til god tilpassing; likskapen er modelleringsforma, ikkje at design og biologisk seleksjon har same mål eller mekanisme.

3.1, 3.12, 3.41 · Kjelder: 3

Affordanse

Økologisk psykologi · Design

Ei handlingsmoglegheit i forholdet mellom omgjevnadene og evnene til ein organisme. Ei flate kan til dømes bere ein lett kropp og gje etter under ein tung; kva ho tilbyr, avheng av begge.

I teksten: Handlingsmoglegheiter bind kropp og omgjevnad saman, medan omhugen gjev nokre av dei vekt: det eit sjølv kan gjere, og det som har noko å seie for det, møtest i dei haldne aksane.

2.14, 2.2, 5.223 · Kjelder: 11

Aktørnettverk

Sosiologi · Vitskapsstudiar

Latour si tilnærming til sosial orden som samband mellom menneske, gjenstandar og teknologiar. Ein aktør er noko som gjer ein skilnad i sambanda; analysen følgjer korleis verknader vert sette saman gjennom nettverket.

I teksten: Saman med distribuert kognisjon opnar dette for å lese formgjeving som fleire samtidige verknader; teksten avgrensar så kven som er agent og designar gjennom eigne krav om hald og omhug.

6.1, 6.14 · Kjelder: 36

Attraktor

Dynamiske system · Nevrovitskap

Ei mengd tilstandar som eit dynamisk system nærmar seg frå eit område av starttilstandar. Ho kan vere eit kvilepunkt, ei gjenteken rørsle eller eit meir samansett mønster.

I teksten: Eit stabilt mønster kan vere både ei form som går att, og ei regulering som finn attende etter forstyrring; dalbiletet lèt teksten samanlikne desse skalaene.

3.121, 4.5 · Kjelder: 18

Bayesiansk inferens

Statistisk inferens · Maskinlæring

Å oppdatere sannsyn for ukjende storleikar ved å kombinere ei førehandsfordeling med kor sannsynlege dei observerte data er under kvar forklaring.

I teksten: Ein modell som føreseier følgjene av ei handling, kan justerast med ein slik regel når nye observasjonar kjem til.

5.641 · Kjelder: 66

Bifurkasjon

Dynamiske system · Utviklingsbiologi

Ei kvalitativ endring i oppførselen til eit dynamisk system når ein styringsparameter passerer ein kritisk verdi. Til dømes kan ein stabil kviletilstand forsvinne eller bli ustabil.

I teksten: Små endringar i vilkåra kan endre kva forløp som er stabile, og gjev teksten eit språk for at nye former kan kome brått; sjølve bifurkasjonen er ei kvalitativ endring i dynamikken.

4.12, 4.21, 6.641 · Kjelder: 65

Blandingstid

Sannsynsteori · Statistisk fysikk

Kor mange steg ein tilfeldig prosess treng før fordelinga over moglege tilstandar ligg tilstrekkeleg nær ei stasjonær fordeling. Ei slik fordeling held seg uendra når prosessen tek eitt steg til.

I teksten: Likevektslesinga av 6.6 krev at dei faste overgangane får tid til å blande seg. Ei tidsavhengig formhistorie kan krevje ein annan dynamisk modell.

6.64, 6.641 · Kjelder: 64

C–K-teori

Designteori · Innovasjonsforsking

Hatchuel og Weil sin designteori om samspelet mellom konsept og kunnskap. Eit konsept er eit framlegg som den tilgjengelege kunnskapen enno ikkje kan avgjere; design utviklar både framlegga og kunnskapen som kan avgjere dei.

I teksten: Her får kvart spørsmål om ei form ein kunnskapsstatus relativ til agent, omsyn, prøvevilkår og tidspunkt. Det er ei operasjonell tilpassing av C–K, ikkje ei identifisering av kunnskapsutsegner med geometriske former. Same form kan vere kjend langs eitt omsyn og uavgjord langs eit anna; det utenkjelege U_k markerer per omsyn k at ein kunnskapsstand òg har ei grense han ikkje kan sjå innanfrå.

1.5, 1.54, 5.72 · Kjelder: 15, 16, 43

Distribuert kognisjon

Kognisjonsvitskap · Antropologi · Menneske–maskin-samspel

Eit perspektiv der kognitive oppgåver kan vere organiserte på tvers av personar, reiskapar og ytre representasjonar. Eit navigasjonslag og karta det nyttar, kan til dømes analyserast som eitt oppgåvesystem.

I teksten: Kunnskap og kontroll kan vere fordelte medan ei form vert til; teksten spør vidare når slikt samspel også held noko som ingen av delane kan halde åleine.

6.1, 6.11, 6.14 · Kjelder: 37

Eksponentialfamilie

Statistikk · Statistisk fysikk

Ei familie sannsynsfordelingar der parameterane vektar faste statistiske storleikar i ein eksponent, med ein normaliseringsfaktor som avheng av parameterane.

I teksten: Derivasjon gjev samvariasjonen mellom følgjer og vurderingar når grunnvekt, utfallsrom og følgjefunksjonar står faste. Det kjende resultatet vert her brukt til å formulere prøver av prioritering og svikt.

6.6, 6.673, 6.674, 7.1521 · Kjelder: 67, 76

Entropi

Informasjonsteori · Statistisk fysikk

Eit mål på uvissa i ei sannsynsfordeling, eller den gjennomsnittlege overraskinga ved eit utfall. I statistisk fysikk gjeld fordelinga fysiske mikrotilstandar.

I teksten: Uvissa i 5.112 høyrer til informasjonsteorien; denne uvissa og den termodynamiske entropien gjeld ulike fordelingar og kan difor endre seg på ulike måtar.

5.112, 6.6 · Kjelder: 68

Epigenetisk landskap

Utviklingsbiologi · Genetikk

Waddington sitt bilete av korleis utvikling kan følgje ulike stabiliserte baner mot bestemte endtilstandar, som ulike celle- eller vevstypar. Dalane skildrar utviklingsforløp som toler ei viss forstyrring utan å skifte endemål.

I teksten: Biletet gjev teksten eit språk for stabilitet og alternative utviklingsvegar, medan skiljet frå Wright gjer to tidsskalaer synlege: utviklinga av eit individ og evolusjon gjennom generasjonar.

3.1, 3.2 · Kjelder: 7

Evolusjonære overgangar i individualitet

Evolusjonsbiologi · Fleirskalasystem

Overgangar der tidlegare sjølvstendige einingar vert delar av ei ny biologisk eining som seleksjon kan verke på, som når encella organismar inngår i eit fleircella individ.

I teksten: Frå celle til vev og organisme går spørsmålet frå mange lokale reguleringar til eit felles hald; teksten les den nye sjølvhaldne hinna som ei ny avgrensing i det same opplevingsfeltet.

6.12, 6.123, 6.211 · Kjelder: 54

Fri energi-prinsippet

Teoretisk nevrovitskap · Informasjonsteori

Friston sitt rammeverk for å skildre korleis tilpassande system held seg i eit avgrensa repertoar av tilstandar ved å minimere variasjonell fri energi. Denne storleiken er eit informasjonsteoretisk øvre tak på kor uventa observasjonane er ifølgje ein modell.

I teksten: I 5.112 gjeld fri energi kor godt modellen kan forklare det observerte. Eit sjølv kan føreseie ein fare presist og likevel mangle evne til å avverje han.

5.112, 5.641 · Kjelder: 18

Generativ modell

Statistikk · Kognisjonsvitskap

Ein sannsynsmodell som bind ukjende storleikar til observerbare data. Han kan lage føreseiingar og brukast til å slutte frå observasjonar til kva underliggjande storleikar som er sannsynlege.

I teksten: Når ein modell gjev ei fordeling over venta observasjonar, kan denne fordelinga samanliknast med det agenten faktisk møter.

5.11, 5.112 · Kjelder: 66

Gibbs–Boltzmann-fordeling

Statistisk mekanikk · Sannsynsteori · Optimering

Ei sannsynsfordeling som gjev lågare energi eller kostnad større vekt gjennom ein eksponentialfunksjon. Ein normaliseringskonstant gjer at sannsyn til saman vert éin.

I teksten: 6.6 nyttar den same eksponentielle vektinga som statistisk mekanikk og stokastisk optimering, med grunnfordeling og toleranseskalerte avvik. β er her dimensjonslaus seleksjonsstyrke, medan han i den termiske fordelinga er knytt til invers temperatur. Den dynamiske tolkinga krev dei reversible utforskingsvilkåra i 6.64.

6.6, 6.61, 6.64 · Kjelder: 64, 67

Gradient ∇

Matematisk optimering · Fysikk

Gradienten er ei pil som viser den lokale endringa i ein storleik. Med euklidisk avstand peikar han mot brattaste auke, medan den negative gradienten peikar mot brattaste fall.

I teksten: Landskapsbiletet knyter optimering til regulering; i eit konkret formrom må ein først avgjere kva avstand, retning og tillatne steg tyder.

2.1, 5.13, 6.642 · Kjelder: 69

Homeostase og allostase

Fysiologi · Reguleringsteori · Kognisjonsvitskap

Homeostase er regulering som held viktige indre tilstandar innanfor levelege grenser. Allostase framhevar at regulering òg kan førebu venta behov og samordne fleire prosessar på førehand.

I teksten: Behov, føreseiing og handling møtest i ei regulering som både svarar på og førebur det som kjem; for eit sjølv les teksten dette innanfrå som at noko har noko å seie.

5.14, 5.114, 5.261 · Kjelder: 72

Hysterese

Reguleringsteknikk · Dynamiske system

At tilstanden til eit system avheng av historia, slik at same påverknad kan gje ulike utfall. Ein termostat kan til dømes slå varmen på ved éin temperatur og av ved ein annan.

I teksten: Vegen inn i ein tilstand kan setje vilkåra for vegen ut, slik formhistoria i teksten legg føringar på det neste valet.

5.113 · Kjelder: 6, 65

Kanalisering

Utviklingsbiologi · Dynamiske system

I utviklingsbiologi: at utviklinga endar i om lag same resultat trass i variasjon i gen eller miljø. Waddington brukte omgrepet om kor robuste utviklingsforløp er mot forstyrringar.

I teksten: Det robuste utviklingsforløpet møter formhistoria i biletet av dalvegger: forstyrringar kan endre eit forløp utan å endre mønsteret det vender attende til.

3.2, 6.672 · Kjelder: 7

KL-divergens

Informasjonsteori · Statistikk

Eit retningsavhengig mål på skilnaden mellom to sannsynsfordelingar. Verdien er null når fordelingane er like, men å byte om rekkjefølgja kan gje ein annan verdi.

I teksten: I 5.11 måler divergensen skilnaden mellom observerte og føresagde fordelingar. Kor langt det observerte ligg frå målet, må målast for seg.

5.11, 5.141 · Kjelder: 18

Konvergent evolusjon

Evolusjonsbiologi · Formhistorie

At liknande trekk utviklar seg uavhengig i ulike utviklingsliner. Likskap i resultatet kan oppstå gjennom ulike genetiske eller utviklingsmessige mekanismar.

I teksten: Uavhengige tradisjonar som nærmar seg liknande former, gjev teksten ein parallell til biologisk konvergens; sams resultat kan vise sams vilkår sjølv når vegane fram er ulike.

3.41, 4.2 · Kjelder: 71

Kybernetikk

Reguleringsteori · Biologi · Kognisjonsvitskap

Fagtradisjon som undersøker styring, kommunikasjon og tilbakekopling i dyr, menneske og maskiner.

I teksten: Termostaten, cella og mennesket kan samanliknast gjennom mål, avvik og justering; teksten les denne strukturen vidare innanfrå når reguleringa høyrer til eit sjølv.

5.1, 5.113 · Kjelder: 4, 5, 6

Maksimalentropiprinsippet

Informasjonsteori · Statistisk fysikk · Inferens

Ein metode for å velje sannsynsfordeling ut frå avgrensa kunnskap: blant fordelingar som oppfyller dei kjende vilkåra, vel ein den med størst entropi.

I teksten: Eksponentiell vekting kan kome både frå ein slik inferensregel og frå dynamikk som i 6.64; same fordeling kan såleis ha ulike tilblivingsprosessar.

5.112, 6.6 · Kjelder: 67

Markov-teppe

Sannsynsteori · Teoretisk biologi

Ei gruppe variablar som gjev ei statistisk grense mellom to delar av ein modell. Når desse variablane er kjende, gjev opplysningar om utsida ikkje meir informasjon om innsida; grensa treng ikkje vere ei fysisk hinne.

I teksten: Den statistiske grensa er her den ytre skildringa av avgrensa tilgang i eitt opplevingsfelt; sjølvhald skil ei verksam hinne frå ei rein analysegrense.

5.02 · Kjelder: 50

Metropolis–Hastings

Sannsynsteori · Statistikk

Ein metode som korrigerer aksepten av føreslåtte steg slik at ei fastsett sannsynsfordeling vert invariant. Korreksjonen tek omsyn til både grunnvekta og sannsynet for motsett forslag.

I teksten: Her skil metoden ei prøvbar hypotese om lokale val frå vilkåra for ei Gibbs-likevekt. Einsretta materiell realisering treng ei eiga dynamisk skildring.

5.7, 6.64, 6.641 · Kjelder: 64, 75

Morforom

Morfometri · Evolusjonsbiologi · Geometri

Matematisk representasjon av biologisk formvariasjon, der målte eller modellerte eigenskapar plasserer organismar som punkt. Kva avstand og retning tyder, avheng av geometrien i rommet.

I teksten: Tilstandar i dynamikk og morfologi i biologi kan kartleggjast som punkt; formrommet i teksten generaliserer dette grepet, medan geometrien framleis må veljast for kvart empirisk rom.

1.31, 1.32, 1.322 · Kjelder: 19

Negativ tilbakekopling

Kybernetikk · Reguleringsteknikk

Ei sløyfe der ei endring gjev eit svar som motverkar endringa. Termostaten er eit døme: når temperaturen fell under grensa, aukar oppvarminga.

I teksten: For eit sjølv får sløyfa ei innside: eit avvik vert kjent som uro, handlinga svarar, og roa kjem når avviket fell under toleransen.

5.1, 5.113, 6.201 · Kjelder: 4, 6

Nisjekonstruksjon

Evolusjonsbiologi · Økologi

At organismar endrar miljøvilkår på måtar som endrar seleksjonen på dei sjølve eller andre. Eit døme er at ei beverdemning endrar levevilkåra i området.

I teksten: Som organismar endrar sine levevilkår, endrar realiserte former vilkåra for ny formgjeving; materialet tek vare på følgjer av handlinga og verkar vidare etter henne.

4.4, 6.4 · Kjelder: 46

Paretooptimalitet

Fleirmålsoptimering · Økonomi · Design

Ei løysing er Paretooptimal når ingen annan mogleg løysing gjer minst eitt mål betre utan å gjere noko anna mål dårlegare.

I teksten: Trykk som strir mot kvarandre, gjer formgjeving til ei avveging mellom fleire mål; Paretoomgrepet skil mellom sjølve kompromisset og spørsmålet om det framleis kan betrast.

2.13, 2.131, 5.141 · Kjelder: 69, 74

Politikk

Reguleringsteori · Maskinlæring · Nevrovitskap

Ein regel eller strategi for å velje handling ut frå ein tilstand eller observasjon, kalla policy på engelsk. Han kan gje éi handling eller sannsyn for fleire moglege handlingar.

I teksten: Iver Raknes Finne nyttar π om politikken i agensdefinisjonen sin. Brytaren i termostaten viser kor enkel ein slik regel kan vere.

5.11, 5.113, 7.03 · Kjelder: 34

Robustheit

Systembiologi · Reguleringsteori · Ingeniørfag

At bestemte funksjonar vert oppretthaldne trass i indre eller ytre forstyrringar. Eit system kan vere robust mot éin type påverknad og sårbart for ein annan.

I teksten: Kanalisering i utvikling og feilretting mellom kompetente delar møtest i spørsmålet om kva som vert halde gjennom endring; robustheita gjeld alltid bestemte funksjonar og forstyrringar.

3.2, 6.132, 6.1321 · Kjelder: 70

Stiavhengigheit

Økonomi · Teknologihistorie · Evolusjon

At rekkjefølgja av tidlegare hendingar påverkar kva utfall som seinare er moglege eller sannsynlege. Sjølvforsterking kan gjere små tidlege skilnader varige.

I teksten: Formhistoria vert eit minne i vilkåra: det som alt er realisert, endrar kva neste agent møter, sjølv om ingen hugsar hendinga som laga sporet.

4.3, 6.4 · Kjelder: 13

Variasjonell inferens

Statistisk inferens · Maskinlæring · Nevrovitskap

Å erstatte ei vanskeleg utreknbar sannsynsfordeling med ei enklare tilnærming, vald ved optimering. I vanleg variasjonell inferens vert KL-divergensen frå tilnærminga til den ønskte fordelinga minimert.

I teksten: Optimering av ein modell og navigasjon i eit landskap får eit sams matematisk språk; her er det sannsynsfordelinga som vert tilpassa, medan formgjeving også endrar det modellen handlar om.

5.112 · Kjelder: 66

Notat

n1 Føreord

Stiny og Gips gjev formgrammatikken, Wright og Waddington landskapsbileta og kybernetikken eit mål- og avvikspråk. formlære si binding til omhug, kapasitet og agentar er eit forslag som må prøvast empirisk. Omtalen av Simon, Rittel og Webber, Schön og Cross skil deira eigne forskingsbidrag frå den mangelen på ein sams forklaringsarkitektur teksten kritiserer. Samanlikninga med historisk raseantropologi gjeld sirkelargument og målestokk, ikkje ei likestilling av skadane. Eit utval frå nordisk og internasjonal designforsking ligg som kjeldegrunnlag for påstanden om eit rikt, men fragmentert kunnskapsfelt. Dei mange tilvisingane dokumenterer historikk og forskingsliner, ikkje at det er bevist at ingen samlande teori finst.

[10, 17, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113]

n2 1 · historisk bakgrunn

Semper undersøker teknikk, materiale og form; Spencer-Brown formaliserer det å trekkje ein skilnad som grunnoperasjon. Definisjonen «ordning av skilnader» og koplinga til materiell realisering er formuleringa i denne teksten, ikkje eit dokumentert sitat frå desse kjeldene.

[1, 77]

n3 1.2 · omgrepsleg samanlikning

Notata skil klassisk mereologi frå den operasjonelle objektdelinga her. Eit objekt er udeleleg innanfor analysen, ikkje utan vidare fysisk udeleleg.

[40]

n4 1.2321 · vitskapsteoretisk bakgrunn

Russell drøftar korleis fysikken gjev den relasjonelle og matematiske strukturen til det målte utan dermed å fastsetje den indre naturen til ledda. Dette er vitskapsteoretisk bakgrunn for skiljet i teksten, ikkje eit bevis for oppleving som substans. Utvidinga gjennom minimalitetspostulatet (1.234), feltpostulatet (1.24) og individuasjonspostulatet (5.024) er utvikla i denne teksten.

[78]

n5 1.2342 · avgrensing av det filosofiske argumentet

Oppleving som indre natur og eitt felt er ontologiske postulat. Skiljet mellom direkte tilgang og måling inneber ikkje at oppleving manglar struktur. Dei formelle resultata om overgangar, kapasitet og kovarians krev sine eigne oppgjevne premiss, ikkje tilslutning til denne ontologien.

n6 1.31 · vidareføring

Raup undersøker formvariasjon i skjell; Mitteroecker og Huttegger drøftar morforom. Den substratuavhengige bruken er ei vidareføring i formlære.

[2, 9, 19]

n7 1.432 · omgrepsleg bakgrunn

Kauffman nyttar det nærliggande moglege i Investigations, kapittel 8. Her er nærleiken presisert som eitt grammatikksteg frå det busette. Kauffman og Roli problematiserer førehandsfastsette moglegheitsrom. Det globale moglege i 1.222 er eit ontologisk postulat; eit empirisk formrom og dei tilgjengelege operasjonane må fastsetjast og kunne reviderast. Postulatet gjev ingen algoritme for å rekne opp nye affordansar.

[63, 30]

n8 1.5 · vidareføring

Den materielle delinga er skild frå den aksevise delinga mellom det kjende K_k, det tenkte C_k og det utenkjelege U_k. Dette er ei operasjonell tilpassing av C–K-teorien. Hos Hatchuel og Weil er K eit rom av kunnskapsutsegner; her vert statusen til eit spørsmål om ei form ført som ein partisjon relativ til agent, omsyn, prøvevilkår og tidspunkt. Ei kjend bereevne avgjer ikkje andre verknader av den same forma.

[15, 16]

n9 1.54 · kjeldegrunnlag

Dei fire retningane C→C, C→K, K→C og K→K er henta frå C–K-teorien. Koplinga til materielle regionar og U er utvikla her, med forkorta notasjon for dei kriteriumbundne partisjonane i 1.5. Ho er ikkje ei identifisering av det opphavlege kunnskapsrommet med ei mengd geometriske posisjonar.

[15, 16]

n10 1.6 · kjeldegrunnlag

Formgrammatikk-tradisjonen ligg til grunn for algebraen og innleiringa. Stiny utviklar dette omgrepsapparatet i Shape: Talking about seeing and doing.

[10, 17]

n11 1.61 · kjeldegrunnlag

Innleiring lèt ei delform utløyse ein regel utan at delinga var fastsett på førehand. Dette er sentralt i Stiny sin formgrammatikk.

[17]

n12 1.611 · kjeldegrunnlag

Å finne delformer gjennom innleiring er sentralt i formgrammatikk. Delformene treng ikkje følgje ei objektdeling som er fastsett på førehand.

[10, 17]

n13 2.101 · vidareføring

Michls funksjonalismekritikk er bakgrunn. Påstanden om forma som det som står att etter samtidige trykk, er ei positiv vidareføring i denne teksten.

[14, 44, 45]

n14 2.14 · vidareføring

Affordanse er relasjonell hos Gibson. Notata koplar henne vidare til landskap og semiotikk; å definere klassen gjennom ei delt konstellasjon av operasjonar er teksten sitt grep.

[11, 27, 28, 42]

n15 2.202 · historisk bakgrunn

Riegl er stilhistorisk bakgrunn, ikkje dokumentasjon av den statistiske samanlikninga. Hypotesen krev same utval og målbare aksar, uavhengig fastsette stilkategoriar og prøving utanfor materialet modellane er tilpassa til. Elles kan stilnamnet berre kode formene ein prøver å forklare.

[25]

n16 3.1 · sameining av tradisjonar

Det adaptive landskapet og det epigenetiske landskapet har ulik historisk bruk. formlære fører dei saman i eit formrom; det er ikkje ei uendra overtaking av éin modell.

[3, 7, 29]

n17 3.2 · vidareføring

Kanalisering er knytt til Waddingtons arbeid om utviklingsrobustheit. Landskapsbiletet vert her brukt på dimensjonar i formrommet.

[7]

n18 4.3 · vidareføring

Arthur er bakgrunn for stiavhengigheit: tidlegare realiseringar endrar vilkåra for seinare val. Bruken på formhistoria er vidareføringa her.

[13]

n19 4.4 · omgrepsleg samanlikning

Nisjekonstruksjon skildrar korleis organismar endrar vilkåra for vidare evolusjon. Her er det ein biologisk parallell til at realiserte former endrar landskapet, ikkje eit empirisk prov for alle formdomene.

[46]

n20 5.02 · vidareføring

Den formelle skildringa viser til Markov-teppe: tilstandar som skil indre og ytre ved vilkårsbestemd uavhengigheit. «Hinne» og sambandet til sjølvet er formulerte i denne teksten.

[50]

n21 5.1 · historisk bakgrunn

Målretta tilbakekopling er eit grunntema i kybernetikken; Simon analyserer design gjennom avgrensa rasjonalitet og tilfredsstillande løysingar (satisficing), og Schlosser drøftar agens i handlingsfilosofien. Agensdefinisjonen i 5.11 er Iver Raknes Finne sin.

[4, 5, 6, 33, 73]

n22 5.11 · designteoretiske føregangarar

Simon undersøker målretta kunstige system i møtet mellom indre og ytre vilkår, med avgrensa rasjonalitet og tilfredsstillande løysingar. Alexander analyserer form som tilpassing til kontekst gjennom samanhengande krav. Dette er sentrale føregangarar; toleransar og mål-avvik her er operasjonelle presiseringar, ikkje historisk nye grunnidear.

[73, 74]

n23 5.112 · variasjonell fri energi

Hjå Friston gjev variasjonell fri energi ei øvre grense for kor uventa ein observasjon er under ein modell. Eit venta utfall kan likevel liggje langt frå målet agenten prøver å halde.

[18]

n24 5.113 · historisk bakgrunn

Kybernetikken skildrar korleis tilbakekopling kan halde ein målverdi under forstyrring. I termostaten kan ein følgje heile sløyfa frå måling gjennom brytaren til endringa i temperatur.

[4, 5, 6]

n25 5.15 · kjeldegrunnlag

Fields og Levin undersøker målretta navigasjon i ulike rom. Definisjonen held fram denne bruken; det særskilde målet ν i 5.152 er føreslått i formlære.

[20]

n26 5.152 · måleforslag

Chis-Ciure og Levin drøftar intelligens i ulike slag system. I formlære vert kompetanse prøvd ved å samanlikne med blind leiting. Målet i 5.152 krev at samanlikninga vert fastsett for den aktuelle oppgåva.

[53, 55]

n27 5.2 · vidareføring

Doctor og medforfattarar drøftar omhug som drivkraft for intelligens; Tronto gjev ein omsorgsetisk bakgrunn. Skiljet mellom kapasitet, lyskjegle og omhug er formalisert her.

[22, 38]

n28 5.21 · operasjonell vidareføring

Kompetanse og navigasjon i rom er kjeldegrunnlaget. Terskelmengda $\kappa(\mathrm{A})$ og familien av samstundes haldbare aksemengder er operasjonelle definisjonar i teksten. Kvart omsyn kan ha sin politikk utan at éin politikk held dei samla.

[20, 53]

n29 5.22 · vidareføring

Kognitive lyskjegler namngjev grenser for kva mål eit system kan arbeide mot. Den aksevise og tidslege definisjonen her er teksten si presisering.

[20, 21, 52, 57]

n30 5.263 · omgrepsleg bakgrunn

Tilvisinga gjeld prinsipielle grenser for sjølvrepresentasjon. Koplinga til det utenkjelege og til blindskap er vidareføringa i teksten.

[39]

n31 5.4 · omgrepsleg samanlikning

Pye undersøker kva materialet og arbeidet har å seie for forma. Genregulatoriske modellar og arbeid med kompetente materiale gjev døme på regulering som kan verke i eit substrat. Rein materiell motstand fell utanfor agensdefinisjonen i 5.11.

[24, 48, 59, 60]

n32 5.4.01 · simuleringsresultat

Hartl, Risi og Levin undersøker arva startkonfigurasjonar og reglar i ein simulert nevral celleautomat. Resultata gjeld denne modellen. Avgjerder under støy endrar avveginga mellom struktur og kompetanse; dei viser ikkje at meir kompetanse alltid er betre.

[59]

n33 5.6 · definisjonsforslag

Liv som oppretthald av lyskjegla er ein definisjon i formlære, utvikla med bakgrunn i desse arbeida. Tilvisinga åleine etablerer ikkje definisjonen som allmenn biologisk semje.

[21, 23, 52, 56]

n34 5.7 · kjernelikninga i formlære

Stiny og Gips skildrar formgrammatikk, Hatchuel og Weil samspelet mellom konsept og kunnskap, og Fields og Levin kompetanse i navigasjon. Overgangsregelen nyttar ei kjend Metropolis-form som ein hypotese om val, med r_A som korreksjon ved reversibel utforsking. Samanbindinga med grammatikksteg og prioriteringar er modellforslaget her; akseptregelen er ikkje utleidd frå dei tre designtradisjonane. Kjernen må knytast til eit oppgjeve tilstandsrom: reversibel prøving på representasjonar og einsretta materialsteg krev ikkje same overgangsregel.

[10, 16, 20, 64, 75]

n35 5.72 · modellvilkårsvis følgje

Grensetilfella isolerer komponentar i formlære. Binær vekting av kjent suksess er ikkje ei utleiing av heile C–K-teorien: korleis konsept og kunnskap vert utvida, krev eigne overgangar. Tilvisingane namngjev tradisjonane som vert samanlikna.

[10, 16]

n36 6.1 · vidareføring

Aktørnettverk og distribuert kognisjon er bakgrunn for fleiragentperspektivet. Den bestemte formaliseringa gjennom lyskjegler er teksten si eiga.

[36, 37]

n37 6.11 · kjeldegrunnlag

Desse arbeida er bakgrunn for distribuert og fleirskala kompetanse. Overføringa til materiale, handverk og marknad skjer i formlære.

[21, 37, 49, 51, 52, 54]

n38 6.12 · biologisk modellbakgrunn

Den biologiske overgangen frå mange agentar til éin er bakgrunn. Vilkåret om delt spenning er teksten si presisering av koplinga.

[54]

n39 6.131 · vidareføring

March analyserer avveginga mellom utforsking av nye moglegheiter og utnytting av kjend kunnskap. Påstanden om kva koplingane bør tillate, er vidareføringa her.

[62]

n40 6.14 · designfagleg vidareføring

Tilvisingane gjev bakgrunn for distribuert kontroll og samarbeid med kompetente materiale. Koordinering av lyskjegler er teksten si designfaglege formulering.

[36, 37, 60]

n41 6.31 · omgrepsleg samanlikning

Normans arbeid om daglegdagse ting og bruk er bakgrunn. Stilarten som grensesnitt er ei overføring i formlære, ikkje eit direkte sitat.

[47]

n42 6.6 · syntese i denne teksten

Den eksponentielle familien og normaliseringa er kjende statistiske verkemiddel. Jaynes gjev maksimalentropigrunnlaget, her nytta relativt til grunnfordelinga, og Levin og Peres gjev vilkår for konvergens i Markov-kjeder. Kjeldene om kompetanse og persistente system gjev bakgrunn for tolkinga av grunnvekt, estimerte avvik og agentinnverknad. formlære si syntese må prøvast mot alternative modellar; ei kjend fordelingsform etablerer ikkje åleine empirisk forklaringskraft eller originalitet.

[53, 56, 64, 67, 76]

n43 6.64 · kjend matematisk konstruksjon

Metropolis–Hastings er ein standardkonstruksjon for ei oppgjeven stasjonær fordeling. Detaljert balanse gjev invarians; samanheng og aperiodisitet gjev konvergens i det endelege tilfellet. Ein einsretta produksjonsprosess vert ikkje reversibel ved å skrive inn korreksjonen: forslag utan motsett overgang vert avviste. Fordelinga er eit betinga, lokalt valbilete når grunnmål, estimat og alternative steg står faste; ho er ikkje ei stasjonær lov for den irreversible produksjonshistoria.

[64, 75]

n446.673 · standardresultat og føreslått bruk

Derivasjon av forventingar i ein eksponentialfamilie gjev kovariansidentitetar; sjå Wainwright og Jordan, del 3.5. formlære nyttar dette kjende resultatet til å skilje prioriteringsvekt, estimat og faktisk følgje. Bruken er eit modellforslag som krev empirisk prøving; sjølve identiteten er ikkje ein ny matematisk oppdaging. Deriverten gjeld ein fri parameter i eksponentialfamilien. Normaliserte omhugsvekter kan ikkje endrast éi om gongen utan at andre vekter vert endra.

[76]

n457.13 · omgrepsleg parallell

Notata knyter lesinga på tvers av domene til Batesons mønsterperspektiv. Det er same lesemåte som vert prøvd, ikkje eit prov på ontologisk identitet.

[41]

n467.14 · operasjonell presisering

Prediksjons-, mål- og haldshorisonten må fastsetjast relativt til same starttid, omsyn og prøvevilkår. Ingen minimumsformel for dei tre er føresett: eit førebyggjande vern kan verke utan at kvar seinare følgje vert føresagd.

n477.15 · hypotese i denne teksten

Alexander analyserer form gjennom feilindikatorar (misfits); Fields, Glazebrook og Levin gjev omgrep om kompetansegrenser og sjølvrepresentasjon. Den predikerte sviktsignaturen er ein påstand i formlære som krev eiga empirisk prøving.

[20, 39, 74]

Referansar

1 Semper, G. (1860). Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten. Verlag für Kunst und Wissenschaft.

2 Thompson, D'A. W. (1917). On Growth and Form. Cambridge University Press.

3 Wright, S. (1932). The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding, and selection in evolution. Proc. Sixth Int. Congress of Genetics, 1, 356–366.

4 Rosenblueth, A., Wiener, N. & Bigelow, J. (1943). Behavior, purpose and teleology. Philosophy of Science, 10(1), 18–24.

5 Wiener, N. (1948). Cybernetics. MIT Press.

6 Ashby, W. R. (1956). An Introduction to Cybernetics. Chapman & Hall.

7 Waddington, C. H. (1957). The strategy of the genes. George Allen & Unwin.

8 Kubler, G. (1962). The shape of time. Yale University Press.

9 Raup, D. M. (1966). Geometric analysis of shell coiling. Journal of Paleontology, 40(5), 1178–1190.

10 Stiny, G. & Gips, J. (1972). Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. Information Processing 71, 1460–1465.
Opne kjelda

11 Gibson, J. J. (1979). The ecological approach to visual perception. Houghton Mifflin.

12 Kauffman, S. A. (1993). The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution. Oxford University Press.
DOI: 10.1093/oso/9780195079517.001.0001

13 Arthur, W. B. (1994). Increasing returns and path dependence in the economy. University of Michigan Press.

14 Michl, J. (1995). Form follows WHAT? The modernist notion of function as a carte blanche. 1. Designforum Finland Magazine, 1.

15 Hatchuel, A. & Weil, B. (2003). A new approach of innovative design: An introduction to C-K theory. DS 31: Proceedings of ICED 03, Stockholm.
Opne kjelda

16 Hatchuel, A. & Weil, B. (2009). C-K design theory: An advanced formulation. Research in Engineering Design, 19(4), 181–192.
DOI: 10.1007/s00163-008-0043-4

17 Stiny, G. (2006). Shape: Talking about seeing and doing. MIT Press.

18 Friston, K. (2010). The free-energy principle: a unified brain theory? Nature Reviews Neuroscience, 11(2), 127–138.

19 Mitteroecker, P. & Huttegger, S. M. (2009). The concept of morphospaces in evolutionary and developmental biology. Biological Theory, 4(1), 54–67.

20 Fields, C. & Levin, M. (2022). Competency in navigating arbitrary spaces. Entropy, 24(6), 819.

21 Levin, M. (2022). Technological approach to mind everywhere. Frontiers in Systems Neuroscience, 16, 768201.

22 Doctor, T., Witkowski, O., Solomonova, E., Duane, B. & Levin, M. (2022). Biology, Buddhism, and AI: Care as the Driver of Intelligence. Entropy, 24(5), 710.
DOI: 10.3390/e24050710

23 Levin, M. (2025). Living things are not machines (also, they totally are). Noema Magazine.

24 Pye, D. (1968). The Nature and Art of Workmanship. Cambridge University Press.

25 Riegl, A. (1893). Stilfragen: Grundlegungen zu einer Geschichte der Ornamentik. George Siemens.

26 Frampton, K. (1995). Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture. MIT Press.

27 Rietveld, E. & Kiverstein, J. (2014). A rich landscape of affordances. Ecological Psychology, 26(4), 325–352.

28 Pickering, J. (2007). Affordances are Signs. tripleC: Communication, Capitalism & Critique, 5(2), 64–74.
DOI: 10.31269/triplec.v5i2.59

29 Pievani, T. (2013). Adaptive landscapes: A case study of metaphors, models, and synthesis in evolutionary biology. Università degli Studi di Milano-Bicocca.

30 Kauffman, S. A. & Roli, A. (2023). A third transition in science? Interface Focus, 13(3), 20220063.
DOI: 10.1098/rsfs.2022.0063

31 Corning, P. A., Kauffman, S. A., Noble, D., Shapiro, J. A., Vane-Wright, R. I. & Pross, A. (red.) (2023). Evolution "On Purpose": Teleonomy in Living Systems. MIT Press.
DOI: 10.7551/mitpress/14642.001.0001

32 Svensson, E. I. (2026). Evolution of adaptation's evil Doppelgänger. Evolution, 80(5), 1128–1132. Bokmelding.
DOI: 10.1093/evolut/qpag033

33 Schlosser, M. (2019). Agency. I The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, Stanford University.

34 Niv, Y. (2009). Reinforcement learning in the brain. Journal of Mathematical Psychology, 53(3), 139–154.

35 Murray, E. A. et al. (2016). The Evolution of Memory Systems. Oxford University Press.

36 Latour, B. (2005). Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory. Oxford University Press.

37 Hutchins, E. (1995). Cognition in the Wild. MIT Press.

38 Tronto, J. C. (1993). Moral Boundaries: A Political Argument for an Ethic of Care. Routledge.

39 Fields, C., Glazebrook, J. F. & Levin, M. (2024). Principled Limitations on Self-Representation for Generic Physical Systems. Entropy, 26(3), 194.
DOI: 10.3390/e26030194

40 Varzi, A. (2016). Mereology. I The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, Stanford University.

41 Bateson, G. (1979). Mind and Nature: A Necessary Unity. E.P. Dutton.

42 Hoffmeyer, J. (2008). Bateson and Peirce on the pattern that connects and the sacred. I A Legacy for Living Systems. Springer.

43 Le Masson, P., Weil, B. & Hatchuel, A. (2010). Strategic Management of Innovation and Design. Cambridge University Press.
Opne kjelda

44 Michl, J. (1989). On forms following functions and post-modernism. Pro Forma, 1, 5–15.

45 Michl, J. (2014). A case against the modernist regime in design education. Archnet-IJAR, 8(2), 36–46.

46 Odling-Smee, F. J., Laland, K. N. & Feldman, M. W. (2003). Niche Construction: The Neglected Process in Evolution. Princeton University Press.
Opne kjelda

47 Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things (Revised ed.). Basic Books.

48 Cussat-Blanc, S., Harrington, K. & Banzhaf, W. (2018). Artificial gene regulatory networks - A review. Artificial Life, 24(4).

49 Seifert, G., Sealander, A., Marzen, S. & Levin, M. (2024). From reinforcement learning to agency: Frameworks for understanding basal cognition. BioSystems, 235, 105107.
DOI: 10.1016/j.biosystems.2023.105107

50 Kirchhoff, M., Parr, T., Palacios, E., Friston, K. & Kiverstein, J. (2018). The Markov blankets of life: Autonomy, active inference and the free energy principle. Journal of the Royal Society Interface, 15(138), 20170792.
DOI: 10.1098/rsif.2017.0792

51 Levin, M. (2023). Darwin's agential materials: Evolutionary implications of multiscale competency in developmental biology. Cellular and Molecular Life Sciences, 80(6), 142.
DOI: 10.1007/s00018-023-04790-z

52 Levin, M. (2023). Bioelectric networks: The cognitive glue enabling evolutionary scaling from physiology to mind. Animal Cognition, 26, 1865–1891.
DOI: 10.1007/s10071-023-01780-3

53 Chis-Ciure, R. & Levin, M. (2025). Cognition all the way down 2.0: Neuroscience beyond neurons in the diverse intelligence era. Synthese, 206, 257.
DOI: 10.1007/s11229-025-05319-6

54 Watson, R. A., Levin, M. & Buckley, C. L. (2022). Design for an Individual: Connectionist Approaches to the Evolutionary Transitions in Individuality. Frontiers in Ecology and Evolution, 10, 823588.
DOI: 10.3389/fevo.2022.823588

55 Levin, M. (2025). Artificial intelligences: A bridge toward diverse intelligence and humanity's future. Advanced Intelligent Systems, 7, 2401034.

56 Fields, C. & Levin, M. (2025). Life, its origin, and its distribution: A perspective from the Conway–Kochen theorem and the Free Energy Principle. Communicative & Integrative Biology, 18(1), 2466017.
DOI: 10.1080/19420889.2025.2466017

57 Doctor, T., Witkowski, O., Colognese, P., Ishihara, Y. & Levin, M. (2025). Selves as Perspectives: From Biological Life to Superintelligence and a Bodhisattva Project. PsyArXiv, førehandsmanuskript.
DOI: 10.31234/osf.io/s56zu_v1

58 Solé, R., Seoane, L. F., Pla-Mauri, J., Bennett, M. T., Hochberg, M. E. & Levin, M. (2026). Cognition spaces: Natural, artificial, and hybrid. arXiv:2601.12837.

59 Hartl, B., Risi, S. & Levin, M. (2024). Evolutionary Implications of Self-Assembling Cybernetic Materials with Collective Problem-Solving Intelligence at Multiple Scales. Entropy, 26(7), 532.
DOI: 10.3390/e26070532

60 Just, M. T. W., Levin, M. & Gitelman, A. (2026). Designing with Diverse Intelligence: Interfaces, Agential Materials, and Ingressing Minds. SUrF – Speculative Urban Futures. Intervju ved M. T. W. Just.
Opne kjelda

61 Kandel, E. R. (2001). The molecular biology of memory storage: A dialogue between genes and synapses. Science, 294(5544), 1030–1038.
DOI: 10.1126/science.1067020

62 March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. Organization Science, 2(1), 71–87.
Opne kjelda

63 Kauffman, S. A. (2000). Investigations. Oxford University Press.
DOI: 10.1093/oso/9780195121049.001.0001

64 Levin, D. A. & Peres, Y. (2017). Markov Chains and Mixing Times. 2. utg., med bidrag av E. L. Wilmer. American Mathematical Society.
DOI: 10.1090/mbk/107

65 Rothman, D. H. (2022). Nonlinear Dynamics: Chaos. Lectures 2–3: Flows and Bifurcations in One Dimension. MIT OpenCourseWare, 15. september 2022.
Opne kjelda

66 Blei, D. M., Kucukelbir, A. & McAuliffe, J. D. (2017). Variational Inference: A Review for Statisticians. Journal of the American Statistical Association, 112(518), 859–877.
DOI: 10.1080/01621459.2017.1285773

67 Jaynes, E. T. (1957). Information Theory and Statistical Mechanics. Physical Review, 106(4), 620–630.
DOI: 10.1103/PhysRev.106.620

68 Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal, 27, 379–423, 623–656.
DOI: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

69 Boyd, S. & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge University Press.
DOI: 10.1017/CBO9780511804441

70 Kitano, H. (2004). Biological robustness. Nature Reviews Genetics, 5, 826–837.
DOI: 10.1038/nrg1471

71 Rosenblum, E. B., Römpler, H., Schöneberg, T. & Hoekstra, H. E. (2010). Molecular and functional basis of phenotypic convergence in white lizards at White Sands. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(5), 2113–2117.
DOI: 10.1073/pnas.0911042107

72 Sterling, P. (2012). Allostasis: A model of predictive regulation. Physiology & Behavior, 106(1), 5–15.
DOI: 10.1016/j.physbeh.2011.06.004

73 Simon, H. A. (1969). The Sciences of the Artificial. MIT Press.
Opne kjelda

74 Alexander, C. (1964). Notes on the Synthesis of Form. Harvard University Press.
Opne kjelda

75 Hastings, W. K. (1970). Monte Carlo sampling methods using Markov chains and their applications. Biometrika, 57(1), 97–109.
DOI: 10.1093/biomet/57.1.97

76 Wainwright, M. J. & Jordan, M. I. (2008). Graphical Models, Exponential Families, and Variational Inference. Foundations and Trends in Machine Learning, 1(1–2), 1–305.
DOI: 10.1561/2200000001

77 Spencer-Brown, G. (1969). Laws of Form. George Allen & Unwin.

78 Russell, B. (1927). The Analysis of Matter. Kegan Paul, Trench, Trubner & Co.

79 Sullivan, L. H. (1896). The Tall Office Building Artistically Considered. Lippincott's Magazine, 57 (March), 403–409.
Opne kjelda

80 Galle, P. (2008). Candidate worldviews for design theory. Design Studies, 29(3), 267–303.
DOI: 10.1016/j.destud.2008.02.001

81 Galle, P. (2010). Elementer af en fælles designfaglig videnskabsteori. FormAkademisk, 3(2), 51–76.
DOI: 10.7577/formakademisk.111

82 Galle, P. (2011). Foundational and instrumental design theory. Design Issues, 27(4), 81–94.
DOI: 10.1162/DESI_a_00107

83 Sevaldson, B. (2008). Rich Design Research Space. FormAkademisk, 1(1).
DOI: 10.7577/formakademisk.119

84 Sevaldson, B. (2010). Discussions and Movements in Design Research: A Systems Approach to Practice Research in Design. FormAkademisk, 3(1), 8–35.
DOI: 10.7577/formakademisk.137

85 Fallan, K. (2010). Design History: Understanding Theory and Method. Berg Publishers.
Opne kjelda

86 Fallan, K. & Jørgensen, F. A. (2017). Environmental Histories of Design: Towards a New Research Agenda. Journal of Design History, 30(2), 103–121.
DOI: 10.1093/jdh/epx017

87 Fallan, K. (2017). Designing Modern Norway: A History of Design Discourse. Routledge.
Opne kjelda

88 Fallan, K. (2022). Ecological by Design: A History from Scandinavia. MIT Press.
DOI: 10.7551/mitpress/14518.001.0001

89 Michl, J. (2002). On Seeing Design as Redesign: An Exploration of a Neglected Problem in Design Education. Scandinavian Journal of Design History, 12, 7–23.
Opne kjelda

90 Michl, J. (2014). Taking Down the Bauhaus Wall: Towards Living Design History as a Tool for Better Design. The Design Journal, 17(3), 445–453.
DOI: 10.2752/175630614X13982745783082

91 Redström, J. (2006). Towards User Design? On the Shift from Object to User as the Subject of Design. Design Studies, 27(2), 123–139.
DOI: 10.1016/j.destud.2005.06.001

92 Redström, J. (2017). Making Design Theory. MIT Press.
DOI: 10.7551/mitpress/11160.001.0001

93 Pettersen, H. M. & Moldenæs, T. (2022). Design Thinking as a Master Idea. Nordlit, 50, 192–207.
DOI: 10.7557/13.6718

94 Kokko, S., Almevik, G., Høgseth, H. B. & Seitamaa-Hakkarainen, P. (2020). Mapping the Methodologies of the Craft Sciences in Finland, Sweden and Norway. Craft Research, 11(2), 177–209.
DOI: 10.1386/crre_00025_1

95 Anker, P. (2010). From Bauhaus to Ecohouse: A History of Ecological Design. Louisiana State University Press.
Opne kjelda

96 Fallan, K. (2025). Designing is Mining: Historicizing Material Ecologies of Design. Design Issues, 41(1), 5–16.
DOI: 10.1162/desi_a_00789

97 Folkmann, M. N. (2023). Design Aesthetics: Theoretical Basics and Studies in Implication. MIT Press.
Opne kjelda

98 Östman, L. E. (2005). A Pragmatist Theory of Design: The Impact of the Pragmatist Philosophy of John Dewey on Architecture and Design. Doctoral dissertation, Royal Institute of Technology.
Opne kjelda

99 Johannessen, L. K., Keitsch, M. M. & Pettersen, I. N. (2019). Speculative and Critical Design: Features, Methods, and Practices. Proceedings of the International Conference on Engineering Design.
DOI: 10.1017/dsi.2019.168

100 Sevaldson, B. (2017). Redesigning Systems Thinking. FormAkademisk, 10(1).
DOI: 10.7577/formakademisk.1755

101 Nielsen, L. M. (2008). Designdidaktisk forskning i utvikling: En forskningsoversikt 1997–2007. FormAkademisk, 1(1).
DOI: 10.7577/formakademisk.118

102 Vink, J., Koskela-Huotari, K., Tronvoll, B., Edvardsson, B. & Wetter-Edman, K. (2020). Service Ecosystem Design: Propositions, Process Model, and Future Research Agenda. Journal of Service Research.
DOI: 10.1177/1094670520952537

103 Schønheyder, J. F. & Nordby, K. (2018). The Use and Evolution of Design Methods in Professional Design Practice. Design Studies.
DOI: 10.1016/j.destud.2018.04.001

104 Garvey, P. (2003). How to Have a Good Home: The Practical Aesthetic and Normativity in Norway. Journal of Design History, 16(3), 241–251.
DOI: 10.1093/jdh/16.3.241

105 Anker, P. (2005). The Closed World of Ecological Architecture. The Journal of Architecture, 10(5), 527–552.
Opne kjelda

106 Halland, I. (2023). Seeds for New Beginnings? Ecological Uncertainty, Blurry Ideology, and Speculative Design at the Universitas Symposium, 1972. Journal of Design History.
DOI: 10.1093/jdh/epad040

107 Dunin-Woyseth von Turow, H. & Nilsson, F. (2018). Developments towards Field-specific Research in Architecture and Design: On Doctoral Studies in Scandinavia since the 1970s. In The Production of Knowledge in Architecture by PhD Research in the Nordic Countries, 25–48.
Opne kjelda

108 Höök, K. & Löwgren, J. (2012). Strong Concepts: Intermediate-Level Knowledge in Interaction Design Research. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 19(3).
DOI: 10.1145/2362364.2362371

109 Koskinen, I., Zimmerman, J., Binder, T., Redström, J. & Wensveen, S. (2011). Design Research through Practice: From the Lab, Field, and Showroom. Morgan Kaufmann.
Opne kjelda

110 Wigum, K. S. (2004). Human and Ecological Problem Solving through Radical Design Thinking: Analyses and Development of Design Theory and Design Framework Based on Long-term Human Needs and Ecological Sustainable Principles. Doctoral dissertation, Norwegian University of Science and Technology.

111 Lurås, S. (2016). Systemic Design in Complex Contexts: An Enquiry through Designing a Ship's Bridge. Doctoral dissertation, The Oslo School of Architecture and Design.

112 Riis, K. (2016). Designkundskabens DNA: Udforskning af designkundskab gennem designprocessen Mit DNA. Doctoral dissertation, Norwegian University of Science and Technology.

113 Arnall, T. D. (2014). Making Visible: Mediating the Material of Emerging Technology. Doctoral dissertation, The Oslo School of Architecture and Design.
Opne kjelda

114 Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. Policy Sciences, 4(2), 155–169.
DOI: 10.1007/BF01405730

115 Schön, D. A. (1983). The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. Basic Books.
Opne kjelda

116 Cross, N. (1982). Designerly Ways of Knowing. Design Studies, 3(4), 221–227.
DOI: 10.1016/0142-694X(82)90040-0

117 Kyllingstad, J. R. (2012). Norwegian Physical Anthropology and the Idea of a Nordic Master Race. Current Anthropology, 53(S5), S46–S56.
DOI: 10.1086/662332

118 Universitetet i Oslo, Institutt for medisinske basalfag. (2022). Sami remains held at the Schreiner Collection.
Opne kjelda