

### 3 Mesterlære og eksperters læring

*Hubert og Stuart Dreyfus*

Vi skal her redegjøre for et perspektiv på ferdigheter og beskrive fem stadier i ferdighetstilleggelse.<sup>1</sup> Ved hjelp av denne modellen kritiserer vi så forskning som går ut fra en kognitivistisk ferdighetsmodell, og viser hvordan ny forskning som benytter simulerte nevrale nettverk, er mer lovende. Dernest tar vi for oss noen pedagogiske implikasjoner av vår modell for ferdighetstilleggelse og peker på at mesterlære må regnes som en sentral læringsform. Til slutt drøfter vi mesterlærens rolle når det gjelder høyere utdanning, samt spørsmålet om utvikling av originalitet innenfor mesterlærens rammer.

Ifølge tradisjonell kartesiansk filosofi, som de som studerer ferdigheter etter kognitivismens metoder slutter seg til, tilegnes ferdigheter ved at det dannes adekvate symbolske representasjoner. Man er nødt til å lære regler og fakta, og når disse reglene og faktaene til slutt er godt nok utviklet og er blitt ubevisste, er personen blitt ekspert. Og hver gang en ekspert handler, må han tenke på hva det er han forsøker å gjøre.

Ifølge vårt perspektiv tar det seg helt annerledes ut. Når man først har tilegnet seg en ferdighet, krever det ikke noen bevisst eller ubevisst regelletterlevelse å handle, like lite som det krever at man har en representasjon av sitt mål i tankene. Kroppen vår reagerer simpelthen på situasjonens krav. I hverdagens engasjerte, kompetente mestring oppleves handlingen ifølge den franske filosofen Maurice Merleau-Ponty som en jevn aktivitetstrøm som reaksjon på vår fornemmelse av situasjonen. Denne opplevelsen består til dels i en fornemmelse av at når vår situasjon avviker fra en optimal relasjon mellom kropp og miljø, fører aktiviteten vår oss nærmere dette optimumet og demper derved avvikets «spenning». Vi trenger ikke noe mål eller noen intensjon for å handle. Kroppen vår påvirkes simpelthen av situasjonen til å komme i likevekt med denne. Med Merleau-Pontys ord:

Som system av motoriske krefter eller perseptuelle krefter er kroppen vår ikke gjenstand for et «jeg tenker»: Den utgjør en helhet av opplevde betydninger som streber etter likevekt.<sup>2</sup>

Vi kan illustrere fenomenet ved å tenke oss et tennisslag. Hvis man er nybegynner eller ikke er i form, kan man gripe seg i å anstrenge seg for å fokusere på ballen, holde racketen vinkelrett på banen, treffe ballen presist, osv. Men hvis man er ekspert i spillet, hvis det hele fungerer og man er oppslukt av spillet, opplever man mer noe i retning av at armen beveger seg oppover og plasseres i riktig stilling, at racketen har optimal vinkel i forhold til banen – en vinkel vi ikke engang trenger å tenke på – alt sammen er med og fullender helheten bane, ens løpende motstander og ballen som nærmer seg. Man føler at ens atferd blir fremkalt av de persiperte betingelsene på en slik måte at fornemmelsen av avvik fra en tilfredsstillende helhet blir redusert.

Mestring krever således ikke noen forestilling om målet for at en skal makre situasjonen. Mestring kan være målrettet uten at aktøren har et formål. Som Merleau-Ponty påpeker:

En bevegelse er lært når kroppen har lært den, det vil si når den har tatt den opp i sin «verden», og å bevege kroppen er å rette seg mot tingene gjennom kroppen, å la den svare på den utfordringen den uten noen forestilling utsetter seg for.<sup>3</sup>

#### En modell for ferdighetstilleggelse

For å kunne se hvordan våre innarbeidede ferdigheter er tilegnet gjennom beskjefteleggelse med ting og situasjoner, og hvordan disse ferdighetene igjen bestemmer hvorledes ting og situasjoner fremtrer som noe som krever at vi reagerer på dem, må vi beskrive hvordan vårt forhold til verden endres når vi tilegner oss en ferdighet.<sup>4</sup> Mange av ferdighetene våre tilegner vi oss tidlig i livet ved prøving og feiling eller ved å ta etter andre, men for å gjøre alle mulige stadier i ferdighetsutviklingen så eksplisitte som mulig, vil vi ta for oss en voksen som tilegner seg en ferdighet ved hjelp av undervisning.

#### *Stadium I: novise*

Normalt starter undervisningsprosessen med at læreren løser opp oppgavesituasjonen i kontekstfrie trekk som nybegynneren kan gjenkjenne uten å ha tidligere erfaring på oppgaveområdet. Begynneren får så noen regler til bestemmelse av handlinger på grunnlag av disse trekkene, omtrent som en datamaskin som følger et program.

La oss illustrere dette ved å se på to varianter: en kroppslig eller motorisk ferdighet og en intellektuell ferdighet. En person som holder på å lære å kjøre bil, lærer å gjenkjenne fortolkningsfrie trekk, for eksempel hastighet (som vises på



speedometeret), eller får visse regler, for eksempel å skifte til annetgir når speedometernålen står på 20 km/t.

En nybegynner i sjakkspill lærer en tallverdi for hver enkelt sjakkbrikke uansett dens posisjon samt regelen: Trekk alltid dersom den samlede verdien av de erobrede brikkene overstiger verdien av de mistede brikkene. Noviser er notorisk langsomme spillere, idet de prøver å huske alle disse reglene og prioriteringene mellom dem.

### *Stadium 2: viderekommen begynner*

Etter hvert som novisen får erfaring i å mestre virkelige situasjoner, begynner han eller hun å legge merke til – eller læreren påpeker – klare eksempler på andre meningsfulle sider ved situasjonen. Etter å ha sett mange nok eksempler lærer eleven å gjenkjenne disse nye trekkene. Undervisningsregler kan nå henvises til disse nye situasjonelle aspektene, gjenkjent på grunnlag av erfaring, så vel som til de objektivt definerte, ikke-situasjonelle trekkene som også uerfarne noviser kan gjenkjenne.

Som viderekommen begynner bruker bilisten (situasjonelle) motorlyder så vel som (ikke-situasjonell) hastighet i sine regler for girskift. Han lærer regelen: Skift til høyere gir når motoren høres ut som om den skal til å løpe løpsk, og til lavere gir når den høres overanstrengt ut. Motorlyder lar seg ikke beskrive dekkende med ord, så ord kan ikke erstatte et knippe velvalgte eksempler når man skal lære disse forskjellene.

Med stigende erfaring lærer en viderekommen sjakkbegynner å gjenkjenne utsatte stillinger, og hvordan de skal unngås. Tilsvarende lærer hun eller han å kjenne igjen situasjonelle sider ved stillinger, for eksempel en svekket kongefløy eller en sterk bondestilling, selv om det ikke finnes noen presis og situasjonsuavhengig definisjon. Sjakkspilleren kan fra nå av følge regler som for eksempel: Angrip en svekket kongefløy.

### *Stadium 3: kompetanse*

Med større erfaring blir antallet potensielt relevante elementer som den lærende er i stand til å gjenkjenne, overveldende. Da det på dette tidspunktet ikke finnes noen fornemelse av hva som er viktig i en gitt situasjon, blir utøvelsen nervesittende og utmattende, og eleven vil lure på hvordan det i det hele tatt er mulig for noen å lære å beherske ferdigheten.

For å mestre denne overbelastningen og oppnå kompetanse lærer man via undervisning eller erfaring å tenke ut en plan eller velge et perspektiv, som deretter bestemmer hvilke elementer i situasjonen som skal regnes som viktige, og hvilke som kan overses. Når man begrenser seg til noen få av det uhyre store antallet mulige relevante trekk og aspekter, blir det lettere å ta en avgjørelse.

Den kompetente utøver søker derfor nye regler og resonnerer som kan hjelpe ham eller henne med å bestemme seg for en plan eller et perspektiv. Men det er verre å få fart på disse reglene enn de reglene som begynner får i lærebøker og undervisning. Det finnes i virkeligheten et enormt antall situasjoner, som skiller seg fra hverandre på subtile, nyanserte måter. Det er faktisk flere situasjoner enn man kan navngi eller definere presist, så ingen kan utarbeide en liste til eleven over hva en skal gjøre i den enkelte, mulige situasjonen. Kompetente utøvere må derfor selv avgjøre hvilken plan de vil velge, uten at de kan være sikre på at den vil egne seg i den bestemte situasjonen.

Nå blir mestringen snarere skremmende enn utmattende, og eleven føler stort ansvar for handlingene sine. I de to tidligere stadiene ville eleven, hvis de innlærte reglene ikke fungerte og ting ble feil, snarere tenke som så at han eller hun ikke har fått adekvate regler enn å få dårlig samvittighet. Nå derimot føler eleven seg ansvarlig for feilen. Men selvsagt går det ofte også utmerket på dette trinnet, og den kompetente eleven opplever en glede som ikke blir begynneren til del. Elevene befinner seg slik på en emosjonell rutsjebane.

En kompetent bilist som tar av fra motorveien langs en krum avkjørsel, kan etter å ha tatt hensyn til hastigheten, veiens tilstand, tidspunktet med videre komme til det resultat at han kjører for fort. Han må deretter bestemme seg for om han enten skal lette litt på gasspedalen, flytte foren helt av eller trå på bremsen. Han puster lettet ut når han kommer gjennom svingen uten uhell, og blir rystet i sjelen hvis bilen begynner å skrense.

En sjakkspiller i klasse A, som vi her klassifiserer som kompetent, kan etter å ha studert en stilling komme til det resultat at motstanderen har svekket sitt kongeforsvar, slik at et angrep på kongen er et gjennomførlig mål. Hvis han velger å angripe, ser han bort fra visse momenter, herunder svakheter i sin egen stilling som følge av angrepet samt tap av brikker som ikke er vesentlige for angrepet. Brikker som forsvaret fiendens konge, blir fremtredende. Planer som lykkes skaper brusende glede, mens feiltrakelser kjønnnes i hjertekulen.

Etter hvert som den kompetente utøver blir mer og mer emosjonelt engasjert i sine oppgaver, blir det stadig vanskeligere å trekke seg tilbake og anlegge begynnerens objektive, regelretterlevende holdning. Selv om en kanskje skulle tro at dette



engasjementet ville interferere med objektiv regelutprøving og slik hindre ytterligere ferdighetsutvikling, synes det stikk motsatt faktisk å være tilfellet. Hvis novisens og den viderekomne begynnerens objektive, regelletterlevende holdning erstattes av engasjement, er man – som vi senere skal se – på vei mot ytterligere utvikling, mens motstand mot den skremmende aksepten av risiko og ansvarlighet kan føre til stagnasjon og i siste instans kjedsomhet og regresjon.

#### Stadium 4: dyktighet

Hvis det som skjer mens eleven utøver sin ferdighet oppleves med engasjement, vil de resulterende positive og negative erfaringene forsterke vellykkede reaksjoner og svekke mislykkede. Utøverens teori om ferdigheten, slik den fremstår i regler og prinsipper, vil derfor gradvis bli erstattet av situasjonelle sondringer med tilhørende reaksjoner. Hvis og bare hvis erfaringen tilegnes på denne areoretiske måten, og intuitiv atferd erstatter overveide reaksjoner, synes det å bli utviklet dyktighet.

Med tiden blir utøverens hjerne i stand til å skjelve mellom mange forskjellige situasjoner som vedkommende har gått inn i med interesse og engasjement. Fra nå av kan planer bli vekket til live intuitivt og visse forhold fremstå som viktige, uten at eleven trenger å ta et skritt tilbake og velge disse planene eller bestemme seg for å anlegge det og det perspektivet. Det blir lettere og mindre belastende å handle etter hvert som eleven simpelthen ser hva som må gjøres, istedenfor kalkerende å treffe avgjørelser om hvilke av de mange forskjellige alternativene som bør velges. Det er ikke særlig tvil om at det man prøver å oppnå er det riktige når målet simpelthen er innlysende, ikke å vinne en innviklet konkurranse. I det øyeblikk en elev reagerer engasjert intuitivt, kan det i realiteten ikke være noen tvil, ettersom tvil kun henger sammen med en objektiv vurdering av prestasjoner.

Den engasjerte og erfarne utøver ser mål og fremtredende trekk, men ikke hva han må gjøre for å nå disse målene. Dette er ikke til å unngå, da det er langt færre måter å se hva som skjer på enn det er måter å reagere på. Den dyktige utøver har rett og slett ennå ikke hatt erfaring nok med de mange forskjellige, mulige reaksjonene på hver enkelt av de situasjonene som han eller hun nå kan skjelve, til at vedkommende kan reagere automatisk. Derfor er den dyktige utøver fortsatt nødt til å beslutte hva som skal gjøres, etter å ha sett målet og de viktige trekkene ved situasjonen.

Dyktige bilister som i regnvær nærmer seg en sving, erkjenner kanskje intuitivt at de kjører livsfarlig fort. Deretter bestemmer de seg for om de skal bremse eller bare lette så og så mye på gasspedalen. Det kan gå verdifull tid tapt mens det treffes en bevisst beslutning, eller også vil tidspresstet føre til et ikke optimalt valg.

Likevel vil det være mer sannsynlig at dyktige bilister kommer trygt gjennom svingen enn kompetente bilister, som bruker ytterligere tid på – ut fra fart, heling og tyngdekraft – å komme til det resultat at bilens hastighet er altfor høy.

Dyktige sjakkspillere, som klassifiseres som mestere, kan gjenkjenne et stort repertoar av stillingstyper. Etter umiddelbart og uten bevisst innsats å ha innsett hva en stilling innebærer, overveier de hvordan de skal avgjøre hvilket trekk som best oppfyller målet de har satt seg. For eksempel vet de kanskje at de bør angripe, men de er nødt til å regne ut hvordan de best skal gjøre det.

#### Stadium 5: ekspertise

Dyktige utøvere, som er fordypet i sin verden av kompetent aktivitet, ser hva som må gjøres, men må avgjøre hvordan de skal gå fram. *Ekspert*er ikke bare vet *hva* som skal oppnås, de vet også *hvordan* – takket være et stort repertoar av situasjonelle diskriminasjoner. Det er denne subtile og raffinerte diskriminasjonsevnen som skiller eksperten fra den dyktige utøver. Blant mange situasjoner som alle regnes som ens med hensyn til plan og perspektiv, har eksperten lært å skjelve mellom de situasjonene som krever én form for handling og dem som krever en annen. Med stor nok erfaring i mange forskjellige situasjoner som alle betraktes i samme perspektiv, men krever forskjellige taktiske beslutninger, oppløser ekspertutøverens hjerne gradvis denne kategorien av situasjoner i underkategorier, som alle innebærer den samme beslutningen, ensartede handlingen eller taktikken. Dette muliggjør den umiddelbare, intuitive reaksjonen på den enkelte situasjon som – slik Merleau-Ponty så – er så karakteristisk for den kyndige prestasjonen.

Uten å tenke over det vet ekspertbilisten ikke bare pr. fornemmelse og fortrolighet når det er nødvendig å sette ned farten foran en avkjørsel; han eller hun vet også hvordan de skal utføre den adekvate handlingen uten å foreta beregninger og sammenligne alternativer. Det som må gjøres, blir gjort – punktum.

Ekspertsjakkspilleren, som klassifiseres som internasjonal mester eller stormester, opplever en tvingende fornemmelse av problemet og det beste trekket. Toppspillere kan spille med en hastighet på 5–10 sekunder pr. trekk og enda fortære uten noen alvorlig prestasjonsforringelse. Med denne farten er de nødt til nesten utelukkende å stole på inuisjonen og neppe overhodet på analyse og sammenligning av alternativer. Man har anslått at en mestersjakkspiller klarer å skjelve mellom ca. 50 000 typer av stillinger på brettet. Bilsjøring er sannsynligvis forbundet med en evne til å sondre mellom et tilsvarende antall typiske situasjoner.



## Er ferdighetsmodellen elitær?

Det finnes en ofte fremsatt innvending mot modellen vår som vi er nødt til å se i øynene. Modellen bærer tilsynelatende fram en elitær og udemokratisk oppfatning av ekspertise. Når eksperten sies å operere intuitivt uten å måtte begrunne sin konklusjon ved å vise til regler, hvordan kan det da oppnås demokratisk innsikt i og kontroll med ekspertvitnesbyrd og -beslutninger? Dersom en slik kontroll krever at eksperten uttrykker og begrunner de reglene og trekkene som han benytter seg av, blir svaret at en slik kontroll ikke er mulig.

Nå som alltid forstår og besvarer de enkelte beslutningstakere sin situasjon intuitivt, slik det blir beskrevet på de høyeste nivåene i vår ferdighetstillegningsmodell. Men når en beslutning involverer mer enn én person, vil vitenskapens fremskritt og tilgangen til datamaskiner som regel begunstige den objektive formen for problembeskrivelse, som er karakteristisk for den kalkulerende rasjonaliteten. Man ønsker en beslutning som påvirkter offentligheten til å være eksplisitt og logisk, slik at det kan føres en rasjonell diskusjon om relevansen og validiteten av de isolerte elementene som blir brukt i analysen. Men med stigende erfaring slutter eksperten, som vi har sett, å interessere seg for en nøyaktig vurdering av isolerte elementer.

Ekspertter har ikke ekspertise i å bedømme elementer. Likevel har dommere og vanlige borgere som gjør tjeneste som legdommere, begynt å nærme mistillit til alt annet enn «vitenskapelige» beviser. En ballistikk ekspert som kun bevitnet at han hadde sett tusenvis av kuler og løpene til de pistolene som hadde avfyrt dem, og at det ikke fantes tvil i hans sjel om at den aktuelle kulen stammet fra den pistolen som var lagt fram som bevis, ville bli latterliggjort av forsvarsadvokaten og ignorert av legdommerne. Eksperten er tvert imot nødt til å snakke om de enkelte merkene på kulen og pistolen og sette dem i forbindelse med hverandre ved hjelp av regler og prinsipper som viser at den aktuelle pistolen kunne etterlate merker i kulen på den måten. Men dette er han ikke ekspert i. Hvis han har vært med i mange rettsaker, vet han hvordan han skal konstruere argumenter som overbeviser legdommerne, men han forteller ikke retten hva han intuitivt vet. Han vil nemlig bli vurdert av legdommerne på grunnlag av sin «vitenskapelige» rasjonalitet, ikke ut fra sine tidligere vitnesbyrd og gode dømmekraft. Derfor blir kloke, men ærlige eksperter ignorert, mens autoriteter som ikke er eksperter, men har erfaring i å fremsette overbevisende rettslige vitnesbyrd, er svært ettertrasket. Det samme skjer ved psykiatriske høringer, legekongresser og i andre situasjoner hvor tekniske eksperter vitner. Form blir viktigere enn innhold.

Ekspertenes manglende evne til å begrunne sine konklusjoner i analytisk prinsipper betyr ikke at en kritisk diskusjon er umulig. Ofte har en ekspert kommet frem til konklusjonene sine ved å iaktra en rekke hendelser. Noe ganger får denne rekken av hendelser eksperten til å se en situasjon i et ikke hensiktsmessig perspektiv. Det å se en hendelse på én måte snarere enn på en annen og nesten like fornuftig måte, kan medføre at en etterfølgende hendelse blir betraktet på en måte som er helt forskjellig fra hvordan den aktuelle hendelsen ville ha blitt fortolket hvis man hadde valgt det andre perspektivet. Etter flere tilfeller av dette slaget kan man ha en helt annen oppfatning av situasjonen enn man ville ha hatt hvis man fra starten av hadde valgt et annet fornuftig perspektiv. Det å bli fastlåst i et bestemt perspektiv når et annet er like fornuftig eller fornuftigere, betyr at man har fått skylapper på. Ekspertter vil prøve å sikre seg mot dette ved å forsøke å betrakte situasjonen på alternative måter, noen ganger gjennom refleksjon og andre ganger ved å rådføre seg med andre og prøve å være lydhør for deres kanskje avvikende synspunkter.

En ekspert som avgir vitneutsagn, bør derfor være åpen for diskusjon, og hvis en annen ekspert kan legge frem en alternativ fremstilling basert på en annen argumentasjonsrekke, kan godt det skje at denne overbeviser sin oppponent om at han bør se saken på en annen måte. Ansvarlig kritikk blir således ikke oppgitt men erstattet med utveksling av fremstillinger mellom eksperter. Hvis dette fortsett er for elitært, fordi ikke-eksperten fortsatt ikke kan få tilgang til en slik dialo eller bedømme hvilken ekspert som har rett, må man se den kjensgjerning øynene at man i betraktning av ekspertens natur er nødt til å velge mellom en analytisk kritikk som er åpen for alle, og debatt og beslutninger mellom eksperter på høyt nivå. Det er her snakk om en avveining, hvor de som ønsker å beskytte ekspertisen og de som ønsker å beskytte den demokratiske beslutningsprosessen åpenhet, i den enkelte situasjon simpelthen må vedkjenne hva de foretrekker og så treffe beslutninger på grunnlag av det.

Hva vi foretrekker, er klart. Hvis ferdighetsmodellen vår er korrekt, vil analytisk rasjonalitet – også når den etterspørres av gode grunner – alltid være ensbetydende med tap av ekspertise. Men i betraktning av de komplekse problemene vi står overfor, har vi bruk for all den klokskap vi kan oppdrive. Samfunnet må derfor skjelve klart mellom de samfunnsmedlemmene som har intuitiv ekspertis og dem som bare har analytisk rasjonalitet, og lytte til dem med klokskap.



## Ferdighetsmodellen og nevrale nettverk

Selv om de klassiske kunstig intelligens-teknikkene, som benytter regler og symbolske representasjoner, har slått feil hva læring angår, har ny forskning i maskinlæringsalgoritmer frembrakt resultater som er i bemerkelsesverdig samklang med ekspertstadiet i vår ferdighetstegnelsesmodell. Ekspertter med stor erfaring produserer som nevnt uten besvær en handling basert på aktuelle stimuli og kanskje umiddelbart forutgående stimuli (som skaper konteksten). Denne handlingen er ikke resultat av veloverveid planlegging eller vurdering av alternativer. Det er snarere tale om egenskaper ved det som i maskinlæringslitteraturen kalles «aktør/kritiker»-metoder i læring ved forsterkning.<sup>5</sup> På områder hvor det kreves at det læres en handlesekvens (som når man spiller sjakk, eller når man klarer å styre en bil gjennom en sving), beskriver denne litteraturen hvordan et kunstig nevralnettverk gjennom erfaring kan trenes opp til å produsere gode handlinger på grunnlag av de foreliggende stimuliene og konteksten. Under læringen eksperimenteres det med små tilfældige variasjoner i forhold til nettverkets aktuelle handling for stadig å forbedre handlingen, og disse variasjonene skal vurderes. For å komme frem til disse vurderingene skal et annet kunstig nevralnettverk, kalt en kritiker, lære «verdier» på situasjoner som representerer hvor vellykket den foreliggende situasjonen vil bli. Siden vår forskning på sjakkspillere og Patricia Benners forskning på sykepleiere peker på at eksperter intuitivt og uten problem faktisk kan produsere slike «verdier», anser vi denne maskinlæringsprosedyren for å være en rimelig tilnærming til egentlig ferdighetstegnelse hos mennesker.

Det mest interessante ved denne prosedyren er at de involverte kunstige nevrale nettverkene lærer kun ved å justere sin synaptiske forbindelsesstyrke (kalt vekter), slik at nettverksytelsene gir forbedrede handlinger og verdier etter hvert som erfaringen økes. Disse nettverkene kan på ingen måte sies å lære en modell av den situasjonen som de lærer å mestre, slik programmene i klassisk kunstig intelligens forsøkte å gjøre. Under læringsprosessen blir det med andre ord ikke gjort noe forsøk på å oppdage hvordan forskjellige mulige handlinger i en situasjon vil modifisere situasjonen, eller hvilken umiddelbar belønning den enkelte handling vil medføre, om noen. Det blir heller ikke gjort noe forsøk på å lære hvilke av de foreliggende stimuliene som er relevante og hvilke som er irrelevante for vellykket handling, eller hvilke umiddelbart forutgående stimuli som er relevante for kontekstfølsom atferd. Hvis det kunstige nevrale nettverket har den egenkap (som virkelige hjerner ser ut til å ha) at forandringen i et nevrons aktivering på et gitt tidspunkt er avhengig av nevrons aktuelle aktivering så vel som aktiveringen til nevroner som er forbundet med det og av den synaptiske styrken til

disse forbindelsene, ja, så vil nettverket være følsomt både for det umiddelbart forutgående stimuli og for aktuelle stimuli. Følgelig vil nettverket være i stand til å produsere forskjellige handlinger hvis, og bare hvis, forsterkningssignalene indikerer at det umiddelbart forutgående virkelig påvirker systematferden. Hva det er ved det umiddelbart forutgående som bevirker dette, trenger ikke å bli lært.

En slik læringsmekanisme kan sies å være helt modellfri. Hvis en slik prosedyre virkelig er grunnlaget for ekspertise, innebærer det at eksperter ikke kan gi pålitelige svar på spørsmål om grunnlaget for sin atferd. De vil i høyden kunne si at «mine synaptiske forbindelser, som er skapt av mine erfaringer, fikk meg til det». Dette forklarer igjen hvorfor konstruktører av ekspertsystemer som spør ut eksperter i forsøket på å reprodusere deres atferd på datamaskinen i såkalte ekspertsystemer, så sjelden har hell med seg. Det eksperter forteller ekspert-systemkonstruktøren, er i beste fall den form for artikulerbare regler og teorier som skaper noviseatferd eller i høyden kompetent atferd.

En slik ikke-styrt trening ble brukt i et forsøk på å skaffe en datamaskin ekspertise i å spille backgammon. Det eneste datamaskinen fikk lov til, var å spille backgammon mot seg selv og lære av resultatene. Heldigvis kunne den spille partier mot seg selv med en hastighet på flere hundre i sekundet. Derfor kunne den oppnå ganske mye erfaring på kort tid. Likevel tok det datamaskinen flere uker, hvor den spilte mot seg selv og foretok millioner av operasjoner pr. sekund, før den utviklet ekspertise. Men til slutt kom datamaskinen – uten annen veiledning enn forsterkningslæringsalgoritmer – opp på verdensmesternivå i backgammon. For mennesker ville denne læremetoden jo være altfor langsom til at man kunne få den erfaringen som er nødvendig for å oppnå ekspertise. En måte å løse dette problemet på ville naturligvis være å benytte ferdighetsmodellens tre laveste nivåer.

Alt dette er ikke ensbetydende med at vi mener at simulerte nevrale nettverk kan trenes opp til å bli menneskelig intelligente. For å kunne lære gjennom møte med virkelige eksempler, slik mennesker gjør, måtte nettverk ha den form for kropp per som vi har, og ha vokst opp i en kultur de hadde tilegnet seg ved imitasjon.<sup>6</sup>

## Ferdighetslæring via trenere og via mestertilære

Vi kan nå trekke noen pedagogiske implikasjoner av drøftingen ovenfor. For det første må det være klart at dersom ens subjekter forstår språk og instruksjoner, det vil si hvis det ikke er tale om dyr eller spedbarn, kan man fremskynde prosessen med å bli ekspert ved å starte med ferdighetsmodellens tre første nivåer. Fokusering på regler for passende handling betyr at den nødvendige erfaring på



ferdighetsområdet oppnås fortere. I dag kan man ikke gi et nevralt nettverk en slik instruksjon. Nettverket er nødt til å starte med ikke å vite noe, og det har ingen form for teori om hvilken informasjon som er relevant og hvilke handlinger som er hensiktsmessige. Slike nettverk trenger derfor umåtelig mye tid og trening for å utvikle sin ekspertise.

Foruten å gi begynneren de regler og grunnsetninger som fremmer læringen på de innledende nivåene, kan man – for dem som allerede er eksperter – aktivt intervinere som trener. Selv den som alt er ekspert, kan bli stadig dyktigere ved å få mer erfaring. Men dette trenger ikke å være den beste måten å bedre sine ferdigheter på. Hvis man for eksempel prøver å bli bedre gjennom små gradvise forandringer, kan man nå et visst platå, men så stanser forbedringene. I en slik situasjon har man behov for en trener.

Trenerens jobb består i sette mennesker som alt er eksperter, i stand til å forbedre sine ferdigheter. Nå finnes det selvsagt gode eksperter og dårlige eksperter. Å si at en eller annen er ekspert, er ikke ensbetydende med at vedkommende *alltid* reagerer best på situasjonen. Det betyr at de reagerer på den ikke-reflekterende måten som vi kaller intuitiv. Treneren har formentlig en gang i visse henseender vært en bedre utøver av ferdigheten enn ekspertveven er. Treneren kan derfor se hvor ekspertveven synes å henge fast på et lokalt platå. Treneren vet formentlig av egen erfaring hva ekspertveven bør gjøre annerledes. Et eksempel: I tennis beveger ekspertveven kanskje armen galt i forhold til kroppen – han holder albuen for høyt. Ekspertveven gjør det beste ut av slaget med så høy albue, men hvis han ikke holdt den slik, ville slaget trolig bli bedre. Treneren kan da si til ekspertveven: «Jeg ser at du holder albuen høyt, du bør senke den litt.» Men naturligvis vil det ikke hjelpe noe bare å si det.

Treneren er nødt til å gå ut på tennisbanen og få eleven til å treffe ballen igjen og igjen med lav albue. I begynnelsen vil eleven bevisst spille av regelen i tankene: «Hold albuen lavere når jeg slår til ballen.» Med tilstrekkelig erfaring kan denne forbedrede ferdighetskomponenten deretter bli til automatisert atferd. Eleven vil på dette tidspunktet ha forlatt det lokale platået i utøvelsen og ha potensial til å bevege seg opp på et høyere platå. Øvelse og læring av erfaringen om hva som virker, kan langsomt modifisere elevens prestasjon og igjen fremkalle gradvis forbedring.

Det er ikke bare treneren som kan hjelpe eleven med å forlate et lokalt atferdsmaksimum og oppnå en bedre måte å handle på. Også mestertrener og observasjon av mesterens dyktige utførelse har denne funksjonen. Vi har beskrevet hvordan et nevralt nettverk må lære ved hjelp av små tilfeldige variasjoner i det det gjør, og så kontrollere om dets prestasjon er blitt bedre eller ei. Det ville

naturligvis vært bedre for læringen hvis disse små tilfeldige variasjonene ikke var tilfeldige – hvis det var snakk om fornuftige avvik. Hvis eleven iakttar noen som er flink til et eller annet, vil dette kunne begrense elevens tilfeldige variasjoner. Observasjon og imitasjon av en virkelig mester kan således erstatte en tilfeldig søken etter bedre måter å handle på. Det er en av fordelene ved å være lærling.

## Mestertrener og utdanning

Hvis vi ser nærmere på mestertrener, vil vi oppdage at denne formen for utdanning rommer innsikt som har betydning for læring og for utprøving av hva eleven har lært. Lærlingen blir ekspert ved å imitere mesteren. Han lærer gradvis å utføre hele oppgaven. Det går derfor ikke an å teste en ekspertlev i hver enkelt komponent av den ferdigheten det er snakk om, ettersom ferdigheter ikke læres komponent for komponent, men via små holistiske forbedringer. Så istedenfor å la lærlingen gjennomgå periodiske prøver for å se om han har lært de komponentene som normalt beherskes på det trinnet lærlingen befinner seg, får han i oppgave å utføre det som normalt utføres av en ekspert på elevens ekspertiseområde. Hvis han for eksempel holder på å lære å lage musikkinstrumenter, kan han få i oppgave å lage en fiolin. Men når det ikke holdes noen eksamen, hvem skal da avgjøre om lærlingen har fremstilt en god fiolin eller ei? Det vet bare ekspertene! Derfor kommer mestrene sammen og spiller på læringsfiolin for å prøve den ut. Har lærlingen laget en god fiolin, vil de si at han er ekspert eller holdt på å bli ekspert. I motsatt fall må han tilbake og arbeide for å få mer erfaring.

Vi kan nå spørre om mestertrenerideen er brukbar innenfor høyere utdanning. Noe av det høyere yrkesutdanning og embetsstudier er nødt til å undervise i, er hvordan den teorien som studentene har lært på universitetet, kan anvendes i den virkelige verden. Uten mestertrener kan dette foregå ved at skolen simulerer de omgivelsene som elevene skal fungere i senere. Ved handelshøyskolene (i USA) er det to pedagogiske retninger som dominerer. Den ene er den analytiske, hvor det undervises teoretisk i allting. Denne skoletypen frembringer sjelden vetken kompetente forretningsfolk eller mennesker som blir intuitive eksperter. Den andre tradisjonen bygger på casesstudier, hvor situasjoner fra det virkelige liv beskrives for elevene og drøftes. Situasjonene skal om mulig være realistiske og historiske, i den forstand at så vel den bestemte situasjonen som den bakenforliggende historien blir presentert for studentene. Beskrivelsen skal romme både irrelevante og relevante faktorer, slik at studenten er nødt til å lære å skjelne mellom dem i en



kaotisk situasjon. På denne måten kan simuleringer – selv datamaskinsimuleringer – være nyttige. Universitetene er generelt nødt til å gå i retning av simuleringer og casestudier og andre deskriptive, narrative, historiske måter å gripe an tingene på, hvis det skal utvikles ekspertise.

Men for å bli ekspert er det ikke nok å ha masse erfaring. Erfaringene må også bety noe for den enkelte. Så det viktige i eksemplet med handelshøyskolen er at studentene ikke konfronteres med objektive beskrivelser av situasjoner, men fås til å identifisere seg med forretningsmannens situasjon og oppleve de gleder og skuffelser som han opplever. Utdanningen bør anspore til engasjement. Den beste måten studenten kan oppnå dette på, er ved å arbeide i forretningslivet som assistent for en virkelig leder og få anledning til å dele hans bekymringer og suksesser og fiaskoer. Det er mesterlære.

Mesterlære er også nødvendig der hvor utdanningen foregår på kandidatinstusjoner og ikke i den virkelige verden. Innenfor forskningen arbeider mange etter oppnådd doktorgrad i laboratoriet til en ekspertforsker for å kvalifisere seg videre. Der lærer de å imitere forskerens måte å stille spørsmål og søke svar på. De lærer seg evner som det ikke finnes noen regler for, eksempelvis hvor lenge man skal fortsette når arbeidet ikke ser til å gå så godt, og hvor stor presisjon en bør tilstrebe i ulike slags forskningssituasjoner. Denne formen for mesterlære viser seg å være avgjørende for å få satt teori i forbindelse med praksis.

Det ser også ut til at mesterlære er nødvendig på områder hvor det ikke finnes noen eksplisitt teori, og hvor anvendelsen av abstrakt kunnskap på praksis derfor ikke er så klar. Det er mitt (Huberts) inntrykk at de som har vært undervisningsassistenter hos meg og har hatt et nært samarbeid med meg, har lært av mitt eksempel. På Heidegger-seminarene mine prøver jeg å få fortalt deltakerne historien om hvordan jeg oppdaget og anvendte Heideggers fenomenologiske beskrivelser av menneskets eksistens kritisk på problemer innenfor forskningen i kunstig intelligens. Denne anvendelsen av Heidegger var noe mange mennesker den gang mente var totalt misforstått. Det er mitt håp at elevene mine ved å imitere meg i sine egne situasjoner vil lære å anvende Heideggers – og også andre filosofers – ideer på nye områder, også der hvor dette krever at man går på tvers av etablerte oppfatninger.

Men det viktigste er ikke å fortelle sin historie. Selv om man ikke ser det selv, manifesterer man en bestemt måte å gripe an tekster og problemer, stille spørsmål og lære av feiltakelser på. Det er mest av alt denne stilen elevene fanger opp og imiterer, selv om de ikke vet at de gjør det. Når man skal videreføre en stil, er mesterlære den eneste teknikken som virker. Selv om jeg ikke underviser elevene i hvordan de skal anvende en vitenskapelig teori på problemer i den virkelige ver-

den, men i noe som er mye vanskeligere å se, fanger de opp min stil og viderefører det jeg gjør. Jeg snakker ikke nå bare om tidligere elever som i dag er professorer på et universitet, men også om tidligere elever som arbeider innenfor mange felt – fra filmindustrien til bedriftsrådgivningsfirmaer, fra medisin og bioetikk til sykepleie og psykoterapi.

## Mesterskap via læring hos mange læremestere

Men hvis lærerne ikke skapte annet enn kloner av sin egen stil, ville mesterlære være forduummende. Dersom man tar begrepet mesterlære på alvor, må man stille spørsmålet: Hvordan kan det innenfor denne rammen utvikles nye dimensjoner i et fag eller et yrke?

Om man utdanner seg til utøvende musiker, er man nødt til å arbeide sammen med en allerede anerkjent musiker. Det man da driver med, er en slags mesterlære. Man tilegner seg denne kunstnerens stil, som ikke er et spørsmål om regler, framgangsmåter og teoretiske modeller av den typen vi har kritisert; man har snarere bruk for en modell i betydningen et forbilde som en kan imitere. Lærlingen kan ikke la være å imitere mesteren, for når man beundrer noen og er mye sammen med vedkommende, blir hans eller hennes stil til ens egen stil. Men så er det risikoen for at lærlingen ikke blir annet enn en kopi av mesteren, mens det å lykkes som utøvende kunstner krever at man utvikler sin egen stil.

På et eller annet tidspunkt er lærlingen derfor nødt til å forlate sin første mester og arbeide sammen med en mester som har en annen stil. I virkeligheten er han nødt til å studere hos atskillige mestere. Når svenner i middelalderen og også kunstnere i vår tid blir gode nok til å bli eksperter og få sin egen stil, reiser de rundt og arbeider i forskjellige fellesskaper. Innenfor musikken oppfordrer lærerne elevene sine til å arbeide sammen med dem en periode, for så å oppsøke andre lærere. Musikere har av erfaring lært at de som bare studerer hos én mester, ikke er så kreative og ikke så dyktige konsertutøvere som dem som har arbeidet sammen med flere læremestere etter hverandre.<sup>7</sup>

Det er lett for oss moderne mennesker å misforstå dette med flere lærere. Vi er tilbøyelige til å mene at lærlingen skal gå til én mester fordi denne er god i fangeretning, til en annen fordi akkurat han er god i frasering, og en tredje fordi hun er god i dynamikk. Det ville bety at ferdigheten lot seg dele opp i komponenter, noe som ikke kan være en riktig måte å se det på. Det er snarere slik at en lærer har én hel stil, og at en annen lærer har en helt annen stil. Hvis lærlingen går fra mester til mester, vil de forskjellige stilene fremkalle en konflikt i ham. Det å arbeide hos mange



mestere destabiliserer og forvirrer lærlingen, slik at han ikke lenger bare kan kopiere en enkelt mesters stil. Dermed blir han tvunget til å skape sin egen, nye stil.

Kunstnerens løsning på risikoen for å bli en klon av en enkelt mester er en versjon av det Heidegger kaller å gjenfinne en praksis fra ens kulturhistorie og skape et resiprokt svar på den. Det vil si å gjøre noe som en gang passet inn i en hverdagspraksis, men som nå må gjenoppfinnes for å passe inn i nåtidens praksiser. Tenk på Martin Luther King som eksempel. Han avpasset den kristne nestekjærlighetspraksisen etter den svarte befolkningens situasjon i sydstatene i USA.<sup>8</sup> Akkurat slik en lærling som kun har én mester er tilbøyelig til å overta denne mesterens stil og gjøre alt hva mesteren ville ha gjort i den enkelte situasjonen, slik lærer også vanlige mennesker (og ekspertene) å gjøre det riktige på det riktige tidspunkt på den riktige måten. Gjenopptakelse av en tidligere praksis sparer en således for å reagere på den generelle situasjonen og tvinger en til å reagere på det Heidegger kaller den unike situasjonen. Erttersom det ikke finnes noen allerede godkjent måte å utføre den fortidige praksisen på, er man med andre ord nødt til å utvikle en ny fornemelse av hva som duger. Med dette oppnår man det høyeste ferdighetsnivået. Vi kaller det mesterskap.

## Er ferdighetsmodellen individualistisk, og må mesterlære være sosial?

En hyppig innvending mot vår modell for ferdighetstilleggelse er at vi i vår drøfting av læring ved erfaring kun på grunnlag av ens suksesser og fiaskoer, oppfatter eleven som et ensomt individ isolert fra den sosiale konteksten. Visse kritikere oppfatter derfor modellen vår som å være kartesiansk, fordi den synes å forutsette at det essensielle i læring er et isolert individ som får feedback fra omgivelsene. Den tanke at et nevralt nett kan tilegne seg en ferdighet ved læring gjennom forsterkning, synes å være innbegrepet av denne kartesianske tilnærmingen, hvor eleven like gjerne kunne være en hjerne i en beholder.

Vi mener at den temporale konteksten er avgjørende for ferdighetstilleggelse også i tilfeller med nevrale nett, men det stemmer at vi utviklet hele vår redegjørelse for ferdighetstilleggelse i bilkjøring, sjakkspill og til og med forskning uten å ta hensyn til den sosiale konteksten. Denne tilsidesettelsen av den sosiale situasjonen skyldes ikke noen forglemmelse. Selv om enhver læring selvsagt alltid finner sted i en sosial situasjon, spiller situasjonen etter vår oppfatning ikke nødvendigvis noen rolle for hva som læres. Dette er ikke det samme som å benekte at den sosiale situasjonen i visse tilfeller er avgjørende. I Jean Laves verdifulle undersøkelse av skredder-

lærlinger i Liberia er det for eksempel helt vesentlig at lærlingen – for å kunne tilegne seg ferdigheten – må lære de sosiale roller, økonomiske ordninger og moter som spiller en rolle for hva slags klær folk vil ha. Men på andre områder er det sosiale miljøet helt irrelevant igjen. En kan lære å bli sjakkspillemester ved å spille mot en datamaskin, og det nevrale nettverksprogrammet for backgammon lærte å spille backgammon på verdensmester-nivå ved bare å spille mot seg selv.

Trening og mesterlære er mer sosiale enn enkel ferdighetstilleggelse i den forstand at de tydeligvis krever at i hvert fall én annen person er til stede. Det skal dessuten tas hensyn til de maktreasjoner som bestemmer hvem som er autoritet, til hvilken form for lydighet som er nødvendig, osv. Men det betyr ikke at de fellesskapspraksiser som muliggjør ferdigheten, alltid er relevante for hva som læres, slik Lave og Wenger synes å angyde med sitt begrep om hvilken essensiell rolle «praksisfellesskaper» spiller.<sup>9</sup> Styrt forbedring kan finne sted, og finner faktisk ofte sted, kun med eleven og hans trener, og å lære vitenskapelige ferdigheter krever kun at man er lærling med en enkelt forsker som forbilde. I et forskerlaboratorium kan man således gjennom imitasjon lære å anvende en teori på den virkelige verden i en eksperimentell situasjon som er lagt opp og vedlikeholdt av en enkelt mester, uten å ha behov for å lære de fellesskapspraksisene som muliggjør den aktuelle vitenskapen eller den aktuelle forskerens rolle i dette fellesskapet. Det som betyr noe når man i undervisning lærer sine assistenter å undervise, er at de ser og imiterer engasjementet, åpenheten og forbindelsen til mesterlærernes tekster, ikke det akademiske fellesskapets praksiser eller læreres sosiale rolle. Ja, på et hvilket som helst læringsnivå kan en imitere sin lærers måte å gripe an emnet på uten å lære hvordan dette emnet passer inn i samfunnet. Det er derfor galt å tro at det sosiale miljøet i betydningen praksisfellesskaper er essensielt for tilegningen av en ferdighet eller avgjørende for forståelse av mesterlære.

For å unngå forvirring må vi foreta et par sonderinger. All betydning og all handlings forståelighet er ontologisk sett offentlig og basert på felles sosiale praksiser, slik at det Heidegger kaller verden, alltid er nødvendig som bakgrunn for all menneskelig aktivitet. Dette er Heideggers og Wittgensteins betydningfulle inn-sikt, som vi aksepterer fullt ut. For så vidt som begrepet praksisfellesskap henviser til dette omfattende felles aktivitetssystemet, må all ferdighetstilleggelse og mestertilleggelse finne sted i et praksisfellesskap som alltid allerede er forstått. Men den ontologiske nødvendigheten av en felles forståelse av den generelle sosiale situasjonen som er nødvendig for å erverve den ferdighet å leve i en sosial verden, må skjønnes klart fra den ontiske relevans av et bestemt sosialt miljø for tilegningen av en bestemt sosial ferdighet.<sup>10</sup>



Snakker man om praksisfellesskaper i flertall og om «medlemskap i et praksisfellesskap», snakker man ontisk om det sosiale. I ontologisk forstand tilhører man den ene felles hverdagsverdenen – jf. Heideggers begrep «In-der-Welt-sein» – men ontisk kan man (men behøver ikke å) være medlem av mange subverdener, for eksempel skredderlaug, komponistverdenen, teaterverdenen. Hvorvidt forståelsen av en bestemt sosial situasjon eller et praksisfellesskap er relevant for ferdighetstegnelse og mesterlære, avhenger av hvilken bestemt ferdighet som læres. Dette punktet er ikke bestandig klart, fordi begrepet om praksisfellesskap lett kan svinge mellom ontologisk og ontisk betydning. Akkurat det er ingen tilfældighet. Ertersom alle også på et område som sjakk må lære de felles konstituerende praksisene (regler og konvensjoner) som muliggjør spillet, er det nærliggende å anta at de også må sette seg inn i sjakksamfunnets praksiser (turneringer, rankinglister, sjakkklubber osv.). Men disse fellesskapspraksisene behøver overhodet ikke å inngå i ens tilegnelse av ferdigheten å spille sjakk, uansett om en er alene eller sammen med en trener.

Kanskje fordi vi to er utdannet innen filosofi og matematikk, er vi interessert i de nødvendige minimumsbetingelsene for tilegnelse av ekspertise og for mesterlære, og når man først har foretatt den ontologiske/ontiske distinksjonen, turde det være innlysende at deltakelse i et bestemt praksisfellesskap bare er nødvendig hvis man holder på å lære en sosial ferdighet som å bli skredder, hvor en forståelse av håndverkets sosiale innveving er en del av ferdigheten. Holder man derimot på å lære en teoretisk ferdighet som å forske, må man kjenne teorien og lære de laboratorieteknikker som konstituerer forskningsaktiviteten. Derimot er det ikke nødvendig å involvere seg i fellesskapspraksiser som å vurdere artikler og å søke om fondsmidler for å tilegne seg ferdigheten. Den omstendighet at deltakelse i de bestemte sosiale praksisene som muliggjør en bestemt aktivitet, er nødvendig for å tilegne seg de ferdigheter som i det alt vesentlige oppfatter relasjoner til et fellesskap, står for oss som et viktig særtilfelle, men kravet om at en lærling i slike tilfeller må være en del av et praksisfellesskap, bør ikke forveksles med de nødvendige og tilstrekkelige betingelsene for ferdighetstegnelse og mesterlære i alminnelighet.

## Konklusjon: utdanning på Internett kontra mesterlære

Mange mennesker i USA mener at Internett-utviklingen vil løse alle problemer innenfor utdanning. Dersom utviklingen går i riktig retning, hevder de, vil førsteklasses utdanning være tilgjengelig for alle – bare de behersker informasjons-teknologien. Problemene med for mange studenter og for få universiteter, så vel som det alvorlige problemet med adgangen til de gode, men dyre universitetene, vil være løst.

Vi mener at en slik tillit til Internett er farlig, fordi imitasjonen av lærerens eksempel, som vi har argumentert for, er et avgjørende viktig element ved læring av de ferdigheter som blir formidlet i formell utdanning på alle nivåer. På mange områder er det bare mulig for en elev å bli ekspert ved å imitere de daglige reaksjonene på spesifikke situasjoner fra en som allerede er ekspert eller ideelt sett mester, og det er bare ved nært samarbeid med elever i en felles situasjon at lærere kan videreføre sitt engasjement og sine ferdigheter til elevene. Som vi har sett, omfatter den felles situasjonen noen ganger fellesskapspraksiser som en del av det som læres, og noen ganger gjør den det ikke, men i alle tilfeller er trenerens eller mesterens faktiske tilstedeværelse avgjørende. For så vidt som vi derfor ønsker å lære ferdigheter på bestemte måter, og ikke minst praktisk klokskap i tilværelsen, støtter vi på Internettets grenser. Mesterlæring kan, så vidt vi kan se, bare fungere i de felles situasjonene som håndverkets produktjonssteder rommer, eller i nærheten av klasserommet og laboratoriet; aldri i cyberspace.

Å ta Internett i bruk slik representerer derfor en utarming, ikke en berikelse, av utdanningen. Det kan fremme en form for masseutdanning, men det vil kun lære elevene de regler og fakta som kan gjøre dem kompetente. Uten erfaring veiledet av eksperttrener og uten læreforhold til eksemplariske lærere hvis engasjement og stil gir seg til kjenne daglig, slik at det skjer en imitasjon, vil en slik masseutdanning normalt ikke skape eksperter, og klokskap og mestring vil ligge helt utenfor rekkevidde.