

Karen Frost Knudsen fra **Hund og træning** med foredrag om

Den sorte boks – læring i hjernen

Forord

Karen Frost er uddannet agronom med speciale i cellebiologi og adfærd. Karen Frost's ønskede med sit foredrag at give os den videnskabelige baggrund for læring og fortalte om, hvordan hjernens funktion har betydning for vores træning. Det var svært stof, som jeg vil forsøge at formidle og sætte det i relation til træningen af vores hunde. Jeg har også brugt information fra "KLIK dig til succes", som er skrevet af Karen S. Ulrich og Christina Ingerslev fra Hund og Træning.

Bemærk at tekst i **fed grøn** indeholder et link. KLIK på det!

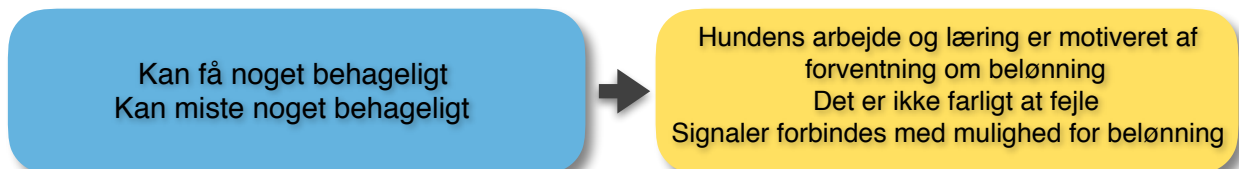
God læsning og "Læring" - Elisabeth Johansen



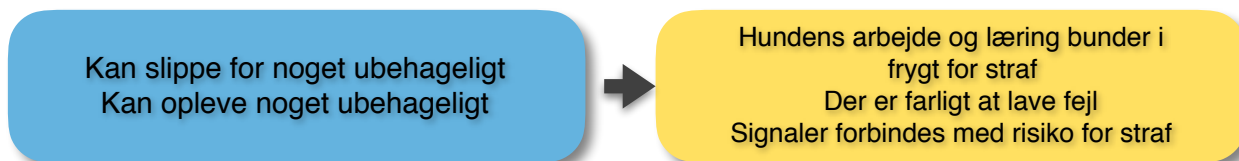
Den sorte boks – læring i hjernen

Gennem forskning får man hele tiden ny viden om læring, som vi kan bruge, når vi træner vores hunde. Den amerikanske psykolog B.F. Skinner var pioner i den forskning som viste, at der er større sandsynlighed for at dyret gentager en adfærd, hvis den efterfølges af en belønning, eller hvis adfærden resulterer i, at noget ubehageligt forsvinder. Omvendt mindskes sandsynligheden for at dyret gentager en adfærd, hvis det oplever, at det mister sin belønning, eller hvis adfærden udløser noget ubehageligt. Dyret lærer, fordi dets adfærd har en konsekvens. Det kaldes operant betingning, og Karen gav denne letforståelige fremstilling af de operante procedurer.

Træner man med belønninger oplever hunden, at den gennem sin adfærd



Træner man med straf og korrektion oplever hunden, at den gennem sin adfærd



Ønsker man at en adfærd skal forsvinde, sørger man for at hunden oplever at



Det er et etisk valg, om man vælger at træne med belønninger eller med straf og korrektion.

Træner man med belønninger, skal man helt undgå straf, fordi hunden vil huske ubehagelige oplevelser, og risikoen for straf påvirker hundens tillid til fører og hæmmer dens arbejdslyst og initiativ.

Træning gennem straf og korrektion virker, fordi den baserer sig på frygten for en skade og i yderste konsekvens døden. Så for at sikre overlevelse, har evolutionen sørget for, at følelsen af frygt er stærkere end andre følelser. Karen refererede her til Karen Pryors bog **Reaching the Animal Mind**.

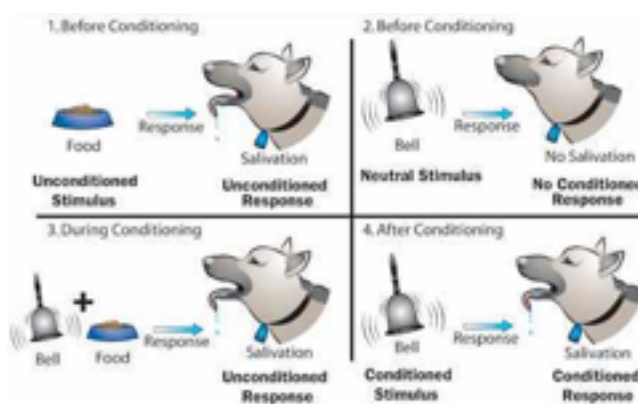
Fakta om hjernen og læring

Følelser styres af den del af det limbiske system - reptilhjernen, som kaldes amygdala, og sammen med hippocampus tager amygdala sig af følelsesmæssig hukommelse. Følelser som frygt og aggression styres af amygdala, mens følelser i forbindelse med belønning også involverer hypothalamus. I hjernen sker læring gennem belønning derfor på en anden måde end læring gennem straf.

Træning med belønninger

Vælger man at træne med belønninger, skal man for det første gøre sig klart, hvad hunden opfatter som belønning. Det skal være noget, hunden kan lide og vil arbejde for. For eksempel en lækker godbid eller en bold. Da det ikke altid er muligt at give belønningen med det samme, har vi brug for et signal, som fortæller hunden, at det, den gør lige nu, er det rigtige. Skal man for eksempel belønne hunden for at holde dummyen pænt, skal man markere for hunden, at det den gør er rigtigt, mens dummyen holdes roligt i munden, og så belønner man med godbiden bagefter. Markørsignalet skal gives, mens hunden udfører den ønskede adfærd, og godbiden gives bagefter. Husk markørsignalet skal altid efterfølges af en belønning.

For at markørsignalet skal have værdi for hunden og give den en god følelse, skal vi have overført værdien fra godbiden til markørsignalet. Det kaldes klassisk betingning, og var det Pavlov gjorde, da han fik forsøgshunde til at savle ved lyden af en klokke. Betingning på markørsignalet gøres ved at give markørsignalet og herefter godbiden uden at kræve noget af hunden. Markørsignalet kan være et klik, og [her](#) kan du se, hvordan man gør. Når det er gentaget tilstrækkelig mange gange, fungerer hjernen sådan, at følelsen af noget behageligt allerede indtræder, når markørsignalet gives, og ikke først, når godbiden spises.



Når man sidenhen træner øvelser med markørsignal og belønning, forskydes den behagelige følelse efterhånden over til øvelsen selv.

Derfor virker belønninger

Karen forklarede, at klassisk betingning foregår i amygdala, som styrer den følelsesmæssige hukommelse. Den behagelige følelse, som udløses, når hunden får belønningen, skyldes udskillelse af endorfiner og dopamin. Stærkt forenklet kan man sige, at endorfiner hænger sammen med godbiden og belønningssystemet "liking", mens dopamin hænger sammen med trangen til mere og belønningssystemet "wanting/seeking". De to belønningssystemer følges ad, og Karen gav som eksempel en narkomans følelse ved indtagelse af et stof som "liking", mens trangen til mere bunder i "wanting/seeking". Når man træner med positiv forstærkning, vil udskillelsen af endorfiner hænge sammen med selve belønningen, mens markørsignalet udløser dopaminfrigivelsen.

Typen af læring

Hunde kan lære på forskellige måder og har forskellige typer af hukommelse. Man deler læringen op i

- Associativ - klassisk betingning, hvor reaktionen på en stimulus overføres til en anden
 - operant betingning, hvor adfærd associeres med en konsekvens

som begge er beskrevet ovenfor og:

- Habituering - tilvænning til sanseindtryk, som mindsker reaktionen. For eksempel lyden af støvsugeren.
- Sensibilisering - øget følsomhed overfor sanseindtryk. For eksempel fyrværkeri. Karen understregede at det er vigtigt at være på vagt overfor sensibilisering, fordi det kan have afsmittende effekt. En hund der er bange for fyrværkeri kan blive bange for andre svagere lyde. Derfor skal man gribe ind med angstdæmpende behandling med det samme.

Det bragte os videre til, hvordan **klassisk betingning** foregår i hjernen:

Afspilning af en tone medfører ikke blinke, fordi der **ikke** er forbindelse mellem den sensoriske neuron, som registrerer tonen og den motorneuron, som får øjet til at blinke.

Luftpust mod øjet medfører blinke, fordi synapsen mellem den sensoriske neuron, som registrerer pustet mod øjet og den motorneuron, som får øjet til at blinke, er stærk.

Præsenteres tone og luftpust lige efter hinanden nogle gange, vil tonen alene få øjet til at blinke, fordi synapserne mellem neuroner forstærkes, når de er aktive samtidig.

Den mekanisme, som får overført reaktionen fra et sanseindtryk til et andet sanseindtryk, som er kommet umiddelbart før, kaldes for Hebbs regel. Den har betydning, når vi træner med markørsignal, fordi markørsignalet skal komme før godbiden, og vi skal være opmærksomme på, at vi ikke sætter andre signaler på, før markørsignalet kommer. Putter man hånden i lommen, før man klikker, så bliver det håndens bevægelse mod lommen, som bliver associeret med godbiden.

For at forklare Hebbs regels betydning for operant betingning, gav Karen dette eksempel

- En hund er i samme rum som en flyballmaskine - synet af flyballmaskinens udløser har ingen betydning for hunden.
- Hunden trykker tilfældigt på udløseren.
- Det medfører, at hundens yndlingsbold skydes ud af maskinen, og hunden drøner efter bolden. En adfærd, som opfattes som behagelig for hunden, og der er stærke synapser mellem synet af bolden, og de nerveceller, der er ansvarlige for bevægelse.
- Når hunden igen og igen oplever at tryk på udløseren, får bolden til at flyve ud, så forstærkes synapserne mellem synet af udløseren, og de nerveceller, der får hunden til at sætte poterne på udløseren.
- Resultatet er, at svage synapser er blevet styrket, og at hunden har lært en ny adfærd, fordi adfærden førte til noget behageligt - frigivelse af dopamin.

Hvad sker ved habituering og sensibilisering

Karen forklarede, at der sker ændringer i synapserne (forbindelserne) - mellem de sensoriske neuroner (de nerveceller, som opfatter sanseindtrykket) - og de motoriske neuroner (de nerveceller, som sender signalet videre til musklerne).

Ved habituering bliver synapsen mellem de sensoriske og motoriske nerveceller mindre.

Ved sensibilisering bliver synapsen mellem de sensoriske og motoriske nerveceller større.

Ved sensibilisering vil dyret ikke kun reagere på det ubehagelige sanseindtryk - stimulus, men også på andre stimuli, der optræder samtidig. Det sker gennem forbindelser, som kaldes interneuroner. Det vil sige, at hunden også kan blive følsom overfor sanseindtryk, den tidligere har vænnet sig til.

Signalstoffer, som kaldes neurotransmittere, for eksempel serotonin, sender signaler mellem neuronerne. Derfor kan habituering midlertidigt ske fordi synapserne er løbet tør for neurotransmittere, mens langtidshabituering skyldes at synapsen mellem nervecellerne er blevet så lille, at der ikke sendes noget signal.



Fra <http://www.tevradogtraining.co.nz/training.html>

Forstærkning af adfærd

Karen forklarede, at forbindelsen mellem den diskriminerende stimulus (synet af udløseren på flyballmaskinen) og det operante respons (sætte poterne på udløseren) styrkes, når den forstærkende stimulus (bolden) overrasker individet. For at styrke det netværk, der opfatter belønningen med det netværk, der producerer den operante respons (den adfærd vi ønsker hunden skal lære), er det vigtigt, at den forstærkende stimulus (belønningen/bolden) er tydelig for hunden, og at den opfattes som behagelig, dvs at dopaminnetværket er en aktiv deltager.

Eller sagt på en lidt anden måde, så lærer hunden kun, at synet af flyballmaskinen skal få den til at trykke på udløseren, hvis den oplever, at bolden kommer flyvende, så snart den trykker på udløseren. Og indlæringen sker hurtigere, hvis hunden bliver overrasket, og bolden kommer flyvende, end hvis den bare triller stille ud.

Hvis træning gennem forstærkning af adfærd skal være effektiv, skal **timing** være rigtig. Bolden fra flyballmaskinen kommer, idet hunden har poterne på udløseren, og ikke når hunden er gået videre for at snuse til noget andet i rummet.

Vi skal opdele øvelserne i delmomenter og sætte **kriterier**, som det er muligt for hunden at finde ud af. Ellers får vi ikke noget at belønne.

Hunden skal opfatte **belønningen** som attraktiv. Jo sværere en øvelse er jo bedre belønning skal vi bruge, men efterhånden som hunden kan øvelsen kan vi nedtrappe belønningen, fordi øvelsen i sig selv udløser dopaminfrigivelsen.

I tilfældet med flyballmaskinen kommer belønningen perfekt, men i mange tilfælde har vi brug for et markørsignal, som fortæller hunden, at det, den gør lige nu, udløser en belønning om lidt. Det kræver, at vi er præcise

med vores markørsignal, og Karen forklarede, at det er svært at lære, og vi er nødt til at øve os. Vi skal ikke holde os tilbage, fordi vi er bange for at lave fejl, hundene skal nok lære noget alligevel. Til gengæld skal vi ikke blindt gentage en øvelse, hvor hunden ikke rammer den rigtige adfærd. Stop op og lav øvelsen om og sæt kriterierne, så hunden kan gøre det rigtigt. Hvis vi føler, at hunden "giver os fingeren", så er det, fordi den ikke har forstået opgaven. Karen rådede også til at stoppe træningen, hvis hunden begynder at lave fejl i en øvelse, som den har udført rigtigt tidligere i træningen. Karen fortalte, at det gør indlæringen nemmere, når træningen starter med succes, og derfor er det vigtigt at planlægge træningen, så man er sikrer succes. Det er mest for førers skyld, hvis man vælger at slutte med succes ved at lave en lettere version af øvelsen eller en anden øvelse, som hunden kan. Men opstår der fejl, så stop straks, så fejlen ikke gentages.

Hukommelse

Hvis hunden skal bruge, det den har lært, skal den kunne huske det. Man skelner mellem to slags hukommelse: genkendelse og genkaldelse, hvor genkaldelse kræver mest læring. Bestemte indtryk eller stimuli aktiverer netværk i hjernen, så informationen kan kaldes frem.

Den del af reptilhjernen, som hedder hippocampus, er vigtig for hukommelse og evnen til at lære. Specielt bevidst læring. Hjernestrukturerne, som hedder det motoriske cortex, lillehjernen og basalgalerne er vigtige for at kunne koordinere bevægelser, og basalgalerne er vigtige for den motoriske hukommelse. Når bevægelsesmønstre indlæres, er man i starten bevidst om bevægelserne, men ved gentagelse bliver de ubevidste. Så udtrykket "det ligger på rygmarven" skulle måske hedde "det ligger i basalganglierne".



Billede fra <http://www.peacelovepawsllc.com/pet-training/>

Hvis en færdighed skal huskes, så skal øvelsen gentages, ellers bliver den hurtigt glemt, fordi forbindelserne i hjernen svækkes, når de ikke bruges. En færdighed, som har været godt indlært, kræver også vedligeholdelse, men vil hurtigt kunne genopfriskes, selv om der er gået lang tid.

Processen, hvor information overføres fra korttidshukommelsen til langtidshukommelsen, kaldes konsolidering og medfører, at minderne overføres fra hippocampus til cortex. Det kræver opmærksomhed, sammenhæng og gentagelse. Karen nævnte, at en øvelse huskes bedst, hvis træningen genoptages efter 24 timer. Hunden vil så være i samme fysiologiske tilstand, og fænomenet kaldes "state dependent learning".

Bevidsthed er godt

Jo mere bevidst, man er om opgaven, jo hurtigere læres den, mens det kræver flere gentagelser, hvis man er ukoncentreret. Det betyder også, at jo mere bevidst hunden er, om at dens adfærd kan føre til belønning, jo mere opsat vil den være på at gentage det rigtige. En af de måder man kan øge hundens opmærksomhed på øvelsen er ved at bruge **fristeøvelser** eller omvendt lokning. Hvis du ønsker at gøre din hund bevidst om at holde dummyen, er den adfærd du ønsker, så frist den med en belønning. Marker, når hunden har holdt længe nok, og lad den få belønningen. Slipper den dummyen, så fjernes belønningen, man venter lidt og prøver igen.

I øvelser, som kræver både præcision og fart, skal man træne præcision først og siden fart. Det hjælper ikke, at hunden spurter ud til dummyen, hvis den ikke først har lært, hvordan den samler den ordentlig op. Opsamling skal være trænet så mange gange, at bevægelserne er automatiseret, at de ligger på rygmarven.

Følelse

Det påvirker også læringen, hvordan hunden har det, når vi træner. Er den glad og "tændt" lærer den bedre, fordi der udløses stresshormoner. Motivationen for at arbejde hænger sammen med forventning om belønning. Det er mange indre kræfter, der er sat i spil, og derfor skal man passe på ikke at overskride den tærskel, hvor stresset bliver for højt. For eksempel skal der foregå noget, hunden opfatter som behageligt under skudtræning, og man skal højst afgive 1-2 skud, da stresseffekten øges for hvert skud. Se også reportagen om "**Stress, træning og adfærdsproblemer**" med Irene Jarnved.

Take home messages:

- Hundetræning uden brug af straf kræver viden om læringsteori, hundens adfærd og praktiske færdigheder.
- Marker præcis, når din hund gør det rigtige. Markér, når hunden har dummyen i munden, ikke når den er ved at slippe den.
- Sørg for at belønne hunden godt, så den gerne vil gøre det igen. Så får du hjælp af hjernens belønningssystemer.
- Sørg for at belønningerne er ekstra gode, når hunden skal lære noget nyt eller noget svært.
- Værdien af belønningen kan overføres til et signal, som kommer før belønningen. For eksempel overføres værdien af belønningen til markørsignalet, værdien af markørsignalet til øvelsen, og værdien af øvelsen til kommandoen. Tænk på din hunds reaktion, når du siger "ska vi ud at gå tur?". En serie ord har fået værdi.
- Indlæring kræver gentagelse, og der skal mange gentagelser til for at danne stærke forbindelser i hjernen. Hunden, som kun har trykket en gang på flyballmaskinens udløser, vil være tøvende de næste par gange. Men har den gjort det flere gange ved forskellige lejligheder, og med flyballmaskinen placeret i forskellige omgivelser, vil den være fuldstændig sikker på, hvad den skal gøre, når den ser flyballmaskinen.
- Sikker indlæring kræver, at øvelsen laves i forskellige miljøer, så signalet også forstås, når der er forstyrrelser. Det er ikke nok med "den kan godt derhjemme".



tegning fra <http://www.gibbons.de/main3/00home.html>