

Teori omkring enkelte avlsmetoder

Hilde Bremnes (fra boken Genetikk, Avl og Oppdrett, 3. utgave. NKK 2005)

Innenfor husdyravlen har man lenge vært opptatt av å få fram dyr med spesielt utseende og/eller spesielle egenskaper. For å nå sine mål har forskjellige avlsmetoder vært benyttet. Når det gjelder våre produksjonsdyr som f.eks. ku og gris finner vi helt andre avlsmål enn innenfor hundeavlen. Hos ku er det bl.a. melkemengde og -kvalitet og et funksjonelt eksteriør som er viktige egenskaper. Grisen skal produsere kjøtt, og derfor har man lagt stor vekt på kjøttfylde og -kvalitet i avlsarbeidet. Grisens evne til å produsere mange grisunger har også vært viktig. For å få en populasjon med de ønskede egenskapene har det vært drevet et intenst avlsarbeid hvor avkomsgransking har vært det viktigste hjelpemiddel. På ku har man f.eks. vært lite interessert i raseavl. Dette har resultert i at de rasene vi hadde i Norge er blandet sammen til en rase: Norsk rødt fe (NRF).

Innenfor hundeavlen er rasene av svært stor betydning. Når vi mennesker skal anskaffe oss en hund er det for de fleste viktig å vite noe om hva vi kan vente oss av hunden vi velger. Dette gjelder størrelse, egenskaper, gemytt, pels osv.

Raseavlens store fordel er forutsigbarheten. Vi vet med stor sikkerhet hvilken størrelse hunden vil få, vi kan si hvor mye eller lite arbeid pelsen vil medføre. Hundens mentale egenskaper kan til en viss grad forutsies. Rasens jakt-, vakt-, gjeterhundegenskaper vet oppdretterne mye om. For de fleste som skal kjøpe seg en valp er det et ønske at slike kunnskaper er kjent.

Avlsmetoder

Vi har en rekke forskjellige avlsmetoder. Klassifiseringen kan variere endel fra lærebok til lærebok. Et prinsipp er felles for alle, nemlig at inndelingsgrunnlaget er basert på den innvirkning avlsmetoden har på graden av homozygoti.

Paring av dyr tilhørende samme rase kalles **reinavl**. Innenfor denne avlsmetoden finner vi alt fra den mest intensive innavl til paring av individer som er mindre i slekt enn gjennomsnittet for populasjonen. Reinavlen er inndelt i innavl, linjeavl og utavl. Mellom innavl og linjeavl finner vi ingen klar grense. **Innavl** defineres av genetikere som *paring mellom individer som er mer beslektet med hverandre enn det gjennomsnittlige slektskap innenfor populasjonen (rasen)*. Hvor tette paringer som utifra denne definisjonen er innavl, er avhengig av den enkelte rasen. I raser hvor storparten av hundene er i

nær slekt med hverandre, kan paring mellom to oldebarn av en hund være utavl, mens for andre raser vil det etter definisjonen være en innavl.

I praktisk avlsarbeid sier man at innavl er paring av nære slektninger. "Nære slektninger" er et lite spesifikt begrep og dette er årsaken til uenigheten om hva som er innavl og hva som er linjeavl. Noen sier at "nære slektninger" er fullsøsken eller foreldre/avkom. Andre mener grensen for innavl er paring av søskenbarn. Definisjon på **linjeavl** er *paring av dyr på en slik måte at avkommet blir sterkt beslektet med en bestemt fremragende ane*. Ofte er det et hanndyr som er denne anen, men det kan også drives linjeavl på hunndyr. Det er imidlertid ofte vanskelig å avgjøre om den paringen som foretas er innavl eller linjeavl. Innenfor hundeavlen befinner man seg ofte i et grenseland. For å beregne innavlgraden må man også ta hensyn til besteforeldre og oldeforeldre. Ofte er det de samme dyrene som går igjen på begge sider og de to dyrene som skal pares kan være mer i slekt enn det man tror.

Et eksempel var en paring som en raseklubbs avlsråd godkjente som linjeavl. Det neste avlsrådet satt spørsmålsteget ved dette og fikk utregnet slektskapsgraden for å vurdere om denne paringen var linjeavl eller innavl. Det ble satt opp en skjematisk stamtavle og slektskapsgraden ble utregnet (Figur 1). Slektskapsgraden mellom hannhund (L) og tisper (M) 31,25%. Til sammenligning ser vi av Tabell 1 at graden av slektskap mellom søsken er 50% og mellom halvsøsken 25%.

Innavlsgraden til kullet etter L og M er 15,6%. For å vurdere om dette er innavl eller linjeavl må man ta i betraktning at ved paring av halvsøsken blir innavlsgrad 12,5% og mellom helsøsken 25% (se *Tabell 2*). L og M er altså mer i slekt enn halvsøsken. Med denne informasjonen vil vel alle kalle dette innavl.

Det motsatte av innavl/linjeavl blir **utavl**. *Da pares individer som er mindre beslektet med hverandre enn det gjennomsnittlige slektskap innen vedkommende rase.*

Det er altså en rekke forskjellige avlsmetoder i bruk. De fleste benyttes i kommersielt husdyrbruk, hvor det ikke er raseavlen som står i høysetet. **Krysningsavl** innebærer paring mellom individer i forskjellige raser er lite brukt i hundeavlen. Denne avlsmetoden er det stort sett hundene selv som velger, som regel mot eieren vilje.

Gruppeavl brukes til en viss grad også i hundeavl. Her avles grupper av populasjonen isolert fra hverandre, slik at paringene skjer stort sett innenfor gruppene. Fra tid til annen benyttes et avlsdyr fra den ene gruppen på dyr i den andre, og man oppnår en tilførsel av nye gener. I hundeavlen vil de nasjonale grensene til en viss grad være et naturlig skille mellom grupper, og import /eksport representere utvekslingen av gener mellom gruppene.

Linjekryssing er en variant hvor man linjeavlster sterkt innenfor spesielle linjer for av og til å pare dyr fra to linjer.

Slektskap mellom individer

I avlsarbeidet oppgir man slektskapet mellom individer med prosent. Antall prosent angir hvor stor del av genmassen som har samme opprinnelse. Hver av foreldrene har tusenvis av genpar, og avkommet vil alltid få nøyaktig 50% av genmassen fra far og 50% fra mor. Det er 50% sannsynlighet for at et gen en av foreldrene vil være å finne hos avkommet. Ut fra dette sier vi at det er 50% slektskap mellom hver av foreldrene og deres avkom.

Vi vet også at besteforeldrenes gener vil være å finne hos dette avkommet. Sannsynligheten for å finne et gen fra bestefar eller bestemor er 25%. Slektskapet mellom

avkom og besteforeldre er altså 25% slektskap. Det er tilfeldigheter som avgjør om det ene genet i et genpar kommer fra bestemor eller bestefar. Dette gjør at slektskapsprosenten i dette tilfelle blir et gjennomsnittlig tall. Tilsvarende slektskaptall kan beregnes for søsken, halvsøsken osv, og man vil da se at slektskapet halveres for hvert ledd i stamtavlen:

Tabell 1. Graden av slektskap.

Slektskap til	Graden av slektskap (%)
Besteforeldre	25 %
Foreldre	50 %
Søsken	50 %
Halvsøsken	25 %
Søskenbarn	12,5 %

Innavl - innavldepresjon

I hundeavl er linjeavl en mye benyttet avlsmetode, og slik har nesten alltid vært. Ut fra den utviklingen som den moderne hunden har gjennomgått, ser man at dette er en god avlsmetode. Graden av linjeavl avgjør hvor gode resultater man oppnår på lang sikt. I figuren over avlsmetodene ser man tydelig at grensen mellom innavl og linjeavl er flytende, og det er her problemet ligger. Kunsten når det gjelder denne avlsmetoden, er å forhindre en stor innavlsgrad.

Tabell 2. Graden av innavl.

Paring av en hund med en av sine	gir innavlsgrad*
Besteforeldre	12,5%
Tanter/onkler	12,5%
Foreldre	25%
Søsken	25%
Halvsøsken	12,5%
Søskenbarn	6,25%

* Forutsetningen for disse beregningene er at hundene ellers er ubeslektede.

L	F	A	
		B	X
	I	E	
		D	X
M	J	F	A
			B
		G	C
	K		D
		E	
		D	X

Figur 1. Illustrasjon av stamtavlen til avkom etter kombinasjonen L x M. Ved å studere bokstavkodene ser man hvordan de samme hundene går igjen flere steder på stamtavlen og i flere ledd bakover. Innavlsgraden hos avkom blir 15,6%, altså sterkere enn ved paring mellom to halvsøsken (12,5%). I beregningen er det også tatt med at X ligger bak både D og B i 6 generasjon.

Innavlsgraden angir graden av homozygoti. Hos en hund som er homozygot for en egenskap, befinner det seg like alleler (gener) på tilsvarende locus på begge kromosomene i et genpar. Ved høy grad av homozygoti er det mange genpar som inneholder like gener. Dette er negativt på mange måter, både med hensyn til kroppens immunforsvar, sykdom og defekter, reproduksjon osv.

Fordelene med linjeavl er at ved å øke homozygotien vil forutsigbarheten øke. Ved en paring vil oppdretteren i større grad vite noe om hvilke eksteriøre trekk og andre egenskaper som vil dominere hos avkommet. Dersom man driver en intens linjeavl eller innavl, f.eks. parer individer som er mer i slekt enn søskenbarn, vil dette medføre en økende grad av innavl. På kromosomnivå vil dette bety at antall ulike gener reduseres. Stadig flere genpar blir homozygote, og den genetiske variasjonen redu-

seres. Dersom dette kun hadde skjedd med de positive egenskapene og vi som oppdrettere hadde kunnet styre hvilke gener som skulle fordobles, ville dette vært en fornuftig avl. Men så enkelt er det ikke! Sannsynligheten for at de letale genene og genetiske defekter også fordobles, er også økende ved økende grad av innavl. Letale gener er gener som i dobbel dose er dødelige. Det er viktig å være klar over at alle individer bærer opptil flere letale gener og/eller sykdomsgener. I tillegg til den økte forekomsten av homozygote letalgener og sykdomsgener i en innavlet populasjon, vil man oppleve nedsatt fruktbarhet hos individene i populasjonen. Det kan skrives mye om dette temaet, men det viktige her er å fokusere på følgene av for intens linjeavl.

Matadoravl leder ofte til innavlsproblemer. Dette har bl.a. svenske Per-Erik Sundgren skrevet om flere steder. Det som ofte skjer er at en god hannhund i en periode parer et

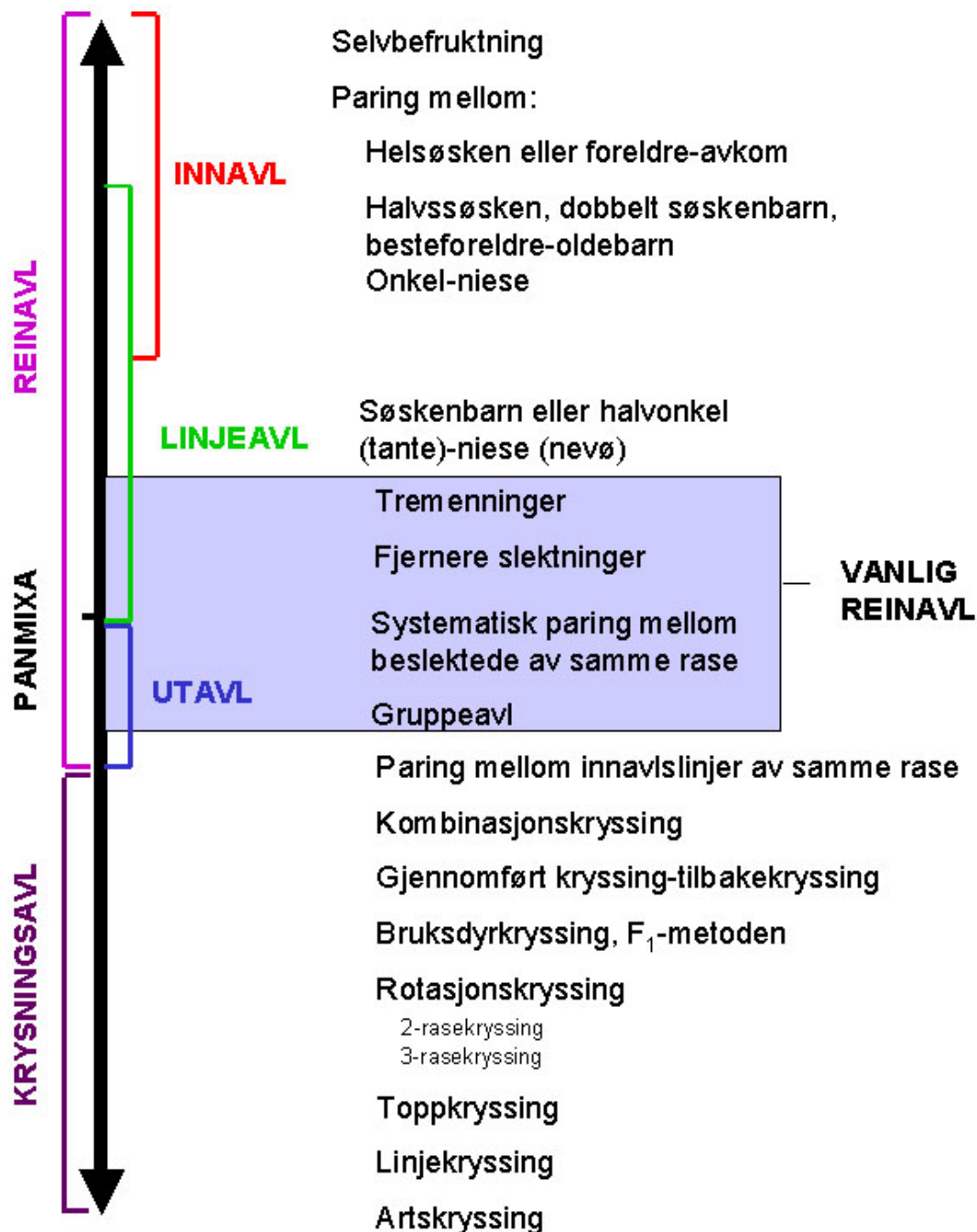
stort antall tisper. I en liten populasjon vil dette føre til store deler av populasjonen etterhvert vil være i slekt med hverandre. Det er god avlspolitikk å la de beste individene spre sine gener i større grad enn andre individer, men det er like viktig å bevare det genetiske mangfoldet. Dette er en ba-

lansegang som de som styrer avlen innenfor en rase er klar over.

En tommelfingerregel for bruk av en hund:

En hund skal ikke ha flere avkom enn tilsvarende 5 % av antall registrerte hunder i rasen i en 5 års periode

Avl med sikte på økt homozygoti



Figur 2. Skjematisk framstilling av begrepene innavl, linjeavl og utavl.

Beregning av innavlsgrad

Astrid Indrebø (fra boken Genetikk, Avl og Oppdrett, 3. utgave. NKK 2005)

En enkel metode for beregning av innavlsgraden er et viktig hjelpemiddel i planmessig avl. Dersom det drives linjeavl gjennom flere generasjoner, kan innavlsgraden bli svært høy til tross for at stamtavlen ved første øyekast kan se ut til å være «grei nok».

Innavlsgraden ved paring av en hund med en av sine helsøsken, halvsøsken osv er vist i tabellen til høyre. Det er imidlertid viktig å være klar over at den innavlsgraden som er oppgitt i tabellen, forutsetter at hundene forøvrig er ubeslektet og at «fellesnevner», dvs den/de hunden(e) det linjeavles på ikke selv er linjeavlet.

Slektskapet mellom helsøsken er alltid 50%. De har fått halvparten av sine gener fra mor og halvparten fra far, slik at slektskapet mellom foreldre og avkom også alltid er 50%. Paring mellom to helsøsken eller mellom far og datter gir derfor en innavlsgrad på 25%. Slike beregninger er enkle å foreta. Det blir noe mer komplisert når vi parer to linjeavlede, beslektede hunder eller det foreligger flere felles faktorer.

Tabell 1. Innavlsgrad (forutsatt at hundene forøvrig er ubeslektet med hverandre og ikke selv er linjeavlet). Innavlsgraden oppgis som % (mellom 0 og 100%) eller et tall mellom 0 og 1.

Paring av en hund med en av sine:	Gir innavlsgrad:
-----------------------------------	------------------

Helsøsken	25% (0,25)
Foreldre	25% (0,25)
Halvsøsken	12,5% (0,125)
Besteforeldre	12,5 % (0,125)
Onkel/tante	12,5% (0,125)
Søskenbarn	6,25% (0,0625)

Hvordan beregner vi så innavlsgraden?

Beregningen bygger på at slektskapet halveres for hver generasjon. *Eksempel 1* viser en stamtavle for avkom etter en far x datter paring. I denne stamtavlen er B eneste fellesnevner. Vi teller generasjoner mellom like bokstaver (navn) på hver side av stamtavlen. I dette eksempelet blir det antall generasjoner mellom de to B'ene, eller veien fra B til B. Hvor mange bokstaver (navn eller generasjoner) er det mellom de to B'ene? I dette tilfellet er det 2, nemlig A og C. «Veien» blir altså AC.

Vi benytter oss av følgende formel:

$$\text{Graden av innavl} = F = \Sigma(0,5)^n$$

n=antall generasjoner mellom fellesnevner, i dette tilfelle 2. Innavlsgraden for A blir altså

$$F_A = 0,5^2 = 0,25$$

Men hvorfor teller vi ikke også veien fra X til X eller fra Y til Y på hver side av stamtavlen? Da ville vi tatt med B to ganger i vår beregning, i det veien ville blitt BACB. Det ville gitt helt feil resultat. Når man setter opp en slik «vei» som beskrevet ovenfor, hvor man altså teller generasjoner **mellom** like bokstaver på hver side av stamtavlen, skal **en bokstav (hund) aldri være med mer enn én gang**. Og du må alltid telle gjennom den hunden (bokstaven) du skal regne innavlsgraden for.

Eksempel 1: Stamtavle for avkom etter en far x datter-paring. Innavlsgrad: $0,5^2 = 0,25$.

A	B	X	H
			G
	C	Y	I
			J
		B	X
			Y
	D	E	
		F	

La oss prøve oss på en noe mer komplisert stamtavle som er gjengitt i *Eksempel 2*. Her er det to fellesnevnerer; vi ser at både X og I forekommer på begge sider. Veien mellom de to X'ene er BAC og mellom I'ene YBACM.

Innavlsgraden blir $F_A = 0,5^3 + 0,5^5 = 0,125 + 0,03125 = \mathbf{0,1563 (15,6\%)}$

Eksempel 2: Samtavle for en hund med innavlsgrad 0,1563.

A	B	X	G
			H
	C	Y	I
			J
		X	G
			H
	M	I	
		K	

Vi har her sett på en 4 generasjoners stamtavle for valpen A. Dersom det er foretatt slektskapsavl i generasjoner, kan det vise seg at slektskapet egentlig er enda større enn det framgår av denne stamtavlen og beregningen. *Eksempel 3* viser en 5 generasjoners stamtavle på den samme valpen. Her ser vi at hannhunden X viser seg å være resultatet av en mor x sønn paring. Hvordan skal vi få dette inn i beregningen vår? Vi må regne ut også innavlsgraden for X. Bak X har vi fellesnevneren H. Veien mellom de 2 H'ene på hver side av stamtavlen til X, er GX.

Innavlsgraden for X blir altså $F_X = 0,5^2 = 0,25$

Dette settes inn i følgende formel for innavlsgraden for A: $F_A = \Sigma(0,5)^n(1 + F_X)$

Innavlsgraden for A på grunnlag av denne 5 generasjoners stamtavlen blir:

$$F_A = 0,5^3 (1 + 0,25) + 0,5^5 = 0,125 \times 1,25 + 0,03125 = 0,15625 + 0,03125 = \mathbf{0,188 (18,8\%)}$$

Dette er en meget tett paring som nærmer seg helsøskenparing i innavlsgrad.

Eksempel 3: En 5 generasjoner stamtale for hunden A. Etersom X er resultatet av en far x datter paring, blir den reelle innavlsgraden høyere enn angitt i eksempel 2.

A	B	X	G	L
			H	H
			I	
		Y	J	
	C	X	G	L
			H	H
			I	
		M	K	

Helsøskenparinger vil alltid være forbundet med meget stor risiko for problemer. Dette er noe de fleste skjønner; slike paringer gjør man rett og slett ikke. Men paringer kan faktisk ha enda større innavlsgrad enn helsøskenparinger, nemlig ved paring av 2 hunder som er tette slektninger og samtidig er linjeavlet i generasjoner.

I Eksempel 4 er B og C halvøsken, men slektskapet bak er enda tettere enn i forrige eksempel. X, G, K og J er også halvøsken, men dette kan vi først se av en 4 generasjoners stamtavle. I tillegg er J helsøster til X og I er deres halvbror. Utifra de opplysningene vi har, kan vi også sette opp en 6 generasjoners stamtavle som vil gi en noe større innavlsgrad enn det som er regnet ut, ettersom H er mor til G. Vi nøyer oss imidlertid her med de generasjonene som er angitt i skjema Eksempel 4.

Vi kan sette opp følgende «veier»:

Veien for X	ABC	= $0,5^3$
Veien for H ved innavl av X er $XG = 0,5^2$ For X blir innavlsgraden $0,5^3(1+0,5^2) = 0,125(1,25)$		
Veien for G	XBACMI IYBACX JYBACX JYBACMI	$= 0,5^6$ $= 0,5^6$ $= 0,5^6$ $= 0,5^7$
Veien for H	GXBACMK XBACMK JYBACX JYBACXG JYBACMK	$= 0,5^7$ $= 0,5^6$ $= 0,5^6$ $= 0,5^7$ $= 0,5^7$
Veien for I	YBACM YBACMK	$= 0,5^5$ $= 0,5^6$

$$F_A = 0,5^3 (1 + 0,25) + (0,5^5) + 6(0,5^6) + 4(0,5^7) = 0,15625 + 0,03125 + 6(0,015625) + 0,0078125 = 0,15625 + 0,03125 + 0,09375 + 0,03125 = \mathbf{0,313 (31,3\%)}$$

Eksempel 4. Innavlsgraden ved denne paringen er 0,313, og er atskillig tettere enn en helsøskenparing til tross for at mor og far til kullet ikke er helsøsken, men halvsøsken.

A	B	X	G	L	
			H	H	
		Y	I	G	
			J	G	
			H	H	
	C	X	G	L	
			H	H	
		M	I	G	
			K	I	I
				H	H

Dette var en kort innføring i en enkel modell for beregning av innavlsgraden. For mer inngående lesning anbefales f.eks. Roy Robinson: *Genetics for Dog Breeders*. Pergamon Press. ISBN 0-08-025917-0.

**Husk at de stamtavlene som er satt opp her, er ment som illustrerende eksempler - ikke på paringer man bør foreta!!
Det frarådes på det sterkeste!**

Tall til hjelp ved utregning av innavlsgrad

$$(0,5)^2 = 0,25$$

$$(0,5)^3 = 0,125$$

$$(0,5)^4 = 0,0625$$

$$(0,5)^5 = 0,03125$$

$$(0,5)^6 = 0,015625$$

$$(0,5)^7 = 0,0078125$$

$$(0,5)^8 = 0,0039062$$

$$(0,5)^9 = 0,0019531$$

$$(0,5)^{10} = 0,0009765$$

Avlsmetoder i praksis - innavl, linjeavl eller utavl?

Astrid Indrebø (fra boken Genetikk, Avl og Oppdrett, 3. utgave. NKK 2005)

Seleksjon - utvalg - av avlsdyr er grunnlaget i hundeavlen, liksom det er for all annen avl. I villhundens tid medførte seleksjon at det var de sterkeste og mest livskraftige og tilpasningsdyktige individene forplantet seg og brakte slekten videre. Hos tamhunden ønsket man å fremavle spesielle egenskaper, i første rekke jakt-, gjete- og vaktegenskaper sammen med hundens tilpasningsevne, lærevillighet og sosiale egenskaper. Sunnhet var en forutsetning for at hunden skulle fungere som menneskets hjelper.

Etterhvert som de ulike rasene har oppstått og fått sin rasebeskrivelse eller **rasestandard**, er hundens eksteriør også blitt viktig i seleksjonen. Oppdeling i raser gjør at slekten hund deles inn i en rekke ulike populasjoner, noen ganske store, andre svært små. I Norge har vi i dag registrert 239 raser (i flg registreringer for siste 5 år, Hundesport 2/2004).

I den moderne hundeavlen spiller eksteriøret stor rolle for mange raser. Rasens standard er blitt oppdretternes "arbeidstegning". For andre er bruksegenskapene av størst viktighet. Felles for de fleste raser er imidlertid at sunnhet eller seleksjon mot sykdommer settes i høysete (se artikkelen *Kartlegging av arvelige defekter. Resultater fra en undersøkelse*).

Dette er den egentlige definisjonen på innavl:

Innavl er paring mellom to individer som er mer beslektet med hverandre enn gjennomsnittet i rasen.

På bakgrunn av denne definisjonen, praktiserer nok de fleste oppdrettere i større eller mindre grad en eller annen form for innavl i enkelte generasjoner, for så å foreta mer eller mindre rene utavlsparinger i neste generasjon.

Ordet «innavl» har en negativ klang i all type avl - enten det dreier seg om kuer, griser - eller hunder. I hundeavlen brukes ordet «linjeavl» når det dreier seg om svakere innavl, mens ordet innavl først taes i bruk om paringer av halvsøsken, bestefar x

barnebarn osv. Helsøskenparinger eller far x datter paringer er meget sterke innavlsparinger som bør frarådes på det sterkeste.

Erfaringer i praktisk avlsarbeid tilsier at en moderat bruk av linjeavl i enkelte generasjoner er nødvendig for å nærme seg vårt avlsmål: Den "perfekte" sunne og rasetyppiske hunden.

I raser hvor det i stor grad drives utavl i generasjon etter generasjon, vil spredningen av individer både når det gjelder fenotype og genotype bli svært stor. Rasen blir etterhvert lite enhetlig og mindre forutsigbar; stadig flere hunder ligger lenger unna "det ideelle" både innen eksteriør og mentale egenskaper. Ønsker man å stabilisere flere egenskaper i en rase, er en viss grad av linjeavl ofte en forutsetning for å lykkes. En seriøs og erfaren oppdretter vil etterhvert kjenne "sine" linjer svært godt, og kan følgelig med en viss sikkerhet forutsi resultatet i større grad enn en som kun driver utavl med utavlede hunder.

MEN - forutsetningen for å lykkes i linjeavl er at man så langt som mulig virkelig vet hva man driver med. Det er svært viktig at man virkelig kjenner individenes bakgrunn, deres fordeler og ikke minst deres svakheter. Det samme gjelder hundenes slektninger. Det man ønsker, er å doble de "positive" genene, det vil si gener for positive egenskaper, både ved bruksegenskaper, eksteriør og sunnhet. **Det man imidlertid kan risikere, er å doble de "negative" egenskapene.** Faren for dette vil alltid være tilstede, og dette må man være MEGET oppmerksom på!

Ved linjeavl bør man derfor legge STØRST vekt på de negative egenskapene, og velge ut de individene som har færrest negative egenskaper!

Spesielt må man ta hensyn til hundens sunnhet – det er grunnlaget for all avl.

Individer som med stor sannsynlighet bærer gener for alvorlige arvelige defekter må ikke brukes i linjeavl!

Unntaket er testparinger hvor formålet er å finne ut om vår avlshund virkelig bærer disse genene eller ikke. Slike *testparinger er imidlertid ikke noe en oppdretter skal foreta på egenhånd*, men kun i samarbeid med høyt kvalifiserte fagfolk som følger opp valpene - f.eks. Norges veterinærhøgskole.

Linjeavl passer dårlig for nybegynnere, da de ikke har noen forutsetning til å kjenne hundene i generasjoner bakover. Man kan være heldig, men dessverre minst like ofte svært uheldig. Derfor er samarbeid helt vesentlig. Her i Norden har vi noe nærmest unikt, nemlig avlsråd eller avlsveiledere for de aller fleste raser.

Nøkkelordene er kunnskap, åpenhet og samarbeid.

En del klubber har i sine retningslinjer for hundeavl angitt at man ikke bør foreta nærmere paringer enn søskenbarn.

Dette er en god retningslinje, men selv paringer mellom søskenbarn krever meget god kjennskap til linjer, deres svakheter og fortrinn. En slik paring gir en innavlsgrad på 6,25% dersom ikke søskenbarna har flere felles aner enn en av besteforeldrene. Har de f.eks. to felles besteforeldre, blir innavlsgraden like sterk som for halv-søsken, 12,5% ("dobbel-søskenbarn"). Husk at man må studere en stamtavle i flere generasjoner for å kunne beregne innavlsgraden - se artikkel side 85.

Hvilke krav skal man sette til avlsdyrene ved linjeavl eller innavl?

- Meget god sunnhet hos både individene og deres slektninger
- Meget god psykisk helse
- God fertilitet
- Meget gode bruks- og/eller eksteriøre egenskaper

Store krav til sunnhet og helse bør vi *alltid* sette til våre avlsdyr, både fysisk (eksteriørt) og ikke minst mentalt. Men ønsker man å benytte linjeavl/innavl, må kravene være enda strengere og seleksjonen enda sterkere enn ved utavl.

- Skaff deg kunnskap og bruk sunn fornuft!
- Vær ditt ansvar bevist - ikke ta risiko på andres bekostning – verken hundenes eller valpekjøpernes!

Hva kan man risikere eller oppnå ved innavl/linjeavl?

Negativt - hva kan vi risikere?

- Dobling av "negative" gener
- Økt sykdomsforekomst - dobling av defektgener
- Nedsatt immunforsvar på grunn av mindre antall ulike gener (økt homozygoti)
- Nedsatt overlevelsessevne
- Nedsatt fruktbarhet
- Små individer
- Små kull - bl.a. på grunn av dobling av letalgener
- Mentalitetsproblemer

Positivt - hva ønsker vi å oppnå?

- Dobling av «positive» gener
- Økt sunnhet - dobling av «sunne» gener
- Bedre eksteriør - dobling av «gode» gener
- Bedre bruksegenskaper - dobling av gode «bruksgener»

Målet med en slik paring er å få ut "ren-avlede", gode dyr som kan brukes videre i avl, eller gode bruksdyr. Innavlede individer som er sunne og friske - noe som slett ikke er en selvfølge - kan være svært gode avlsdyr (dersom de har beholdt sin fruktbarhet), men bør kun brukes i utavl.

Krysning av to ubeslektede, linje- eller innavlede individer

Krysningsvitalitet er et kjent begrep innen husdyravlen. Dette innebærer at man krysser sammen to innavlede, men ubeslektede individer. Forutsetningen for å oppnå positivt resultat, er at det er drevet sterk og *fornuftig* seleksjon gjennom flere generasjoner. Man har da i rimelig grad doblet positive og sunne gener. Hver av linjene har altså i en viss utstrekning dobbelt opp av positive, men ubeslektede gener. Avkommene vil bli heterozygote for en rekke gener, de vil få et langt større antall forskjellige gener enn det som foreldre hadde, og også enn det middelet i den øvrige populasjonen har.

MEN - man skal aldri glemme defektgenene. De lar seg slett ikke enkelt avles bort.

I en middels stor rase i et lite land som vårt, og med vår begrensede mulighet til utveksling av genmateriale, er slektskapet mellom de fleste hunder så pass stort at det er vanskelig å oppnå krysningsvitalitet. Det er mer å hente med denne formen for krysningsavl å blande to innavlede linjer fra ulike geografiske områder. For oss var dette tidligere ensbetydende med import av en hund (eller av sæd). Med åpnere grenser mot Europa vil våre muligheter til å fornye vårt avlsmateriale bedres betraktelig.

Den beste krysningsvitaliteten får vi ved blanding av to innavlede, sunne individer fra to ulike raser, men dette har liten praktisk betydning i moderne hundeavl med mindre man ønsker å lage gode bruksindivider og ikke lage avlsdyr. Denne krysningsvitaliteten gjelder førstegenerasjon; hva som skjer i de neste generasjonene vil være avhengig av egenskaper og slektskap mellom foreldrene.

Bør en import være utavlet eller linjeavlet?

Dersom man importerer en linjeavlet, meget god hund fra meget gode og sunne linjer og med friske søsken, kan denne hunden være en bedre avlshund enn en som er sunn og utavlet. Sannsynligheten taler for at den linjeavlede hunden har dobbelt av flere gode egenskaper. Sannsynligheten for at den er bærer av defektgen (spesielt ved vanlig recessiv nedarving), er mindre, da enkelte nære slektninger (søsken) i så fall burde fått dobbelt opp av defektgenene og blitt syke eller få andre uønskede egenskaper. Disse konklusjonene forutsetter selvfølgelig at vi kan stole på de opplysningene vi får.

Muligheten er til stede for at en utavlet import kan bære defektgen i større utstrekning uten at dette har kommet til syne på hundens nære slektninger, spesielt dersom de også er utavlet.

På den annen side vil en utavlet hund tilføre vår populasjon flere gener enn en linjeavlet hund, og den vil derfor tilføre vår populasjon en større genmasse. Dette kan i seg selv være positivt. Det beste ville i så fall være om importen var et resultat av krysning mellom to linjeavlede, men ubeslektede individer som var kommet fram ved fornuftig seleksjon gjennom flere generasjoner.

En import bør under alle omstendigheter brukes forsiktig og med fornuft, slik at man får muligheten til å undersøke hundens avkom og om mulig oppdage alvorlige defektgener før hunden har spredd sine gener i vår populasjon i for stor grad.

Selv en flott og sunn import må ikke brukes for mye, da det i de neste generasjoner vil gi en kraftig reduksjon i avlsbasen og skape nye innavlsproblemer.

INGEN HUND ER FRI FOR DEFEKTGEN!

Det vil være best for populasjonen om man importerte gener fra en avkomstgransket hund. Da det er vanskelig, og fremfor

alt svært dyrt, å importere voksne, svært gode individer som har gitt svært gode avkom, bør man i dag vurdere muligheten

av import av frossen sæd. Dette åpner nye og svært interessante perspektiver innen moderne hundeavl.

Registrerte hunder i Norsk Kennel Klub 1989-2003

