

Caviagenetica

Dit artikel is © Jiska Sanders-van Soest, Caviastal Lothlórien en speciaal geschreven voor www.caviarassen.nl

Op deze pagina's ga je wat leren over genetica. Wie voor de eerste keer in aanraking komt met de kleur- en vachtgenetica van cavia's zal het vermoedelijk best wel even duizelen. Het is ook niet raar als je deze pagina's een paar keer moet doorlezen voor je het een beetje begint te begrijpen. Toch kan het zeker de moeite waard zijn even door te bijten. Wie de genetica van de cavia beheerst, heeft daarvan veel voordeel in de fok. Zo kan je goed voorspellen wat voor jongen uit welke verparingen geboren zullen worden, kun je sneller je fokdoelen benaderen, en gefundamenteerder kiezen welke beer je bij welke zeug zet om aan de door jou gewenste jongen te raken. Ook zul je, als er toch even niet geboren wordt wat je dacht dat er zou komen, veel sneller alsnog de juiste benaming aan zo'n 'toverbal' kunnen geven.

Wat is nou precies genetica? Wel, iedereen heeft DNA in elke cel. DNA bepaalt hoe wij eruit zien, het omvat alle genetische codes die onze erfelijke eigenschappen bevatten, het is als het ware de blauwdruk van ons lichaam. DNA zit opgeborgen in chromosomen. In elke cel zit altijd eenzelfde hoeveelheid chromosomen, bij de mens zijn dat er 46 per cel, een cavia heeft er wel 64 per cel. De chromosomen zitten altijd in tweetallen, waarbij altijd één chromosoom van de vader en één van de moeder is gekregen. Als we deze chromosomen van dichtbij zouden bekijken, zou je zien dat op diverse plekken van de chromosomen steeds weer andere erfelijke eigenschappen beïnvloed worden. Bijvoorbeeld, het ene stukje van het chromosoom bepaalt welke kleur ogen de cavia heeft, terwijl een heel ander stukje intussen bepaalt dat de cavia gekruld haar heeft. Deze stukjes op de chromosomen, die erfelijke eigenschappen bepalen, noemen we genen.

Er zijn héél veel genen. Van de 64 gevonden caviagenen zijn er zeker 31 die de kleuren beïnvloeden, minimaal 18 voor de haarsoorten en andere eigenschappen, en tot nu toe 9 voor erfelijke ziektes. Kortom, alles wat je nu gaat lezen is een complete versimpeling, om het voor ons makkelijker te maken enige voorspelling te doen qua vererving, maar er kunnen áltijd onverwachte dingen gebeuren. Soms leuk, soms vervelend.

In de hoofdstukken die je hieronder kan vinden zal een basale uitleg gegeven worden van welke genen er zijn en wat ze voor invloed hebben op kleur en vacht. Als eerste wordt de kleurengenetica besproken, en vervolgens de vachtengenetica.

Loop je bij het lezen van deze hoofdstukken toch tegen problemen aan?

Of begrijp je wat je leest, maar mis je stukken?

Of ken je de basale kennis, die op de eerste blik best ingewikkeld lijkt, na een poosje goed en wil je een stapje verder?

Kijk dan eens in het keuzemenu bij "Caviagids". Op dit forum zitten diverse mensen die je graag een handje helpen bij de genetica, of graag je inbreng verwelkomen. Daarvoor is een speciaal genetica-board aangemaakt op dit forum!

Kleurengenetica

Zoals je in de inleiding kon lezen, zijn er al minimaal 31 genen bekend die invloed hebben op de kleuren bij de cavia. Dit mag je nu al meteen weer vergeten! Die 31 kleurgenen 'versimpelen' we namelijk even naar de 5 belangrijkste kleurgenen: **AA BB CC EE PP**. Al lezende zul je tussen alle kleuruitleg ook al uitleg over enkele tekeningen en uitmonsteringen tegenkomen, zoals brindle, sable en magpie. De bonttekening en de uitmonstering schimmel en dalmatiner ga ik daarna nog apart behandelen, evenals verzilvering. Mocht je ergens kleuren of uitmonsteringen genoemd zien staan, die je niet kent, kijk dan op onze Kleuren-pagina's voor uitleg, omschrijving en foto's.

In de inleiding stond, dat we al onze chromosomen in paren hebben. En dus ook al onze genen op die chromosomen. Daarvan komt er steeds één van de vader, en één van de moeder. Soms zijn die hetzelfde, maar soms ook verschillend. Zijn er twee verschillende genen voor hetzelfde erfelijke kenmerk aanwezig, dan bepalen die beide genen wie 'dominant' is en wie 'recessief'. Het dominante gen is dan het gen dat mag bepalen welke eigenschap tot uiting komt, het recessieve gen mag als het ware helemaal niets en blijft alleen maar verstopt in die genen aanwezig. Voor het begrijpen van de

genetica is het nodig om te weten, dat de met hoofdletters geschreven genen dominant zijn over de met kleine letters geschreven genen (recessieve genen).

Dat ga ik even uitleggen met behulp van het agoutigen A. Heeft een dier het genenpaar AA, dan is hij agouti en vererft dat ook, hij zal al zijn kinderen een A-gen geven. Is hij aa, is hij non-agouti (ook wel eenkleur genoemd) en kan ook alleen maar a doorgeven aan zijn nageslacht. Maar is hij Aa, dan is die A dominant over a en toont hij dus volledig agouti. Als dit dier een gen aan zijn kinderen doorgeeft, zal een deel van de kinderen de A krijgen, en een ander deel van de kinderen de a. Zo kan hij wel non-agouti kinderen krijgen, maar dat zie je aan de buitenkant van dit ouderdier dus niet.

Een tweede ding wat nodig is om te weten om de genetica te begrijpen, is dat we niet altijd alle genenparen voluit noemen. Er waren dus 5 kleurgenenparen in onze versimpelde genetica: AA BB CC EE PP. Lees je nu ergens dat een cavia aa is, dan mag je zonder meer aannemen dat de 4 niet genoemde genenparen allemaal dominant zijn. In feite is een aa cavia dus een aa BB CC EE PP cavia. Dus als ik zeg dat een aa cavia zwart is, bedoel ik daarmee dat een aa BB CC EE PP cavia zwart is. Er zijn namelijk meer kleuren mogelijk, die ook aa hebben, maar die hebben dan iets anders op de andere genenparen. Zo is bv. een aa bb (CC EE PP) cavia een choco.

We kijken weer naar de kleurformule AA BB CC EE PP, de 'oertypering', de zuivere goudagouti dus. Elk gen van deze formule kan 'verdund' worden. Daarmee wordt bedoeld, dat de kleur die dat gen veroorzaakt ook minder diep of fel kan worden. Zo kan rood bv. worden 'verdund' naar crème. Bij elk gen ga ik omschrijven wat de onverdunde versie en de verdunningen van desbetreffend gen voor invloed hebben. De verdunningen die bij de genen staan, zijn steeds in volgorde van dominantie beschreven. Dat wil zeggen, dat als er bv. bij het E-gen eerst E, dan ep, en dan e beschreven wordt, dat E dominant is over ep en e, dat ep enkel dominant is over e, en dat e volledig recessief is. Verderop leg ik nog uit wat het E-gen doet, nu is alleen even belangrijk dat je goed begrijpt wat dominant en recessief precies inhoudt.

A staat voor agouti. Daarvan heb je verschillende mutaties, oftewel varianten. Zo heb je de Ar-mutatie met ticking op de buik (de solidagouti), de at-mutatie (tan), en de a-mutatie die dus éénkleuren of non-agouti's geeft.

- De *solidagouti's*, *ArAr*, hebben een agoutipatroon waarbij de buik niet andersgekleurd is, maar ook ticking heeft, net als op de rest van het lijf. Die r staat overigens voor rufescens wildkleur, maar dat mag je gerust weer vergeten...
- De *tan atat* is eigenlijk een niet-agouti, die wel de agouti-kenmerken van andersgekleurde buik, oogringen e.d. toont. Zo kan je de zwart tan als atat-variant van goudagouti zien, en de zwart zilvervos als de atat-variant van zilveragouti.
 - Iets apart: Ar zou dominant moeten zijn over at, volgens de boeken... Echter: ik heb foto's gezien en ervaringen gehoord van fokkers van beide soorten, waarbij gebleken is dat er soms intermediaire vormen ontstaan: solidagouti's mét tantekening. Intermediaire vormen zijn vormen waarbij niet één van de beide genen dominant is, maar waarbij ze elkaar beïnvloeden.
- De *aa dieren zijn zwart*. Uiteraard kunnen andere genen ook verdunningen van zwart geven, daarom wordt ook wel eens gezegd dat aa 'de zwarte kleurrij' bepaalt. Er bestaat ook een 'rode kleurrij', daar kom ik op terug bij ee (zie E-gen).

Argentees zijn overigens net als agouti's AA, ook al hebben ze geen 3 kleurbanden maar slechts 2. Dit komt, omdat argentes een verdunning op het oogkleurgen P hebben, die de vachtkleur daarmee ook beïnvloedt. Enkel de (door pr of p verdunde) onderkleur en de hoofdkleur blijft, de ticking verdwijnt (bijna) volledig. Zo wordt een goudagouti onder invloed van pp-verdunning een lilac-goudargente: lilac ondervacht, goud bovenkleur. Een lilac-goudargente wordt ook zalmagouti genoemd, maar is dus eigenlijk geen agouti. Omdat argentes een onderkleur en top (tip) van de haar in een andere kleur hebben, wordt bij argentes ook wel gesproken over tipping in plaats van ticking.

Er bestaan er ook solid argentes, dus ArAr dieren met een verdunning op het oogkleurgen P. Die hebben net als argentes 2 kleurbanden, alleen de verhouding van de hoeveelheden van elke kleur op de haar veranderen, en natuurlijk ook de uitmonstering op de buik.

B is het bruinen. aaBB is zwart, maar B kan je verdunnen tot b. De verdunning van B naar b is meteen de enige mutatie die bekend is van het B-gen. Heeft een dier bb dan wordt alle zwarte pigment in het dier (haren én huid) veranderd in bruin. Bij de non-agouti lijn (eenkleur, aa) geeft bb een chocoladebruin dier, bij de agoutilijn (AA) een orange-agouti. Natuurlijk zijn er meer variaties mogelijk met bb, als je ook de andere genen tegelijk gaat mee verdunnen. Maar we zullen die andere genen eerst nog apart bespreken. De chocolade is in België overigens gekend onder de naam havana.

C is het gen dat de intensiteit van pigment bepaalt. Het heeft enkel invloed op de vachtkleur, en niet zoals bij het B-gen ook op de huidskleur! Dieren die verdunningen op het C-gen hebben, kunnen dus nog steeds een compleet zwarte huid hebben, ook al is hun haarkleur verdund.

Er zijn twee 'hoofdpigmenten' die door het C-gen kunnen worden verdund: geel-roodpigment (het pheomelanine, ik kort het af met gr-pigment) en het zwart-bruinpigment (het eumelanine, ik kort het af met zb-pigment). In andere artikelen zal je me ook wel eens kortweg horen beweren dat er enkel een zwartpigment en een roodpigment is, maar omdat we nu de verdunningen van deze pigmenten gaan bekijken is het handig te weten dat geel en roodtinten op hetzelfde pigment liggen, en zwart en bruin ook samen door hetzelfde pigment veroorzaakt worden.

Een CC dier toont intense pigmenten en donkere ogen. Dan zijn er 3 verdunningen van C waarmee gewerkt wordt, te weten cd, cr en ca.

- *cd verdunt gr-pigment sterk en zb-pigment matig, ogen blijven zwart.* Bv zwart wordt een donkere sepiakleur, rood wordt hiermee buff. Een goudagouti wordt met cdcd grijsagouti.
- *cr (geelbelettingsfactor) verdunt gr-pigment compleet, en zb-pigment amper, ogen worden vuuroog.* Bv zwart wordt een donkere sepiakleur, rood wordt wit. Een goudagouti wordt met crcr zilveragouti, een tan wordt met crcr zilvervos.
- *ca is de rusfactor, caca is een rus (of himalaya, de langharige rus) die dus rode ogen heeft.* Bij nog strengere selectie op kleur kan hiermee ook wit roodoog ontstaan.

Noemenswaardige combinaties van verschillende C-verdunningen:

1. *cdca* geeft een mengeling van sterke en minder sterke verdunning. Een cdca is lemonagouti en niet grijsagouti. Een lemonagouti heeft geen buff, maar crème hoofdkleur.
2. *crca* geeft een heel apart effect, namelijk sable, ook wel marter genoemd. Een sable is te zien als een gekleurd dier, dat toch rustekening vertoont. Het dier wordt effen gekleurd geboren, maar na enkele weken, als een rus de eerste points zou beginnen te vertonen, begint een sable ook ineens een donkere neuspunt te krijgen. De sable verkleurt door tot de gehele kop, oren en poten donkerder zijn. Idealiter zou het dier een zo groot mogelijk contrast moeten tonen tussen de zo donker mogelijke kop en het zo licht mogelijke lijf. In de praktijk blijkt dit vaak moeilijk, veel sables kleuren net zo lang door tot het hele lijf donkerder is geworden, en bij een volgroeid dier is dan ook niet altijd zichtbaar dat het eigenlijk sable is.

E is het gen dat de verhouding van roodpigment en zwartpigment op de haren regelt. Die bepaalt hoeveel van het rood en zwart op één haar voorkomen, en ook hoe die verdeelde haren zich weer over het lichaam verspreiden. Er zijn twee mutaties, ep en e. E staat voor Extension, oftewel Uitbreidheid.

- *E is volledige extension, dat wil zeggen dat al het zwarte pigment wordt toegelaten.* Is een dier E dan zal het bij agouti (AA) slechts op een deel van de haar nog wat van een roodtint kunnen laten zien. Is het dier non-agouti (aa) dan wordt zelfs geen enkel stukje roodtint meer toegelaten. Het dier toont maar één kleur, dit kan dus enkel een dier uit de al genoemde 'zwarte kleurrij' zijn.
- *ep staat voor 'extension partial' waarbij partial 'deels' betekent. Het zwart wordt deels toegelaten, en het rood wordt deels toegelaten.* Het is de schildpad- of brindlefactor. Er zijn twee verschillende uitingen van ep.
 - epep beperkt de verspreiding van zwarte haren op vlakken van het lichaam, en rood op andere vlakken van het lijf. Het dier heeft dan rode en zwarte vlakken. Dit is een schildpad-cavia.
 - epep beperkt de uiting van zwart op de ene haar, en de uiting van rood op de andere haar, waarbij de haren niet in afgelijnde vlakken liggen. Dit is een brindle-cavia.
- *e is zonder extension. Het verhindert elke uiting van zwart op de haar* (maar de huid kan wel zwart zijn!). Dieren die ee zijn, zijn rood. Uiteraard kunnen andere genen ook verdunningen van rood geven, daarom wordt ook wel eens gezegd dat ee 'de rode kleurrij' bepaalt. Onder het A-gen kwamen je ook al de aa 'zwarte kleurrij' tegen.
 - Nog iets aparts: ee verhindert dat dieren, die in aanleg agouti zijn, zwart in hun haren ontwikkelen. Een ee dier, dat wél AA is (dus mét agoutifactor) is effen rood! Dit wordt een 'verborgen agouti' genoemd.

Noemenswaardige combinaties van E-verdunningen en crcr:

1. *crcepep*: bij een brindle cavia worden bij de rood-zwarte brindle al het zwart onaangetast gelaten, en de rode haren worden volledig wit. Het resultaat is een magpie-cavia.
2. *crcee*: een ee dier is in principe rood, maar onder invloed van crcr wordt al dat rood tegelijk volledig wit. Dit is dus een wit zwartoog cavia.

P is het oogkleur-gen. Tegelijk met de oogkleur, wordt met P-verdunningen ook de vachtkleur beïnvloed. Op het rode pigment heeft P amper invloed, maar op zwartbruin-pigment duidelijk wel.

- *P is donker oog, onverdunde kleur.*
- *p veroorzaakt robijn oog met een milde kleurverdunning.* Een zwart dier wordt verdund naar slate-blue, een choco naar coffee.
- *p veroorzaakt rodoog met sterke kleurverdunning.* Ik noemde bij de uitleg van het A-gen al lilac-goudargente oftewel zalmagouti. Zwart wordt verdund tot lilac, choco wordt verdund tot beige.

Via het keuzemenu op onze hoofdpagina kunt u ook een pagina vinden die volledig aan oogkleur is gewijd en een duidelijk foto-overzicht van de diverse oogkleuren toont.

Nu we alle kleurgenen kennen, kan je je voorstellen dat er vele combinaties mogelijk zijn met verschillende verdunningen, die elk weer een andere kleurslag geven. Die zullen hier niet allemaal benoemd worden in dit artikel. Onder "Kleuren" is echter wel bij elke kleurslag een genetische code gegeven.

Tekening

Bij cavia's is slechts één gen dat gebruikt wordt voor tekening: het S-gen. Dit gen is verantwoordelijk voor de witte vlekken, zodat effen dieren bont worden (of Hollander, of amerikaans gekruind!), en ep-dieren driekleur.

Daarbij zou, volgens de tegenwoordig circulerende literatuur:

- SS een effen dier zijn
- Ss een dier tot 50% wit
- ss een dier met meer dan 50% wit.

Dit durf ik echter sterk te betwisten. In mijn eigen fok heb ik al uit verparing van twee 'van' dieren (een bontvorm met enkel kleur op de kop en een volledig wit lijf, 'van' moet je engels uitspreken als "vèn") jongen gehad met niet meer dan 25% wit, effen dieren uit 2 bonten, effen uit effen x 'van', bont met zelfs meer dan 50% wit uit 2x effen... allemaal uitkomsten die volgens bovenstaande regels onmogelijk zijn. En er zijn diverse fokkers met gelijkaardige ervaringen. De vererving van bont laat zich dan ook helaas niet echt in deze verouderde geneticaregels 'vangen'.

Vanuit Duitsland is een nieuwe indeling bekend geworden die de uitkomsten veel beter verklaart.

- SS een effen dier dat ook geen wit vererft
- Ss een effen dier of een dier met slechts een klein beetje wit
- ss een dier dat wit toont, dat kan van alles van heel weinig tot heel veel wit zijn

En als je deze formulering aanhoudt, blijken alle bovenstaande ervaringen ineens wel te kloppen!

Schimmel en dalmatiner

Deze uitmontering verdient een aparte behandeling, omdat het met zijn Rn-gen oftewel Roan-gen de enige dominante kleurmutatie is. Dat wil zeggen, dat de 'oervorm' AA BB CC EE PP ook een recessief genenpaar heeft: rn rn. Er zijn twee verschillende uitingen van Rn: schimmel en dalmatiner. Slechts door selectie op de uitingvorm van Rn kom je tot de ene of de andere variant. Er schijnen modificatoren mee te spelen die de hoeveelheid schimmel bepalen. Modificatoren zijn een soort 'bij-genen', die bepalen hoeveel invloed een gen heeft en hoe het zich uit. Het is niet helemaal bekend hoeveel modificatoren bij welk gen meespelen, maar het is in de praktijk wel duidelijk dat bv. de ene schimmel zeer veel over het hele lichaam gelijkmatig schimmelt, terwijl een andere weinig schimmel en dan ook nog eens op slechts één heup heeft. Daar moeten dus modificatoren hun bijrol spelen en bepalen hoeveel schimmel een dier krijgt en waar. Zo is het ook bij schimmel versus dalmatiner: beiden komen door het schimmelgen tot uiting, maar de modificatoren zullen deze uitmontering ofwel meer in de schimmelrichting duwen, ofwel meer in de dalmatinerichting.

Rn heeft een lethalfactor. Daarmee wordt bedoeld, dat een dier dat 2 Rn-genen krijgt zelden tot nooit levensvatbaar is. Een RnRn, oftewel lethaal wit, is zoals de naam al zegt effen wit, met zeer kleine roze of zelfs niet aangelegde oogjes, en vaak ook met kaakafwijkingen.

Elke schimmel of dalmatiner is dus Rnrn, met slechts één dominant Rn-gen.

Verzilvering

Dan wil ik nog de verzilvering even apart noemen. Verzilvering schijnt een recessieve vorm van schimmel te zijn, maar over de vererving is nog veel onbekend. Verzilverd x verzilverd geeft wel enkel verzilverd, is bekend, dus vermoedelijk is er wel degelijk een gen voor, in Duitsland wordt dit gen al aangeduid als sisi. Ook is wel al duidelijk geworden uit diverse proefverparingen dat si geen

lethaalvorm kent. Lange tijd was verzilvering enkel bekend bij bb dieren, vooral bij choco. Maar ook bij zwart en goudagouti, BB dus, zijn al verzilverde dieren gesignaleerd.

Vachtgenetica

Voor diegenen die de kleurengenetica oversloegen en direct bij vachtgenetica begonnen, hier wat informatie over dominante en recessieve genen. Voor diegenen die de kleurengenetica lazen: u kunt de eerste alinea overslaan.

In de inleiding stond, dat we al onze chromosomen in paren hebben. En dus ook al onze genen op die chromosomen. Daarvan komt er steeds één van de vader, en één van de moeder. Soms zijn die hetzelfde, maar soms ook verschillend. Zijn er twee verschillende genen voor hetzelfde erfelijke kenmerk aanwezig, dan bepalen die beide genen wie 'dominant' is en wie 'recessief'. Het dominante gen is dan het gen dat mag bepalen welke eigenschap tot uiting komt, het recessieve gen mag als het ware helemaal niets en blijft alleen maar verstoep in die genen aanwezig. Voor het begrijpen van de genetica is het nodig om te weten, dat de met hoofdletters geschreven genen dominant zijn over de met kleine letters geschreven genen (recessieve genen).

Dat ga ik even uitleggen met behulp van het lunkaryagen Lu. Heeft een dier het genenpaar LuLu, dan is hij lunkarya en vererft dat ook, hij zal al zijn kinderen een Lu-gen geven. Is hij lulu, is hij niet-lunkarya, en kan ook alleen maar lu doorgeven aan zijn nageslacht. Maar is hij Lulu, dan is die Lu dominant over lu en toont hij dus als lunkarya. Als dit dier een gen aan zijn kinderen doorgeeft, zal een deel van de kinderen de Lu krijgen, en een ander deel van de kinderen de lu. Zo kan hij wel niet-lunkarya kinderen krijgen, maar dat hij zulke kinderen kan krijgen zie je aan zijn buitenkant dus niet.

De meeste rassen, elk met hun eigen haarstructuur, hebben hun eigen genenpaar voor dat specifieke ras. Opvallend is, dat vrijwel alle rassen recessieve genen hebben, indien genoteerd in genetische codes. Zo heb je bv. de fzfz voor de US-teddy, de chch voor de CH-teddy, de rxrx voor de rex, enzovoorts. Indien deze rassen met recessieve genetische codes gekruist worden met andere rassen, worden bij hun nakomelingen de recessieve genen onderdrukt en zullen ze dus niet meer eruit zien als een US-teddy, CH-teddy of rex, om maar even bij onze voorbeelden te blijven. Er zijn echter ook enkele dominant verervende genen. Hierboven gaf ik al het Lu-gen als voorbeeld, het gen waarmee lunkarya en curly gefokt worden. Maar ook St is dominant: St zorgt voor de voorhoofds kruin bij engels gekruind, amerikaans gekruind, merino en coronet.

Om het moeilijker te maken, zijn er ook wat vachtgenen bij cavia's die net niet helemaal dominant of recessief zijn (dit noem je ook wel intermediaire vererving). Zo heb je bijvoorbeeld bij gladhaar LL, en bij sheltie II. Hier zorgt II voor een lange beharing. Kruis je nu een sheltie met een gladhaar, dan zijn de LI nakomelingen echter niet helemaal gladharig, wat ze zouden zijn geweest als L helemaal dominant over I zou zijn. Ze kunnen halflang behaard zijn, bijna helemaal kort met enkel een sleepje aan de achterhand, of bijna helemaal lang. Dit ligt vermoedelijk aan de zogenaamde "modificatoren". Modificatoren zijn een soort 'bij-genen', die bepalen hoeveel invloed een gen heeft en hoe het zich uit. Het is niet helemaal bekend hoeveel modificatoren bij welk gen meespelen, maar het is in de praktijk wel duidelijk dat, teruggrijpend op ons voorbeeld, de sheltie-gladhaarkruisingen heel divers in haarlengte kunnen zijn. Daar moeten dus modificatoren hun bijrol spelen en bepalen hoeveel haar een dier krijgt en waar.

Ook bij de vererving van borstels, ridgeback en peruvians zijn de kruinen niet zo makkelijk te voorspellen qua vererving. Zo is het gen R, dat voor de vorming van rozetten zorgt, ook niet helemaal dominant over r. En om het nog ingewikkelder te maken speelt bij borstel en ridgeback ook nog M een rol: het gen dat zorgt voor toestaan (mm) dan wel onderdrukken (MM) van in aanleg door Rr of RR aanwezige rozetten. Ook M is niet volledig dominant over m. Meer daarover kan je lezen bij de rasomschrijvingen van borstel en ridgeback.

Er zijn echter ook rassen, waarbij 2 of zelfs nog meer genen meespelen om samen één ras te maken. Zo heb je bijvoorbeeld voor de merino behalve lulu en rr voor het ontbreken van lunkaryabeharing en rozetten nog wel 3 genen nodig: II voor lang haar, rxrx voor krullen, en StSt voor de voorhoofds kruin.

Op onze Rassen-pagina's vind je per ras meer informatie over de genetica van dat specifieke ras. Ze zullen hier dan ook niet uitgebreider besproken worden.