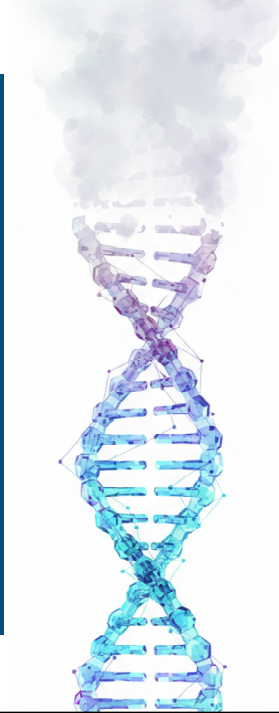


Genetische Analyse – die Zukunft der Hundezucht?

Dr. rer. nat. Anja Geretschläger
CEO & VetGeneticist | Head of R&D
FERAGEN GmbH, Salzburg



1

Hundezucht im Wandel der Zeit

Leistungsbasierte Zucht



*Erste Hundeausstellung 1859 – UK
Gründung des British Kennel Club 1873*



FERAGEN 
Labor für genetische Veterinärdiagnostik

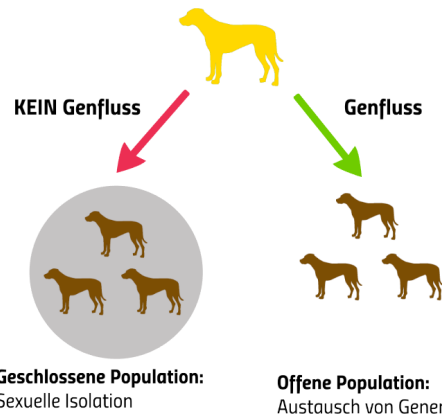
Schönheitszucht



http://www.perrosdemexico.com.mx/especiales/suizos/media/img_020.jpg <https://i.pinimg.com/736x/9b/68/a2/9b68a23370d4e3925ba7c544b818eec3--skin-colors-the-skin.jpg> <https://img.webme.com/pic/w/westerwaelder-hunde/hirteundohirte.jpg>

2

Etablierung von Rassen = Geschlossene Zuchtpopulation



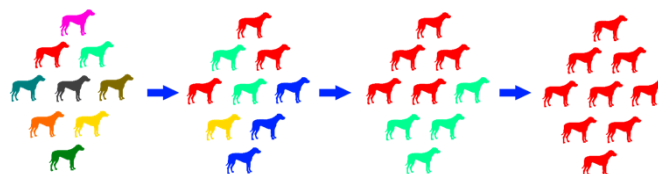
Gezielte Selektion – Ausschluss von genetischem Material
 Rasseideale führen zu einer weiteren genetischen Isolation
 Subpopulationen können gen. Diversität innerhalb von Rassen einschränken
Zusätzliche negative Faktoren: Popular Sires, Inzucht, Flaschenhälse

3

Probleme geschlossener Populationen

Rassetierzucht = VERLUST GENETISCHER DIVERSITÄT

Abnahme der phänotypischen und genetischen
 Diversität von Generation zu Generation



Je kleiner die Zuchtpopulation umso
 schneller geht Diversität verloren

4

Genetische Diversität

Je mehr unterschiedliche Allele in einer Population, umso besser ist die Anpassungsfähigkeit auf verschiedene Umweltbedingungen.

Genetische Diversität ist die Grundlage für genetische Fitness:

Vitalität

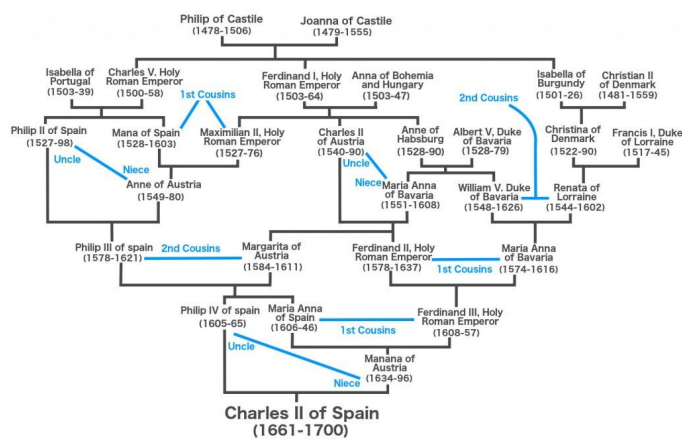
Resistenz gegenüber Erkrankungen

Fruchtbarkeit

Langlebigkeit

5

Wie Inzucht eine europäische Dynastie auslöschte



Charles II von Spanien

- *Körperlich beeinträchtigt*
- *Geistig zurückgeblieben*
- *Starb früh greisenhaft*
- *Gepeinigt von Epilepsie*
- *Wahrscheinlich Impotent*

IK-Wert von ~25 %
Wert entspricht einer
Inzestverpaarung



The Habsburg family tree. Source:

<https://www.dnainthenews.com/human-history/the-habsburg-jaw-and-the-genetics-behind-inbreeding/>

6

Folgen verringerten genetischer Diversität

- **Erhöhtes Risiko für Erbkrankheiten** - schädliche Genvarianten häufen sich
- **Verlust genetischer Reserven** - wichtige Gene für Gesundheit oder Anpassung gehen verloren
- **Verminderte Fruchtbarkeit und Vitalität**
- Negative Auswirkungen auf die Langlebigkeit
- **Schwächere Immunabwehr** - geringere Anpassungsfähigkeit an Krankheiten
- **Weniger Anpassungsfähigkeit** an Umweltveränderungen oder neue Herausforderungen

7

Absolute Erbfehler vs. Genetische Disposition

FERAGEN 
Labor für genetische Veterinärdiagnostik

ABSOLUTE ERBFEHLER:

- Tiere, die die genetische Erkrankung tragen und Symptome entwickeln werden
- Ausbruch ist unabhängig von belastenden Umwelteinflüssen

monogener Defekt

GENETISCHE DISPOSITIONEN:

- Der genetische Defekt alleine führt zu keiner Erkrankung
- Braucht die Kombination aus genetischer Disposition und belastenden externen Einflüssen

polygener Defekt
multifaktorieller Defekt

8

Welche
monogenen
genetischen
Erkrankungen
sind beim Hund
relevant?

Bekannte Erkrankungen: 994

Testbare Erkrankungen: 564



Nicholas, F.W., Tammen, I., & Sydney Informatics Hub. (2025). Online Mendelian Inheritance in Animals (OMIA) [dataset]. <https://omia.org/>. <https://doi.org/10.25910/2AMR-PV70> (APA 7th edition)

9

Hytönen, M.K., Arumilli, M., Sarkiala, E. *et al.* Canine models of human amelogenesis imperfecta: identification of novel recessive *ENAM* and *ACP4* variants. *Hum Genet* **138**, 525–533 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00439-019-01997-8>

Wolf ZT, Leslie EJ, Arzi B, Jayashankar K, Karmi N, et al. (2014) A LINE-1 Insertion in DLX6 Is Responsible for Cleft Palate and Mandibular Abnormalities in a Canine Model of Pierre Robin Sequence. *PLOS Genetics* 10(4): e1004257. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004257>

Garcia, T. M., Kiener, S., Jagannathan, V., Russell, D. S., & Leeb, T. (2020). A *COL7A1* Variant in a Litter of Neonatal Basset Hounds with Dystrophic Epidermolysis Bullosa. *Genes*, 11(12), 1458. <https://doi.org/10.3390/genes11121458>

Grall, A., Guaguère, E., Planchais, S. *et al.* *PNPLA1* mutations cause autosomal recessive congenital ichthyosis in golden retriever dogs and humans. *Nat Genet* **44**, 140–147 (2012). <https://doi.org/10.1038/ng.1056>

10

Wann ist eine genetische Erkrankung testbar?



- Wenn die **verantwortliche Mutation** eindeutig **bekannt** ist (z. B. SNP, Insertion/Deletion, strukturelle Veränderung).
- Wenn der **Zusammenhang zwischen Mutation und Erkrankung** durch Studien belegt und der Erbgang bekannt ist.
- Wenn ein **verlässliches Laborverfahren** entwickelt wurde, das die Mutation sicher messen kann.
- Wenn klar **definiert** ist, wie das **Ergebnis interpretiert** wird (frei, Träger, betroffen bzw. Risikokategorie).
- Wenn die **Variante** in der betroffenen **Rasse/Population** **vorkommt** und die Testung im Zuchtalltag einen **Nutzen** bringt.

11

Vergleich Einzeltest und Screeninguntersuchung

Aspekt	Einzeltest (gezielte Mutation)	Screening-Untersuchung
Fragestellung	„Trägt der Hund diese konkrete Mutation?“	„Wie sieht das genetische Gesamtprofil aus?“
Umfang	Test auf einzelne, monogene Erkrankungen	Tausende bis Millionen Marker; Detektion vieler Erkrankungen/Merkmale
Aussagekraft	Sehr spezifisch, aber eng begrenzt	Breites Risikoprofil, oft auch Befunde ohne klinische Relevanz
Zusatzinformationen	Meist keine	Diversität, Inzucht, DLA-Haplotypen, Verwandtschaft, Abstammung
Laborverfahren	PCR, qPCR, Sanger	SNP-Array, Panel-Sequenzierung, Exom/Genom
Kosten	40 – 90 €	120 – 200 € je nach Umfang
Material	Abstrich/Blut	Meist gleich, aber höhere DNA-Qualität notwendig
Nutzen für Zucht	Gut für gezielte Krankheitskontrolle	Ideal zur Zuchtplanung, Diversität, Matching, Gesamtgesundheit
Dauer	Kurz (1–7 Tage)	Mittel (1–3 Wochen, abhängig von Methode)

12

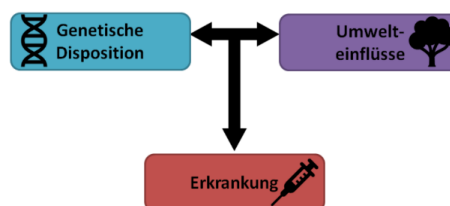
Beispiele für komplexe genetische Erkrankungen

Erkrankung	Typ / Charakter	Genetische Architektur	Kandidaten Gene	Ausgewählte Literatur
Dermatomyositis (Collie, Sheltie)	Autoimmune Haut- und Muskelerkrankung	Komplexer, epistatischer Erbgang; Risiko durch Kombination mehrerer Loci, Umwelt-Trigger notwendig	PAN2, MAP3K7CL, DLA-DRB1	Evans et al. 2017; UC Davis VGL 2025; Übersicht DermaVet 2025
Hüftdysplasie	Orthopädische Entwicklungsstörung des Hüftgelenks	Klassische multifaktorielle/polygen bedingte Erkrankung; zahlreiche QTL, starke Umweltkomponente	FBX025, IL1A, IL1B, COL27A1, SPRED2 sowie weitere Loci auf mehreren Chromosomen	Binversie et al. 2022; Janutta & Distl 2006;
Kreuzbandruptur	Orthopädische Bändererkrankung	Deutlich polygen; mindestens Dutzende Risikoloci, rassespezifische Unterschiede	IL22, IL26, CSMD1, LDHA, TNS1, TGIF2	Binversie et al. 2022 (Across-breed GWAS) Frontiers
Chronische entzündliche Enteropathie / IBD	Chronische Darmentzündung	Multifaktoriell; immunvermittelte Schleimhauterkrankung mit DLA- und Pattern-recognition-Genen	TLR4, TLR5, NOD2; Assoziationen mit DLA-Haplotypen	Peiravan et al. 2016/2018
Hypoadrenokortizismus (Morbus Addison)	Autoimmune endokrine Erkrankung	Gilt als polygenes, autoimmun vermitteltes Syndrom; rassespezifische Prädispositionen	DLA-Klasse-II-Haplotypen; Promoter-Polymorphismen im CTLA4-Gen; weitere immungenetische Kandidaten diskutiert	Hughes et al. 2018 Übersichtsarbeiten zu Morbus Addison

13

Charakteristiken komplexer Erkrankungen

- **Viele Gene** mit jeweils kleinem Effekt (polygen)
- **Zusätzlich Einfluss** von Umwelt, Haltung, Fütterung, Alter etc.
- **Kein einfacher Erbgang** (nicht „nur“ dominant/rezessiv)
- Individuelle und **rassespezifische** Risikoprofile
- Große **Spannbreite** der **Ausprägung** (von unauffällig bis schwer krank)
- Genetische Marker zeigen **Risikoneigung**, aber keine Garantie für Krankheit oder Gesundheit



14

Beispiel: Magenkrebs beim Belgischen Schäferhund

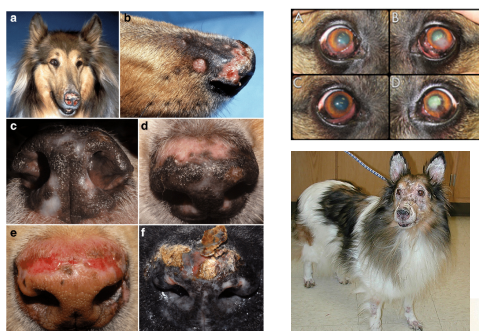
- Bei den Hunden wurden mehrere **verschiedene DNA-Bereiche** gefunden, die mit Magenkrebs in Verbindung stehen (15 Loci).
- Das **Risiko** entsteht nicht durch ein einzelnes Gen, sondern durch **viele kleine Veränderungen** im Erbgut, die sich gegenseitig beeinflussen.
- **Hunde mit mehr solcher Risikoanlagen (20,3) erkrankten häufiger und früher an Magenkrebs.**
- Die Rassevergleiche zeigen: Manche **Linien** tragen mehr **Risikofaktoren**, andere wahrscheinlich **schützende Varianten**.
- Die betroffenen Erbgutbereiche steuern wichtige Zellprozesse, die auch beim Menschen an der Krebsentstehung beteiligt sind.

Inzidenz für Magenkrebs NL bis zu 5%
Primär betroffen: Tervueren und Groenendael

Cook SR, Hugen S, Hayward JJ, Famula TR, Belanger JM, McNiel E, Fieten H, Oberbauer AM, Leegwater PAJ, Ostrander EA, Mandigers PJJ, Evans JM. Genomic analyses identify 15 risk loci and reveal *HDAC2*, *SOX2-OT*, and *IGF2BP2* in a naturally occurring canine model of gastric cancer. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2025 Jun 3;122(22):e2416723122. doi: 10.1073/pnas.2416723122. Epub 2025 May 30. PMID: 40445765; PMCID: PMC12146739.

15

Das Immunsystem richtet sich gegen den eigenen Körper



<https://www.pdsa.org.uk/pet-help-and-advice/pet-health-hub/conditions/immune-mediated-haemolytic-anaemia-imha-in-dogs>

Olivry et al. (2018). Cutaneous lupus erythematosus in dogs: A comprehensive review. *BMC Veterinary Research*. 14. 10.1186/s12917-018-1446-8.

Ziener et al. (2014). A treatment study of canine symmetrical onychomadesis (symmetrical lupoid onychodystrophy) comparing fish oil and cyclosporine supplementation in addition to a diet rich in omega-3 fatty acids. *Acta veterinaria Scandinavica*. 56. 66. 10.1186/s13028-014-0066-y.

Balicki et al. (2021). Clinical study on the application of dexamethasone and cyclosporine/dimethyl sulfoxide combination eye drops in the initial therapy of chronic superficial keratitis in dogs. *Polish journal of veterinary sciences*. 24. 415-423. 10.24425/pjvs.2021.138733.

<https://www.cliniciansbrief.com/article/canine-dermatomyositis>

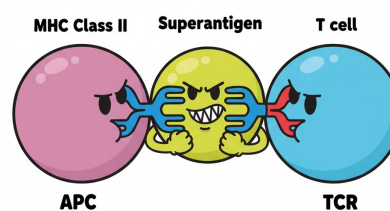
Autoimmun- erkrankungen



16

DLA-Gene

- **Chromosom 12** (CFA12) DLA-Gene (Dog Leukocyte Antigens).
- Sie steuern, wie das Immunsystem zwischen „körpereigen“ und „fremd“ unterscheidet - „Personalausweis-Kontrolle“ der Körperzellen.
- Unerlässlicher Bestandteil des Immunsystems.
- Bestimmte Haplotypen stehen im Zusammenhang mit Autoimmunerkrankungen.
- Risikoermittlung bestimmter Autoimmunerkrankungen, dank wissenschaftlicher Korrelation.



17

Für komplexe
Erkrankungen
braucht es
kreativere Wege
z.B.
Genetische
Diversität



- Vielfältige Population haben **vielfältige Genvarianten**.
- **Es wird unwahrscheinlicher**, dass ungünstige Genvarianten zusammentreffen und eine Erkrankung auslösen.
- Eine hohe Diversität wirkt wie ein **Sicherheitsnetz** – Backupsysteme für ungünstige Genvarianten.
- Populationen mit hoher genetischer Vielfalt sind **robuster gegenüber Krankheiten, Umweltveränderungen und neuen Erregern**.

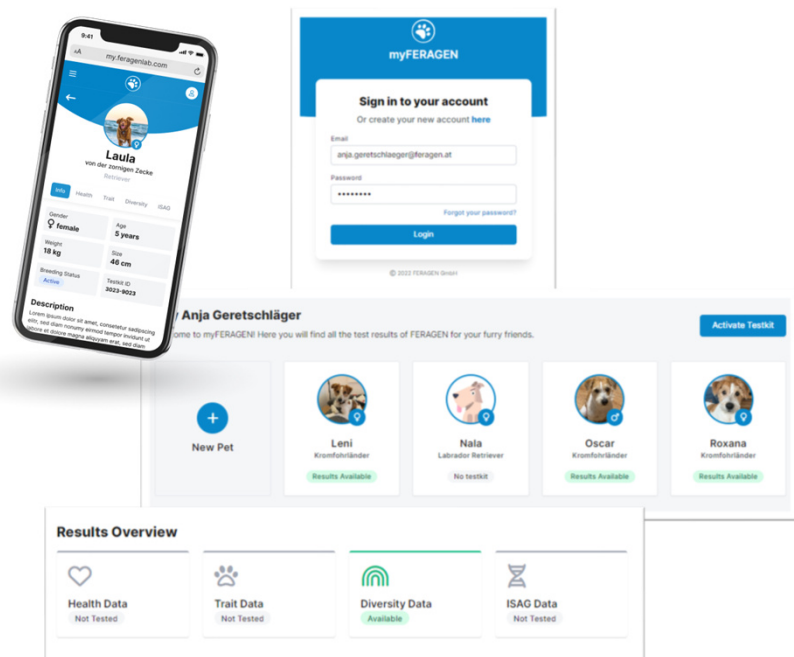
18

Modernes Zucht- management mittels genetischer Diversität

- Sammeln genetischer Daten
- Überblick über die genetischen Gegebenheiten einer Rasse
- Vorausschauendes Zuchtmanagement
- Optimale Nutzung genetischer Ressourcen und langfristige Erhaltung
- Wichtige Infos über einzelne Hunde aber auch über die Rasse

19

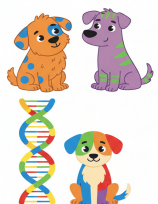
myFERAGEN Plattform



20

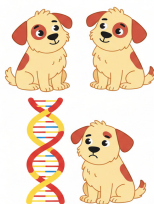
Der genomische Inzuchtkoeffizient

Niedrige Inzucht



Viele unterschiedliche Gene

Hohe Inzucht

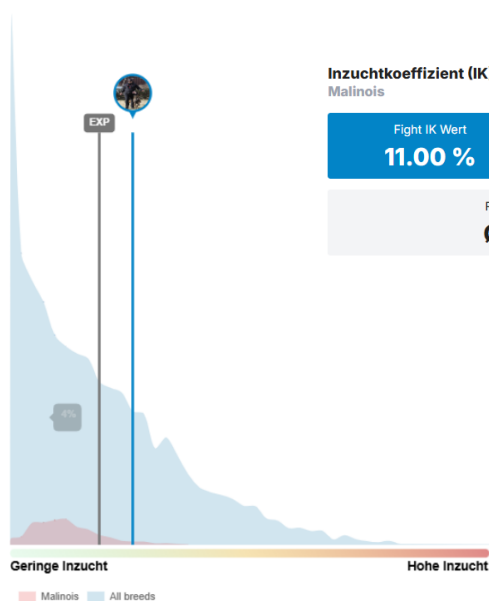


Viele gleiche Gene

- Der **Inzuchtkoeffizient** (IK oder F-Wert) beschreibt, wie **wahrscheinlich** es ist, dass ein Hund **zwei gleiche Genkopien** von einem **gemeinsamen Vorfahren** erhält.
- **Genomischer IK** (COI-Wert) direkt aus **DNA für 6 Generationen** berechnet.
- Berechnung basiert auf sogenannten ROHs (**Runs of Homozygosity**).
- **Je höher** der IK, desto **enger verwandt** sind/waren die Eltern.
- Bei einem **IK von 0 %** gibt es **keine Verwandtschaft**.
- Ein **IK von 25 %** entspricht der **Paarung von Vollgeschwistern**.
- Theoretische Formeln beruhen auf **Annahmen**, **nicht** auf dem, was sich **tatsächlich** in der DNA **abspielt**.

21

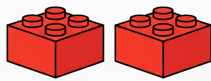
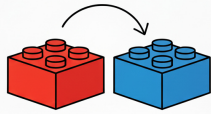
Individueller genomischer IK-Wert



22

Heterozygotiewert Gen. Diversität

Heterozygotie



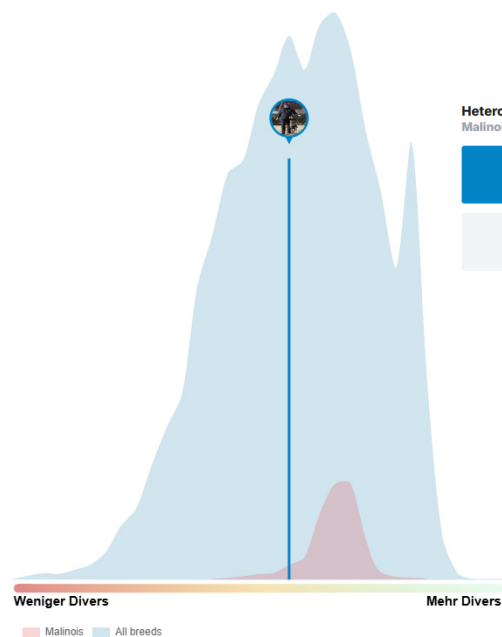
Homozygotie

- Jeder Hund trägt **zwei Kopien** jedes Gens – eine vom Vater, eine von der Mutter.
- Sind beide Kopien **unterschiedlich**, sind sie **heterozygot**.
- Der Heterozygotiewert beschreibt, die **Anzahl der Unterschiede** im Erbgut eines Hundes.
- **Hoher** Heterozygotiewert= **viel** genetische Vielfalt
- **Niedriger** Heterozygotiewert= **viele gleiche** Genabschnitte
- Maß für genetische Diversität

$$H_{ind} = \frac{\text{Anzahl der heterozygoten SNPs}}{\text{Gesamtzahl der SNPs}}$$

23

Individueller Heterozygotie- Wert



24

Was müssen wir tun um §11b Tierschutzgesetz gerecht zu werden?

§ 11b Tierschutzgesetz – Verbot der Qualzucht

Die Zucht von Wirbeltieren ist verboten, wenn zu erwarten ist, dass bei den Nachkommen:

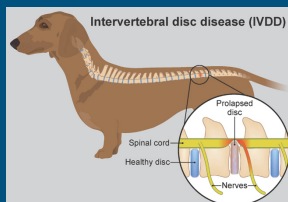
- **erblich bedingte Defekte** (z. B. fehlende/untaugliche Organe) auftreten,
- **Schmerzen, Leiden oder Schäden** entstehen,
- **Verhaltensstörungen** oder
- **Probleme bei Haltung oder Sozialkontakt** zu erwarten sind.

Mögliche Ansätze

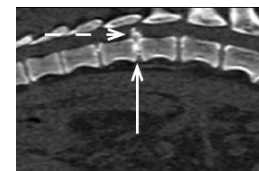
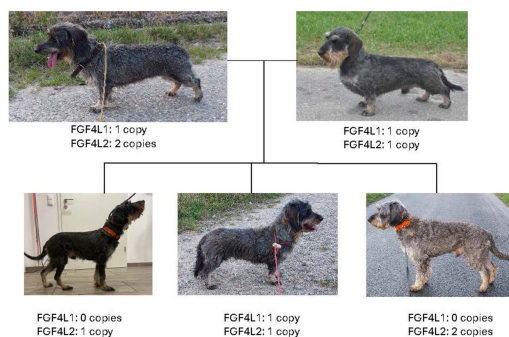
- Erkennen gesundheitlicher/genetischer Probleme
- Durchführung genetischer Analysen bzw. Gesundheitsscreenings
- Dokumentieren u. Sammeln von Daten
- Etablierung von Zuchtstrategien
- Langfristiges Zuchtmanagement

25

1. Genetische Gesundheitstests



- Genetischen Status erheben
- Schrittweise Reduktion von Erbkrankheiten
- Zucht auf verlässlicher Datenbasis
- Defekte mit langfristigen Zuchtstrategien ausmerzen



Chondrodysplasie FGF4
chr18 / FGF4L1

Chondrodysplasie mit
Bandscheibenproblemen
FGF4 chr12 / FGF4L2

https://www.vettimes.com/clinical/small-animal/genetics-of-disc-disease-in-chondrodystrophic-dogs-cp/neurology?utm_source=chatgpt.com

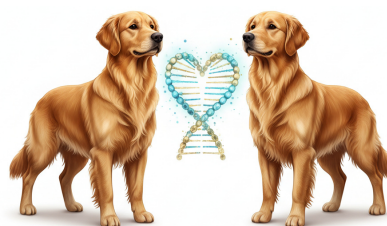
https://mydachshundfamily.com/managing-dachshund-intervertebral-disk-disease-ivdd/?utm_source=chatgpt.com

26

Dog Matching

“Find the Pawfect Match“

- DogMatching vergleicht die genetischen Profile von Hündin und Rüden, um die am besten passenden Zuchtpartner zu finden.
- Dabei werden genetische Verwandtschaft, Erkrankungen, populationsgenetischer Stellenwert und DLA-Kombinationen berücksichtigt.
- Ziel ist die Zucht von gesunden und genetisch vielfältigen Nachkommen.



27

27

2. Zuchtmanagement

Mögliche Nachkommen-Haplotypen:

Kombination 1

25% Wahrscheinlichkeit

Haplotyp 1:
00601/005011/00701

Haplotyp 2:
00802/00301/00401

Schutzfaktoren:

- Heterozygote Haplotypen erhöhen die genetische Vielfalt des Immunsystems und können das Risiko für Autoimmunerkrankungen reduzieren.

Kombination 2

25% Wahrscheinlichkeit

Haplotyp 1:
00802/00301/00401

Haplotyp 2:
02001/00401/01303

Schutzfaktoren:

- Heterozygote Haplotypen erhöhen die genetische Vielfalt des Immunsystems und können das Risiko für Autoimmunerkrankungen reduzieren.

Kombination 3

25% Wahrscheinlichkeit

Haplotyp 1:
00601/005011/00701

Haplotyp 2:
00802/005011/00701

Schutzfaktoren:

- Heterozygote Haplotypen erhöhen die genetische Vielfalt des Immunsystems und können das Risiko für Autoimmunerkrankungen reduzieren.

Kombination 4

25% Wahrscheinlichkeit

Haplotyp 1:
00802/005011/00701

Haplotyp 2:
02001/00401/01303

Schutzfaktoren:

- Heterozygote Haplotypen erhöhen die genetische Vielfalt des Immunsystems und können das Risiko für Autoimmunerkrankungen reduzieren.

28

3. Einkreuzungs- projekt

ProKromfohlrländer



F2 Generation
Gen. COI – 13 %
Heterozygotie – 36 %



F1 Generation
Gen. COI – 0 %
Heterozygotie – 47 %

Dansk/Svensk Gardhund



F3 Generation
Gen. COI – 13 %
Heterozygotie – 40 %



F4 Generation
Gen. COI – 19 %
Heterozygotie – 36 %



Reinrassig
Gen. COI – 22 %
Heterozygotie – 34 %

29

Sind genetische
Tests die Zukunft
der Hundezucht?



30

Definitiv JA

Genetische Tests sind Tools, die Züchter und Tierärzte unterstützen

- Allgemeine genetische Einstufung von Rassen
- Frühzeitiges Erkennen von potenziellen Krankheitsrisiken
- Basis für nachhaltige Zuchtplanungen durch datenbasierte Grundlage
- Treffen informierter Zuchtentscheidungen
- Sammeln von Genotypen
- Etablierung von Datenbanken

31

ABER.....

Sie sind kein Allheilmittel

- Neue Gentest lösen nicht zwangsläufig das Problem neuer Erkrankungen
- Überinterpretation von Ergebnissen - Risikomarker
- Gefahr der Einschränkung ohne ausreichende Phänotyp-Korrelation
- Rigorose Ausschlüsse/Selektion von gesunden Trägern > Künstliche Beschneidung der Zuchtpopulation > negativer Effekt auf genetische Diversität

Zucht braucht keine Extreme, sondern kluge Kompromisse: fundiert, umsetzbar – und immer im Sinne der Hunde.

32

FERAGEN
Labor für genetische Veterinärdiagnostik

Kontakt:

Tel. AT: +43 662 / 43 93 83
Tel. DE: +49 8654 / 68 24 430

E-Mail:
support@feragen.at

Web:
www.feragen.at
shop.feragen.at
my.feragenlab.com



ENDE DER PRÄSENTATION

WER NOCH FRAGEN HAT, HAT ~~NICHT~~ AUFGEPASST

Weitergedacht ;-)

makeameme.org