

**Genetische Grundlagen
des Verhaltens**

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Forderung an Hundezüchter

Selektion

- gegen gefährliche Hunde
- auf wesensfeste und sozialverträgliche Hunde

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Voraussetzungen....

...für die züchterische Bearbeitung von Merkmalen

- unterschiedliche Merkmalsausprägung in der Population
- **Genetische Grundlage der Merkmalsvariation**
- Objektive und valide Erfassung der Merkmalsunterschiede

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Hinweise auf die Erbllichkeit von Verhalten

- Rassetypische Verhaltensweisen (Vorstehen, Spurlaut, Hüteverhalten)
- Selektionsversuche (Beljaev)
- Kreuzungsversuche (Scott, Fuller)

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Genetische Grundlagen

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Prinzip der Genwirkung

- Basensequenz an der DNA (Genotyp) gibt Aufbauanweisung für Proteine
- Genetisch codierte Proteine sind für den Aufbau des Organismus sowie für alle Lebensfunktionen zuständig
- Aus der Interaktion zwischen gencodierten Proteinen und Umwelteinflüssen ergibt sich der Phänotyp

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Genetischer Code

CCA	GTA	CCG	TTA	GCC	TTT	ACG	GAC
AmS1	AmS2	AmS3	AmS4	AmS5	AmS6	AmS7	AmS8

AmS1	AmS2	AmS3	AmS4	AmS5	AmS6	AmS7	AmS8
------	------	------	------	------	------	------	------

Protein X

HeimtierkreisIrene Sommerfeld-Stur30.11.2013

Transkription

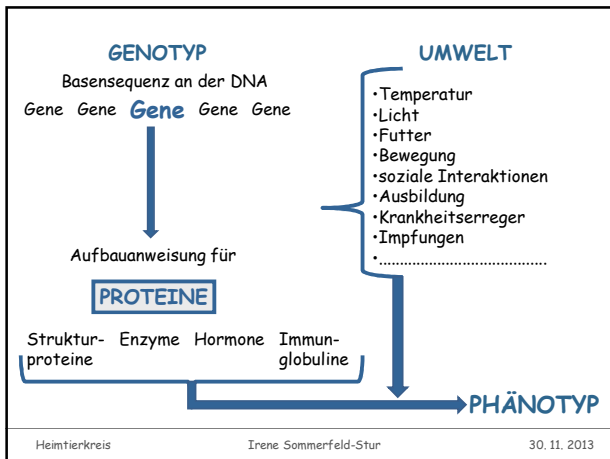
- Der genetische Code wird auf die Messenger RNA kopiert
- Die Messenger RNA wandert aus dem Kern in das Zytoplasma zu den Ribosomen

HeimtierkreisIrene Sommerfeld-Stur30.11.2013

Translation

- An den Ribosomen werden entsprechend den Anweisungen auf der Messenger RNA Aminosäuren zu Proteinen verknüpft
- Die benötigten Aminosäuren werden von spezifischen Transfer-RNAs zu den Ribosomen transportiert

HeimtierkreisIrene Sommerfeld-Stur30.11.2013



Genwirkungen

dominante Genwirkung: Produktion eines vollständig wirksamen Proteins

rezessive Genwirkung: Produktion eines qualitativ oder quantitativ unvollständig wirkenden oder eines unwirksamen Protein

Das rezessive Allel zeigt seine phänotypische Manifestation nur im homozygoten Genotyp

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Dominante Genwirkung

Tyrosin

Mel

Epigenetische Aspekte

- Durch Umwelteinflüsse kommt es zur Modifikation von Genwirkungen durch Aktivierung/Inaktivierung von Genen ohne Veränderung der DNA-Sequenz
- Sensible Lebensphasen
 - Embryonalzeit
 - Zeit der Primärsozialisation
 - Pubertät
- Epigenetische Modifikationen können an die Nachkommen weitergegeben werden

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30. 11. 2013

Epigenetische Mechanismen

Methylierung

Histonmodifikation

RNA-Interferenz

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30. 11. 2013

Methylierung

Genetischer Code für Protein X

CCA GTA CCG TTA GCC TTT ACG GAC

Genetischer Code wird abgelesen

CCA GTA CCG TTA GCC TTT ACG GAC

Genetischer Code kann nicht abgelesen werden

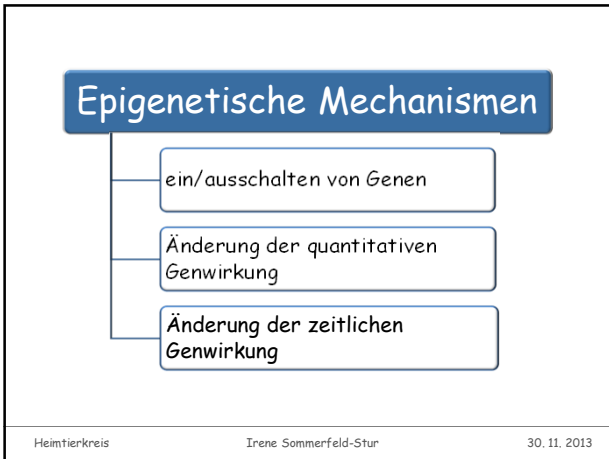


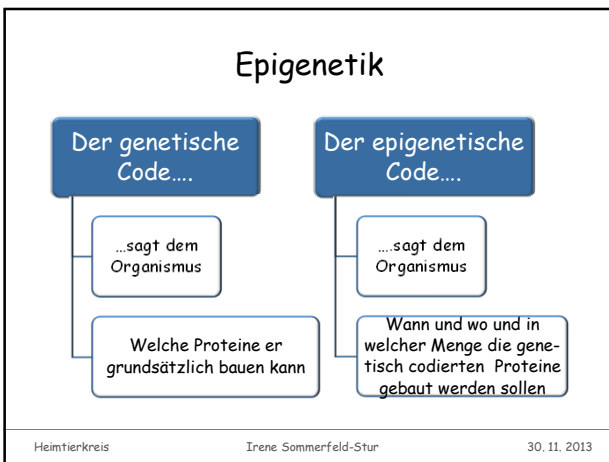
Methylrest

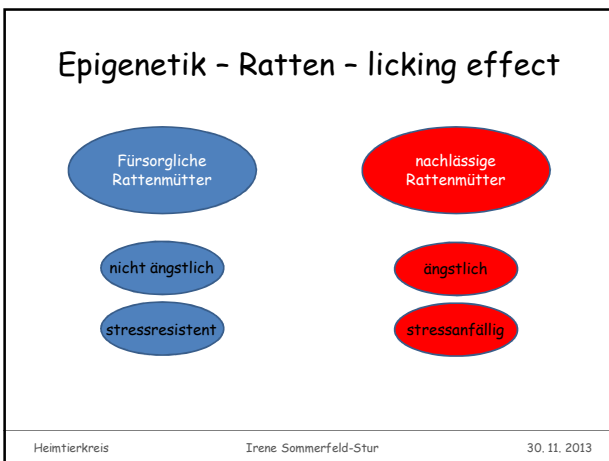
Heimtierkreis

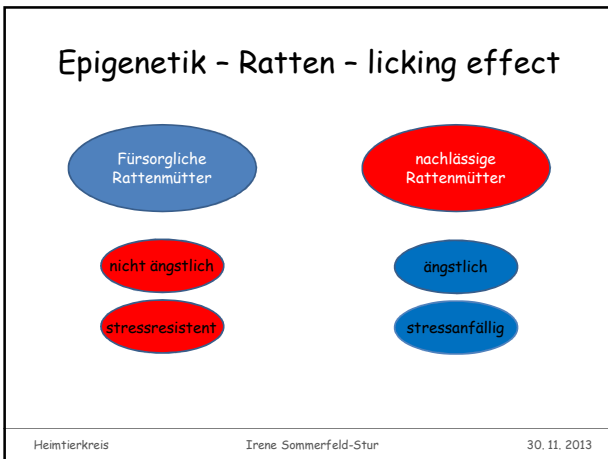
Irene Sommerfeld-Stur

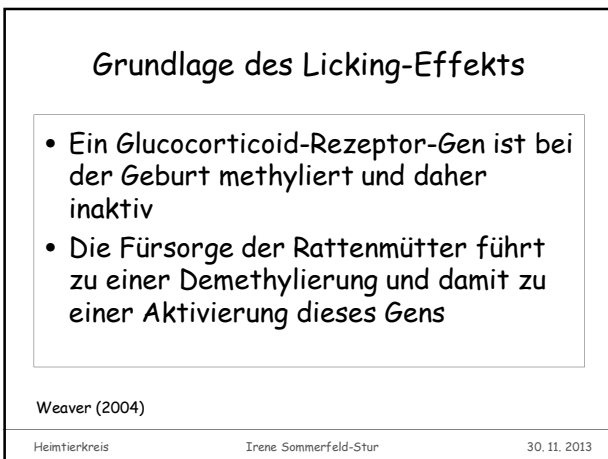
30. 11. 2013

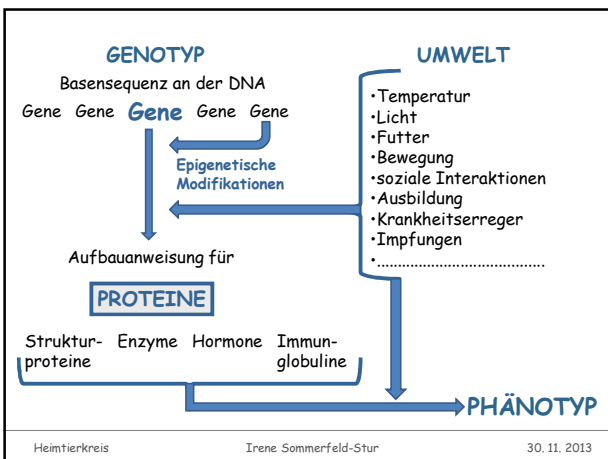












Heritabilität

Anteil des Genotyps an der phänotypischen Ausprägung eines Merkmals.

GG UUUUUUUU niedrige Heritabilität
GGGGG UUUUU mittlere Heritabilität
GGGGGGGG UU hohe Heritabilität.

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Heritabilität

Je höher die Heritabilität eines Merkmals ist umso leichter lässt es sich züchterisch bearbeiten

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Genetische Einflüsse auf das Verhalten

- Neurohormonale Ebene
 - Neurotransmitter
 - Sexualhormone
 - Östrogen
 - Testosteron
 - Oxytocin
 - Vasopressin
 - Prolaktin
 - Stresshormone
 - Kortikosteroide
 - Adrenalin, Noradrenalin
 - Schilddrüsenhormone

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Rezeptoren

- Um zur Wirkung zu kommen benötigen Neurotransmitter und Hormone an den Zielzellen Rezeptoren.
- Rezeptoren sind spezifisch für den jeweiligen Botenstoff und sind ebenfalls genetisch kodierte Proteine

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Neurotransmitter

- Serotonin
 - Stimmungsaufhellung
 - Stressdämpfend (Cortisolgegenspieler)
 - Zu hohe Serotoninkonzentration kann aggressionsfördernd sein (Cockerwut)
- Dopamin
 - Motivationssteigernd (Lernen)
 - Selbstbelohnungseffekt - Suchtpotential
 - Vorstufe von Noradrenalin und Adrenalin

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Neurotransmitter

- Endorphine - endogene Opiate
 - Verstärken Lernerfolge
 - Dämpfen das Schmerzempfinden
 - Erhöhen die Ausdauer
 - Suchtpotential

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Neurotransmitter

- Acetylcholin - einer der wichtigsten Neurotransmitter im peripheren NS
 - Primär für Erregungsübertragung zwischen Nerven und Muskeln zuständig
 - Steuert Lernprozesse
 - Möglicherweise auch für den Jagdtrieb verantwortlich
 - Bei epileptischen Anfällen beteiligt

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Neurotransmitter

- Glutamat: der wichtigste erregende Neurotransmitter im ZNS
 - Übermittlung von Sinneswahrnehmungen
 - Bewegungssteuerung
 - Lernen und Gedächtnis
- GABA: der wichtigste hemmende Neurotransmitter im ZNS
 - Beruhigende, dämpfende Wirkung

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Östrogen

- Weibliches Geschlechtshormon - steuert das weibliche Sexualverhalten. Wird aber auch bei Rüden in der Nebennierenrinde gebildet
- Wechselwirkung mit verschiedenen anderen Botenstoffen

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Testosteron

- Männliches Geschlechtshormon. Steuert gemeinsam mit Dopamin und Serotonin das männliche Sexualverhalten
- Wird auch bei Hündinnen in der Nebennierenrinde gebildet

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Oxytocin

Das Bindungs- und Wohlfühlhormon

- Primäre Funktion bei der Geburt
 - Wehentätigkeit
 - Milcheinschießen
 - Bindung zwischen Mutter und Welpen
- Fördert soziale Bindungen
- Reduziert den Stresshormonspiegel
- Interaktion mit Serotonin

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Vasopressin

Das Eifersuchtshormon

- Schutz von Beziehungen nach außen
- Erkennen des Partners
- Aktiviert die Bildung von Noradrenalin

Vasopressin ist die chemische Vorstufe von Oxytocin

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Prolaktin

- **Steuert das elterliche Verhalten**
 - Fürsorge
 - Schutz
 - Spielen
 - Aber auch Infantizid
- **Ist negativ korreliert mit dem Testosteron**

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Cortisol

- Passives Stresshormon - entsteht bei Stress
- Erhöht den Blutzuckerspiegel
 - Unterdrückt das Immunsystem
 - Macht ängstlich, unsicher und depressiv
 - Erhöht die Angstaggression
 - Senkt den Spiegel der Sexualhormone

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Adrenalin

- Das klassische Fluchthormon
- Erhöht den Cortisolspiegel
 - Erhöht Blutdruck, Atemfrequenz
 - Aktiviert den Zellstoffwechsel

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Noradrenalin

Das klassische Kampfhormon

- Senkt die Reizschwelle
- Steigert die Aufmerksamkeit und die Konzentration
- Verstärkt Lerneffekte
- Erhöht den Sexualhormonspiegel

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Schilddrüsenhormon

- Erhöht die AdrenalinKonzentration
- Steuert den Abbau des Cortisols
- Verstärkt die Wirkung von Neurotransmittern
- Spielt eine wichtige Rolle bei der Gehirnentwicklung - fördert die Vernetzung der Neuronen

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Bekannte Assoziationen (Beispiele)

Rasse	Genregion	Merkmal
Cocker Spaniel, Golden Retriever	Dopamine Rezeptor Serotonin Rezeptor Neurotransmitter transporter	Aggressivität gegen Menschen
Shiba Inu	Glutamate Transporter	Aggressivität gegen Fremde
Labrador Retriever	Neurotransmitter	Aktivitätslevel
Deutscher Schäferhund Tervueren	Dopaminrezeptor	Aktivitätslevel
Doberman	CDH2 (Cadherin)	Compulsive Disorder
Pointer	IGF-1	Nervosität

Hall and Wynne, 2012

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Genetische Einflüsse auf das Verhalten

- Anatomisch-physiologische Ebene
 - Sehvermögen
 - Hörvermögen
 - Stimmfähigkeit
 - Mimische Muskulatur
 - Körperbau
 - Anatomisch-morphologische Anomalien

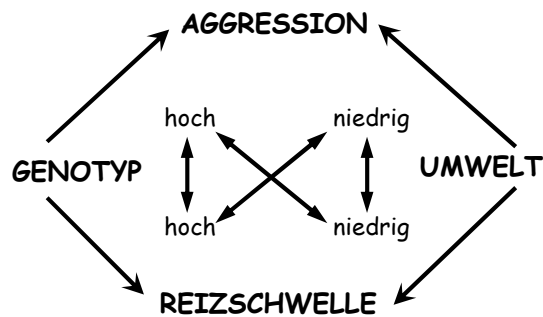
Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Umwelteinflüsse auf das Verhalten

- Maternale Einflüsse
 - Pränatal
 - Postnatal
- Wurfumwelt
- Halter
- Lebensraum
- Artgenossen
- Erziehung und Ausbildung
- Positive und negative Erfahrungen

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Interaktion zwischen verschiedenen Merkmalen



Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Epigenetische Aspekte

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Epigenetische Aspekte

- Durch Umwelteinflüsse kommt es zur Modifikation von Genwirkungen durch Aktivierung/Inaktivierung von Genen ohne Veränderung der DNA-Sequenz
- Sensible Lebensphasen
 - Embryonalzeit
 - Zeit der Primärsozialisation
 - Pubertät
- **Epigenetische Modifikationen können an die Nachkommen weitergegeben werden**

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

**Umwelteinflüsse
mit epigentischer Relevanz**

- Fütterung
- Stress
- Weichmacher (Bisphenol A, Phthalate)
- Bewegung
-
-
-
-

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Agouti-Mäuse

- Gelbes Fell
- Übergewicht
- Diabetes

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Agouti-Mäuse

normale Fütterung während der Trächtigkeit	<div style="background-color: yellow; padding: 5px; border: 1px solid black;">Gelb, Dick Diabetes</div>	angereicherte Fütterung (Cholin, Betain, Folsäure, Vit B12) während der Trächtigkeit
<div style="background-color: yellow; padding: 5px; border: 1px solid black;">Gelb, Dick Diabetes</div>		<div style="background-color: brown; padding: 5px; border: 1px solid black;">braun, schlank gesund</div>
Verstärkte Methylierung des Agoutigens		

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Bisphenol A

Verhindert die Methylierung der DNA

- Gelbe Agoutimäuse, deren Mütter während der Embryonalzeit Bisphenol A ausgesetzt waren wurden später besonders dick und krankheitsanfällig

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Stress

- Kinder deren Mütter während der Schwangerschaft häuslicher Gewalt ausgesetzt waren, zeigten später höhere Stressanfälligkeit und Anfälligkeit für psychische Probleme
- Grundlage ist eine verstärkte Methylierung des Glucocorticoidrezeptors.

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30. 11. 2013

Stress

- Mäusebabies wurden während der ersten 14 Lebentage wiederholt in unregelmäßigen Abständen von ihren Müttern getrennt
- Sie entwickelten depressionsartiges Verhalten und verminderte Stressresistenz
- Diese Abweichungen traten bei männlichen Nachkommen bis in die dritte Nachkommengeneration auf

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30. 11. 2013

Epigenetisch sensible Bereiche

- Fortpflanzung
- Stoffwechsel
- Krankheit-Gesundheit
- Lebenserwartung
- **Verhalten**

Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30. 11. 2013

Epigenetisch sensible Zeiten

- Embryonalentwicklung
 - Organdifferenzierung
 - Gehirnentwicklung
- Jugendentwicklung
 - Primärsozialisation
 - Organwachstum und -entwicklung
 - Lernen
- Pubertät

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Embryonalentwicklung

- Nahrungsmangel der Mütter führt zu geringem Geburtsgewicht der Kinder - später zu einer Neigung zu Übergewicht, Diabetes, HKE.
 - Hungerwinter 1946 in Holland
- Kontinuierlicher Stress dem die Mütter ausgesetzt sind führt zu ängstlichen Kindern mit geringer Stresstoleranz

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Trächtigkeit

- Unterernährung während der Trächtigkeit bereitet den Embryo auf Nahrungsknappheit nach der Geburt vor



Übergewicht, Diabetes, HKE

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Trächtigkeit

- Stress dem das Muttertier ausgesetzt ist bereitet den Embryo auf ein gefährliches Leben vor

Andauernder Stress → 

Ängstlich, vorsichtig, zurückhaltend

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Trächtigkeit

- Schilddrüsenunterfunktion der Mutter kann die Gehirnentwicklung der Welpen beeinträchtigen.

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Primärsozialisation

- Ist die Zeit in der u.a. durch epigenetische Einflüsse die Aktivität bzw. Inaktivität verhaltensrelevanter Gene festgelegt wird
- Epigenetische Markierungen sind in einem gewissen Ausmaß reversibel (enriched environment)

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Lernen

- Gen für Phosphatase wird durch Methylierung inaktiviert.
- Im aktiven Zustand ist es am löschen überflüssiger Erinnerungen beteiligt
- Ist es inaktiviert bleibt die Erinnerung erhalten

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Inzucht und Verhalten

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Inzucht und Verhalten

- Anhäufung rezessiver Defektgene
- Erhöhung der Disposition zu Autoimmunerkrankungen

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Verhaltensrelevante Erbkrankheiten

- **Lebererkrankungen**
 - Portosystemische Shunts
 - Kupfertoxikose
 - Chronische Hepatitis
- **Nierenerkrankungen**
 - JVD
- **Neurologische Erkrankungen**
 - Epilepsie
 - Syringomyelie

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Verhaltensrelevante Erbkrankheiten

- **Erkrankungen, die mit Schmerzzuständen verbunden sind**
 - Chronisch degenerative Gelenkerkrankungen
 - Tumorerkrankungen
- **Stoffwechselerkrankungen**
 - Hypothyreose

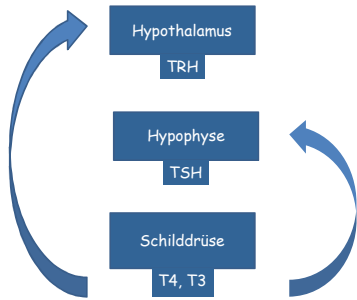
Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Hypothyreose

- **Schilddrüsenunterfunktion als Folge einer Zerstörung der Schilddrüse durch eine autoimmunbedingte Schilddrüsenentzündung**
- **Mangel an Schilddrüsenhormonen**

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Regelkreis der Schilddrüsenfunktion



Heimtierkreis

Irene Sommerfeld-Stur

30.11.2013

Hypothyreose und Verhalten

Hypothyreose bei einer trächtigen Hündin

↓

Störungen der Gehirnentwicklung der Welpen sind möglich

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Hypothyreose und Verhalten

- Ein Vergleich zwischen einer Gruppe aggressiver und einer von nicht aggressiven Hunden zeigte signifikant erhöhte T4-Autoantikörper bei den aggressiven Hunden
- Bei beiden Gruppen lagen alle Schilddrüsenwerte innerhalb des Referenzbereichs

Radosta et al. (2012)

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Was bedeutet das für die Zucht

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Züchterische Maßnahmen

- **Direkte Maßnahmen**
 - Selektion auf der Basis validierter Wesentests
- **Indirekte Maßnahmen**
 - Selektion gegen verhaltensrelevante Erkrankungen
 - Erhaltung bzw. Erweiterung der genetischen Vielfalt

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Umweltmaßnahmen

- Optimierung der Umwelt bereits vor dem Belegen der Hündin
- Optimieren der Umwelt auch bei Zuchtrüden
- Beachten der sensiblen epigenetischen Zeitfenster
- Vermeiden von Triggerfaktoren für Autoimmunerkrankungen
 - Überdenken üblicher Impfstrategien

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013

Ausblick

Bei Beachtung aktueller Erkenntnisse lässt sich sowohl auf züchterischem Weg als auch durch Optimierung der Umwelt das Verhalten von Hunden positiv beeinflussen

Heimtierkreis Irene Sommerfeld-Stur 30.11.2013
