

# Bandscheibenvorfälle bei kurzläufigen Rassen



Photo: Wiegaarden/Jørgen Bak Rasmussen

Dass Teckel im Vergleich zu anderen Rassen einem erhöhten Risiko für einen Bandscheibenvorfall ausgesetzt sind, ist eine bekannte Tatsache. Früher dachte man, es läge am "langen Rücken", aber heute wissen wir, dass die Hauptursache eine Degeneration der stoßdämpfenden Bandscheiben ist, die sich zwischen den Wirbeln befinden. Tatsächlich haben Teckel auch keinen langen Rücken -wohl aber kurze Läufe.

**AUTHOR: HELLE FRIIS PROSCHOWSKY, DVM, PH.D., TIERÄRZTIN,  
SPEZIALBERATERIN DES DÄNISCHEN KENNEL CLUBS**

Originalveröffentlichung im März 2019 im Magazin „Hunden“  
des Dänischen Kennel Klubs

Übersetzung ins Deutsche von Dieter Honsálek.

## KASTEN 1 FGF4-gene



Cairn Terrier      West Highland White Terrier      Fransosiche Bulldog

Der Hintergrund für die Kurzläufigkeit des Teckels ist eine besondere Form des Zwergwuchses. Der wissenschaftliche Begriff lautet "Chondrodystrophischer Zwergwuchs" und ist auch bei z.B. Basset Hound, Welsh Corgi, Coton de Tulear, Shih Tzu und Lhasa Apso bekannt. Der Grad des Zwergwachstums kann variieren und Rassen wie French Bulldog und Beagle sind tatsächlich auch "chondrodystrophisch". Ihre Beine sind nur nicht ganz so kurz. Die Ursache des Zwergwachstums sind einige zusätzliche Kopien eines Gens namens FGF4. Diese extra Kopien sind das Ergebnis einer bestimmten Art von Mutation, bei der Teile der DNA kopiert und an anderer Stelle als ursprünglich eingefügt wurden (Kasten 1).

Viel deutet darauf hin, dass die Mutation alt ist - vielleicht bis zu 4.000 Jahre. Unsere Vorfahren haben wahrscheinlich schon damals erkannt, dass Hunde mit kurzen Läufen nützlich sein könnten. Deshalb haben sie dieses Merkmal beibehalten durch selektive Zucht. Das FGF4-Gen kodiert ein Protein, das dabei hilft, das Wachstum der langen Knochen zu regulieren, die sich insbesondere in den Läufen befinden. Bei Hunden mit zusätzlichen Kopien von FGF4 wird mehr von dieser Substanz produziert. Es bewirkt, dass das Wachstum früher als sonst aufhört -und so entstehen kürzere Läufe. Leider haben sich aber auch weitere Folgen ergeben, insbesondere Änderungen in der Stoßdämpfung der Bandscheiben zwischen den Wirbeln.



Beagle      Teckel      Welsh Corgi

Die Chromosomen der Hunde sind paarweise angeordnet und auf jedem Chromosom werden dieselben Gene gefunden. So ergeben sich 2 Kopien aller Gene. Alle Hunderassen haben 2 Kopien des FGF4-Gens auf Chromosom 18. Das FGF4-Gen wurde kopiert und zweimal in der Evolutionsgeschichte des Hundes einem neue Ort zugeordnet.

- Einmal wurde es auf eine neue Position beim Chromosom 18 versetzt
- Das andere Mal wurde es beim Chromosom 12 eingefügt

Die Anzahl und der Ort der Kopien sind wichtig für die Länge der Läufe wie auch für das Risiko von Bandscheibenvorfällen.

Extra Kopien auf Chromosom 18

- Kurze Läufe und ein niedriges bis moderates Risiko von Bandscheibenvorfällen
- Z.B. Cairn Terrier und Westhighland White Terrier

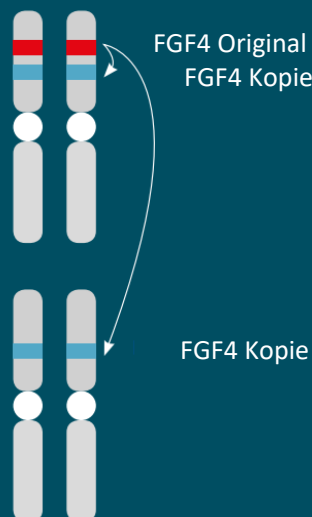
Extra Kopien auf Chromosom 12

- Geringere Verkürzung der Länge der Läufe aber erhöhtes Risiko von Bandscheibenvorfällen
- Z.B. Französische Bulldogge und Beagle

Extra Kopien auf beiden Chromosomen 18 und 12

- Kurze Läufe und hohes Risiko von Bandscheibenvorfällen
- Z.B. Teckel und Welsh Corgi

### CHROMOSOM 18



### CHROMOSOM 12

Kürzlich wurde in den USA ein DNA-Test veröffentlicht, der die Anzahl der FGF4-Kopien auf Chromosom 12 untersucht, die das Risiko von Bandscheibenvorfällen erhöhen. Die Validierung des Tests hat unglücklicherweise gezeigt, dass er kein geeignetes Werkzeug für die Zucht von Teckeln in Dänemark oder Großbritannien ist. Möglicherweise ist der Test ein geeignetes Instrument bei anderen Rassen, aber das muss gesondert untersucht werden.



## KASTEN 2

### Symptome von Bandscheibenvorfällen

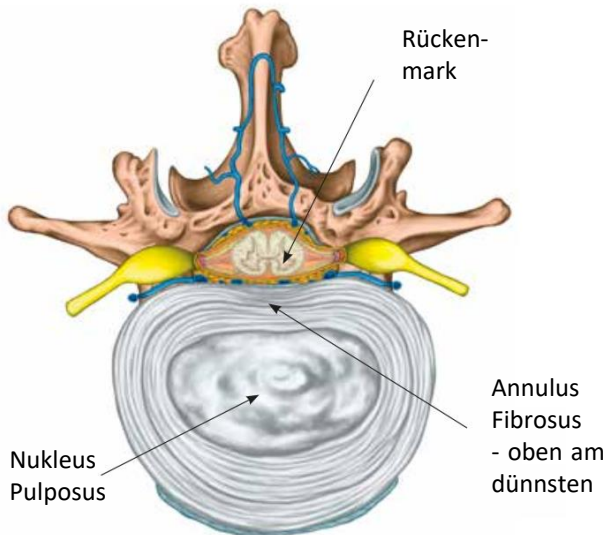
- Akut oder chronisch auftretende Schmerzen
  - Gleichgewichtsstörungen
  - Eingeschränktes Gefühl in den Hinterläufen
  - Eingeschränkte Reflexe in den Hinterläufen
  - Eingeschränkte Kontrolle der Urin- und Kotabsetzung
  - Lähmung der Hinterhand
- In jedem Fall sofort tierärztliche Hilfe in Anspruch nehmen, wenn der Hund Anzeichen eines Bandscheibenvorfalles zeigt
  - In ernsthaften Fällen kann Zeit ein entscheidender Faktor sein

### DIAGNOSE

Die Diagnose muss durch eine sorgfältige, klinische Untersuchung kombiniert mit einer Röntgenaufnahme nach Injektion von Kontrastmittel (Myelographie) oder einem MRT erfolgen.

### BEHANDLUNG

Leichte Fälle werden mit einer Kombination von Ruhe und Medikation behandelt. Schwere Fälle werden chirurgisch mit anschließender Rehabilitation versorgt.



**Abbildung 1:** Querschnitt eines Wirbels. Die Bandscheibe besteht aus einem äußeren festen Ring (Anulus Fibrosus) und einem weichen Kern (Nucleus pulposus). Anulus Fibrosus ist direkt unterhalb des Rückenmarks am dünnsten, daher platzt er oft an dieser Stelle.

### Degenerationen

Die Wirbel des Hundes können in Halswirbel (7), Brustwirbel (13) und Lendenwirbel (7) unterteilt werden. Das Kreuzbein besteht aus drei miteinander verbundenen Wirbeln und die Rute besteht typischerweise aus 20-23 Wirbeln. Unter anderem helfen die Wirbel das in ihrem Kanal verlaufende Rückenmark zu schützen.

Die stoßdämpfenden Bandscheiben bestehen aus einem äußeren festen Ring namens „Anulus Fibrosus“ und einem weichen Gelatine-ähnlichen Kern, der als „Nucleus Pulposus“ bezeichnet wird (Abbildung 1).

Bei Rassen ohne chondrodystrophischen Zwergenwuchs enthält der Kern einige Moleküle, die Wasser anziehen können. Sie bewahren ein feines Gleichgewicht, damit die Gelatine-ähnliche Masse weich und elastisch bleibt. Bei den kurzbeinigen Rassen ändert sich die molekulare Zusammensetzung im Kern jedoch, und das bedeutet, dass der Wassergehalt sinkt. Das Zentrum der Bandscheibe wird dadurch steif und unelastisch - ein bisschen wie Plastik, das unelastisch wird, wenn es austrocknet. Es ist dieser Wechsel im Zentrum der Bandscheibe, der als "Degeneration" bezeichnet wird. Dieser Prozess verläuft bereits im Laufe des ersten Lebensjahres des Hundes und bedeutet, dass ein höheres Risiko für die akute Form eines Bandscheibenvorfalles namens "Typ 1" besteht. Hier platzt der äußere Ring der Bandscheibe und es schießt Material aus dem Kern heraus. Der äußere Ring der Bandscheibe ist oben, knapp unter dem Rückenmark, am dünnsten. Wenn der Bandscheibenvorfall hier passiert, kann es Schäden am Rückenmark geben, die zu Lähmungen führen können. Die typischen Symptome eines Bandscheibenvorfalles sieht man in Kasten 2.



Suchen Sie immer sofort einen Tierarzt auf, wenn Ihr Hund Symptome eines Bandscheibenvorfalles zeigt.

**Abbildung 2:** Röntgenaufnahme der Wirbelsäule eines Teckels. Die roten Pfeile zeigen Beispiele von Bandscheiben mit sichtbaren Verkalkungen.



### Der Grad der Degeneration variiert

Das Zentrum der Bandscheibe degeneriert bei allen Hunden mit der jeweiligen Form für das Zwergenwachstum und im Laufe der Zeit kann sie verkalken, was auf einem Röntgenbild zu sehen ist. Der Grad der Degeneration ist jedoch von Hund zu Hund unterschiedlich, und durch eine Röntgenaufnahme und indem man die Anzahl der Verkalkungen zählt, gewinnt man einen Eindruck von dem Grad der Degeneration beim individuellen Hund. Beim Teckel haben mehrere Studien gezeigt, dass es eine klare Korrelation zwischen der Anzahl der Verkalkungen und dem Risiko eines Bandscheibenvorfalles gibt (Kasten 3). Aber das ist keine reine 1:1 Beziehung. Einige Hunde mit vielen Verkalkungen leiden nicht an Bandscheibenvorfällen. Das kann vereinfacht mit der Tatsache verglichen werden, dass es auch starke Raucher gibt, die keinen Lungenkrebs bekommen. Das ändert jedoch nichts an der Tatsache, dass Rauchen ein Risikofaktor für Lungenkrebs ist und viele Verkalkungen ein Risikofaktor für Bandscheibenvorfälle sind. Andere Faktoren können möglicherweise bei chondrodystrophischen Hunderassen vor Bandscheibenvorfällen schützen: z. B. scheinen physisch starke, schlanke und durchtrainierte Hunde ein geringeres Risiko zu haben, Bandscheibenvorfälle zu bekommen, selbst wenn sie viele Verkalkungen haben.

### Anzahl der Verkalkungen

Die Anzahl der verkalkten Bandscheiben wird als K-Nummer bezeichnet und es hat sich herausgestellt, dass dies hoch erblich ist. Die Vererbung ist tatsächlich höher als bei Krankheiten wie z. B. HD (Hüftgelenk dysplasie) und ED (Ellbogengelenk dysplasie). Bei HD und ED wird der erbliche Prozess des Bandscheibenvorfalles als "polygen" oder „multifaktoriell“ bezeichnet. Dies bedeutet, dass vermutet wird, dass es zusätzlich zu FGF4 noch andere Gene gibt, die ebenfalls wichtig für die Entwicklung von Bandscheibenvorfällen sind. Darüber hinaus spielen eine Reihe von Umweltfaktoren eine Rolle, von denen einige bekannt sind (z. B. physisches Training) und weitere, die noch nicht identifiziert sind. Da die K-Nummer erblich ist, bedeutet dies, dass Hunde mit vielen Verkalkungen oft Nachkommen haben, die auch viele Verkalkungen aufweisen und umgekehrt.

Daher kann man die K-Nummer nutzen, um die besten Zuchthunde zu selektieren und die schlechtesten auszuschließen. Wie für HD, berechnet der DKK auch einen Zuchtindex für Verkalkungen der Wirbelsäule. Dies bedeutet, dass neben dem eigenen Rückenstatus des Hundes auch die Daten aller geröntgten Verwandten einbezogen werden, um einen Zuchtwert für den individuellen Hund zu berechnen. Der Index des Hundes wird in Beziehung zum Durchschnitt der Rasse gesetzt, der immer auf 100 gesetzt ist. Wenn man die Gesundheit der Wirbelsäule in einer Rasse verbessern möchte, muss man Hunde mit wenigen Verkalkungen verwenden und einem Rückenindex von über 100.



**Aber es ist nicht unlogisch, dass ein Bandscheibenvorfall an einer anderen Stelle auftritt als genau dort, wo die Degeneration in Form einer Verkalkung sichtbar ist**

### Das Zuchtprogramm

Dänemark war an vorderster Front bei der Erforschung des Bandscheibenvorfalles, deshalb hatten dänische Züchter die Gelegenheit die Wirbelsäulen ihrer Hunde seit etwa 20 Jahren zu röntgen. Während dieser Zeitperiode wechselte das Screening-Programm mehrfach zwischen freiwilliger und verpflichtender Untersuchung, was nicht optimal war. Ab 1. April 2019 ist das Röntgen der Wirbelsäule bei Rüden und Hündinnen verpflichtend (Kasten 4). Dazu haben in den letzten Jahren auch Norwegen, Schweden, Finnland, Australien und England mit einem Screening-Programm begonnen. Die schwedischen Aufnahmen werden in Norwegen und die der Engländer in Finnland beurteilt. Basierend auf der Anzahl der gezählten Verkalkungen wird dem Hund ein Rückenstatus zugeordnet der Frei (0 Verkalkungen), Mild (1-2 Verkalkungen), Mäßig (3-4 Verkalkungen) oder Stark (5 oder mehr Verkalkungen) sein kann (Abbildung 2).

### KASTEN 3

## Verkalkungen sind ein signifikanter Risikofaktor für die Entwicklung von Bandscheibenvorfällen



Tierärztin Sarah Beck untersuchte die Beziehung zwischen Verkalkungen und Bandscheibenvorfällen für ihre These. Sie versandte einen Fragebogen an die Besitzer von 61 Hunden deren Rücken geröntgt worden war in Verbindung mit einer vorangegangenen Studie von Vibeke Frøkjær Jensen. Sie fragte, ob die Hunde während ihres Lebens einen Bandscheibenvorfall entwickelt hätten. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Rückenstatus/K-Nummer	Anzahl der Hunde mit Vorfall	Anzahl der Hunde ohne Vorfall	Summe
Frei (K0)	1 (8 %)	11 (92 %)	12
Mittlerer Grad (K1–K2)	2 (14 %)	12 (86 %)	14
Moderater Grad (K3–K4)	7 (44 %)	9 (56 %)	16
Ernster Grad (> K5)	12 (63 %)	7 (37 %)	19
Summe	22 (36 %)	39 (64 %)	61

2014 veröffentlichten Anu Lappalainen und ihre Kolleg\*innen eine Studie von 193 Rücken geröntgten finnischen Teckeln, alle älter als 10 Jahre. Auch diese Studie zeigte eine Korrelation zwischen der Anzahl von Verkalkungen und der Häufigkeit von Bandscheibenvorfällen.

- Teckel mit einem ernsthaften Grad von Verkalkungen hatten ein 18 Mal höheres Risiko auf einen Bandscheibenvorfall als Teckel mit dem Rückenstatus „Frei“.
- Sie schlossen daraus, dass das Röntgen des Rückens ein effektives Werkzeug ist, um die Häufigkeit von Bandscheibenvorfällen zu reduzieren.

Letztendlich führten Tine Marx und Charlotte Mørck Andersen in ihrer Masterarbeit über Rückengesundheit in 2014 aus:

- Sie kontaktierten die Besitzer aller Teckel, deren Rücken von 2004 -2006 geröntgt worden war (153 Hunde)
- Insgesamt 117 Besitzer schickten Informationen ihrer Hunde bzgl. Bandscheibenvorfällen zurück (76% Antwortquote)
- Sie setzten die K-Nummern und den Rückenstatus der Hunde mit deren Präsenz der Bandscheibenvorfälle in Beziehung zueinander mit dem folgenden Ergebnis:
  - Hunde mit 5 oder mehr verkalkten Bandscheiben hatten ein 11 Mal höheres Risiko auf einen Bandscheibenvorfall verglichen mit Hunden mit weniger als 5 Verkalkungen
  - Hunde mit einem Rückenstatus unter 100 hatten ein 15 Mal höheres Risiko auf einen Bandscheibenvorfall verglichen mit Hunden mit einem Rückenstatus von über 100
- Die Häufigkeit von Bandscheibenvorfällen bei den 3 Haararten betrug 16% beim Rauhaarteckel, 17% beim Langhaarteckel und 21% beim Kurzhaarteckel.

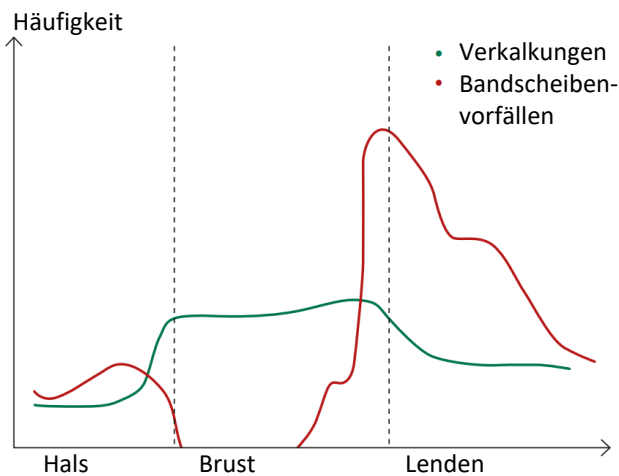


Obwohl Beagle nicht ganz so kurze Läufe haben wie Teckel, haben sie dennoch die gleiche Form von Zwergwuchs.

Foto: Wiegaarden / Jørgen Bak Rasmussen



Um das exakteste Röntgenbild vom Rückenstatus des Hundes zu erhalten und in der Lage zu sein, zukünftige Zuchttiere zu vergleichen, sollte die Rückenaufnahme gemacht werden, wenn der Hund zwischen 2 und 4 Jahren alt ist. Vor dem Alter von zwei Jahren sind die Verkalkungen noch nicht sichtbar, und wenn der Hund 4 Jahre alt ist, können sie anfangen undeutlicher zu werden. Es liegt nicht daran, dass die Degeneration verschwindet, sondern daran, dass es möglich ist, dass im Außenring einige kleine Risse auftreten, wodurch Zellen des Immunsystems eindringen und die Verkalkungen "auffressen" können. Das Material aus dem Nucleus Pulposus kann auch langsam aus den kleinen Rissen "sickern". Das wird manchmal als "stiller Vorfall" bezeichnet, weil dadurch die klinischen Symptome nicht in gleicher Weise wie bei akuten Bandscheibenvorfällen ansteigen. Röntgenaufnahmen zur Findung von Bandscheibenverkalkungen erfordern Erfahrung des Tierarztes und eine qualitativ hochwertige Röntgengenausrüstung. Daher bietet nur eine kleine Anzahl autorisierter Tierärzte diesen Service in Dänemark an.



Die beiden Kurven zeigen, wie die Häufigkeit des Vorkommens von Verkalkungen (grüne Linie) und Bandscheibenvorfällen (rote Linie) die Wirbelsäule abwärts variieren. Es ist nichts unlogisches an der Tatsache, dass ein Bandscheibenvorfall an einer anderen Stelle auftritt als am Ort, wo die Degeneration in Form einer Verkalkung sichtbar ist. Es sind die anatomischen Gegebenheiten des Rückens die die Verteilung der Verkalkungen und der Bandscheibenvorfälle bestimmen. Dieses Diagramm wurde von der Autorin modifiziert von einem Artikel von H. J. Hansen von 1952.

#### Treten bei verkalkten Bandscheiben immer Bandscheibenvorfälle auf?

Nein, das tun sie nicht. Die Anatomie der Wirbelsäule hat einen Einfluss auf die Position sowohl von Verkalkungen als auch von Bandscheibenvorfällen. Der Brustbereich ist der Bereich der Wirbelsäule mit den geringsten Bandscheibenvorfällen. Dies ist neben anderer Faktoren auf die Tatsache zurückzuführen, dass in diesem Teil des Rückens ein Band zwischen den Rippen verläuft, das vor Bandscheibenvorfällen, in aufwärtiger Richtung gegen die Wirbelsäule, schützt. Die Brustregion ist aber auch ein Bereich, in dem wir viele Verkalkungen sehen. Es kann daran liegen, dass dieser Teil der Wirbelsäule nicht so beweglich ist. Die Verkalkungen bilden sich nämlich nicht so leicht bei den Bandscheiben, die "massiert" werden, wenn sich der Rücken bewegt. Die meisten Bandscheibenvorfälle treten in der Lendengegend auf - vor allem direkt im Übergang zwischen Brustregion und Lendenbereich (Abbildung 3).



Dass es hier weniger Verkalkungen gibt, liegt wahrscheinlich wieder an der vermehrten Bewegung in diesem Bereich des Rückens. Das bewog einige Hundebesitzer die Assoziation zwischen Verkalkungen und Vorfällen in Zweifel zu ziehen. Aber es ist nicht unlogisch, dass ein Bandscheibenvorfall an einer anderen Stelle auftritt als genau dort, wo die Degeneration in Form einer Verkalkung sichtbar ist. Denn alle Bandscheiben sind bis zu einem gewissen Grad degeneriert aber das ist nicht immer auf Röntgenbildern in Form einer Verkalkung sichtbar. Wenn man einen Hund wegen eines Bandscheibenvorfalles operiert, ähnelt das entfernte Bandscheibenmaterial in seiner Konsistenz Zahnpasta-ähnlichem anorganischen Material, auch wenn die Verkalkung auf dem Röntgenbild nicht sichtbar war.

#### **Können alle Rassen geröntgt werden?**

Derzeit röntgen wir nur Teckel in Dänemark. Bis jetzt wurden keine Untersuchungen zwischen Verkalkungen und Bandscheibenvorfällen bei anderen Rassen durchgeführt, aber die Erwartung ist, dass man gut beraten wäre, andere chondrodystrophische Rassen in das aktuelle Screening-Programm zu involvieren. Es wäre sinnvoll, weil wir wissen, dass es Probleme mit der Rückengesundheit mehrerer anderer Rassen gibt. Der Club für kleine Begleithunde und der Vertreter der Rasse der Coton de Tulear haben kürzlich den DKK-Gesundheitsausschuss zu diesem Zweck kontaktiert, um eines oder mehrere Rückenprojekte zu beginnen. Ein Projekt wird sich mit der Beziehung zwischen Verkalkungen und Bandscheibenvorfällen beschäftigen und ein anderes wird versuchen herauszufinden, ob der in Kasten 4 erwähnte DNA-Test auf das FGF4-Gen für ein Dänisches Programm nützlich sein könnte. Diese Entwicklung ist äußerst positiv und es wird hoffentlich möglich sein, das aktuelle Zuchtprogramm auf weitere Rassen zu erweitern.

#### **KASTEN 4**

## **Zuchtbestimmungen ab 1. April 2019**

#### **Zuchtbeschränkungen:**

Vor Zuchteinsatz muss der Rücken beider Eltern geröntgt werden.

#### **Folgende Hunde dürfen zur Zucht eingesetzt werden:**

Frei (0 Verkalkungen)

Leichter Grad (1-2 Verkalkungen)

Mittlerer Grad (3-4 Verkalkungen)

#### **Zuchtempfehlung:**

Der Durchschnitt des Rückenstatus der Elterntiere zum Zeitpunkt der Verpaarung sollte 100 oder höher sein.

Die exakte Formulierung für die individuellen Varianten, Regeln für ausländische Hunde usw. stehen auf der Datenbank des DKC's <<dogweb>> oder auf der Website des Danish Dachshund Club's (auf Dänisch).

## References

- Brown, Emily A et al. (2017): *FGF4 retrogene on CFA12 is responsible for chondrodystrophy and intervertebral disc disease in dogs*. PNAS, October 24, 2017, vol. 114, no. 43, pp. 11476-11481  
<https://www.pnas.org/content/114/43/11476> (Open Access)
- Hansen, H-J (1952): *A Pathologic-Anatomical Study on Disc Degeneration in Dog: With Special Reference to the So-Called Enchondrosis Intervertebralis*, Acta Orthopaedica Scandinavica, 23: Suppl. 11, pp. 1-130  
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3109/ort.1952.23.suppl-11.01> (Open Access)
- Jensen, V. & Arnbjerg, J., 2001. *Development of Intervertebral Disk Calcification in the Dachshund: A Prospective Longitudinal Radiographic Study*. J. Am. Anim. Hosp. Assoc., 37(3), pp.274–282.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11361121>
- Jensen, V.F., Beck, S., Christensen, K.A. & Arnbjerg, J. (2008): *Quantification of the association between intervertebral disk calcification and disk herniation in Dachshunds*. Journal of the American Veterinary Medical Association, vol. 233, no. 7, pp.1090–1095.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18828719>
- Lappalainen et al. (2015) Estimate of heritability and genetic trend of intervertebral disc calcification in Dachshunds in Finland Acta Vet Scand, 57:78  
<https://actavetscand.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13028-015-0170-7> (Open Access)
- Lappalainen, A. et al. (2014): *Intervertebral disc disease in Dachshunds radiographically screened for intervertebral disc calcifications*. Acta Veterinaria Scandinavica 56:89  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4285634/> (Open Access)
- Marx, T & Andersen, C. M. (2014): *Intervertebral Disc Herniation in Dachshunds; An Incidence Study and a Follow-up Study on spinal radiographic examination and the use of the number of intervertebral calcified discs and the breeding value*. Master Thesis from University of Copenhagen, Department of Veterinary and Animal Sciences, Section of Animal Genetics, Bioinformatics, and Breeding. Written in Danish with an English abstract.  
[http://www.dgk.dk/xdoc/332/diskusprolaps-hos-gravhunde\\_charlotte-moerck-andersen-tine-marx.pdf](http://www.dgk.dk/xdoc/332/diskusprolaps-hos-gravhunde_charlotte-moerck-andersen-tine-marx.pdf)
- Parker, H.G., et al. (2009): *An Expressed Fgf4 Retrogene Is Associated with Breed-Defining Chondrodysplasia in Domestic Dogs*. Science, 325(5943), pp.995–8.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19608863>

## Neues:

- Bruun, Camilla S. et al (2020): *Breeding schemes for intervertebral disc disease in dachshunds: Is disc calcification score preferable to genotyping of the FGF4 retrogene insertion on CFA12?*  
[https://cgejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40575-020-00096-6?fbclid=IwAR0lBsolwt4X1HVyQ8TZSe\\_pCJygKxf5iQqQs\\_icfiq8hEZGWxUIE62waRg](https://cgejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40575-020-00096-6?fbclid=IwAR0lBsolwt4X1HVyQ8TZSe_pCJygKxf5iQqQs_icfiq8hEZGWxUIE62waRg)

Further information: [www.dachshund-ivdd.uk](http://www.dachshund-ivdd.uk)