

Gibt es einen kausalen Zusammenhang zwischen Legeleistung und Brustbeinschäden ?

S. Petow, B. Eusemann, A. Patt, L. Schrader



Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Celle
Stefanie.petow@fli.de

Am Ende der Legeperiode sind nahezu 100% aller Legehennen von Brustbeinschäden betroffen !



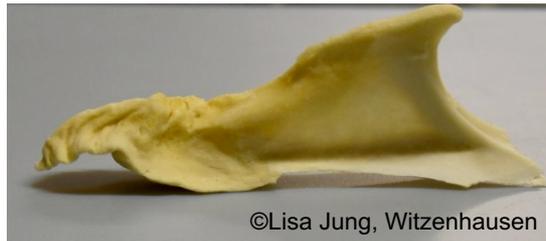
Zum Vergleich:

Annähernd intaktes Brustbein, 72. LW
Linie G11, ITT Celle



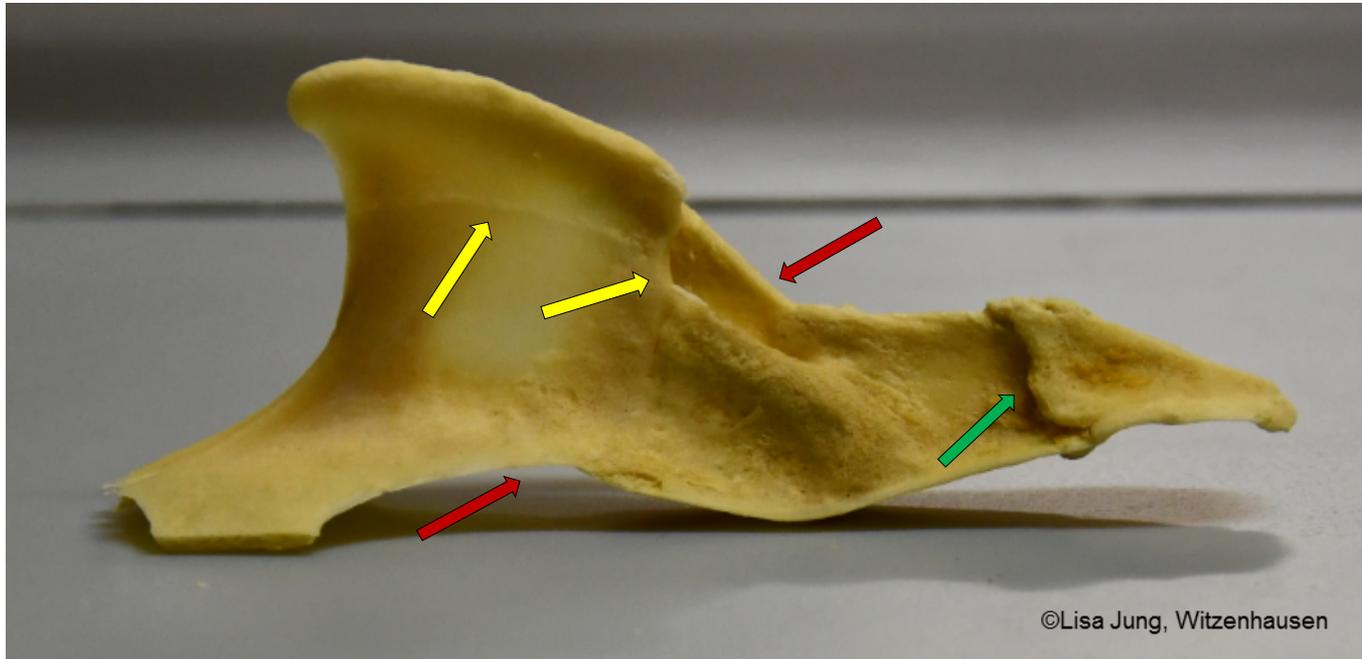
Brustbeinschäden verursachen Schmerzen !

- bei Hennen ist das Schmerzempfinden auf nozizeptive Stimuli sowie das Empfinden chronischer Schmerzen während der Heilungsphase ähnlich wie bei Säugern (Gentle, 1992; Nasr et al., 2012)
- Brustbeinfrakturen werden im Gegensatz zu Frakturen der langen Röhrenknochen kaum erkannt und daher weiterhin belastet (Fleming et al., 2004)



→ Tiere leiden möglicherweise über langen Zeitraum
→ Auch ökonomisches Problem: weniger Eier, höhere Mortalität

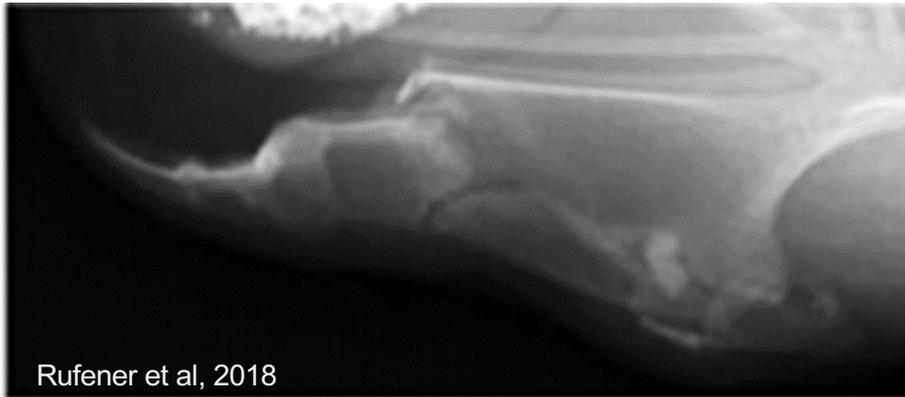
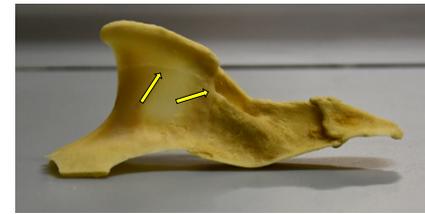
Brustbeinschäden stellen einen Krankheitskomplex dar



©Lisa Jung, Witzenhausen

- Traumatische Frakturen, können das gesamte Brustbein betreffen („Trümmerbruch“)
- Nicht traumatische Frakturen, im caudalen Drittel des Brustbeins
- Deformationen

Brustbeinschäden : Traumatische Frakturen

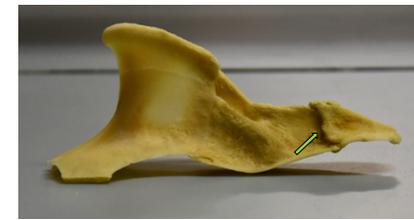


- Betreffen das gesamte Brustbein
- Frakturlinien hängen von Krafteinwirkung ab
- Mit Ödembildung, Einblutung verbunden
- Häufig zeitgerechter Heilungsprozess (4-6 Wochen)

→ **Häufige Ursache:** Abstürzen, Herunterfallen aus großer Höhe, Kollision mit Sitzstange o. Ä. Rufener et al., 2019

→ **Verbesserung des Haltungssystems**, z.B. : Rampen
gepolsterte Sitzstangen
Anordnung und Höhe der Ebenen

Brustbeinschäden : Nicht-Traumatische Frakturen



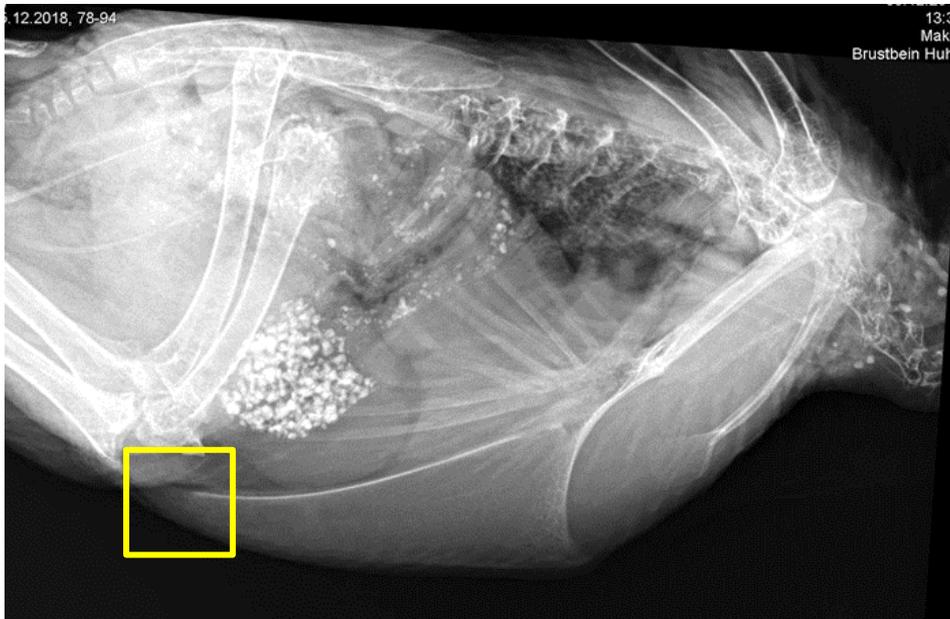
- Nicht-traumatische Frakturen treten im caudalen Drittel des Brustbeins auf
- Frakturlinie immer dorso-ventral
- Meist deutlich verzögerter, bis kein Heilungsprozess → kaum/keine Kallusbildung
- Auch bei „frischen“ Frakturen keine Einblutungen/Hämatome/Ödeme sichtbar

Brustbeinschäden : Nicht-Traumatische Frakturen



Die Verknöcherung des Brustbeins ist erst in der 33.LW vollständig abgeschlossen

z.B. Gonzalez, 2019



LSL Henne, 21. LW, Legebeginn,
Brustbein unvollständig verknöchert



Richtung der Verknöcherung

Hypothese:

Legehennen, die weniger Eier legen, haben weniger/keine nicht-Traumatische Frakturen, weil das Brustbein ausreichend mineralisiert werden kann

Brustbeinschäden : Nicht-Traumatische Frakturen



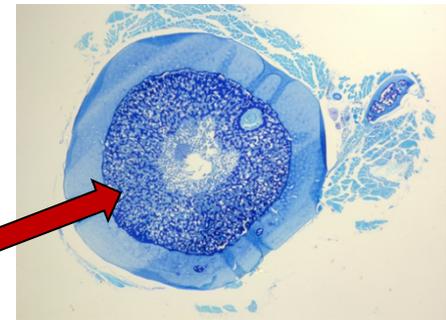
Hypothese:

Legehennen, die weniger Eier legen, haben weniger/keine nicht-traumatischen Frakturen

- Für die Eischalenbildung werden ca zwei Gramm Kalzium /Ei benötigt Romanoff 1949
- Eine wichtige Kalziumquelle ist der medulläre Knochen Etches, 1987

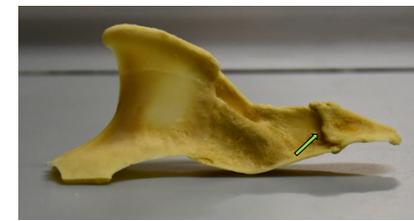
Der medulläre Knochen stellt eine Besonderheit der Vögel dar

- Die Bildung hängt stark von der Konzentration des Sexualhormons 17- β -Estradiol ab
- 17- β -Estradiol wird von reifen Follikeln gebildet, die Konzentration steigt daher in der Legephase stark an
- Bei hochleistenden Legehennen kontinuierlich vorhanden, weil andauernde Legeperiode ohne Pause



Medullärer Knochen

Brustbeinschäden : Nicht-Traumatische Frakturen



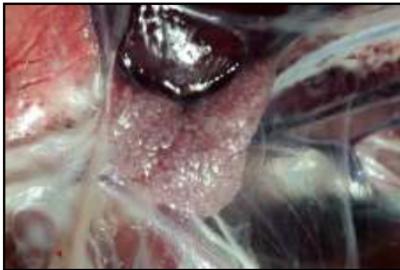
Die Bildung des medullären Knochens ist abhängig vom Follikelstatus und Alter

14 Wochen

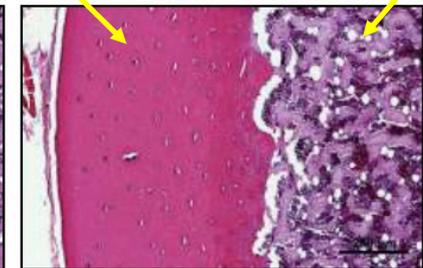
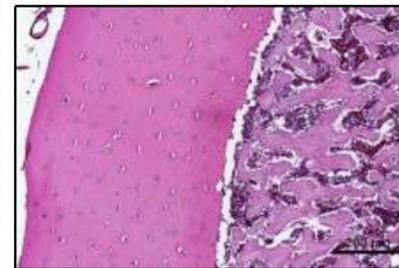
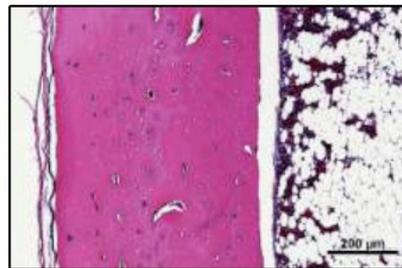
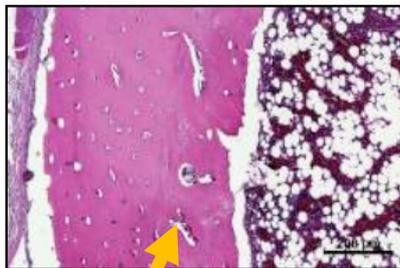
20 Wochen

22 Wochen

32 Wochen

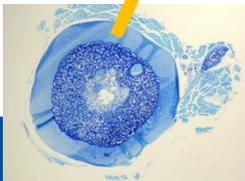


Ovar



Kortex Medullärer Knochen

Tibiotarsus Diaphyse



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

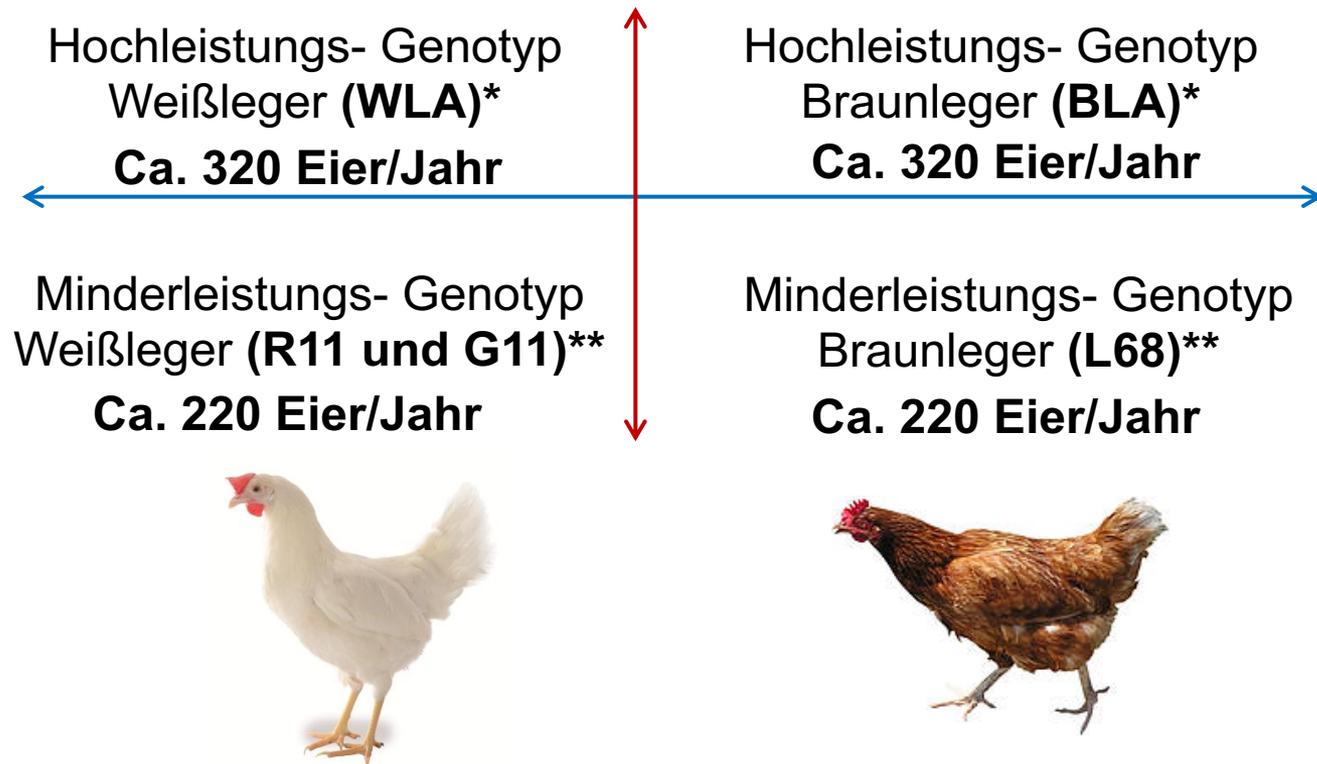
since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Hypothese:

Legehennen, die **weniger Eier** legen, haben weniger/keine nicht-traumatischen Frakturen



Folie von S. Weigend ; verändert

* Lohmann Tierzucht GmbH

**Friedrich-Loeffler-Institut

Göttingen, Oktober 2019



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

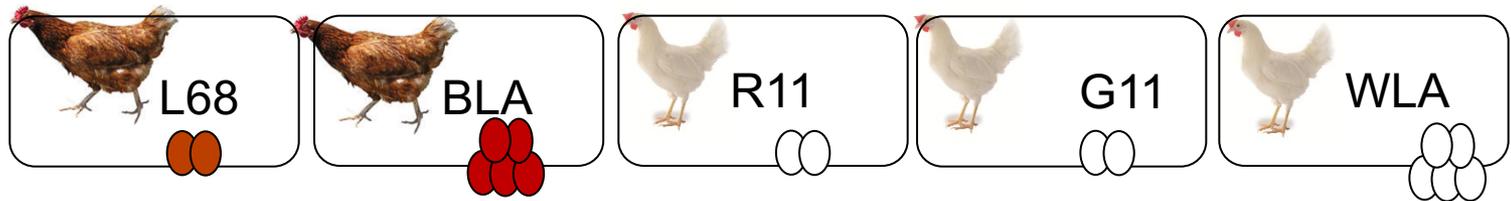
FLI

Bundeforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Versuchsdesign

gesamt 100 Tiere

Genetik



Haltung

Jeweils im



und im



Röntgen

35. Lebenswoche

51. Lebenswoche

72. Lebenswoche



RESEARCH ARTICLE

Radiographic examination of keel bone damage in living laying hens of different strains kept in two housing systems

Beryl Katharina Eusemann^{1,2*}, Ulrich Baulain^{3†}, Lars Schrader^{1†}, Christa Thöne-Reineke², Antonia Patt¹, Stefanie Petow^{1*}

¹ Institute of Animal Welfare and Animal Husbandry, Friedrich-Loeffler-Institut, Celle, Germany, ² Institute of Farm Animal Genetics, Friedrich-Loeffler-Institut, Mariensee, Germany, ³ Institute of Animal Welfare, Animal Behavior and Laboratory Animal Science, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

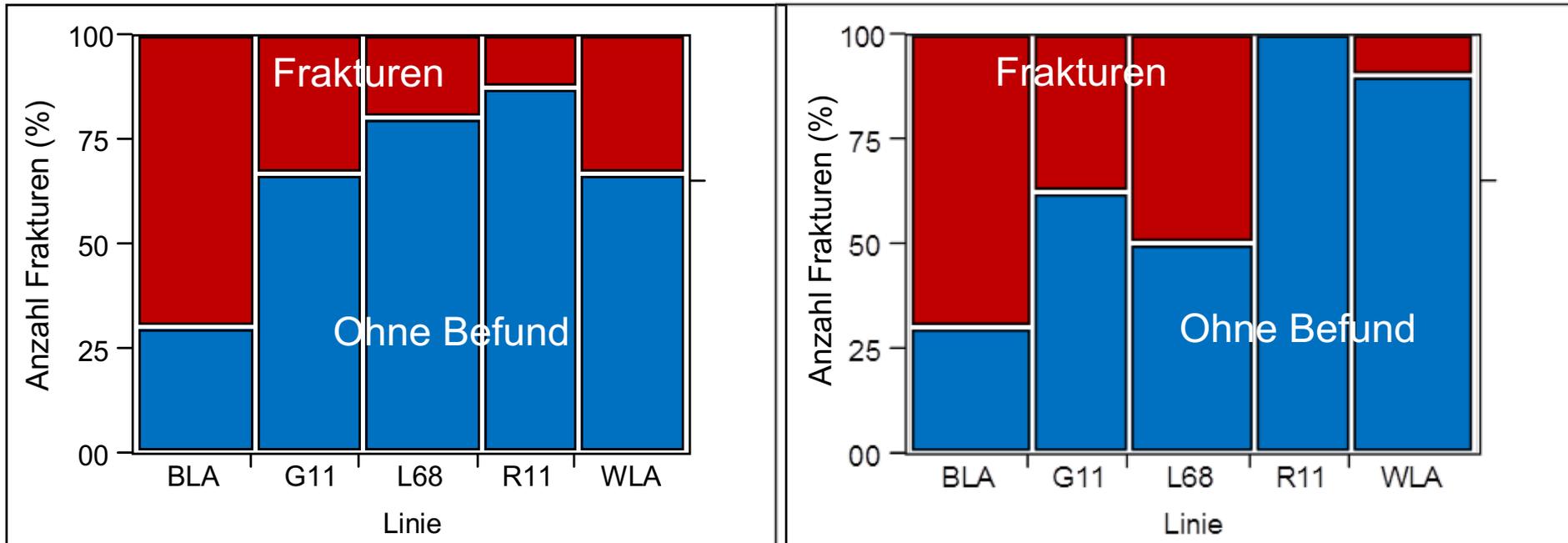
FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Ergebnisse – nicht-traumatische Frakturen



35. Lebenswoche



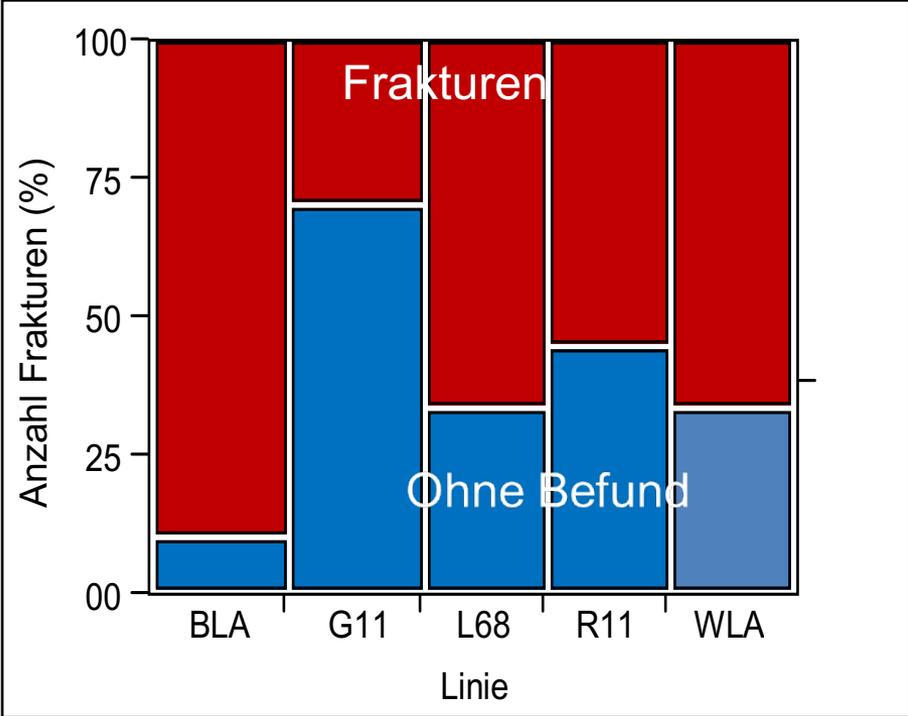
Bodenhaltung

Käfighaltung

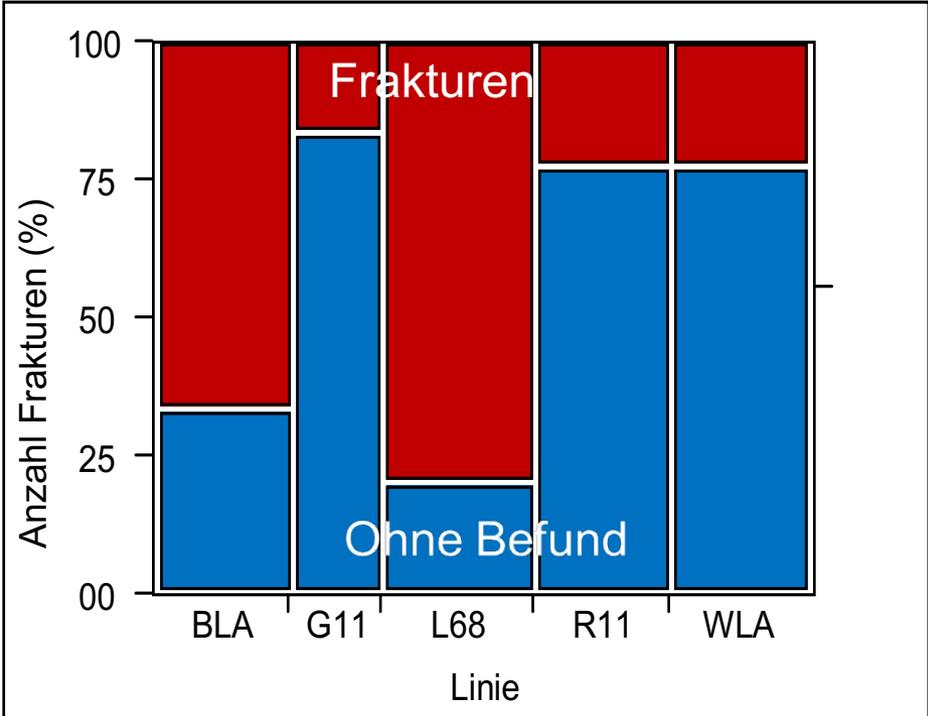
Ergebnisse – nicht-traumatische Frakturen



51. Lebenswoche



Bodenhaltung

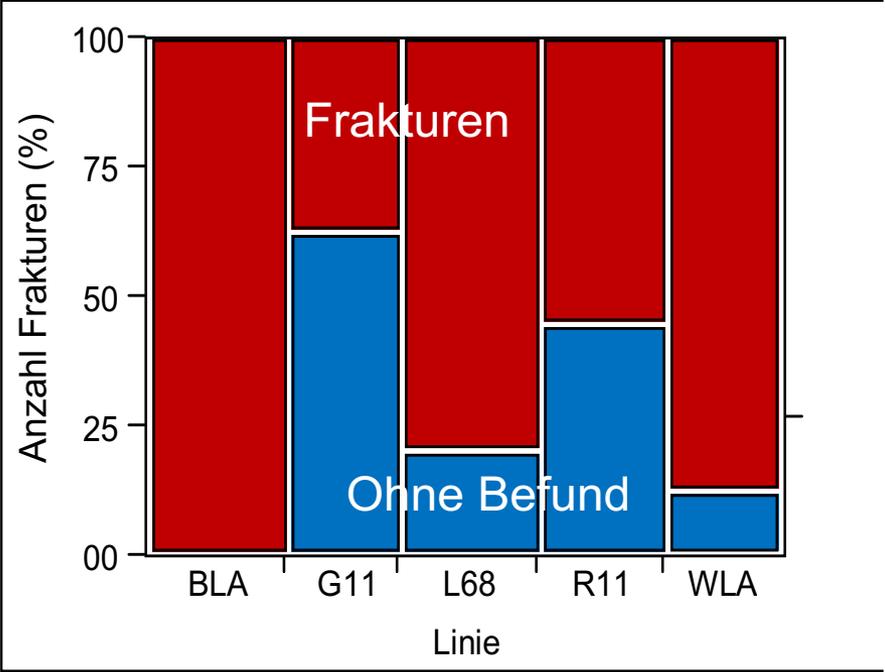


Käfighaltung

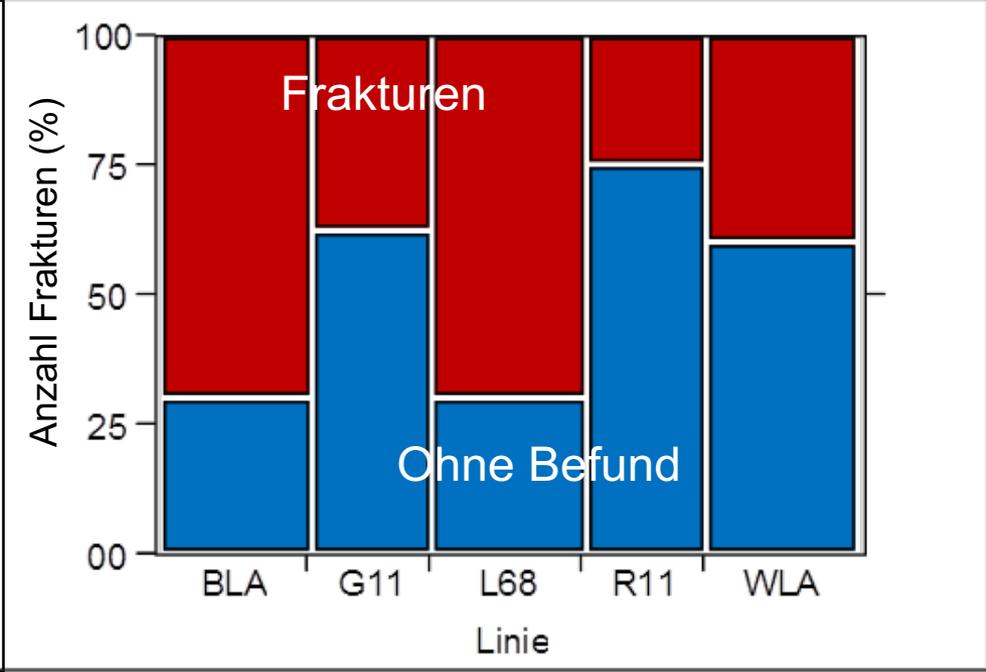
Ergebnisse – nicht-traumatische Frakturen



72. Lebenswoche



Bodenhaltung



Käfighaltung

Zusammenfassung

- Zu allen untersuchten Zeitpunkten weisen die Tiere Frakturen auf
- Alle untersuchten Linien sind betroffen
(Ausnahme : 35. Lebenswoche R11 Käfig, keine Frakturen)
- In beiden Haltungsformen sind Frakturen zu beobachten, sie nehmen im Zeitverlauf zu
- Genetischer Einfluss erkennbar → bei der Linie BLA weisen alle untersuchten Tiere Frakturen auf

Fazit: auch bei Tieren mit einer geringeren Legeleistung von ca 200 Eiern/Jahr sind nicht-traumatische Frakturen zu finden, wenn auch tendenziell weniger Tiere betroffen sind als bei den hochleistenden

Neue Hypothese:

Legehennen, die keine Eier legen,
haben weniger/keine nicht-traumatischen Frakturen



- **Unterdrückung der Legetätigkeit mit Suprelorin®**
 - Aktiver Wirkstoff: deslorelin acetat , GnRH (Gonadotropin Releasing Hormon) Agonist
 - Wird zur chemischen Kastration bei Hunden und Frettchen eingesetzt
 - Am FLI Celle konnte die Eiproduktion in einer Vorstudie wirksam unterdrückt werden (Eusemann et al., 2018)
- **Durch das Suprelorin® Implantat wurden die 17 β Estradiol Konzentrationen im Plasma deutlich erniedrigt**
 - dieses Hormon wurde bei einigen Tieren wieder durch ein Dauerimplantat substituiert, weil es eine Schlüsselrolle im Knochenmetabolismus spielt



Hypothese:
Legehennen, die **keine Eier** legen,
haben weniger/keine nicht-traumatischen Frakturen



Experimentelles Design



100

Suprelorin®
(S)



50 mit S



50 ohne S



Estradiol
(E)

12 SE



38 S



12 E



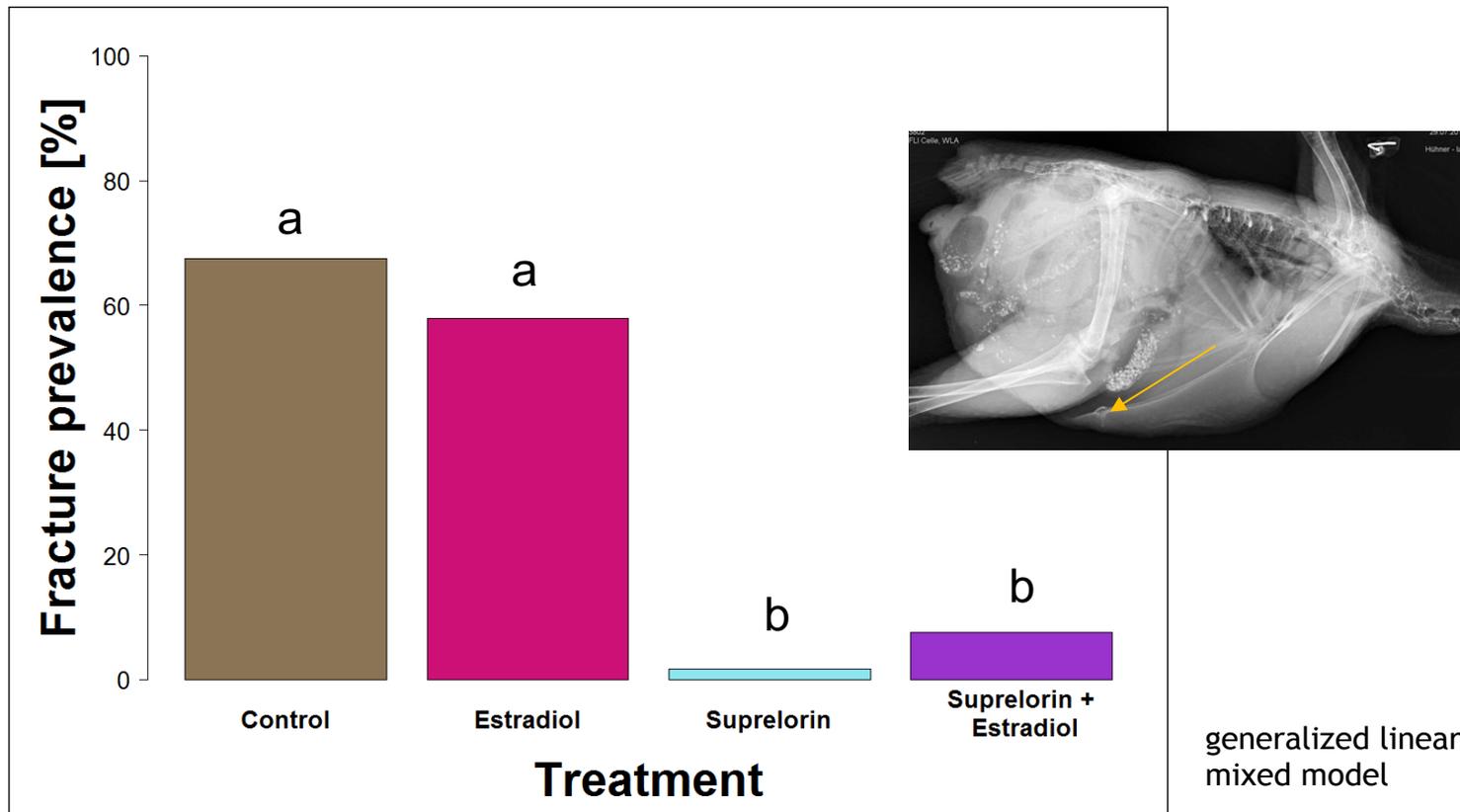
38 C



Eusemann et al., submitted

Röntgenuntersuchungen- nicht traumatische Frakturen

→ Es gibt mehr Frakturen in den eierlegenden Gruppen (C und E) im Vergleich zu den kastrierten Tieren (S und SE); $p < 0.05$



Eusemann et al., submitted

Brustbeinschäden : Nicht-Traumatische Frakturen

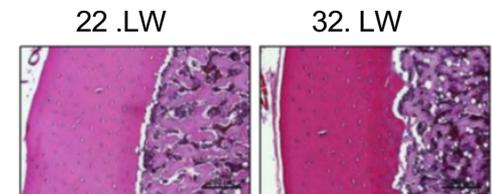
Fazit :

Ergebnisse zeigen klare Unterschiede zwischen den produktiven und kastrierten Gruppen:

- Deutlich weniger Frakturen in den kastrierten Gruppen (S und SE) verglichen mit den eierlegenden (C und E)

→Ergebnisse liefern starken Hinweis, dass die Eiproduktion die Knochenstabilität aufgrund der Bildung des medullären Knochens negativ beeinflusst

→medullärer Knochen wird durch Abbau stützender Knochenstrukturen (Kortikaler Knochen) aufgebaut, dies führt zu instabilen Knochen



Hypothese: ✓

Legehennen, die keine Eier legen, haben weniger/keine nicht-traumatische Frakturen

Special thanks to :



Béatrice Moyal



Silke Werner
Gaby Kirchhof
Franziska Suerborg
Birthe Giewald



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health



Vielen Dank für's Zuhören !!



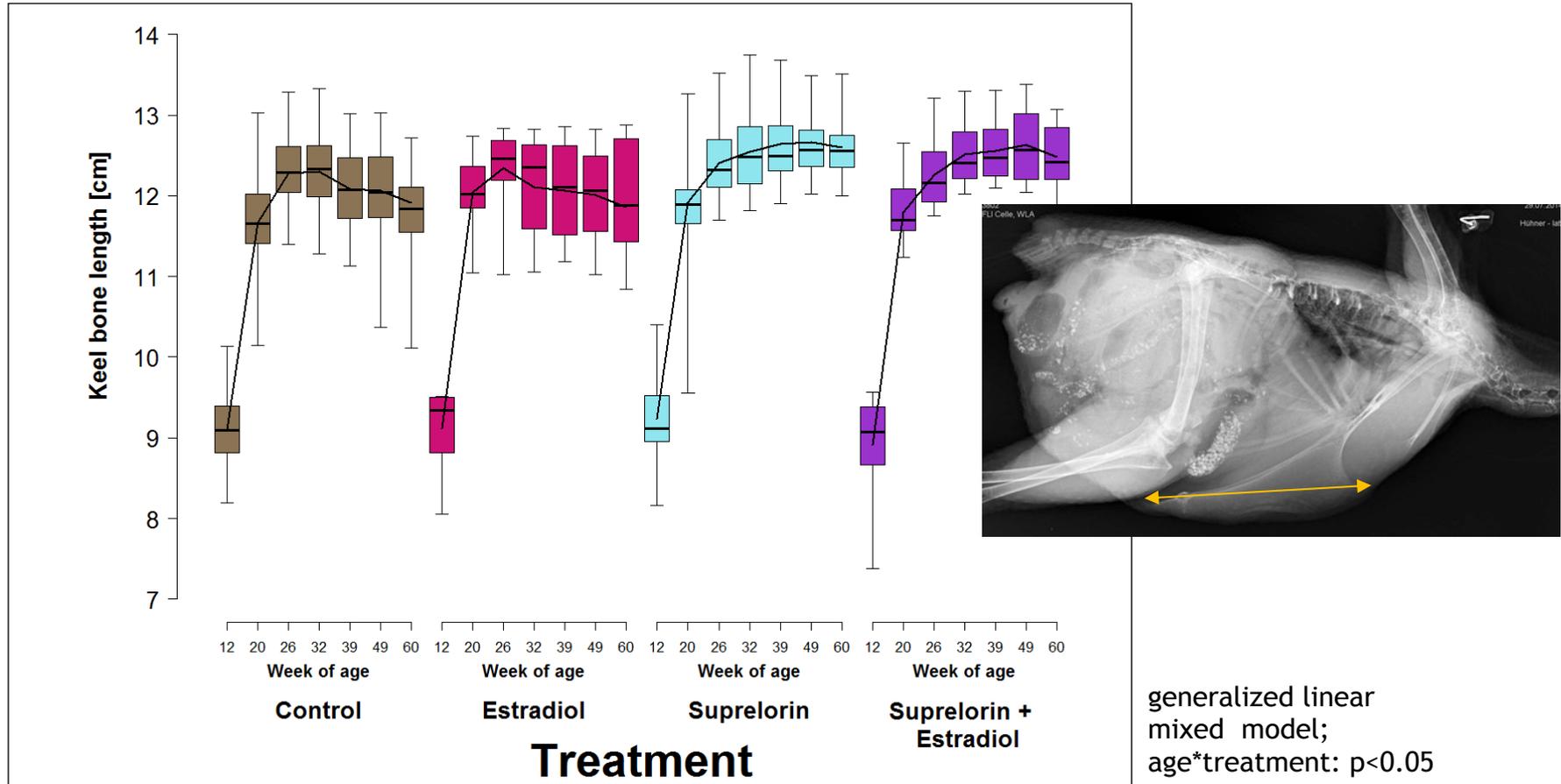
seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Röntgenuntersuchungen-Brustbeinlänge

→ Die Brustbeinlänge nimmt bei den eierlegenden Gruppen (C und E) nach der 26 LW. kontinuierlich ab



Eusemann et al. in prep.



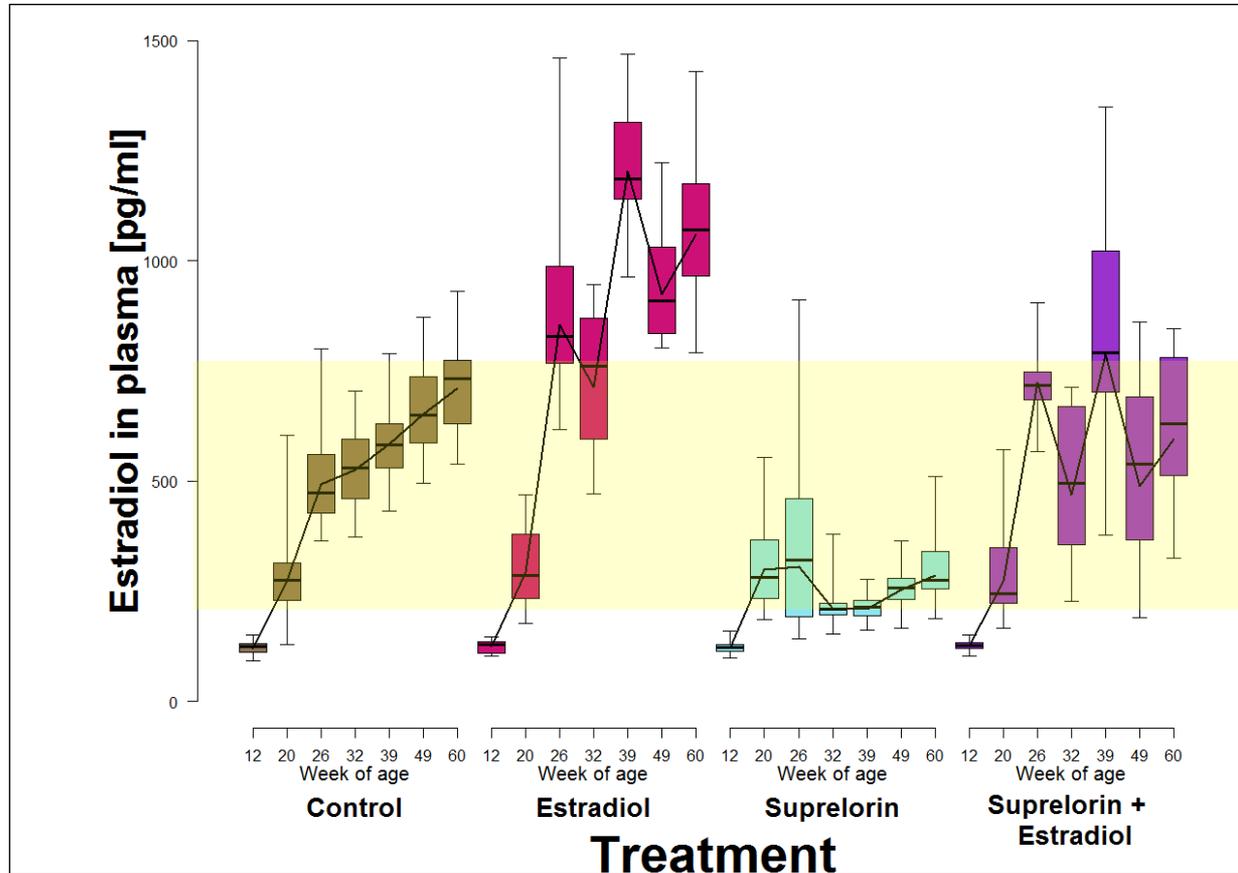
FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

17 β Estradiol Konzentrationen im Plasma



→ Durch das Estradiol-Implantat wurde die Plasma-Konz erhöht
→ Durch Deslorelin Acetat auf einem niedrigen Konzentrationsniveau gehalten

generalized linear mixed model;
age*treatment: $p < 0.05$

Eusemann et al., in prep.



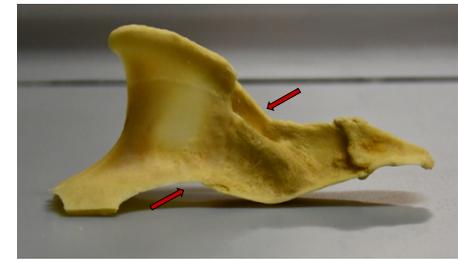
FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Brustbeinschäden : Deformationen



- Deformationen können auch bei Hähnen beobachtet werden
→ Kein Einfluss der Legeleistung
- Forschungsgruppe Uni Bern kaum/keine Deformationen
→ Junghennenaufzucht mit Außenbereich

- Calcium: hoher Bedarf der Legehennen durch Einbau von Calcium in die Eierschalen; wird aus dem medullären Knochen mobilisiert
 - Vitamin D: erhöht die Aufnahme von Calcium und Phosphat im Darm; senkt die Ausscheidung der o.g. durch die Nieren; wichtig für die Mineralisierung und das Wachstum der Knochen
- Aber: Zusatz von Vitamin D ins Futter gesetzlich beschränkt¹⁰, Aufnahme über das Futter auch

→

→ Versuch, Vitamin D-Synthese durch UVB-Bestrahlung (Außenbereich) zu erhöhen, um Deformationen zu verringern



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

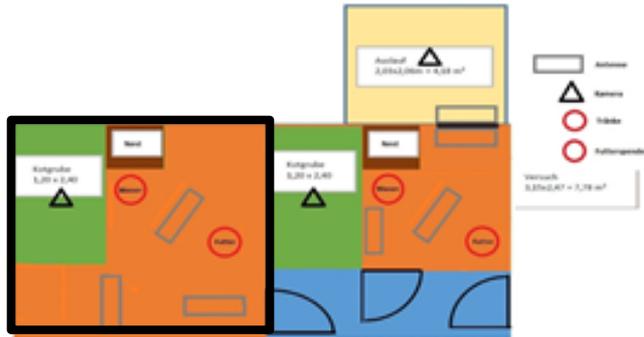
since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Brustbeinschäden : Deformationen

Können Deformationen in der Junghennenaufzucht mit Außenbereich vermindert werden?



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT



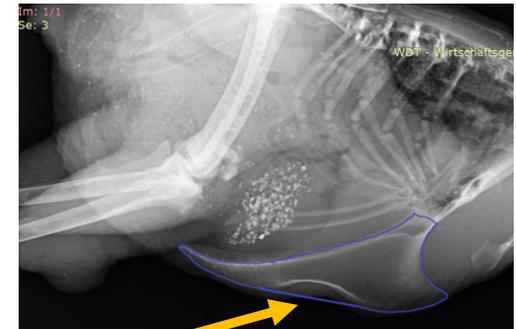
seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Brustbeinschäden : Deformationen

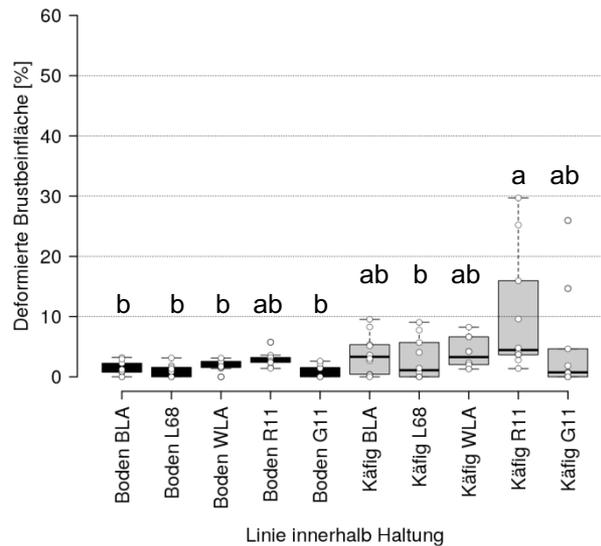
- **Röntgen von der 6. bis 18. LW**
Bestimmung der Knochen(Röntgen)dichte in Aluminiumäquivalent (mmAlÄq)
Ausmessen des Anteils Knochen/Knorpel; Verknöcherungsprozess
Deformationen vorhanden ja/nein
- **Erfassung des Futterverbrauchs**
- **Messung der UVB-Radiation**; 1x monatlich 8h; sonst von 12-15h,
wenn niederschlagsfrei



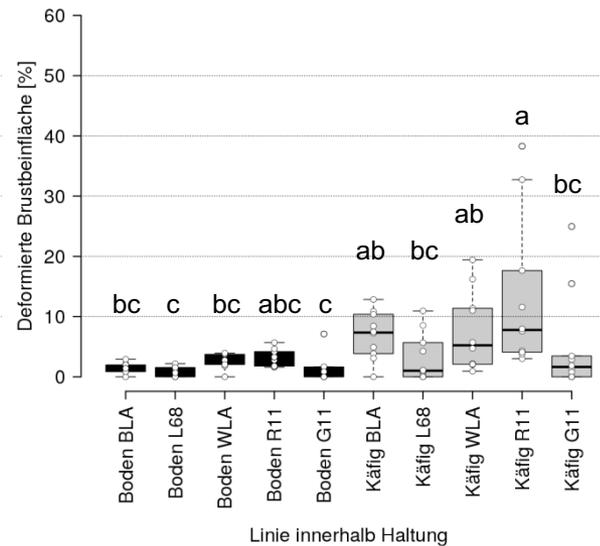
3. Röntgenologische Darstellung von Brustbeinschäden

Ergebnisse - Deformationen

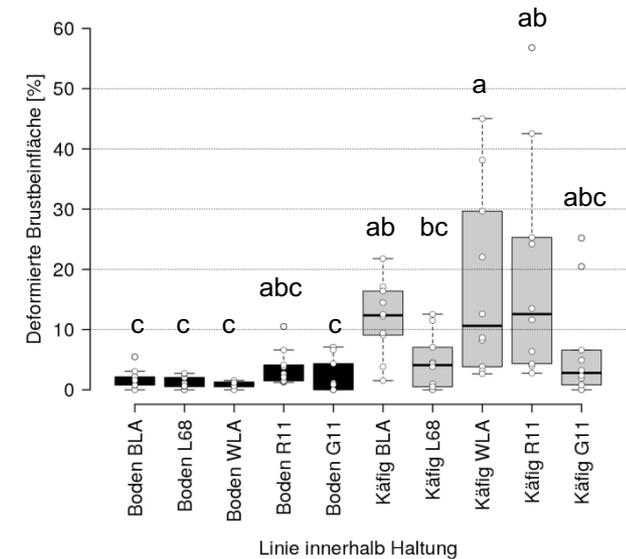
35. Lebenswoche



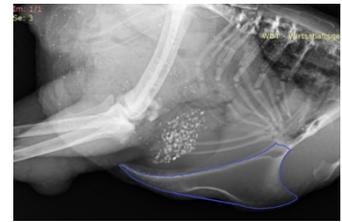
51. Lebenswoche



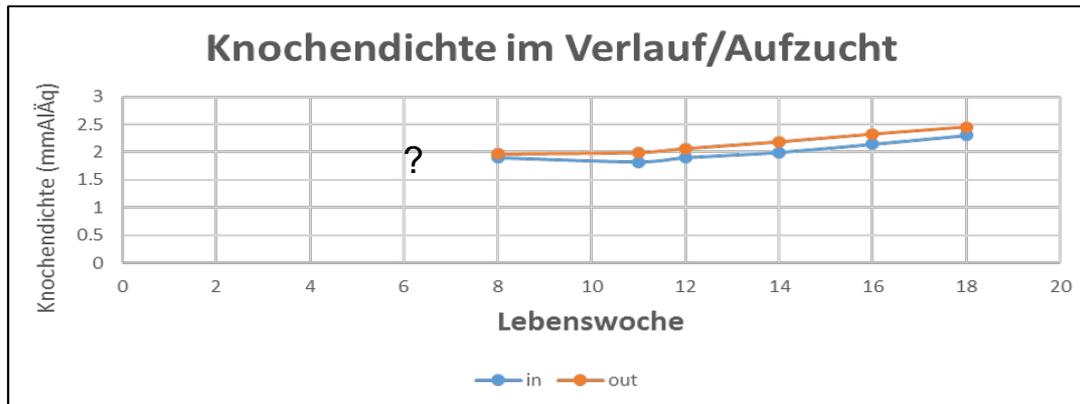
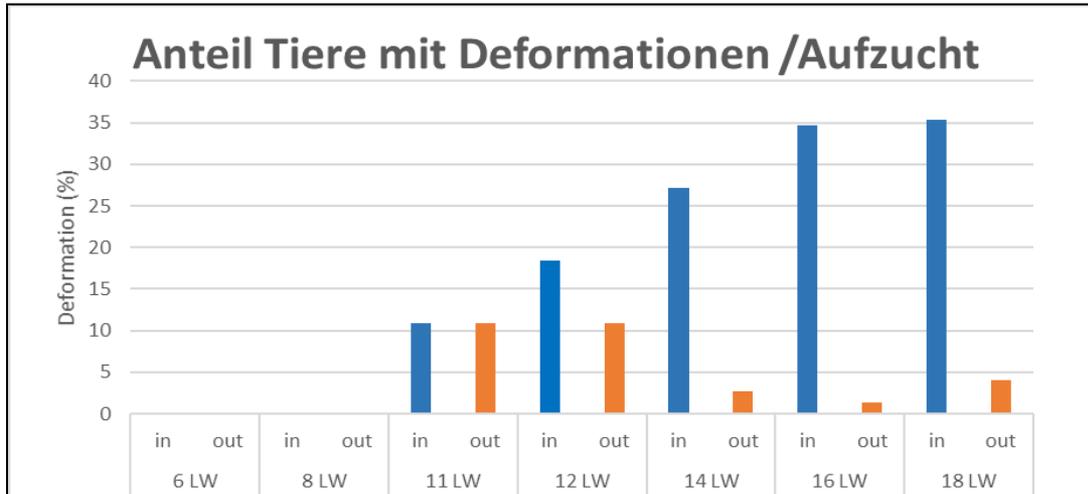
72. Lebenswoche



Brustbeinschäden : Deformationen



Erste, vorläufige Ergebnisse



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

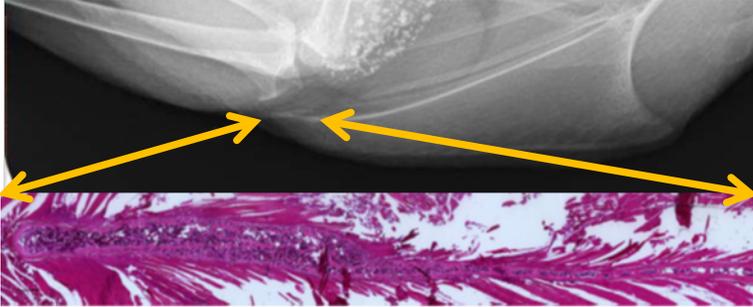
seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Welche Methoden nutzen wir für unsere Untersuchungen?

Morphologie, Pathologie Reiner Ulrich, AG Tierphys



Röntgenanalyse: Deformation, Fraktur, Knochendichte
Histologie: mikroskopische Beurteilung der betroffenen Regionen

Endokrinologie/ klin.Chemie

„Indiko“ : Ca/P; AG Marahrens



ELISA: Estradiol, Vitamin D3



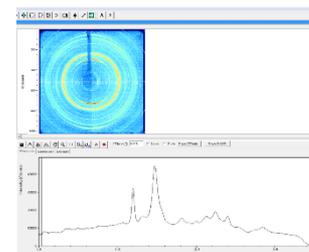
Analyse der Knochenkomposition Kooperation mit Uni Granada, Spanien



Thermogravimetrie



Infrarot-Spektroskopie



2D X-ray diffraction



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Design

Ultrasonography of the ovary

→ Every 3 weeks

To make sure that hens treated with Suprelorin® did not have follicles and thus did not lay eggs



Control group with follicles

Measurement of 17 β estradiol in plasma

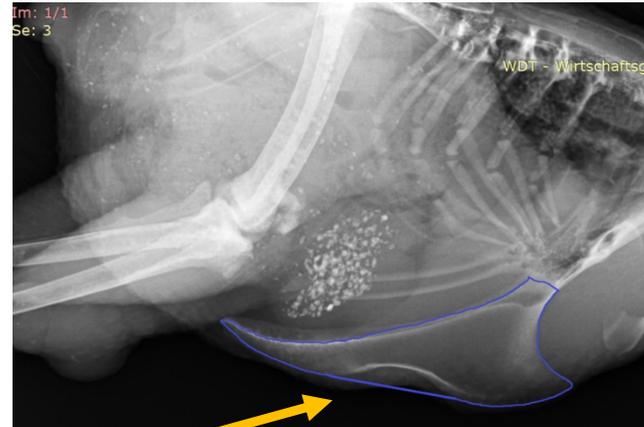
During the running experiment estradiol was determined 7 times using a commercial ELISA kit (IBL International, Germany)



Brustbeinschäden = Frakturen und/oder Deformationen



Das Brustbein beim Vogel



Deformation



Traumatische Fraktur
(Rufener et al, 2018)



Nicht-traumatische Fraktur



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Danksagung



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

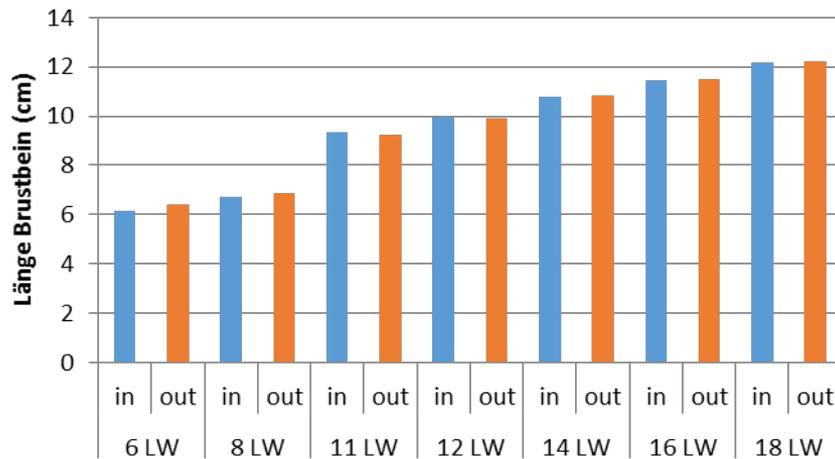
FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Brustbeinschäden : Deformationen

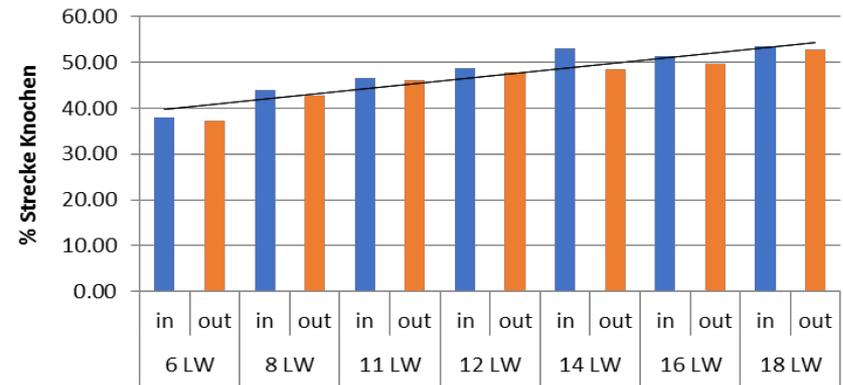
Erste, vorläufige Ergebnisse

Brustbeinlänge im Verlauf



Statistik !!!

Verknöcherung des Brustbeines im Verlauf



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

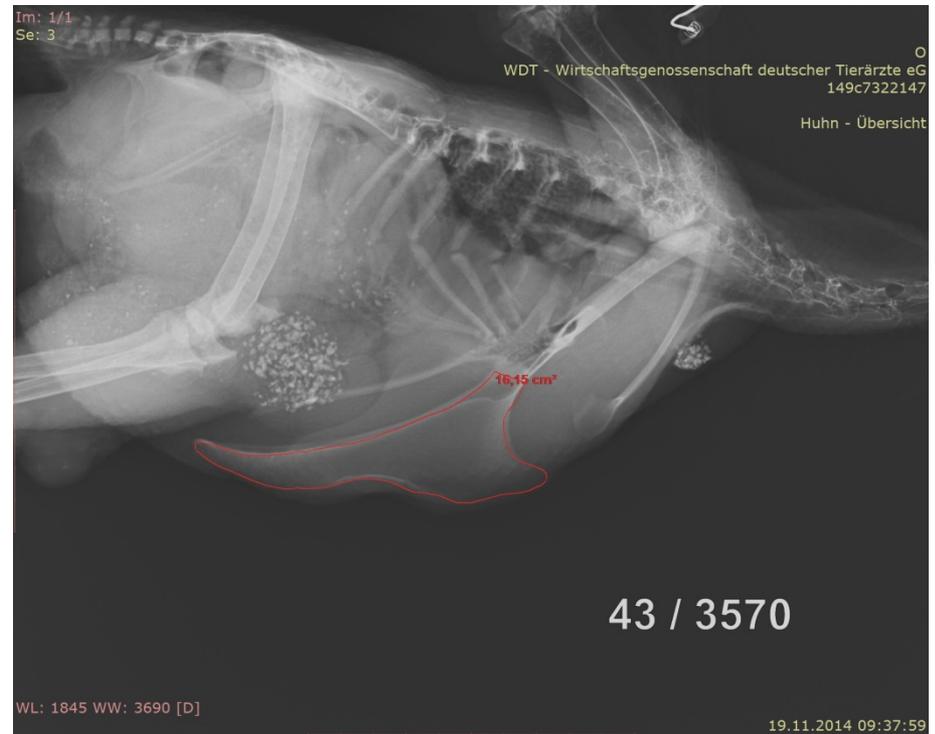
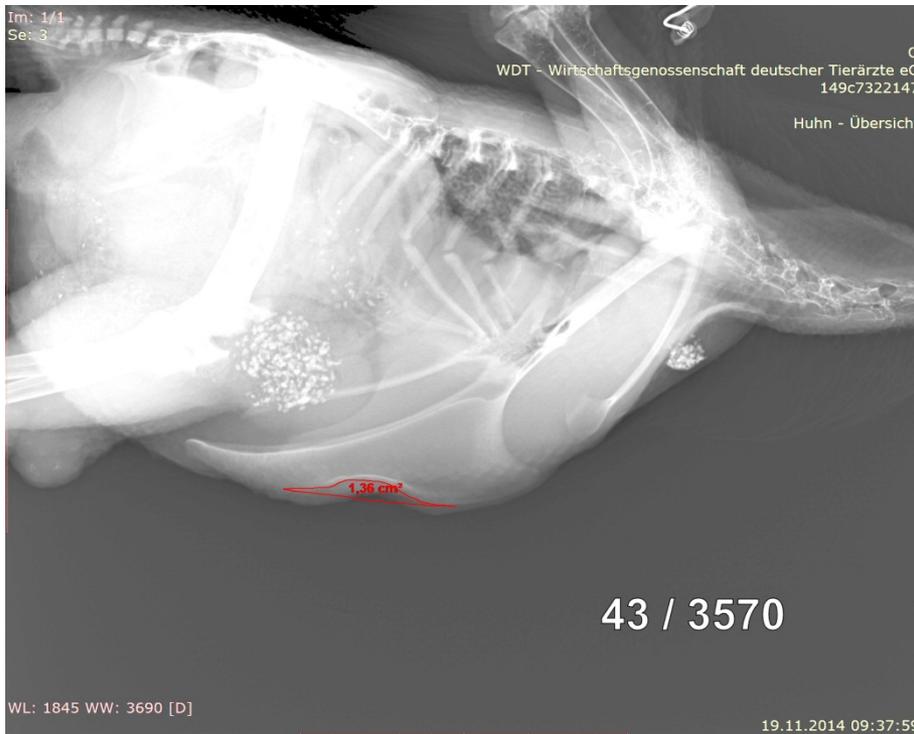
since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

3. Röntgenologische Darstellung von Brustbeinschäden

Auswertung der Röntgenbilder - Deformationen



Die Auswertung erfolgte mit Software der Fa. Zeiss „AxioVision 4.8“



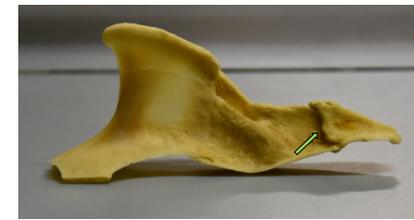
FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Brustbeinschäden : Nicht-Traumatische Frakturen



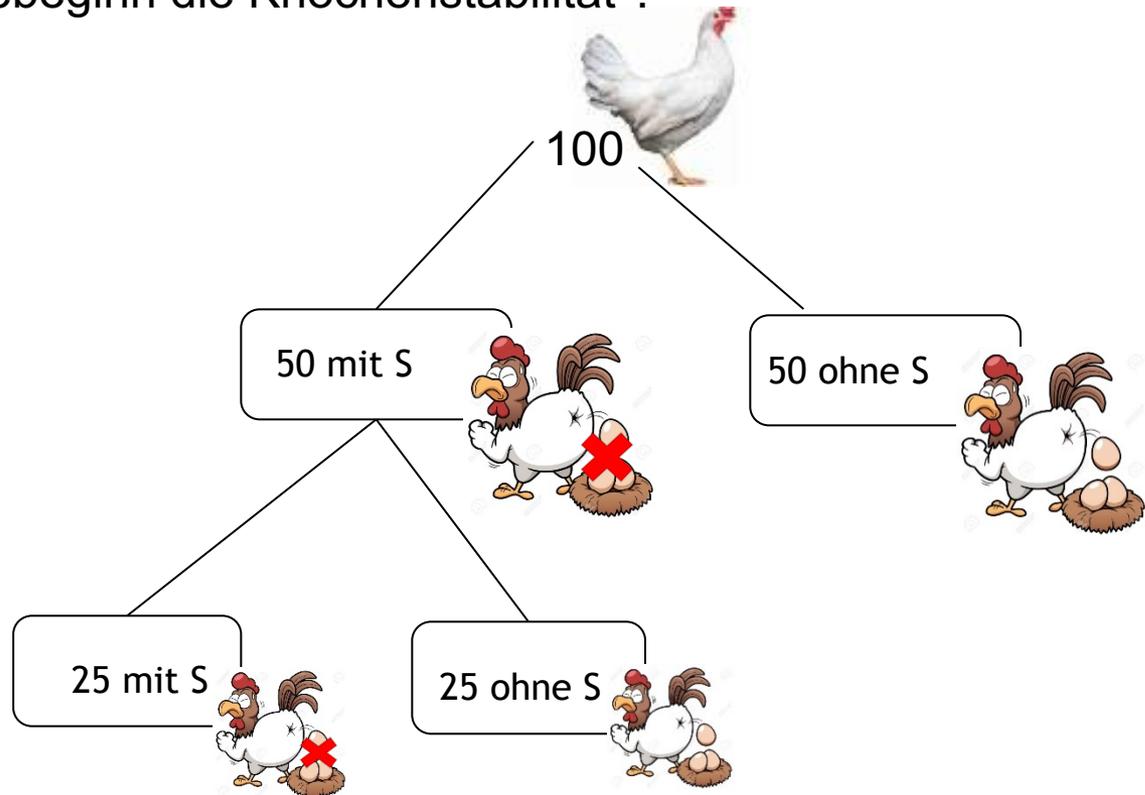
Ausblick, laufender Versuch:

Verbessert ein späterer Legebeginn die Knochenstabilität ?

Suprelorin (S) 21. LW



Suprelorin (S) 27. LW



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

2. Animals, materials and methods

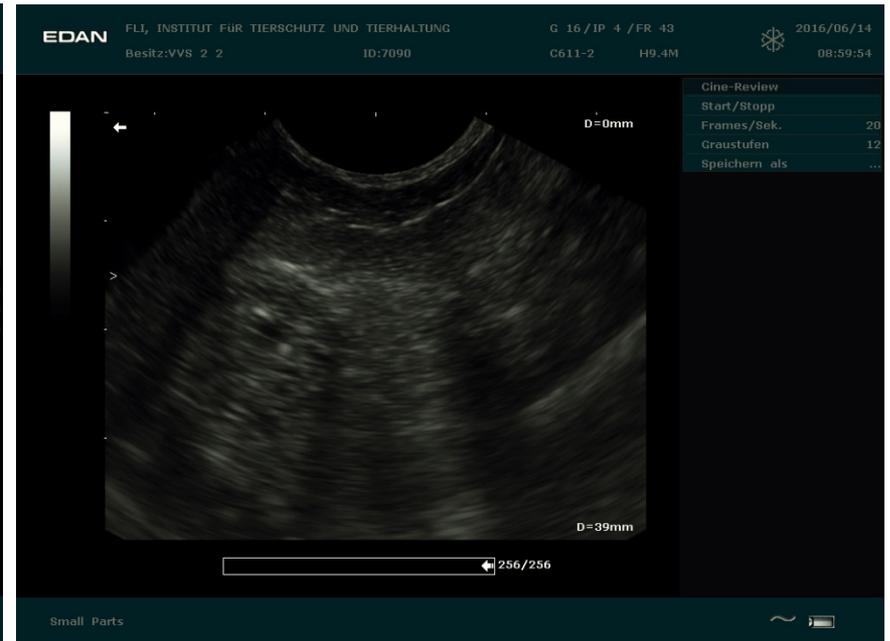
- **Chemical analyses of bone samples and bone breaking strength**
 - In the lab of Alejandro Rodríguez Navarro in Granada
 - Proposed STSM in February 2018
 - Techniques: Thermogravimetric analysis (TGA), Infrared spectroscopy (FTIR), X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), three-point bending test
 - Composition, mineralization and breaking strength of the left tibiotarsus

FOTO

3. First results

- Ultrasonography

- Only one of the hens treated with Suprelorin® had follicles on the ovary
→ excluded from analysis



3. First results

- Radiography

- Evaluation of fractures and keel bone length of the layer line WLA terminated
- No fractures in the 12th and in the 20th week of age and only one animal with a fracture in the 26th week of age
→ Analysis of prevalence only for the 32nd, 39th, 49th and 60th week of age

1. Bedeutung von Brustbeinschäden bei Hühnern

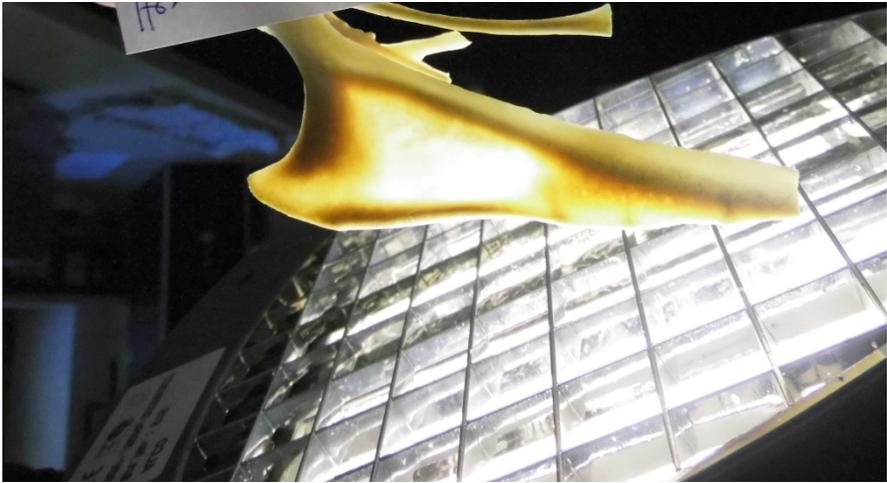


FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health



3. First results

- Chemical analyses and bone breaking strength
 - Until now: analyses of control hens (group C) and hens with only Suprelorin[®] (group S) of layer line WLA (high performing)
 - Rest of analyses: proposed STSM in February 2018
 - Medullary bone present in group C but not in group S
 - Lower degree of mineralization in group S compared to group C
 - Less crystalline, less mature bone mineral in group S compared to group C
 - Stronger bones and thicker cortical walls in group S compared to group C

4. Conclusion

- Differences in bone strength and bone composition
 - Thinner cortical walls = lower amount of structural bone in control hens (group C) compared to hens with Suprelorin[®] (group S)
 - Weaker bones and more prone to fractures
 - Consistent with more keel bone fractures in group C
 - Higher degree of mineralization of cortical bone and presence of medullary bone in group C
 - Do not compensate the decrease in cortical thickness

Definition Osteoporose und Osteomalazie (WHO)

Osteoporose

„systemische Skeletterkrankung, die durch eine niedrige Knochenmasse und Veränderungen der Mikro-Architektur des Knochens gekennzeichnet ist. Dies hat eine vermehrte Knochenbrüchigkeit zur Folge und erhöht das Frakturrisiko.“
→ **irreversibel**; abbauende Osteoklasten überwiegen

Osteomalazie

„eine Störung des Knochenstoffwechsels, die zu einer Demineralisation und damit zur Erweichung der Knochen führt. Dabei ist die Mineralisierung des Knochens gestört während die Knochengrundsubstanz ungestört bleibt.“
→ **reversibel**; Vitamin-D-Mangel



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

3. Röntgenologische Darstellung von Brustbeinschäden

Röntgenologische Untersuchungen des Brustbeins



Kabellose Übertragung der Bilder
mit 10-15 sec Zeitverzögerung



Lateral Ansicht



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

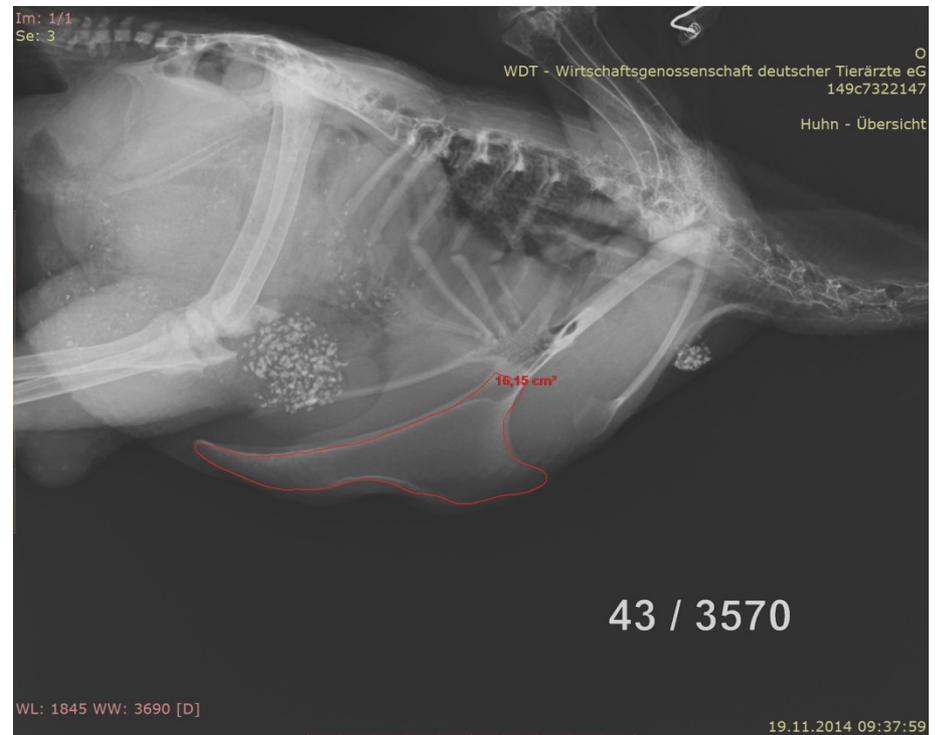
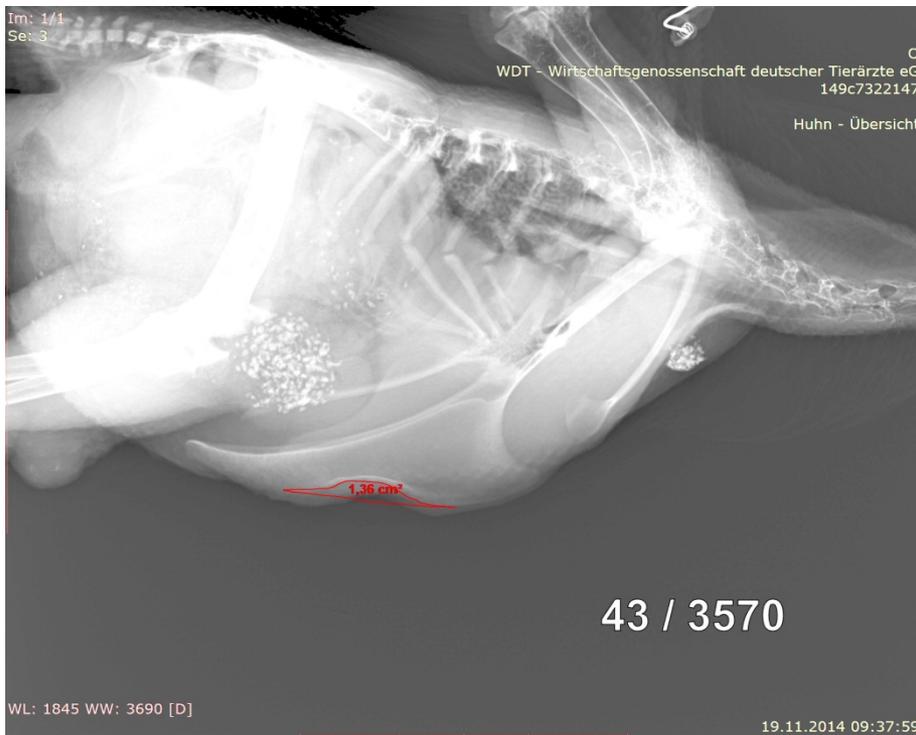
seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

3. Röntgenologische Darstellung von Brustbeinschäden

Auswertung der Röntgenbilder - Deformationen



Die Auswertung erfolgte mit Software der Fa. Zeiss „AxioVision 4.8“



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

3. Röntgenologische Darstellung von Brustbeinschäden

Auswertung der Röntgenbilder - Frakturen



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Zusammenfassung

Ergebnisse

- Im Käfig mehr Tiere von Brustbeindeformationen betroffen als in der Bodenhaltung
- Deformationen nehmen über die Untersuchungszeitpunkte hinweg zu
- Genetische Unterschiede → R11 zeigt größten Anteil an Deformationen
- Anzahl der Tiere für die Beurteilung der Frakturen nicht ausreichend, es zeichnet sich jedoch ab, dass bodengehaltene Tiere häufiger Frakturen aufweisen
- Genetischer Einfluss erkennbar → BLA weisen alle untersuchten Tiere Frakturen auf

Röntgenuntersuchungen

- bieten eine hohe Reproduzierbarkeit und sehr gute Vergleichbarkeit unterschiedlicher Aufnahmen
- Lassen eine genauere Untersuchung des Brustbeines zu (z.B. Fissuren, Kallusbildung, Beurteilung des Heilungsprozesses)

→ Deutliche Vorteile gegenüber der Palpation und Mazeration



Ausblick

- Frühere(r) Zeitpunkt(e), z.B. vor Legebeginn
- Mehrere Zeitpunkte, um Heilungsverlauf besser verfolgen zu können
- Größere Anzahl von Tieren, um auch eine Aussage über die Frakturen treffen zu können



Bildquellen:

- Bild 1:** <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DreiH%C3%BChner.jpg>; zuletzt besucht am 17.08.15
- Bild 2:** <http://www.biothemen.de/Tier/gefluegel/legehennen.html>; zuletzt besucht am 17.08.15
- Bild 3:** <http://grub.gunaxin.com/cluck-world-egg-day/133020>; zuletzt besucht am 17.08.15
- Bild 4:** https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chicken_eggs_20101113.jpg; zuletzt besucht am 17.08.15
- Bild 5:** <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/?id=34339>; zuletzt besucht am 17.08.15
- Bild 6:** <http://www.freizeittechnik.de/html/dr.kern.html>; zuletzt besucht am 17.08.15
- Bild 7:** http://www.renioclark-shop.com/epages/63592071.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/63592071/Products/%22verr%C3%BCcktes%20Huhn%20gr%C3%BCn%2057041%22; zuletzt besucht am 17.08.15
- Bild 8:** <http://de.forwallpaper.com/wallpaper/punk-chicken-pogo-dance-1026012.html>; zuletzt besucht am 17.08.2015



Kooperationen im Rahmen der Untersuchungen

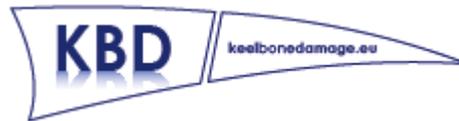
FLI- Intern („AdaptHuhn“)

Institut für Immunologie, Ulrike Blohm

Abteilung für experimentelle Tierhaltung und Biosicherheit, Reiner Ulrich

Institut für Nutztiergenetik, Steffen Weigend

International



„Identifying causes and solutions of keel bone damage“

The Roslin Institute, Edinburgh, Ian Dunn

Universidad de Granada, Grenada, Alejandro Rodriguez Navarro

Universität Bern, Bern, Ariane Stratmann,



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

seit 1910

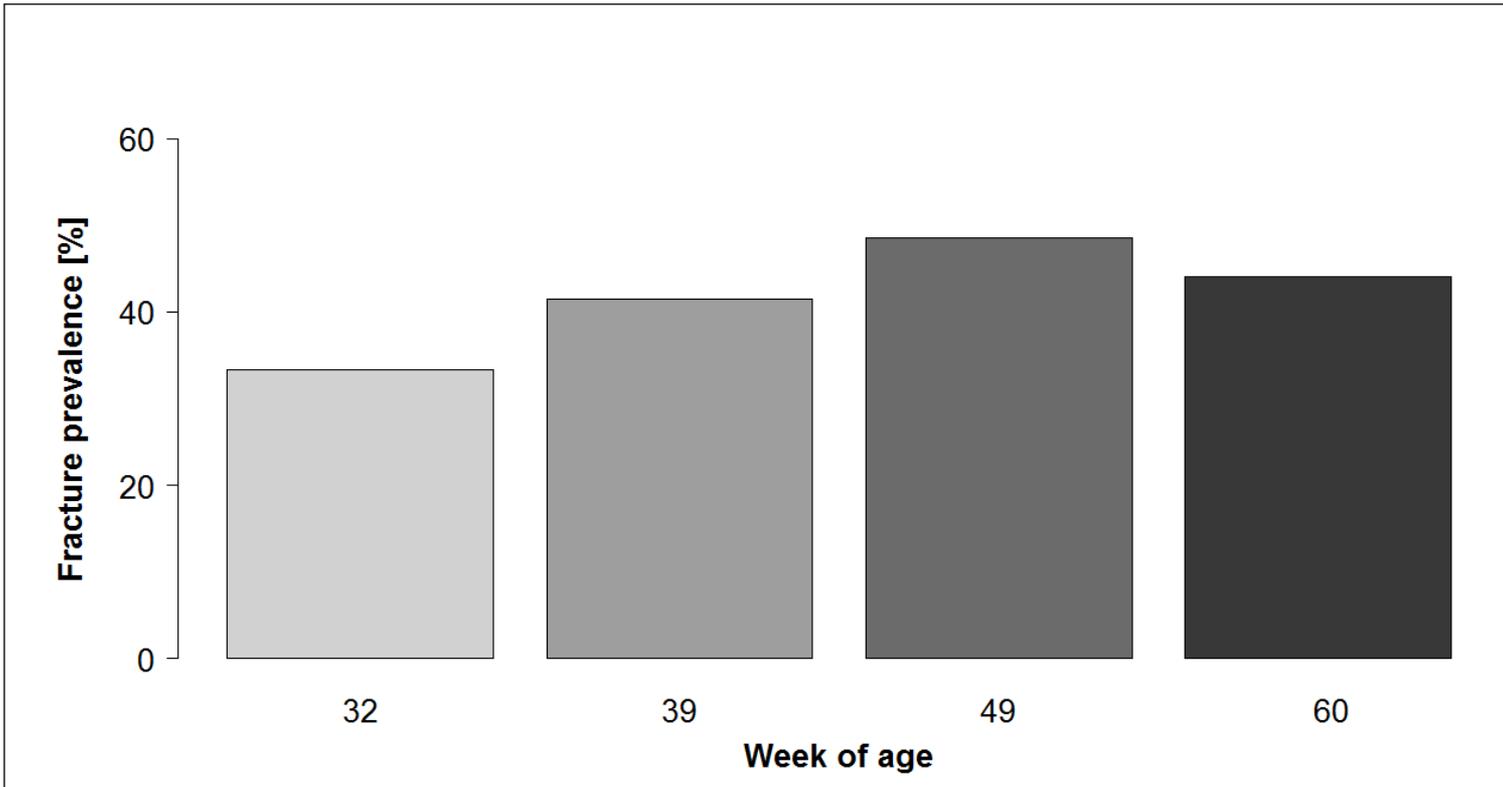
FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

3. First results

- Radiography

- Fracture prevalence increased until the 49th week of age and then slightly decreased; $p < 0.05$



generalized
linear mixed
model