

Die Autoren im Sammelband setzen sich u.a. aus Mitgliedern
des Wissenschaftlichen Beirates, Bachelor- und
Masterstudierenden, Doktoranden sowie aus Mitarbeitern der
Arche Warder zusammen.

Zusammengetragen

von

Prof. Dr. Dr. Kai Frölich und Dr. Anabell Jandowsky

Beiratsmitglieder 2007 - 2025

Prof. Dr. Dr. Hans Hinrich Sambraus (2007-2025) †2025

Prof. Dr. Georg Thaller (2007-bestehend)

Dipl. Ing. agr. Mathias Vogt (2007-2010)

Prof. Dr. Günther Biedermann (2007-2012) †2015

Prof. Dr. Reinhold Rudolf Hofmann (2007-2012) †2025

Prof. Dr. Hafez Mohamed Hafez (2007-2017)

Prof. Dr. Ottmar Distl (2007-2018)

Prof. Dr. Günther B. Hartl (2007-2019)

Prof. Dr. Gunther Nogge (2007-2022) †2025

Prof. Dr. Dr. h. c. Hartwig Bostedt (2007-2023)

Prof. Dr. Eberhard Schein (2008-2011) †2011

Prof. Dr. Heinrich H.D. Meyer (2009- 2011) †2012

Prof. Dr. Arne Ludwig 2024 (2011-bestehend)

Dr. Heike Kliem (2012-2020)

Prof. Dr. Lars Schrader (2014-2016)

Prof. Dr. Steffen Weigend (2014-2021)

Prof. Dr. Horst Kierdorf (2011-bestehend)

Prof. Dr. Gerhard Breves (2016-2021)

Prof. Dr. Edna Hillmann (2019-bestehend)

Prof. Dr. Ralph Tiedemann (2019-2021)

Prof. Dr. Thomas Blaha (2022-bestehend)

Dr. Julia Kögler (2022-2024)

Prof. Dr. Henning Wiesner (2022-2023)

Prof. Dr. Michael Röcken (2023-bestehend)

Dr. Nils Kramer (2023-bestehend)

Prof. Dr. Uwe Kierdorf (2024-bestehend)

Prof. Dr. Axel Wehrend (2024-bestehend)

Prof. Dr. Christina Strube (2025-bestehend)

Einleitung

Die Arche Warder ist weltweit der größte Tierpark für seltene und vom Aussterben bedrohte Nutztierassen. Mit einem klaren wissenschaftlichen Konzept nimmt die Arche Warder eine wichtige Funktion bei der Erhaltung von seltenen Nutztierassen ein. Auf 40 Hektar Parkgelände mit artgerechten und ästhetisch gestalteten Anlagen sowie auf diversen Satellitenstationen leben rund 1100 Tiere aus derzeit 89 verschiedenen Rassen.

Das holistische Konzept der Arche Warder beruht auf sechs Säulen:

1. Professionelle Erhaltungszucht: In Zusammenarbeit mit Züchtern sichert die Erhaltungszucht ausgewählte Rassen.
2. Satellitenstationen: derzeit 13 Satellitenstationen außerhalb des Parks beherbergen ca. 60 Prozent des Tierbestandes und ermöglichen so die Vergrößerung des Genpools und die Eingliederung ausgewählter Tiere in die landwirtschaftliche Nutzung. Außerdem gewährleisten sie den Schutz vor Seuchenzügen.
3. Bildungsangebote: Durch anspruchsvolle Bildungsangebote für Kinder, Jugendliche, Erwachsene und Schulgruppen wird einerseits die Bedeutung der Haustiere für die Entwicklungsgeschichte des Menschen vermittelt, andererseits ermöglicht die Arche Warder eine direkte Begegnung zwischen Tier und Mensch. Seit 2023 lädt das Besucherzentrum „Domesticaneum“ mithilfe eines modernen Ausstellungskonzeptes („Edutainment“) auf eine Zeitreise durch die gemeinsame Geschichte des Menschen und seiner Haustiere ein.
4. Vernetzung: Die Arche Warder ist eng vernetzt mit Naturschutzorganisationen, Tierparks, Zoos, Herdbuchzüchtern, anderen Arche Höfen, sowie vielen anderen Institutionen und Betrieben.
5. Forschung: Im Rahmen von Forschungsvorhaben zu physiologischen, genetischen und morphologischen Besonderheiten alter Rassen arbeitet die Arche Warder eng mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zusammen. Seit 2007 begleitet ein wissenschaftlicher Beirat (aktuell 10 Mitglieder) die Arbeit der Arche Warder und berät sie in Fragen der Tierzucht, Tierhaltung und Forschung.

6. Schutz durch Erhalt der einheimischen Biodiversität: Der nach ökologischen Kriterien gestaltete Landschaftstierpark ist so angelegt, dass er zahlreichen wilden Tier- und Pflanzenarten neue Mikrohabitate bietet (zum Beispiel Teiche, Knicks, Bauminseln, Trockenrasen). Unterstützt wird dies durch die ganzjährige Bereitstellung von Nisthilfen und Fütterungsplätzen für Wildvögel. Zudem sind die Satellitenstationen zum überwiegenden Teil als extensive Flächen in Form einer naturnahen Bewirtschaftung angelegt.

Forschung ist eine zentrale Säule im Konzept des Tierparks Arche Warder. Dabei stellt die Vielfalt an gehaltenen Tierrassen und die damit einhergehende Diversität nicht nur eine einzigartige genetische Ressource dar, sondern bietet auch die Grundlage für breitgefächerte wissenschaftliche Studien. Über die letzten Jahre sind in Kooperation mit verschiedenen Forschungseinrichtungen eine Vielzahl von Projekten entstanden, die vor allem die physiologischen, genetischen und morphologischen Besonderheiten der alten und bedrohten Haus- und Nutzierrassen untersucht haben. Darüber hinaus ist der Tierpark Arche Warder durch sein holistisches Konzept auch ein Ort für ökologische oder entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen. Der vorliegende Sammelband gibt einen Überblick über diese Forschungen aus den Jahren 2009-2025. Er ist nach Themenbereichen gegliedert und stellt jeweils die Kurzfassungen (Abstracts) der Publikationen vor. Auf diese Weise werden die vielfältigen Veröffentlichungen in einen Gesamtkontext gestellt und die Breite des verfolgten wissenschaftlichen Ansatzes dokumentiert. Ferner soll der Sammelband als Ausgangspunkt für zukünftige Forschungsvorhaben dienen.

Folgende Themenbereiche werden behandelt:

Immunologie, Genetik, Ernährung, Domestikation/Archäologie, Ökologie, Physiologie, Tiergartenbiologie, Infektiologie, Fallberichte, Erhaltungszucht, Ökonomie, Rechtswissenschaften, Populärwissenschaft.

Inhaltsverzeichnis

Immunologie

Sorg, D., Fandrey, E., Frölich, K., Meyer, H.H.D., Kliem, H. (2013) Mammary immunity of White Park and Highland cattle compared with Brown Swiss and Red Holstein. *Animal Genetic Resources* 52, 91-104.

Ballweg, I.C., Frölich, K., Fandrey, E., Kliem, H., Pfaffl, M. (2016) Comparison of the immune competence of Turopolje, German Landrace × Turopolje, and German Landrace × Pietrain pigs after PRRSV vaccination. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 174, 35-44.

Ballweg, I.C., Frölich, K., Kliem, H., Pfaffl, M. (2016) Rassebedingte Immunglobulin G und M Konzentrationsschwankungen im Kolostrum, Milch und Serum von Schweinen. *Zeitschrift für Züchtungskunde* 88 (4), 282-292.

Frölich, K., Ballweg, I., Sorg, D., Bostedt, H., Ludwig, A., Breves, G. (2018) Sind alte Haustierrassen „robuster“?: Untersuchungen zur immunologischen Kompetenz. *Deutsches Tierärzteblatt* 66 (12), 1644-1648.

Genetik

Biedermann, G., Hecht, W., Fandrey, E., Rudolph, H., Frölich, K. (2009) Population genetic analysis of White Park Cattle in Germany. *Archiv Tierzucht* 52 (6) 561-573.

Ludwig, A., Alderson, L., Fandrey, E., Lieckfeldt, D., Soederlund, T., Frölich, K. (2013) Tracing the genetic roots of the indigenous White Park Cattle. *Animal Genetics* 44, 383-386.

Ludwig, A., Lieckfeldt, D., Hesse, U.G.W., Frölich, K. (2014) Tracing the maternal roots of the domestic Red Mountain cattle. *Mitochondrial DNA* 27 (2), 1080-1083.

Schröder, O., Lieckfeldt, D., Lutz, W., Rudloff, C., Frölich, K., Ludwig, A. (2016) Limited hybridization between domestic sheep and the European mouflon in Western Germany. *European Journal of Wildlife Research* 62 (3), 307-314.

Addo, S., Klingel, S., Hinrichs, D., Thaller, G. (2019): Runs of Homozygosity and NetView analyses provide new insight into the genome-wide diversity and admixture of three German cattle breeds. *PLoS ONE* 14(12), e0225847.

Frölich, K., Lieckfeldt, D., Jandowsky, A., Lücht, M., Ludwig, A. (2021), Is the Markhor (*Capra falconeri*) the ancestor of domestic Girgentana goat? *Der Zoologische Garten* 89, 93-101.

Ludwig, A., Biermann, R., Frölich, K., Jandowsky, A., Langner, C., Lieckfeldt, D., Tschann, K., Reissmann, M. (2025): A SLC45A2 mutation is strongly associated with the cream dilution in Baroque donkeys. *Tierärztliche Praxis Großtiere*: 53: 372-378.

Ernährung

Ballweg, I.C., Frölich, K., Fandrey, E., Meyer, H.H.D., Kliem, H. (2014) Comparison of the meat quality of Turopolje, German Landrace x Turopolje and German Landrace x Pietrain pigs. *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)* 79 (4), 253-259.

Vituro, E., Schlattl, M., Kienberger, H., Rychlik, M., Pfaffl, M. W., Frölich, K. (2015) Differences in milk fat composition from four old sheep breeds. *Archive of animal breeding* 58, 351-353.

Sorg, D., Jandowsky, A., Frölich, K., Bostedt, H. (2020), Über Inhaltsstoffe der Milch von Thüringer Waldziegen und Weißen Deutschen Edelziegen: Eine vergleichende Untersuchung. *Journal of Food Safety and Food Quality* 71 (5), 106–134.

Olschewsky, A., Krieger, M., Hoischen-Taubner, S., Mörlein, D., Klingel, S., et al. (2024), Performance, carcass quality and meat quality of the endangered German Angler Saddleback pig. *PLOS ONE* 19(4): e0300361., <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300361>.

Küper, J., Frölich, K., Stäbler, R., Jaeger, W., Junkmann, D., Upmann, M., Schaubmar, A.R., Kehrenberg, C. (2025), Comparison of meat quality and various clinical parameters from pigs in free-range husbandry - Comparative study between the endangered pig breed Bentheim Black Pied (BBS) and an F1 crossbred pig of Danbred Hybrid and BBS. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*, 53: 363-371.

Domestikation/Archäologie

Nikulina, E., Schmöcke, U., Frölich, K. (2011) Moderne Nachfahren der Wikinger-Schafe? *Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein* 17, 77-78.

Kierdorf, H., Kierdorf, U., Frölich, K., Witzel, C. (2013) Lines of Evidence-Incremental Markings in Molar Enamel of Soay Sheep as Revealed by a Fluorochrome Labeling and Backscattered Electron Imaging Study. *PLOS One* 8 (9), e74597.

Schroeder, O., Benecke, N., Frölich, K., Peng, Z., Kaniuth, K., Sverchkov, L., Reinhold, S., Belinskiy, A., Ludwig, A. (2017) Endogenous retroviral insertions indicate a secondary introduction of domestic sheep lineages to the Caucasus and Central Asia between the Bronze and Iron Age. *Genes* 8, 165, doi:10.3390.

Kahle, P., Witzel, C., Kierdorf, U., Frölich, K., Kierdorf, H. (2018) Mineral Apposition Rates in Coronal Dentine of Mandibular First Molars in Soay Sheep: Results of a Fluorochrome Labeling Study. *The Anatomical Record* 301, 902–912.

Emken, S., Witzel, C., Kierdorf, U., Frölich, K., Kierdorf, H. (2021), Characterization of short-period and long-period incremental markings in porcine enamel and dentine-Results of a fluorochrome labelling study in wild boar and domestic pigs. *Journal of Anatomy* 239 (5), 1207–1220.

Emken, S., Witzel, C., Kierdorf, U., Frölich, K., Kierdorf, H. (2023), A labeling study of dentin formation rates during crown and root growth of porcine mandibular first molars. *Anatomical Record*, 1–18.

Emken, S., Witzel, C., Kierdorf, U., Frölich, K., Kierdorf, H. (2023), Wild boar versus domestic pig—Deciphering of crown growth in porcine second molars. *Journal of Anatomy*, doi.org/10.1111/joa.13838.

Ökologie

Frölich, K. (2018) The importance of domestic animal parks for the conservation of agro biodiversity. *Journal of Ecosystem & Ecography* 8, 44.

Andersen, R., Jandowsky, A., Frölich, K. (2022), Die Avifauna im Landschaftstierpark Arche Warder. *Corax* 25, 329-336.

Laber, L., Jandowsky, A., Frölich, K., Heinrich, A.P., Düring, R.-A., Donath, T.W., Eichberg, C. (2023) Dose-dependent in vivo effects of formulated moxidectin on seedling emergence of temperate grassland species, *Science of The Total Environment*, Volume 905,167152.

Physiologie

Witzel, C., Kierdorf, U., Frölich, K., Kierdorf, H. (2018) The pay-off of hypsodonty – timing and dynamics of crown growth and wear in molars of Soay sheep. *BMC Evolutionary Biology* 18 (1), 207.

Becker, M., Witzel, C., Kierdorf, U., Frölich, K., Kierdorf, H. (2020) Ontogenetic changes of tissue compartmentalization and bone type distribution in the humerus of Soay sheep. *Journal of Anatomy* 237 (2), 334-354.

Thingholm, L., Bang, C., Rühlemann, M., Starke, A., Sicks, F., Kaspari, V., Jandowsky, A., Frölich, K., et al. (2021) Ecology impacts the decrease of Spirochaetes and Prevotella in the fecal gut microbiota of urban humans. *BMC Microbiology* 21 (1), 276, 1-20.

Zhang, N., Li, L., Mohri, M., Siebert, S., Lütke, T., Louton, H., Bednarikova, Z., Gazova, Z., Nifantiev, N., Jandowsky, A., Frölich, K., Eckert, T., Loers, G., Petridis, A.K., Bhunia, A., Mohid, S.A., Scheidig, A.J., Liu, G., Zhang, R., Lochnit, G., Siebert, H.C. (2024), Protein - carbohydrate interaction studies using domestic animals as role models support the search of new glycomimetic molecules. *Int J Biol Macromol.* 2024 Nov;Vol 279 Pt.1.

Wacker, J., Schaus, K., Büttner, K., Röcken, M., Bartmann, C.P. (2024), Radiologische Veränderungen des Hufbeins beim Esel unter Berücksichtigung des Alters. *Pferdeheilkunde-Equine Medicine* 40 (2024) 4 (Juli/August) 375-386.

Wacker, J., Schaus, K., Jandowsky, A., Büttner, K., Röcken, M., Bartmann, C.P. (2024), Radiographic measurements of the hoof in generally sound donkeys with emphasis on the front limbs. *Front Vet Sci.* 2024 Dec Vol 11;11.

Schaus, K., Wacker, J., Jandowsky, A., Büttner, K., Röcken, M., Bartmann, C. P. (2025), Radiographic Morphometric Measurements of the Donkey's Distal Hind Limb. *Animals* 15 (1),22.

Oster, M., Gladbach, C.A., Vernunft, A., Reyer, H., Otten, W., Metges, C.C., Muráni E., Ponsuksili S., Frölich, K., Wimmers, K., Bostedt, H. (2025), Influence of genotype-environment interaction on stress parameters during spontaneous farrowing in modern and traditional pig breeds housed in crates and pens. *Theriogenology* 240, 117394.

Tiergartenbiologie

Frölich, K., Jandowsky, A. (2017) Die Bedeutung der Erhaltung vom Aussterben bedrohter Nutztierassen am Beispiel der Arche Warder. *Tierärztliche Praxis Großtiere* 1, 33-41.

Frölich K., Pöpken S. (2025) Tierpark Arche Warder - Ein holistisches Projekt zur Erhaltung alter Nutztierassen. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*, 53: 396-399.

Infektiologie

König, M.-T., Frölich, K., Jandowsky, A., Knauf-Witzens, T., Langner, C., Dietrich, R., Märtlbauer, E., Didier, A. (2023), First Insights into the Occurrence of Circular Single-Stranded DNA Genomes in Asian and African Cattle. *Animals* 13 (9), 1492.

Fallberichte

Jandowsky, A., Fandrey, E., Bodenthin, A., Seyboldt, C., Frölich, K. (2013) Plötzlicher Tod durch *Clostridium novyi* bei Schweinen in Freilandhaltung. *Tierärztliche Praxis Großtiere* 06, 392-395.

Jandowsky, A., Stadler, C. (2022), Pathogenese und Behandlung einer Glöckchenzyste bei einem Rotkopfschaf. *Der Praktische Tierarzt* 103 (05), 524-529.

Erhaltungszucht

Klingel, S., Hinrichs, D., Iversen, H. (2019) Protecting breeding diversity. *Impact* 9, 27-29.

Kögler, J. (2021), Bestandsmonitoring einheimischer Nutztierassen in Zoologischen Gärten als Basis für eine ex-situ in-vivo Erhaltungsstrategie. *Der Zoologische Garten* 89 (1), 57-66.

Ökonomie

Kaak, J. (2023), Kostendeckend Arten schützen. *Top Agrar* 10, 21-23.

Rechtswissenschaften

Merkel, G., Jandowsky, A., Frölich, K. (2025) Haustiere in extensiver Haltung – rechtliche und tierärztliche Aspekte einer Bestandsbetreuung. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*, 53: 400-407.

Populärwissenschaft

Frölich, K., Kopte, S. (2014) Alte Nutzierrassen - Selten und schützenswert. Cadmos Verlag GmbH, München, 2.überarbeitete Auflage, 128 Seiten.

Frölich, K. (2020), Grußwort. In: Landwirtschafts-Jahrbuch Schleswig-Holstein 2021. Agrar-Media® (Hrsg.), Sattler Media Press GmbH, 21.

Frölich, K. (2020), Welche Rolle können alte Nutzierrassen in einer zukunftsorientierten, nachhaltigen Landwirtschaft einnehmen? In: Landwirtschafts-Jahrbuch Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen 2021. Agrar-Media® (Hrsg.), Sattler Media Press GmbH, 218-219 (SH), 198-199 (Nieders.).

Frölich, K. (2021), Grußwort. In: Landwirtschafts-Jahrbuch Schleswig-Holstein 2022. Agrar-Media® (Hrsg.), Sattler Media Press GmbH, 21.

Frölich, K. (2022), Grußwort. In: Landwirtschafts-Jahrbuch Schleswig-Holstein 2023. Agrar-Media® (Hrsg.), Sattler Media Press GmbH, 21.

Büttner, S., Kögler, J. (2022), Kaninchenbestände in Zoos – VdZ-Nutzierrassenprojekt unterstützt auch den Erhalt bedrohter Kaninchenrassen. *Kaninchen Zeitung – Der Kleintier-Züchter* 11, 25.

Kögler, J., Büttner, S., Frölich, K. (2022), Message in a suitcase. *Zooquaria* 115, 26.

Frölich, K. (2022), Arche Warder ein ungewöhnlicher Landschaftspark. *SAVE e-News* 1/2022, 1-3.

Kögler, J., Büttner, S. (2022), A cow is not just a cow - A german project supports zoos in Conserving livestock breeds. *WAZA-News*, 3, 24-25.

Frölich, K. (2023), Grußwort. In: Landwirtschafts-Jahrbuch Schleswig-Holstein 2024. Agrar-Media® (Hrsg.), Sattler Media Press GmbH, 25.

Sambraus, H.H. (2023), Das neue Domesticaneum „Es gibt nichts Gutes, außer man tut es“, Arche Nova 4,11.

Frölich, K., Jandowsky, A. (2023), illustriert von E. Breitsprecher, Sprachfibel der Nutztiere - ausgewählte bebilderte Lautäußerungen. DIE SEITE Verlag, Eckernförde, 128 Seiten.

Frölich, K., Kopte, S. (2024) Alte Nutzierrassen. Cadmos Verlag GmbH, München, Sonderedition, 128 Seiten.

Frölich, K. (2024), Grußwort. In: Landwirtschafts-Jahrbuch Schleswig-Holstein 2025. Agrar-Media® (Hrsg.), Sattler Media Press GmbH, 23.

Frölich, K., Ludwig, A. (2025) in Brackhane, S. und Hackländer, K. Die Rückkehr der großen Pflanzenfresser: Die Domestikationsgeschichte der große Pflanzenfresser von der Jagdbeute zum Weidetier, Oekom Verlag, München, Deutschland, Kapitel 18, S.203-209.

Immunologie

Mammary immunity of White Park and Highland cattle compared with Brown Swiss and Red Holstein

D. Sorg^{1,2}, E. Fandrey³, K. Frölich³, H.H.D. Meyer^{1,2,†} and H. Kliem^{1,2}

¹Physiology Weihenstephan, Technische Universität München, Freising, Germany; ²ZIEL – Research Center for Nutrition and Food Sciences, Technische Universität München, Freising, Germany; ³Arche Warder, Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., Warder, Germany

Summary

Mastitis is a frequent disease in modern dairy cows, but ancient cattle breeds seem to be naturally more resistant to it. Primary bovine mammary epithelial cells from the ancient Highland and White Park ($n = 5$) cattle and the modern dairy breeds Brown Swiss and Red Holstein ($n = 6$) were non-invasively isolated from milk, cultured, and stimulated with the heat-inactivated mastitis pathogens *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* to compare the innate immune response *in vitro*. With reverse transcription quantitative polymerase chain reaction (RT-qPCR), the breeds differed in the basal expression of 16 genes. Notably CASP8, CXCL8, Toll-like receptors 2 and 4 (TLR2 and TLR4) expression were higher in the ancient breeds ($P < 0.05$). In the modern breeds, more genes were regulated after stimulation. Breed differences ($P < 0.05$) were detected in C3, CASP8, CCL2, CD14, LY96 and transforming growth factor $\beta 1$ (TGF $\beta 1$) regulation. Principal component analysis separated the ancient from the modern breeds in their basal expression, but not after stimulation. ELISA of lactoferrin and serum amyloid A protein revealed breed differences in control and *S. aureus* treated levels. The immune reaction of ancient breeds seemed less intensive because of a higher basal expression, which has been shown before to be beneficial for the animal. For the first time, the innate immune response of these ancient breeds was studied. Previous evidence of breed and animal variation in innate immunity was confirmed.

Keywords: breed comparison, primary bovine mammary epithelial cells, innate immune response, ancient and modern cattle breeds, mastitis

Résumé

La mastite est une maladie fréquente chez les vaches laitières modernes. Or, les races bovines anciennes semblent être naturellement plus résistantes. Dans le présent travail, des cellules primaires bovines épithéliales mammaires des races anciennes *Highland* et *White Park* ($n = 5$), ainsi que des races laitières modernes *Brown Swiss* et *Red Holstein* ($n = 6$) ont été isolées du lait de façon non-invasive. Ensuite, elles ont été cultivées, puis stimulées avec les pathogènes de la mastite *Escherichia coli* et *Staphylocoque doré* – tous les deux préalablement inactivés par la chaleur – pour ainsi comparer la réponse immunitaire innée *in vitro*, utilisant la technique reverse transcription quantitative polymerase chain reaction (RT-qPCR). Il s'avère que les races diffèrent dans l'expression basale de 16 gènes. Notamment, les expressions de CASP8, CXCL8, TLR2 et TLR4 étaient élevées dans les races anciennes ($P < 0.05$). Dans les races modernes, c'est le nombre global des gènes régulés après stimulation qui était plus élevé. Des différences entre les races ($P < 0.05$) ont été détectées quant à la régulation de C3, CASP8, CCL2, CD14, LY96 et TGF $\beta 1$. L'analyse des composantes principales a permis de cloisonner les races anciennes des races modernes dans l'expression basale, mais pas après stimulation. Les mesures ELISA de lactoferrin et de sérum amyloïde A protéine ont dévoilé des différences interraciales entre le groupe du contrôle et du groupe *Staphylocoque doré*. Dans son ensemble, la réaction immunitaire de races anciennes apparaissait moins intensive en fonction d'une expression basale plus grande. Une telle atténuation avait préalablement été décrite comme étant bénéfique pour l'animal. Pour la première fois la réponse immunitaire innée de ces races anciennes a été étudiée ici. De précédentes preuves de la variation interraciale, ainsi qu'inter-animale, ont pu être confirmées par le présent travail.

Mots-clés: comparaison de races, cellules primaires épithéliales mammaires bovines, réponse immunitaire innée, races bovines anciennes et modernes, mastite

Resumen

La mastitis es una enfermedad de gran incidencia en ganado bovino moderno destinado a producción lechera. Sin embargo, razas más ancestrales y hoy en día casi en desuso parecen poseer una mayor resistencia natural a esta enfermedad. En el presente estudio se establecieron cultivos celulares de células mamarias provenientes de las razas ancestrales *Highland* y *White Park* ($n = 5$) y de las razas modernas *Brown Swiss* y *Red Holstein* ($n = 6$), para después ser infectados con los patógenos *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Mediante reverse transcription quantitative polymerase chain reaction (RT-qPCR) se pudo determinar que la expresión basal de 16

† Prof. Dr H.H.D. Meyer, who supervised this research, passed away before publication of this work.

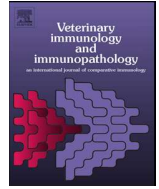
Correspondence to: H. Kliem, Physiology Weihenstephan, Technische Universität München, Freising, Germany. email: heike.kliem@wzw.tum.de



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Veterinary Immunology and Immunopathology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/vetimm

Comparison of the immune competence of Turopolje, German Landrace × Turopolje, and German Landrace × Pietrain pigs after PRRSV vaccination

I.C. Ballweg^{a,*}, K. Frölich^b, E. Fandrey^c, H. Kliem^a, M.W. Pfaffl^a^a Physiology Weihenstephan, School of Life Sciences, Technische Universität München, 85354 Freising, Weihenstephan, Germany^b Arche Warder, Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., 24646 Warder, Germany^c Manhagen–Fuhlenau GbR, 24631 Langwedel, Germany

ARTICLE INFO

Article history:

Received 1 July 2015

Received in revised form 27 March 2016

Accepted 4 April 2016

Keywords:

PRRSV

Immune competence

Turopolje pig

Pig breeds

Gene expression

ELISA

ABSTRACT

The competences of the immune systems of the ancient pig breed Turopolje (T×T), German Landrace × Turopolje (L×T) and 'modern' pig breed German Landrace × Pietrain (L×P) were compared in this study. All pigs were immunized with a modified live vaccine against 'Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome' (PRRS) virus (Ingelvac PRRS MLV[®]) to simulate an infection. Antibody production against PRRS MLV was evaluated in serum. Elimination of the viral infectious fragments during the experimental period was monitored in serum, leukocytes and tonsils by RT-qPCR. Furthermore relevant immune marker genes were quantified either on gene expression level using RT-qPCR [toll like receptor (TLR) 7, TLR8, TRAF6, CD163, SIGLEC1, CD4, CD8, CD14, CD19, tumor necrosis factor alpha (TNFα), interleukin (IL) 1, IL2, IL6, IL12], and on protein level using ELISA [interleukin (IL)-1, IL-2, IL-6, and IL-12]. The three breeds showed individual inactivation efficiencies as a reaction to the PRRS MLV vaccination. T×T eliminated the virus in serum within 16 days, followed by L×T (28 days) and L×P (36 days). The antibody titers against PRRS MLV of L×T and L×P were significantly higher compared to T×T ($p < 0.05$). The gene expression data and protein analysis of interleukins revealed that T×T reacted with a type 1 immune response. In contrast, the two other breeds (L×T and L×P) showed a type 2 immune response, which resulted in the higher synthesis of B-cells and an increased concentration of specific anti-PRRS MLV antibodies.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) was first reported in the USA in the late 1980 (Jing et al., 2014). PRRS evolved to a disease with high economical influence. The PRRS virus (PRRSV) is a single stranded RNA (ssRNA) virus belonging to the Arteriviridae of the order Nidovirales (Lyo, 2015). The typical symptoms of PRRS are reproductive disorders and respiratory inflammation; furthermore secondary symptoms are lung infections due to the massive destruction of the alveolar macrophages (Done and Paton, 1995). PRRSV infected pigs develop a specific cell-mediated immune response (Osorio et al., 2002; Lyo, 2015). In various studies it was shown that the immune response to PRRSV, in contrast to other viruses such as Aujeszky's disease, starts with a significant delay and significantly weaker (Meier et al., 2003).

This delay could be a reason that PRRSV is eliminated only after months (Allende et al., 2000). The specific characteristic of the virus is that there may be a simultaneous circulation of antibodies and virus in the blood (Rossow, 1998), which means that a high titer of neutralizing antibodies is not associated with an increased protection against the virus (Nelson et al., 1994; Loving et al., 2015). Thus, it is apparent that the increase in detectable antibodies in the bloodstream is not associated with the total elimination of the virus in the organism (Bilodeau et al., 1994). This phenomenon can be explained as follows: The antibody may well eliminate the virus in the blood, but not in the lymph nodes, where PRRSV persists and therefore the infection usually lasts longer than 60 days. The interferon gamma (IFN-γ) concentration during infection is low and the virus persistence in lymph nodes shows that the early immune response cannot eliminate the virus completely (Murtaugh et al., 2002). The virus infectivity is associated with the receptor activation of CD163 and SIGLEC1, expressed by macrophages during the infection (van Gorp et al., 2008). CD163 is the best-known receptor for the virus penetration into the cells (Zhang and Yoo, 2015).

* Corresponding author.

E-mail address: ballweg@wzw.tum.de (H. Kliem).

Rassebedingte Immunglobulin G und M Konzentrationschwankungen im Kolostrum, Milch und Serum von Schweinen

INES CAROLINA BALLWEG¹, K. FRÖLICH², HEIKE KLIEM¹ und M. W. PFAFFL¹

Zusammenfassung

Ziel der Studie war es, die rassenindividuellen Konzentrationen von Immunglobulin (Ig) G und IgM sowohl im Kolostrum und Milch von Turopolje (T) und Deutsche Landrasse (DL) Sauen als auch im Serum der F₁-Generation zu erfassen. Es sollte untersucht werden, ob es Unterschiede in der Sekretion von Immunglobulinen aus dem Blut in das Kolostrum oder in die reife Milch bei einer alten Schweinerasse im Vergleich zu einer modernen Hochleistungsrasse gibt. Außerdem wurde die F₁-Generation (reinrassige Turopolje Schweine (TxT), Pietrain × Deutsche Landrasse (PxL) und Turopolje × Deutsche Landrasse (TxL)) in der siebenten Lebenswoche durch eine Injektion eines Porzine Reproduktives und Respiratorisches Syndrom Virus (PRRS MLV) Impfstoffes einem immunologischen Stimulus ausgesetzt, um Unterschiede in der IgG und IgM Produktion im Serum aufzuzeigen. Der IgG und IgM Titer wurde mittels Sandwich-ELISA quantifiziert. In der Milch stieg am 3. Tag *post partum* (*p.p.*) die IgG Konzentration bei T Sauen signifikant zu DL Sauen an. Im Serum der saugenden Ferkel am Tag 14 *post natum* (*p.n.*) wies TxT signifikant höhere IgG Konzentration als PxL auf. Für IgM konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Nach der Immunisierung gab es deutliche rassespezifische Unterschiede in der IgG Konzentration. Dauerhaft wiesen PxL die höchsten Werte auf. Nach der Immunisierung wies PxL die höchste, teils signifikante IgM-Konzentration auf. TxT pendelte sich am 50. Tag nach Injektion auf das niedrigste Level ein. Die Studie zeigt, dass unterschiedliche Rassen nach einer Immunisierung mit unterschiedlichen Immunantwortstrategien reagieren: TxT wies eine geringere Ig-Produktion auf als die anderen Kreuzungstiere. Somit ist davon auszugehen, dass die alte Rasse mit dem Immunantwort-Typ 1 reagiert und die beiden Kreuzungen mit dem anderen Typ.

Schlüsselwörter: Turopolje, Immunglobulin, Hybridschweine, PRRSV, Immunsystem, Kolostrum

¹ Lehrstuhl für Physiologie, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Technische Universität München, Weihenstephaner Berg 3, 85354 Freising, E-Mail: ballweg@wzw.tum.de, kliem@wzw.tum.de, michael.pfafl@wzw.tum.de

² Arche Warder, Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., 24646 Warder, E-Mail: kfroelich@arche-warder.de

Sind alte Haustierrassen „robuster“?

Untersuchungen zur immunologischen Kompetenz

Kai Frölich¹, Ines Ballweg², Diana Sorg³, Hartwig Bostedt⁴, Arne Ludwig⁵, Gerhard Breves⁶

Der Begriff „Robustheit“ wird allgemein definiert als „in seiner Beschaffenheit Belastungen gut standhalten könnend“ [1]. In der Tierzucht wird er vielfach im Zusammenhang mit alten Nutzierrassen, besonders in der Beziehung zur Ganzjahresbeweidung von Naturschutzflächen mit ausgewählten Rassen, verwendet [2,3]. Gleichwohl ist dieser häufig verwendete Terminus in Bezug auf Tiere nicht klar definiert. Es ist daher sinnvoll zu klären, was gemeint ist, wenn ihnen „Robustheit“ als Attribut zugeschrieben wird. In diesem Kontext erscheinen fünf Kriterien unserer Ansicht nach besonders wichtig:

1. Widerstandsfähigkeit gegenüber temporären, lokalen Witterungseinflüssen und lokalen, klimatischen Besonderheiten (Temperaturanpassungen)
2. Effiziente Verwertung nährstoffarmen Futters und weitestgehende Unabhängigkeit von energiereichem Futter
3. Stressresistenz



Abb. 1: Turopolje-Schwein

© Arche Wender/Lisa Iwen



Genetik

Population genetic analysis of White Park Cattle in Germany

GÜNTER BIEDERMANN¹, WERNER HECHT², EIKE FANDREY³, HEIKE RUDOLPH³ and KAI FRÖLICH³

¹Witzenhausen; former: Department of Animal Breeding, University of Kassel, Germany, ²Department of Veterinary-Pathology, Justus-Liebig-University Gießen, Gießen, Germany, ³Arche Warder, Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e. V., Warder, Germany

Abstract

The population of White Park Cattle in Germany is composed of 11 males and 33 females. This group of cattle has been analysed with regards to generation intervals, coancestry, and inbreeding on the basis of three generations of ancestors. The average interval between the current and the parental generation amounts to seven years. The average coefficient of coancestry in the population is estimated to be 18% and the average degree of inbreeding at 16%. The rate of inbreeding in the last generation is approximately 12%. These values exceed those reported for most breeds of production animals.

Keywords: White Park Cattle, generation interval, relationship, inbreeding, rate of inbreeding

Zusammenfassung

Populationsgenetische Analyse der White Park Cattle-Population in Deutschland

Die aus 11 männlichen und 33 weiblichen Tieren bestehende White Park Cattle-Population in Deutschland wurde auf der Basis von drei Vorfahrgenerationen hinsichtlich ihrer Generationsintervalle sowie der Verwandtschafts- und Inzuchtverhältnisse untersucht. Das durchschnittliche Generationsintervall zwischen der aktuellen und ihrer Elterngeneration beträgt annähernd sieben Jahre. Der mittlere Verwandtschaftskoeffizient wurde mit 18%, der mittlere Inzuchtkoeffizient mit 16% geschätzt. Mit der aktuellen Generation stieg die Inzucht um ca. 12% an. Diese Werte liegen weit über jenen, die von anderen Nutztierassen bekannt sind.

Schlüsselwörter: White Park Cattle, Generationsintervall, Verwandtschaft, Inzucht, Inzuchtkoeffizient

Introduction

White Park Cattle are a horned cattle breed which is white with coloured points including the ears, nose, rims of eyes, teats, and feet. The intensity of these markings varies from herd to herd. White Park Cattle are considered primarily a beef breed and selected for this purpose. Sometimes they have also been kept for dual purposes, because some herds



Tracing the genetic roots of the indigenous White Park Cattle

A. Ludwig*, L. Alderson†, E. Fandrey‡, D. Lieckfeldt*, T. K. Soederlund* and K. Froelich‡

*Department of Evolutionary Genetics, Leibniz-Institute for Zoo and Wildlife Research, 10324, Berlin, Germany. †Rare Breeds International, 4 Cleaves Avenue, Colerne, Chippenham, Wilts, SN14 8BX, UK. ‡Tierpark Arche Warder e.V., Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., Langwedeler Weg 11, 24646, Warder, Germany.

Summary

The White Park Cattle (WPC) is an indigenous ancient breed from the British Isles which has a long-standing history in heroic sagas and documents. The WPC has retained many primitive traits, especially in their grazing behaviour and preferences. Altogether, the aura of this breed has led to much speculation surrounding its origin. In this study, we sequenced the mitogenomes from 27 WPC and three intronic fragments of genes from the Y chromosome of three bulls. We observed six novel mitogenomic lineages that have not been found in any other cattle breed so far. We found no evidence that the WPC is a descendant of a particular North or West European branch of aurochs. The WPC mitogenomes are grouped in the T3 cluster together with most other domestic breeds. Nevertheless, both molecular markers support the primitive position of the WPC within the taurine breeds.

Keywords ancient breed, conservation, domestication, entire mitochondrial genome, genetic diversity, *USP9Y*, *UTY*, *ZFY*

Introduction

The White Park Cattle (WPC) is a primitive breed which has been retained in Britain for many centuries. The breed is known for ease of calving, excellent foraging ability, longevity, milkiness, high fertility and exceptional hybrid vigour (Alderson 1997). Today, the breed is used mainly for the production of high-quality meat and for conservation grazing.

The supposition of an old history for the WPC is based on a few important references to cattle with a white coat colour, which are found in ancient Irish history starting in the first century B.C. (Cattle Raid of Cooley – O’Rahilly 1970). The aura of an ancient phenotype of white cattle has led to much speculation surrounding the origin of the WPC. However, their origin is still a mystery and an open question. Today, it is widely accepted that modern taurine breeds are descended from the extinct aurochs, *Bos primigenius*, but this species had several genetic lineages, which are partly distantly related (Götherström *et al.* 2005; Stock *et al.* 2009; Edwards *et al.* 2010; Lari *et al.* 2011). Their contribution to the gene pool of domestic cattle breeds has been discussed controversially (Loftus *et al.* 1994;

Götherström *et al.* 2005; Achilli *et al.* 2008; Stock *et al.* 2009; Edwards *et al.* 2010; Lari *et al.* 2011). On one hand, the WPC could be descended from the northern (British) aurochs, but on the other hand, they could be the north-western extremity of migration from the Middle East in common with many other West European cattle breeds.

Although mitochondrial sequences have been used many times successfully for phylogenetic reconstructions of breed origin in domestic animals during the last decade (Cieslak *et al.* 2010; Groeneveld *et al.* 2010; Lenstra *et al.* 2012), the Y chromosomal sequences were less intensively investigated (Lippold *et al.* 2011). Recently, a novel polymorphism at the Y chromosome was detected (Bonfiglio *et al.* 2012a, b), which allows the classification of paternal haplogroups in cattle. In this study, we trace back the genetic roots of the WPC using entire mitochondrial genome sequences (maternal lineages) as well as short intron sequences of the Y chromosome (paternal lineages) for detecting haplogroups.

Material and methods

In total, 19 EDTA blood samples and eight hair samples were analysed (for their origin see Table S1). DNA from blood was extracted using the standard protocol of the DNeasy Blood and Tissue Kit (Qiagen), whereas the hair protocol of the All-Tissue DNA-Kit (GEN-IAL) was used for the hair samples.

Mitogenome analysis: We used D-loop sequences for a genetic proof of origin indentifying offspring from the same

Address for correspondence

A. Ludwig, Department of Evolutionary Genetics, Leibniz-Institute for Zoo and Wildlife Research, 10324 Berlin, Germany.
E-mail: Ludwig@izw-berlin.de

Accepted for publication 17 December 2012

SHORT COMMUNICATION

Tracing the maternal roots of the domestic Red Mountain CattleArne Ludwig¹, Dietmar Lieckfeldt¹, Uwe G. W. Hesse², and Kai Froelich³¹Department of Evolutionary Genetics, Leibniz-Institute for Zoo and Wildlife Research, Berlin, Germany, ²Arche-Hof Rengershausen, Hombergstrasse, Frankenberg, Germany, and ³Tierpark Arche Warder, Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., Langwedeler Weg, Warder, Germany**Abstract**

The Red Mountain Cattle (RHV) is an important native ancient breed from the lower mountain ranges of Central Europe, which was originally raised for milk and meat production and as draught animal. In the 1980s, the RHV was close to extinction and only the sperm of a single purebred bull and a few cows were available for breed formation. In this study the mitogenomes were sequenced of RHV from six maternal founder lineages. We observed six novel mitogenomes which have not been found in any other cattle breed so far. The RHV mitogenomes are grouped phylogenetically in the T-haplogroup indicating a South European origin and supporting their primitive position within the taurine breeds.

Keywords

Ancient breed, conservation, domestication, entire mitochondrial genome, genetic diversity, Rotes Höhenvieh

History

Received 4 April 2014

Revised 19 May 2014

Accepted 25 May 2014

Published online 26 June 2014

Introduction

The Red Mountain Cattle (the German name is Rotes Höhenvieh = RHV) is a landrace of domestic cattle of a long standing history in the lower mountain ranges of Central Europe (Germany, Poland, Slovakia and Czech Republic). Starting with the silver mining in Medieval Times until the end of World War II (WW II), RHV was the dominating cattle in these areas. After WW II the population of RHV declined rapidly and was close to extinction in the 1970s. Industrialization of agriculture was the main reason for this decline. Originally, the RHV was raised for milk, meat and as draught animal used in crop farming and forest industry. But draught animals became obsolete with the motorization of agriculture starting in the 1950s. Furthermore, the specialization in animal breeding preferring milk or meat cattle (e.g., Holstein Friesian for milk or Charolaise for meat) supported the accelerated decline of RHV. The introduction of artificial insemination in animal breeding contributed also to loss of landraces. Considering the impact of these processes, the population size of the RHV decreased dramatically until the 1980s. In the 1980s, awareness aroused about the value of native landraces and their advantage for a sustainable management of vulnerable ecosystems. The RHV is well adapted to the harsh climate of the mountain ranges and can be used in a sustainable way to maintain the diversity of mountainous meadows. In contrast to modern breeds, which are mainly reared in livestock buildings, the RHV can be kept on meadows, and therefore, no engines are necessary for the management of these vulnerable ecosystems (Bergmann et al., 2006).

Very few cows survived until the mid-1980s. Fortunately, sperm of a single purebred bull was archived in an artificial insemination center of the State of Hesse, Germany (Bremond & Marx, 2001). These cows and the sperm were used for the re-creation of a self-sustaining population of RHV in central Europe

which increased of 1.384 female and 137 male animals in 2012. Considering the well-documented origin of the paternal lineage, the genetic variation of the matrilineages is not documented. Therefore this study addresses two major goals: (i) the genetic variation of matrilineages and (ii) the phylogenetic origin of the RHV.

Materials and methods

Prior to mitogenome analysis, we used partial d-loop sequences for a genetic proof of origin detecting offspring of the same matrilineage. Based on the outcome of this analysis, six cows (RHV 327 [Aurora; ear marking DE0664128327; mother lineage Rosa I], RHV 432 [Flora; DE0665102432; Freya], RHV 987 [Hanni; DE0534138987; Lotte I], RHV 529 [Meira; DE0661326529; Alma II], RHV 116 [Lea; DE0580201116; Loni OK], RHV 665 [Geetha; DE0665198665; Lotte]) representing founder lineages were genotyped for their complete mitochondrial genomes. DNA was extracted using the standard protocol of the DNeasy Blood and Tissue Kit (Qiagen, Hilden, Germany). The mitogenome analysis was conducted following the previously published procedure (Achilli et al., 2008) with slight modification. The PCR reactions were performed with the Q5 Hot Start High-Fidelity Polymerase 2x Mastermix (NEB, Frankfurt/M., Germany). This enzyme enables highest fidelity amplification and results in ultra-low error rates combined with high speed synthesis. The NEB T_m Calculator was used (<https://www.neb.com/tools-and-resources/interactive-tools/tm-calculator>) because optimal annealing temperatures for Q5 polymerase tend to be higher. The PCR program for the 11 fragments of ~2 kb runs as follows: initial denaturation 60 s at 98 °C followed by 30 cycles of 10 s denaturation at 98 °C; 20 s annealing at 64 °C; 60 s elongation at 72 °C and a final elongation step of 120 s at 72 °C. PCR fragments were enzymatically cleaned with Exo/FASTAP (Fermentas, Sankt Leon Rot, Germany) and Sanger Sequencing was done with the BigDye ready reaction kit v.1.1 (ABI, Darmstadt, Germany) on a 3130xl Genetic Analyzer (ABI, Darmstadt, Germany) following standard procedure.

Correspondence: Arne Ludwig, Department of Evolutionary Genetics, Leibniz-Institute for Zoo and Wildlife Research, 10324 Berlin, Germany. E-mail: Ludwig@izw-berlin.de

Limited hybridization between domestic sheep and the European mouflon in Western Germany

Oskar Schröder¹ · Dietmar Lieckfeldt¹ · Walburga Lutz² · Cara Rudloff¹ · Kai Frölich³ · Arne Ludwig¹

Received: 11 September 2015 / Revised: 3 March 2016 / Accepted: 9 March 2016
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

Abstract European mouflons (*Ovis orientalis musimon*) are Mediterranean sheep that were introduced worldwide as park and game animals during the last few centuries. Today, European mouflons are endangered in their natural refuge areas. Mouflons are able to interbreed with domestic breeds to form fertile hybrids of an intermediate phenotype. As some introduced mouflon populations were deliberately crossed with primitive domestic breeds to improve their hardiness and trophy size and as evidence of uncontrolled interbreeding exists, the alleged purity of most mouflon populations has been debated for decades. In this study, we developed a genetic test to separate pure bred mouflons and domestic sheep from their hybrids. We searched for hybridization using insertionally polymorphic endogenous retroviruses and a set of novel microsatellites. Three instances were found of domestic sheep alleles in a retrotype dataset out of 192 mouflons from Western Germany. Considering the combined outcome of microsatellite and retrotype profiling, the amount of hybridization is negligible. We assume that the selective hunting of

animals that show signs of hybridization in their phenotype is responsible for the low number of hybrids.

Keywords Mouflon · Sheep · Introgression · Endogenous retrovirus · Microsatellite

Introduction

The European mouflon (*Ovis orientalis musimon*) is an important game species in many European countries. Originally, it was a feral sheep native to the Mediterranean islands of Corsica and Sardinia. Formerly considered as an autochthonous population of the Asiatic mouflon (*Ovis orientalis gmelini*), European mouflons are now widely accepted to be the descendants of primitive domestic sheep introduced to the islands by Neolithic peoples approximately 7000 BP (Poplin 1979; Hiendleder et al. 1998; Ludwig and Benecke 2003; Meadows and Kijas 2009). Since the 18th century, Mediterranean mouflons have been released in many European regions and in America as a park animal or game species for trophy hunting (Uloth 1972). While mouflons are now endangered in their original Mediterranean habitat, they are well-established in mainland Europe. For example, the feral population in Germany numbers approximately 8000 specimens, and the species is listed as a game animal.

Considering the close phylogenetic relationship between a domestic sheep and the European mouflon, hybridization between both lineages is a risk for outbreeding depression and trophy quality. European mouflons interbreed successfully with domestic sheep and produce fertile offspring (Herzogi and Mavrogenis 1990). On the Mediterranean islands, domestic sheep are often kept in free-ranging conditions, and mating with mouflons occurs sporadically, leading to a gene flow in both directions (Lorenzini et al. 2011; Ciani et al. 2014, 2015).

Electronic supplementary material The online version of this article (doi:10.1007/s10344-016-1003-3) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Oskar Schröder
oschroeder@izw-berlin.de

¹ Department of Evolutionary Genetics, Leibniz-Institute for Zoo and Wildlife Research, Alfred-Kowalke-Str. 17, 10315 Berlin, Germany

² Wildlife Research Institute, Pützchens Chaussee 228, 53229 Bonn, Germany

³ Tierpark Arche Warder e.V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder, Germany

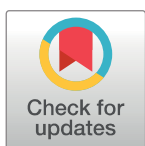
RESEARCH ARTICLE

Runs of Homozygosity and NetView analyses provide new insight into the genome-wide diversity and admixture of three German cattle breeds

Sowah Addo^{1,2*}, Stefanie Klingel³, Dirk Hinrichs², Georg Thaller¹

1 Institute of Animal Breeding and Husbandry, Kiel University, Kiel, Germany, **2** Department of Animal Breeding, University of Kassel, Witzenhausen, Germany, **3** Center for Rare and Endangered Domestic Animals, Arche Warder, Warder, Germany

* uk069108@uni-kassel.de



OPEN ACCESS

Citation: Addo S, Klingel S, Hinrichs D, Thaller G (2019) Runs of Homozygosity and NetView analyses provide new insight into the genome-wide diversity and admixture of three German cattle breeds. PLoS ONE 14(12): e0225847. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225847>

Editor: Tzen-Yuh Chiang, National Cheng Kung University, TAIWAN

Received: June 28, 2019

Accepted: November 13, 2019

Published: December 4, 2019

Copyright: © 2019 Addo et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: Data for this study are owned by Rinderzucht Schleswig-Holstein eG (RSH eG) and were provided via a signed data access agreement which does not allow for data sharing. Interested, qualified researchers may request these data by contacting RSH eG at rsheg@rsheg.de. Reference should be made to data file named "Addo.etal.RVARDNRH.rsh.data" when requesting access to the data from RSH eG. The authors confirm that they did not have any special access privileges to these data.

Abstract

Angler (RVA) and Red-and-White dual-purpose (RDN) cattle were in the past decades crossed with influential Red Holstein (RH) sires. However, genome-wide diversity studies in these breeds are lacking. The objective of the present study was to elucidate the genome-wide diversity and population structure of the three German cattle breeds. Using 40,851 single nucleotide polymorphism markers scored in 337 individuals, runs of homozygosity (ROH) were analysed in each breed. Clustering and a high-resolution network visualisation analyses were performed on an extended dataset that included 11 additional (outgroup) breeds. Genetic diversity levels were high with observed heterozygosity above 0.35 in all three breeds. Only RVA had a recent past effective population size (N_e) estimate above 100 at 5 generations ago. ROH length distribution followed a similar pattern across breeds and the majority of ROH were found in the length class of >5 to 10 Mb. Estimates of average inbreeding calculated from ROH (F_{ROH}) were 0.021 (RVA), 0.045 (RDN) and 0.053 (RH). Moderate to high positive correlations were found between F_{ROH} and pedigree inbreeding (F_{PED}) and between F_{ROH} and inbreeding derived from the excess of homozygosity (F_{HOM}), while the intercept of the regression of F_{ROH} on F_{PED} was above zero. The population structure analysis showed strong evidence of admixture between RVA and RH. Introgression of RDN with RH genes was minimally detected and for the first time, the study uncovered Norwegian Red Cattle ancestry in RVA. Highly heterogeneous genetic background was found for RVA and RH and as expected, the breeds of the extended dataset effectively differentiated mostly based on geographical origin, validating our findings. The results of this study confirm the impact of RH sires on RVA and RDN populations. Furthermore, a close monitoring is suggested to curb further reduction of N_e in the breeds.

Is the Markhor (*Capra falconeri*) the ancestor of domestic Girgentana goat?

Ist der Markhor (*Capra falconeri*) der Stammvater der Rasse Girgentana?

Kai Frölich^{1,5*}, Dietmar Lieckfeldt², Anabell Jandowsky¹, Maike Lücht³ & Arne Ludwig^{2,4}

¹Tierpark Arche Warder e.V., Warder (Germany)

²Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung Berlin, Abteilung für Evolutionsgenetik (Germany)

³Münchener Tierpark Hellabrunn AG, München (Germany)

⁴Humboldt Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut (Germany)

⁵Universität Hildesheim, Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften, Wirtschaft & Informatik, Institut für Biologie & Chemie (Germany)

Abstract

Girgentana is a charismatic breed of domestic goat (*Capra hircus*) characterised by unique corkscrew-shaped horns. They are commonly kept as livestock in Sicily, where they are indigenous, but are also shown in many European zoos because of their interesting morphology. Although the bezoar, or wild goat (*Capra aegagrus*), is commonly accepted as the ancestor of modern domestic goat breeds, recently the markhor (*Capra falconeri*) has been investigated as a precursor to Girgentana due to their similar horns and coats. Here, we examined the genetic relationship between Girgentana, bezoar and markhor using mitochondrial DNA sequences and Y-chromosomal SNPs. These genetic markers produced evidence that only the bezoar is an ancestor of Girgentana, and the markhor is evolutionarily unrelated.

Keywords: ancestry, Caprinae, Girgentana, livestock, local breed

*Corresp. author:

E-Mail: kfroelich@arche-warder.de (Kai Frölich)

A *SLC45A2* mutation is strongly associated with the cream dilution in Baroque donkeys

Die Fellfarbe des Barockesels ist assoziiert mit einer Mutation im *SLC45A2* Gen

Authors

Arne Ludwig^{1, 2}, Ronja Biermann², Kai Frölich^{3, 4}, Anabell Jandowsky³, Christoph Langner⁵, Dietmar Lieckfeldt¹, Katharina Tschann⁶, Monika Reissmann²

Affiliations

- 1 Department of Evolutionary Genetics, Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, Berlin, Germany
- 2 Albrecht Daniel Thaer Institute of Agricultural and Horticultural Sciences, Faculty of Life Sciences, Humboldt University of Berlin, Germany
- 3 Zoo Ark Warder, Warder, Germany
- 4 Institute of Biology and Chemistry, University of Hildesheim, Germany
- 5 Zoo Stralsund, Stralsund, Germany
- 6 Schloss Schönbrunn Kultur- u. Betriebsgesellschaft m.b.H., Schloss Hof, Austria

Keywords

Coat coloration, domestic animals, *Solute Carrier Family 45 Member 2*, *MATP*, *ASIP*, *MC1R*

Schlüsselwörter

Fellfarbe, Haustiere, *Solute Carrier Family 45 Member 2*, *MATP*, *ASIP*, *MC1R*

received 13.08.2025

accepted 08.10.2025

Bibliography

Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 2025; 53: 372–378

DOI 10.1055/a-2712-8607

ISSN 1434-1220

© 2025, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

Correspondence

Prof. Dr. Arne Ludwig
Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research (IZW)
Forschungsverbund Berlin e.V.
Alfred-Kowalke-Straße 17
10315 Berlin
Germany
ludwig@izw-berlin.de

ABSTRACT

Objective Domestic Baroque donkeys are popular animals in many European parks and zoos. Although their cream coat color is very charismatic, the underlying genetics is still undiscovered. Addressing this question, a candidate approach was used to search for the causative mutation.

Material and methods Considering the knowledge from domestic horses, the *Solute Carrier Family 45 Member 2* (*SLC45A2*) was identified as the most promising candidate. Samples from 77 domesticated donkeys, 11 wild equids, 1 mule and 2 domestic horses were included in comparison. All exons and the flanking intron sequences of the *SLC45A2* were sequenced (2774bp). **Results and conclusions** Sequence comparison revealed that a mutation found exclusively in exon 7 transmembrane region 11 (c.1457C > T; p.Ala486Val) is very likely responsible for the charismatic coat color phenotype in Baroque donkeys. Family studies produced evidence for an autosomal recessive mode of inheritance. Since the coat color in Baroque donkeys varies from almost white to gold, the question remains whether the base coloration, which in mammals is regulated by the *ASIP* and *MC1R* genes, also have an impact but no remarkable mutations were found in Baroque donkeys.

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenstand und Ziel Barockesel sind den meisten aus Zoos und Tierparks aufgrund ihrer charismatischen Fellfarbe bekannt. Die Genetik der cremefarbenen Aufhellung ist dabei nach wie vor unbekannt. In dieser Studie wurde ein Kandidatengenansatz zur Erforschung der cremefarbenen Aufhellung des Barockesels genutzt. **Material und Methoden** Basierend auf dem Wissen zur Fellfarbgenetik des Pferdes, wurde das *Solute Carrier Family 45 Member 2* Gen (*SLC45A2*) untersucht. Insgesamt 2774 Basenpaare des *SLC45A2* von 77 Eseln, 11 Wildequiden, 1 Maultier und 2 Hauspferden wurden sequenziert.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen Ein Aminosäureaustausch im Exon 7 Transmembrane Region 11 (c.1457C > T; p.Ala486Val) konnte als vermutlich ursächliche Mutation für die cremefarbene Aufhellung identifiziert werden. Familienstudien belegten einen autosomalen und rezessiven Erbgang. Zusätzliche Studien an pigmentregulierenden Genen (*ASIP* und *MC1R*) brachten keinen zusätzlichen relevanten Mutationen.

Ernährung

Comparison of the Meat Quality of Turopolje, German Landrace x Turopolje and German Landrace x Pietrain Pigs

Ines C. BALLWEG^{1,2}, Kai FRÖLICH³, Eike FANDREY³, Heinrich H. D. MEYER^{1,2}
Heike KLIEM^{1,2} (✉)

Summary

Aim of the study was to evaluate, if the mixed breed German Landrace x Turopolje (L x T) was suitable for conventional fattening and the production of high quality palatable meat. Hence, we chose to study the carcass characteristics of three different breeds: true bred Turopolje (T x T) (n=15), an autochthonous Croatian breed, German Landrace x Pietrain (L x P) (n=19), a typical German pig hybrid and German Landrace x Turopolje (L x T) (n=23) as mixed breed. All three breeds were kept in a conventional fattening indoor system. The data consisted of the chemical and physical values of the carcass and the difference between breeds during breeding and fattening. All pigs were fattened with a conventional ad libitum feeding system. The feed consisted of an optimal mixture for the fattening of L x P. The daily feed intake and the weight from birth until the end of the fattening was recorded every 14 days. The quality of the carcass was evaluated at the age of 20 and 25 weeks. The measurement of the carcass was based on the "Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein" published by the national German control office. L x T showed the lowest feed intake per kg carcass compared to the other breeds. The quality of meat was characterized by pH, conductance, intramuscular fat and water holding capacity. L x T showed a trend for a lower conductance in week 25. The value of pH and water holding capacity was not significant between the breeds. Surprisingly, the intramuscular fat of L x T was by trend higher compared to L x P and significantly lower than T x T ($p < 0.05$). L x T had by trend a higher carcass weight and a larger carcass length compared to L x P, which was significantly higher than T x T ($p < 0.05$). In conclusion, the new breed L x T seems to be suitable for an indoor fattening system and produces a high quality palatable meat. The energy and protein intake should be slightly reduced, which would reduce the cost of meat production.

Key words

carcass, intramuscular fat, hybrid pig, Turopolje pig breed

¹ Physiology Weihenstephan, Technische Universität München, 85354 Freising-Weihenstephan, Germany

✉ e-mail: heike.kliem@wzw.tum.de

² ZIEL, Research Centre for Nutrition and Food Sciences, Technische Universität München, 85354 Freising-Weihenstephan, Germany

³ Arche Warder, Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., 24646 Warder, Germany

Received: November 22, 2013 | Accepted: April 10, 2014

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the Bavarian State Research Center for Agriculture, Institut für Tierzucht, Leistungsprüfung Schwein, and the Bavarian State Research Center for Agriculture, Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungsweesen Zentrallabor Grub, Futtermittelanalytik und Qualität tierischer Produkte, Poing, Germany for the carcass evaluation. Furthermore we thank Horst Laffert and Konrad Praller from the Experimental Station Thalhausen, Technische Universität München, Germany, for breeding and handling the pigs and their kind support. For financial support we thank Tönnies Forschung - Gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung der Forschung über die Zukunft des Tierschutzes in der Nutztierhaltung mbH.

NOTE

Professor Heinrich H. D. Meyer, who supervised this research, passed away before publication of this work.

ACS

Agriculturae Conspectus Scientificus · Vol. 79 (2014) No. 4 (253-259)



Differences in milk fat composition from four old sheep breeds

E. Viturro¹, M. Schlattl¹, H. Kienberger³, M. Rychlik³, M. W. Pfaffl¹, and K. Frölich²

¹Physiology, Technische Universität München, Munich, Germany

²Arche Warder e.V., Warder, Germany

³Department of Analytical Food Chemistry, Technische Universität München, Munich, Germany

Correspondence to: M. W. Pfaffl (pfaffl@wzw.tum.de)

Received: 27 March 2015 – Revised: 18 August 2015 – Accepted: 20 August 2015 – Published: 2 September 2015

Abstract. The present short communication presents a comparison between the milk fat composition of four old sheep breeds. All animals were fed the same diet and a milk sample was obtained at the same lactation day and analyzed for its major components, cholesterol concentration and a complete fatty acid profile. From all studied candidates, the Walachian breed (also when compared with modern breeds employed in the dairy industry) was determined to have the most suitable milk composition for human health.

1 Background

The role of dietary cholesterol and saturated fat in human health is presently one of the topics of high concern among scientific and health authorities. Although milk and dairy products have a relatively low amount of these fats compared to other food groups, the frequency of their consumption places them among their principal dietary sources (Royo-Bordonada et al., 2003; Astrup et al., 2011). Sheep milk and dairy products are used in some regions as an alternative to cow milk products, even though their composition is much richer in fat than that of cattle (Raynal-Ljutovac et al., 2008).

It is well established that diet composition has a noticeable impact on animal performance and lipid profile in sheep milk, mainly through supplementation with plant (Luna et al., 2008; Bodas et al., 2010; Altenhofer et al., 2013) and fish oils (Toral et al., 2010). Animal breeding is another potential pathway to achieve this goal, but it is relatively unexplored in comparison to the abundant studies on feed supplementation. In this preliminary pioneer study, four old sheep breeds were tested as candidates for a healthier milk composition.

2 Procedures

2.1 Animals and sampling

Twenty sheep from four different ancient breeds (Racka, Soay, Walachian and Houtland), non-primiparous and aged 3 to 8 years, were kept at the Tierpark Arche Warder, a conservation center for old domestic animal breeds located in northern Germany (Schleswig-Holstein). Animals were given access to fresh pasture ad libitum, supplemented with concentrate, until 10 days before sampling, at which they were stalled and offered the same ration (fresh hay and concentrates) in order to allow for proper comparison. Sampling was chosen to be at lactation day 60, at which time the metabolic stress associated with lactation had already passed. Therefore, the obtained values remain representative and comparable.

The entirety of the milk was first collected in a single container and posteriorly aliquoted in the definitive samples, in order to avoid the well-known unequal distribution of components at the beginning and end of the milking procedure. Samples were frozen and kept at -20°C until analysis.

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

Arch Lebensmittelhyg 71,
115–123 (2020)
DOI 10.2376/0003-925X-71-115

© M. & H. Schaper GmbH & Co.
ISSN 0003-925X

Korrespondenzadresse:
vetmed.archewarder@gmail.com

Zusammenfassung

Summary

¹⁾ Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau, Deutschland; ²⁾ Tierpark Arche Warder e. V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder, Deutschland; ³⁾ Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU), Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie mit Tierärztlicher Ambulanz, Fachbereich Veterinärmedizin, Frankfurter Straße 106, 35392 Gießen, Deutschland

Über Inhaltsstoffe der Milch von Thüringer Waldziegen und Weißen Deutschen Edelziegen: Eine vergleichende Untersuchung

Milk components of Thuringian Forest Goats and German Improved White Goats: A comparative study

Diana Sorg¹⁾, Anabell Jandowsky²⁾, Kai Frölich²⁾, Hartwig Bostedt³⁾

Ziegenmilchprodukte finden weltweit steigendes Interesse. Die Milch von verschiedenen Ziegenrassen in Deutschland ist bisher wenig charakterisiert und standardisiert. Daher wurden von neun Thüringer Wald Ziegen (TWZ), als Vertreterinnen einer gefährdeten, lokalen, alten, deutschen Ziegenrasse, und von zehn Weißen Deutschen Edelziegen (WDE), als Referenz einer häufig genutzten Hochleistungsrasse Milchproben, an Tag 0, 4, 20 und 59 der Laktation auf verschiedene ernährungsphysiologische Parameter untersucht. Durch die gemeinsame Haltung und Fütterung auf einem Betrieb (Tierpark Arche Warder) wurden viele externe Einflussfaktoren auf die Inhaltsstoffe wie unterschiedliche Fütterung, Management, Saison ausgeschlossen. Rasseunterschiede zeigten sich bei der Zellzahl (TWZ: 3,8–50,6 x10⁵/ml, WDE: 1,7–6,0 x10⁵/ml, an Tag 4 p<0,05), ohne dass jedoch eine Mastitis festgestellt werden konnte.

Weiterhin unterschieden sich die Rassen entweder im Trend (p<0,1): bei gesättigten Fettsäuren (SFA; TWZ: 68,22–70,00 %; WDE: 63,23–65,23 %, an Tag 59 p<0,1), einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA; TWZ: 25,40–27,31 %; WDE: 28,93–32,23 %; an Tag 59 p<0,1), Omega-3-FS (n3; TWZ: 0,91–1,43 %; WDE: 0,92–1,30 %; an Tag 0 p<0,1), Thrombogenitäts-Index (TI; TWZ: 1,49–1,68; WDE: 1,22–1,57; an Tag 20 und 59 p<0,1) oder signifikant (p<0,05): bei kurzkettigen Fettsäuren (SCFA; TWZ: 6,61–8,51 %; WDE: 5,29–8,19 %; an Tag 4 p<0,05), einer konjugierten Linolsäure (CLA, C18:2 cis-9,trans-11; TWZ: 0,53–1,18 %; WDE: 0,42–0,89 %; an Tag 0 und 20 p<0,05, an Tag 4 p<0,1), beim Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-FS (n6/n3; TWZ: 2,43–2,58; WDE: 2,57–2,87; an Tag 0, 4 und 59 p<0,05).

Der Cholesteringehalt war an Tag 0 und 4 bei der TWZ nicht signifikant, jedoch quantitativ deutlich niedriger (378,82 µg/ml; 150,36 µg/ml) als bei der WDE (505,75 µg/ml; 223,38 µg/ml). Insgesamt konnte jedoch nicht festgestellt werden, dass eine der beiden Rassen durchgehend ernährungsphysiologisch günstigere Inhaltsstoffkonzentrationen aufwies. Die Milch der TWZ wurde in dieser Studie zum ersten Mal umfassend auf verschiedene Inhaltsstoffe untersucht und mit der von WDE verglichen.

Schlüsselwörter: Ziegenmilch, Milchinhaltstoffe, Rassevergleich, Thüringer Wald Ziege, Weiße Deutsche Edelziege

Goat milk products are becoming increasingly popular worldwide. The milk of various goat breeds in Germany has so far been poorly characterized and standardized. Therefore, the milk of nine Thuringian Forest Goats (TFG) as representatives of an endangered local German goat breed and ten German Improved White Goats (GIWG) as reference for a frequently used dairy breed was analysed for various nutritional parameters. Milk samples were collected by hand milking on day 0, 4, 20 and 59 of the lactation. The goats were kept in one herd on one location (Zoo Ark Warder, a zoo for rare old breeds) to eliminate many external factors influencing the ingredients such as feeding, management, season. Breed differences were found in somatic cell count (TFG: 3.8–50.6 x 10⁵/ml, GIWG: 1.7–6.0 x 10⁵/ml, on day 4: p<0.05), with the goats showing no clinical signs of mastitis. Furthermore differences were either trend: in levels of saturated fatty acids (SFA; TFG: 68.22–70.00%; GIWG: 63.23–65.23%, on day 59: p<0.1), monounsaturated fatty acids (MUFA; TFG: 25.40–27.31%; GIWG: 28.93–32.23%; on day 59: p<0.1), n-3 fatty acids (n3; TFG: 0.91–1.43%; GIWG: 0.92–1.30%; on day 0: p<0.1), the index of thrombogenicity (IT; TFG: 1.49–1.68; GIWG: 1.22–1.57; on day 20 and 59: p<0.1) or significant: short-chain fatty acids (SCFA; TFG: 6.61–8.51%; GIWG: 5.29–8.19%; on day 4: p<0.05), a conjugated linoleic acid isomer (CLA, C18:2 cis-9,trans-11; TFG: 0.53–1.18%; GIWG: 0.42–0.89%; on day 0 and 20: p<0.05, on day 4: p<0.1), in the ratio of n-6 to n-3 fatty acids (n6/n3; TFG: 2.43–2.58; GIWG: 2.57–2.87; on day 0, 4 and 59: p<0.05). Cholesterol levels did not differ significantly between the breeds, but TFG had markedly lower levels on day 0 and 4 (378.82 µg/ml and 150.36 µg/ml) than the GIWG (505.75 µg/ml and 223.38 µg/ml). Taken together, neither of the two breeds had milk with a consistently higher nutritional quality across all of the components studied. For the first time milk from TFG was extensively studied for important nutritional components and compared with the milk of GIWG.

Keywords: Goat milk, Milk ingredients, Breed comparison, Thuringian Forest Goats, German Improved White Goats

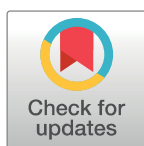
RESEARCH ARTICLE

Performance, carcass quality and meat quality of the endangered German Angler Saddleback pig

Anna Olschewsky^{1*}, Margret Krieger², Susanne Hoischen-Taubner², Daniel Mörlein³, Stefanie Klingel⁴, Georg Thaller⁵, Dirk Hinrichs¹

1 Animal Breeding Section, Faculty of Organic Agricultural Sciences, University of Kassel, Witzenhausen, Germany, **2** Department of Animal Nutrition and Animal Health, Faculty of Organic Agricultural Sciences, University of Kassel, Witzenhausen, Germany, **3** Department of Animal Sciences, University of Göttingen, Göttingen, Germany, **4** Center for Rare and Endangered Domestic Animals, Warder, Germany, **5** Institute of Animal Breeding and Husbandry, University of Kiel, Kiel, Germany

* olschewsky@uni-kassel.de



OPEN ACCESS

Citation: Olschewsky A, Krieger M, Hoischen-Taubner S, Mörlein D, Klingel S, Thaller G, et al. (2024) Performance, carcass quality and meat quality of the endangered German Angler Saddleback pig. PLoS ONE 19(4): e0300361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300361>

Editor: Aziz ur Rahman Muhammad, University of Agriculture Faisalabad, PAKISTAN

Received: October 11, 2023

Accepted: February 23, 2024

Published: April 30, 2024

Copyright: © 2024 Olschewsky et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: The dataset analyzed during the current study was published in a data repository and is publicly available on: <https://doi.org/10.48662/daks-29>.

Funding: This work was funded by the EU within the framework of the “European Innovation Partnership” (EIP Agri) and the “Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein” (SK, GT and DH). URL: <https://www.eip-agrar-sh.de/home> The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to

Abstract

The Angler Saddleback pig is an endangered local breed originating from Germany. The breed is said to have low demands in terms of husbandry and feeding, and an excellent meat quality. To date, there is a lack of more recent scientific investigations of the breed. Therefore, 58 Angler Saddleback pigs were fattened in two consecutive trials whereby performance, carcass quality and meat quality were assessed. At an average age of 324 days, the pigs reached an average final live weight of 143 kg, an intramuscular fat (IMF) content of 2.6%, a lean meat percentage of 47% and a backfat thickness of 38 mm. A significant influence of the independent variables “breeder” and “age at the end of fattening” on the majority of target variables was found. Furthermore, IMF as well as pH value 45 minutes *post mortem* was significantly influenced by sex. These results give a current overview of the phenotypic characteristics of this endangered breed. It is shown that the slower growing Angler Saddleback breed may need alternative marketing concepts for its meat and meat products. Additionally, further research is necessary to clarify the reasons for the high phenotypic variation within this breed.

Introduction

In Germany, pork is by far the most consumed meat [1]. Due to their high lean meat percentage (LMP), the use of commercial hybrid lines dominates the production of pig meat. Aside carcass weight, LMP is the decisive trait as per the currently used payment schemes of slaughterhouses in Germany [2]. Consequently, carcasses (and the meat) of slower growing local pig breeds like the Angler Saddleback pig are economically disadvantageous because of a higher fat amount [3]. However, higher fat contents, especially in the form of intramuscular fat (IMF), can positively influence taste and tenderness as important sensory qualities of pork [4, 5]. This might be one reason why the meat of Angler saddleback pigs is (said to be) valued by connoisseurs [3].

Comparison of meat quality and various clinical parameters from pigs in free-range husbandry

Comparative study between the endangered pig breed Bentheim Black Pied (BBS) and an F₁ crossbred pig of Danbred Hybrid and BBS

Vergleichende Untersuchung zur Fleischqualität von Schweinen in Freilandhaltung unter Berücksichtigung verschiedener klinischer Parameter

Die vor dem Aussterben bedrohte Rasse Bunttes Bentheimer Schwein (BBS) und ein F₁-Kreuzungsschwein zwischen Danbred Hybrid und BBS im Vergleich

Authors

Johanna Küper¹, Kai Frölich¹, Rupert Stäbler², Wilhelm Jaeger³, Dennis Junkmann³, Matthias Upmann⁴, Andreas R. Schaubmar⁵, Corinna Kehrenberg⁶

Affiliations

- 1 Zoo Ark Warder, Warder, Germany
- 2 WaldSchwein®, Rupert and Paul Stäbler GbR, Rosenheim, Germany
- 3 Premium Food Group ApS & Co. KG, Rheda-Wiedenbrück, Germany
- 4 Technology of protein-based foods, University of Applied Sciences and Arts Ostwestfalen-Lippe, Lemgo, Germany
- 5 Unit for Biomathematics and Data processing, FB10-Veterinary Medicine, Justus Liebig University Giessen, Germany
- 6 Institute for Veterinary Food Science, Justus Liebig University Giessen, Germany

Keywords

Carcass quality, outdoor pig production, sensory meat characteristics, fatty acid composition, pig fattening

Schlüsselwörter

Schlachtkörperqualität, Freilandschweinemast, sensorische Fleischqualität, Fettsäurezusammensetzung, Schweinemast

received 28.08.2025

accepted 27.10.2025

Bibliography

Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 2025; 53: 363–371 2025; 53: 363–371
 DOI 10.1055/a-2712-8469
 ISSN 1434-1220
 © 2025, Thieme. All rights reserved.
 Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50,
 70469 Stuttgart, Germany

Correspondence

Johanna Küper
 Arche Warder – Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V.
 Langwedeler Weg 11
 24646 Warder
 Germany
kueper@arche-warder.de

ABSTRACT

Objective The aim of this study was to compare the fattening performance and pork quality of 10 pigs from the endangered breed Bentheim Black Pied (BBS) with 30 F₁ pigs from the widely used Danish hybrid pig (Large White x Danish Landrace) crossed with BBS (BHP), all fattened up under free-range conditions.

Material and Methods A total of 40 pigs were fattened up under a restrictive feeding regime on a 1.28ha pasture and weighed monthly. Subsequently, the pigs were slaughtered, carcass traits were assessed, and samples from *M. longissimus thoracis et lumborum* (LTL) and back-fat were collected for laboratory analysis.

Results Fattening performance differed significantly between the groups: BHP pigs were significantly heavier at the end of the fattening period (128.3 kg BHP vs. 102.5 kg BBS), with significantly higher average daily weight gain. Significant differences were observed in carcass characteristics (carcass length, cutlet weight, carcass yield). However, BBS pigs showed a more favourable fatty acid profile, notably with higher levels of the essential α -linolenic acid. Water-holding capacity was lower in BHP pigs, with significantly higher drip losses during cold storage at 2 °C, while grill- and thawing-losses did not differ significantly.

Domestikation/ Archäologie



Moderne Nachfahren der Wikinger-Schafe?

von Elena Nikulina, Ulrich Schmölcke und Kai Frölich

Im frühen Mittelalter war die Haltung von Schafen in Schleswig-Holstein von beachtlicher wirtschaftlicher Bedeutung. Dies gilt besonders für die Marschengebiete an der Nordseeküste, doch auch in jeder binnenländischen Siedlung wurden Schafe gehalten, um die Menschen mit Fleisch, Milch und Wolle zu versorgen. Die Nutzungsprioritäten variierten je nach Bedürfnis: Auf manchen wikingerzeitlichen Siedlungsplätzen dienten Schafe primär der Fleischversorgung, dagegen stand beispielsweise in Haithabu die Gewinnung von Milch oder Wolle im Vordergrund. Dies belegt das Schlachalter, das anhand der Knochen rekonstruiert werden kann. Demnach war die übergroße Mehrheit der Wikinger-Schafe von Haithabu am Schlachttag bereits wesentlich älter als drei Jahre. Der optimale Schlachtzeitpunkt im Falle von reiner Fleischnutzung ist also deutlich überschritten worden. Die Bewohner Haithabus haben ihre Schafe offensichtlich mehrere Jahre lang möglicherweise mehrmals jährlich geschoren. Wikingerzeitliche Schafe trugen demzufolge ein Fell, das eine relativ intensive Nutzung und gute Verarbeitung zuließ. Gutes Schaffell zeichnet sich durch einen möglichst hohen Anteil von kurzen dichten Wollhaaren im Vergleich zu den langen und steifen Stichelhaaren aus. Die Entwicklung des Haarkleides der Wildschafe, das durch zahlreiche Stichelhaare unterschiedlicher Länge charakterisiert ist, zu einem Fell mit weniger Stichelhaaren vollzog sich in einem langen Prozess. Wie sah das Haar dieser Wikingerschafe aus? Gibt es bis heute direkte Nachfahren von solchen Wikingerschafen?

Untersuchungen von Textilien zeigen, das vermutlich seit der Bronzezeit und sicher während der Wikingerzeit, in Nordeuropa bei der Wolle von Schafen ein als mischwollig bezeichnetes Stadium erreicht war. Dies entspricht dem Haartyp einer heutigen Schafrasse, die bis vor hundert Jahren nur auf der zum St. Kilda-Archipel nordwestlich von Schottland gehörenden Insel Soay lebte. Das Wort „Soay“ stammt aus dem Altnordischen und bedeutet „Insel der Schafe“. Möglicherweise fanden die Wikinger auf dem unbewohnten Eiland bereits verwilderte Schafe vor, als sie es im frühen Mittelalter erstmals aufsuchten, oder sie setzten dort bewusst Schafe aus, um sie als späteren Reiseproviant nutzen zu können. Nach Jahrhunderten der Vergessenheit wurden die Tiere erst zu Beginn des 20. Jh. wiederentdeckt und wegen ihrer anspruchslosigkeit zu einem vor allem in Großbritannien verbreiteten Parktier. Bereits damals gerieten sie wegen ihrer Urtümlichkeit in den Fokus der Naturwissenschaftler. Zurzeit präsentiert der auf die Erhaltung alter und bedrohter Haustierrassen spezialisierte Tierpark Arche Warder die Soay-Schafe auch auf dem Gelände des Wikinger museums Haithabu.

Nicht nur hinsichtlich ihrer Fellstruktur, sondern auch mit Blick auf ihre Körpergröße und Gestalt erinnern Soay-Schafe an die auf Sardinien und Korsika lebenden Mufflons. Während Mufflons früher zu den Wildschafen zählten, haben genaue Datierungen von Knochenfunden und archäozoologische Untersuchungen inzwischen bewiesen, dass sie bereits domestizierte Schafe darstellen,

Eine Gruppe Soay-Schafe im Tierpark Arche Warder. Auch die Weibchen dieser kleinen, braunen Schafe tragen Hörner.

Lines of Evidence—Incremental Markings in Molar Enamel of Soay Sheep as Revealed by a Fluorochrome Labeling and Backscattered Electron Imaging Study

Horst Kierdorf^{1*}, Uwe Kierdorf¹, Kai Frölich^{1,2}, Carsten Witzel¹

¹ Department of Biology, University of Hildesheim, Hildesheim, Germany, ² Tierpark Arche Warder e.V., Warder, Germany

Abstract

We studied the structural characteristics and periodicities of regular incremental markings in sheep enamel using fluorochrome injections for vital labeling of forming enamel and backscattered electron imaging in the scanning electron microscope. Microscopic analysis of mandibular first molars revealed the presence of incremental markings with a daily periodicity (laminations) that indicated successive positions of the forming front of interprismatic enamel. In addition to the laminations, incremental markings with a sub-daily periodicity were discernible both in interprismatic enamel and in enamel prisms. Five sub-daily increments were present between two consecutive laminations. Backscattered electron imaging revealed that each sub-daily growth increment consisted of a broader and more highly mineralized band and a narrower and less mineralized band (line). The sub-daily markings in the prisms of sheep enamel morphologically resembled the (daily) prisms cross striations seen in primate enamel. Incremental markings with a supra-daily periodicity were not observed in sheep enamel. Based on the periodicity of the incremental markings, maximum mean daily apposition rates of 17.0 μm in buccal enamel and of 13.4 μm in lingual enamel were recorded. Enamel extension rates were also high, with maximum means of 180 $\mu\text{m}/\text{day}$ and 217 $\mu\text{m}/\text{day}$ in upper crown areas of buccal and lingual enamel, respectively. Values in more cervical crown portions were markedly lower. Our results are in accordance with previous findings in other ungulate species. Using the incremental markings present in primate enamel as a reference could result in a misinterpretation of the incremental markings in ungulate enamel. Thus, the sub-daily growth increments in the prisms of ungulate enamel might be mistaken as prism cross striations with a daily periodicity, and the laminations misidentified as striae of Retzius with a supra-daily periodicity. This would lead to a considerable overestimation of crown formation times in ungulate teeth.

Citation: Kierdorf H, Kierdorf U, Frölich K, Witzel C (2013) Lines of Evidence—Incremental Markings in Molar Enamel of Soay Sheep as Revealed by a Fluorochrome Labeling and Backscattered Electron Imaging Study. *PLoS ONE* 8(9): e74597. doi:10.1371/journal.pone.0074597

Editor: Kornelius Kupczik, Friedrich-Schiller-University Jena, Germany

Received: June 5, 2013; **Accepted:** August 6, 2013; **Published:** September 6, 2013

Copyright: © 2013 Kierdorf et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Funding: The authors have no support or funding to report.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

* E-mail: kierdorf@uni-hildesheim.de

Introduction

Fully formed dental enamel is the hardest and most durable biological substance of the mammalian body [1]. Enamel is, therefore, normally the best preserved among the mineralized tissues in archaeological skeletal remains. Because enamel does not remodel or repair, the microstructure of enamel preserves information on the mode of the formative process, regarding both regular (physiological) growth events and pathological alterations caused by stress episodes [1–9]. The resulting growth marks in the enamel of both recent and ancient teeth enable a precise reconstruction of the timing of enamel formation and of stress episodes affecting enamel matrix formation, an information that is of major importance in the context of demographic, (palaeo-) pathological and forensic studies [1,2,7–9].

Enamel is produced by specialized cells of epithelial origin, the ameloblasts, and the temporal sequence of amelogenesis comprises the secretory and maturation stages [1,10]. The newly secreted enamel matrix is soft and gel-like. It contains enamel-specific proteins (mostly amelogenins) that are essential for the proper growth of the thin enamel crystals that almost instantaneously form in the extracellular enamel matrix [11,12]. During the secretory stage, the mineral content of the matrix increases to

about 30% by weight. In the ensuing maturation stage, the enamel crystals expand in width and thickness as the extracellular matrix is removed, and the enamel achieves its final composition of about 96% mineral by weight [12,13].

A fully active secretory ameloblast possesses a cellular extension (the Tomes' process) at its distal pole with two sites of matrix secretion ([1,12,14,15]). The first site constitutes a rim around the base (proximal portion) of the Tomes' process, a region also called the ameloblast shoulder [5]. Here the matrix of the interprismatic enamel is secreted. The distal portion of the Tomes' process (or the 'Tomes' process proper' [15]) extends from the proximal portion and protrudes into a pit whose walls consist of interprismatic enamel. Matrix secretion occurs along one face of the distal portion of the Tomes' process, and in this way the pit is filled with a prism, which is a long rod-like structure that extends from the enamel-dentin-junction (EDJ) towards the outer enamel surface (OES) [12,14,15].

At the onset of amelogenesis, a thin layer of initial enamel is secreted by ameloblasts that have not yet developed the distal portion of their Tomes' processes and therefore possess only a single, flat secretory surface at their distal cell pole. As a consequence, all crystallites of the initially formed enamel show

Article

Endogenous Retroviral Insertions Indicate a Secondary Introduction of Domestic Sheep Lineages to the Caucasus and Central Asia between the Bronze and Iron Age

Oskar Schroeder ^{1,2}, Norbert Benecke ², Kai Frölich ³, Zuogang Peng ⁴, Kai Kaniuth ⁵, Leonid Sverchkov ⁶, Sabine Reinhold ², Andrey Belinskiy ⁷ and Arne Ludwig ^{1,*}

¹ Leibniz-Institute for Zoo and Wildlife Research, Department of Evolutionary Genetics, Alfred-Kowalke-Straße 17, 10315 Berlin, Germany; oschroeder@izw-berlin.de

² German Archaeological Institute, Im Dol 2-6, 14195 Berlin, Germany; norbert.benecke@dainst.de (N.B.); sabine.reinhold@dainst.de (S.R.)

³ Tierpark Arche Warder e.V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder, Germany; kfroelich@arche-warder.de

⁴ Southwest University School of Life Sciences, Key Laboratory of Freshwater Fish Reproduction and Development (Ministry of Education), Chongqing 400715, China; pzg@swu.edu.cn

⁵ Institut für Vorderasiatische Archäologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Geschwister-Scholl-Platz 1, 80539 Munich, Germany; kaniuth@vaa.fak12.uni-muenchen.de

⁶ Institute of Fine Arts, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Afrosiab Street 5/19, Tashkent 100029, Uzbekistan; lsverchkov@mail.ru

⁷ Nasledie Ltd., Prospekt Karla Marksa 56, 355017 Stavropol, Russia; nasledie@nasledie.org

* Correspondence: ludwig@izw-berlin.de; Tel.: +49-030-5168-312

Academic Editor: Michael Hofreiter

Received: 12 May 2017; Accepted: 13 June 2017; Published: 20 June 2017

Abstract: Sheep were one of the first livestock species domesticated by humans. After initial domestication in the Middle East they were spread across Eurasia. The modern distribution of endogenous Jaagsiekte sheep retrovirus insertions in domestic sheep breeds suggests that over the course of millennia, successive introductions of improved lineages and selection for wool quality occurred in the Mediterranean region and most of Asia. Here we present a novel ancient DNA approach using data of endogenous retroviral insertions in Bronze and Iron Age domestic sheep from the Caucasus and Pamir mountain areas. Our findings support a secondary introduction of wool sheep from the Middle East between the Late Bronze Age and Iron Age into most areas of Eurasia.

Keywords: archaeozoology; ancient DNA; endogenous retrovirus; mitochondrial haplotype; retrotype

1. Introduction

Domestic sheep remain the most important livestock in many regions of Asia to this day. First domesticated in the Fertile Crescent around 10,000 BP [1], they were subsequently spread over Eurasia. Of special importance for the northeastern spread of domestic sheep, but also goats and cattle are the Caucasus Mountains [2] and the foothills of the Hindukush and Pamir Mountains in eastern Central Asia [3]. These regions acted as pathways of introduction to northern Central Asia, which was otherwise blocked by inland seas and deserts. Further innovations in sheep breeds and their transmission would also likely have followed these routes.

The Caucasus region is one of the first areas into which domestic sheep were introduced from the Fertile Crescent. In the southern Caucasus, domestic sheep are attested around 8000 BP [4]. In the Ponto-Caspian steppes north of the Caucasus range, sheep are known from Dagestan from the 8th millennium BP [5]. Notably, wild sheep (*Ovis orientalis*) are native to the southern Caucasus,

Mineral Apposition Rates in Coronal Dentine of Mandibular First Molars in Soay Sheep: Results of a Fluorochrome Labeling Study

PATRICIA KAHLE,¹ CARSTEN WITZEL,¹ UWE KIERDORF,¹
KAI FRÖLICH,² AND HORST KIERDORF ^{1*}

¹Department of Biology, University of Hildesheim, Universitätsplatz 1,
Hildesheim, 31141, Germany

²Tierpark Arche Warder e.V, Langwedeler Weg 11, Warder, 24646, Germany

ABSTRACT

We studied the spatio-temporal variation of mineral apposition rate (MAR) in postnatally formed coronal dentine of mandibular first molars from Soay sheep repeatedly injected with different fluorochromes. MAR declined along the cuspal to cervical crown axis, and from early to late formed dentine, that is, from the dentine at the enamel-dentine-junction (EDJ) to the dentine adjacent to the dentine-pulp-interface (DPI). Highest mean MARs (about 21 $\mu\text{m}/\text{day}$) were recorded in cuspal dentine formed in the period of 28–42 days after birth. Lowest values ($<2 \mu\text{m}/\text{day}$) were recorded in late-formed (secondary) dentine close to the DPI. The high MARs recorded in the dentine of the cuspal crown portions enable the formation of a large tooth crown within a relatively short period of less than one year. The established MARs in the dentine of the different crown portions of sheep molars will allow a precise determination of the timing of stress events affecting dentine formation. They are also helpful for devising sampling protocols in studies of trace element or stable isotope distributions in sheep dentine aimed at assessing temporal variation of incorporation into forming dentine. Such data are useful in a variety of contexts, including, for example, the exposure to pollutants and the reconstruction of husbandry practices or feeding regimes. *Anat Rec*, 301:902–912, 2018. © 2017 Wiley Periodicals, Inc.

Key words: apposition rate; dentinogenesis; intravital labeling; mineralization; teeth

INTRODUCTION

Dentine is a mineralized connective tissue that forms the bulk of the tooth. In mammals, dentine is typically covered by enamel in the tooth crown and by cementum in the root. Mature dentine is composed of approximately 70 wt% mineral (impure hydroxyapatite), 20 wt% organic matrix (mainly collagen), and 10 wt% water (Frank and Nalbandian, 1989). Dentine formation is basically a two-step process. First, a collagen-rich organic matrix (the predentine) is laid down by the dentine-forming cells (odontoblasts). This matrix is then mineralized *via* matrix vesicles containing apatite crystals. Progressive growth of

these crystals causes a rupture of the vesicles and the formation of apatite clusters that eventually coalesce into a coherent dentine mineralization front. Mineral deposition

*Correspondence to: Dr. Horst Kierdorf, Department of Biology, University of Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, Germany Email: kierdorf@uni-hildesheim.de

Received 7 May 2017; Revised 15 August 2017;

Accepted 25 August 2017.

DOI 10.1002/ar.23753

Published online 15 December 2017 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com).

Characterization of short-period and long-period incremental markings in porcine enamel and dentine—Results of a fluorochrome labelling study in wild boar and domestic pigs

Simon Emken¹ | Carsten Witzel¹ | Uwe Kierdorf¹  | Kai Frölich^{1,2} | Horst Kierdorf¹ 

¹Department of Biology, University of Hildesheim, Hildesheim, Germany

²Tierpark Arche Warder e.V, Warder, Germany

Correspondence

Horst Kierdorf, Department of Biology, University of Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, Germany

Email: kierdorf@uni-hildesheim.de

Abstract

Mammalian dental hard tissues exhibit incremental markings that reflect the periodic variation of appositional growth rates. In order to use these markings to characterize dental growth processes and to infer life-history traits, an unequivocal identification of their periodicities is required. We performed a fluorochrome labelling study on forming enamel and dentine in molar teeth of wild boar and domestic pigs to establish the periodicity and temporal correspondence of incremental markings in enamel and dentine. The dominant incremental markings in enamel (laminations) and dentine (von Ebner lines) recorded in the pig teeth are of a daily nature. In addition, long-period incremental markings with a periodicity of 2 days were recorded in enamel (striae of Retzius) and dentine (Andresen lines). The 2-day growth rhythm was also expressed at the lateral crown surface, as evidenced by the pattern of perikymata. In enamel, also markings with a sub-daily periodicity, representing an ultradian growth rhythm, were observed. Our study provides experimental evidence for the periodicity of incremental markings in porcine enamel and dentine. The findings correct previous misconceptions on incremental markings in dental hard tissues of pigs and other ungulates that had led to erroneous conclusions regarding crown formation parameters.

KEYWORDS

Andresen lines, laminations, perikymata, striae of Retzius, von Ebner lines

1 | INTRODUCTION

Mammalian dental hard tissues show periodic variation in their appositional growth rates (Boyde, 1989; Dean, 2000; Hillson, 2014; Maas & Dumont, 1999; Ohtsuka & Shinoda, 1995; Okada, 1943; Zander & Hürzeler, 1958). As a result, enamel, dentine and cementum exhibit characteristic incremental markings that constitute a permanent record of the growth process for the respective tissue, analogous to the growth rings of trees (Dean, 1987, 2000; Hillson,






2005, 2014; Hogg, 2018; Klevezal, 1996; Risnes, 1998; Waugh et al., 2018).

The cyclic modulation of growth rates and the periodic variation of various other (physiological and behavioural) processes are controlled by biological rhythms. These are understood as biological adaptations to environmental cycles of different lengths, including recurring events with a tidal, daily, lunar or annual periodicity (Baker, 1938; Floessner & Hut, 2017; Hogg, 2018). Biological rhythms are governed by genetically controlled endogenous mechanisms

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

© 2021 The Authors. *Journal of Anatomy* published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of Anatomical Society

A labeling study of dentin formation rates during crown and root growth of porcine mandibular first molars

Simon Emken¹  | Carsten Witzel¹  | Uwe Kierdorf¹  | Kai Frölich^{1,2}  | Horst Kierdorf¹ 

¹Department of Biology, University of Hildesheim, Hildesheim, Germany

²Tierpark Arche Warder e.V., Warder, Germany

Correspondence

Horst Kierdorf, Department of Biology, University of Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, Germany.

Email: kierdorf@uni-hildesheim.de

Abstract

We used fluorochrome labeling to study spatiotemporal variation of dentin apposition (DAR) and extension (DER) rates during crown and root formation of mandibular first molars from wild boar and domestic pigs. DAR was reconstructed along the course of dentinal tubules in four zones of the crown and in the upper root area. In all five zones, mean DAR increased during the first 30% to 40% of apposition, reaching highest values (22–23 $\mu\text{m}/\text{day}$) in the upper-lateral crown zone. Lowest values were recorded near the dentin-pulp interface (DPI). Typically, DARs in contemporaneously formed dentin areas were higher in more cusally compared to more cervically/apically located zones. DER was high (>200 $\mu\text{m}/\text{day}$) in early postnatal crown dentin and then decreased markedly in cervical direction, with lowest values in the cervical crown zone. After this nadir, DER sharply increased in the upper 30% to 40% of the root extension, reaching values equaling (wild boar) or even surpassing (domestic pigs) those recorded in the upper lateral crown. After this peak, DER again decreased. While DAR did not differ markedly between wild boar and domestic pigs, the DER showed marked differences, both regarding maximum values (208.1 $\mu\text{m}/\text{day}$ in wild boar, 272.2 $\mu\text{m}/\text{day}$ in domestic pigs) and the timing of the root growth spurt, which occurred earlier in the domestic pigs. We consider the more rapid recruitment of secretory odontoblasts in domestic pigs (reflected by higher DER) a side effect of selection for rapid body growth during pig domestication.

KEYWORDS

dentin apposition rate, dentin extension rate, domestic pig, odontoblasts, wild boar

Abbreviations: CFT, crown formation time; DAR, dentin apposition rate; DCJ, dentin-cementum junction; DER, dentin extension rate; DPI, dentin-pulp interface; DSR, daily enamel secretion rate; EDJ, enamel-dentin junction; EER, enamel extension rate;>NNL, neonatal line.

1 | INTRODUCTION

Domestic pigs (*Sus scrofa* f. *domestica*), both farm breeds and minipigs, are frequently used as model organisms in biomedical research (Giunta et al., 1993; Lunney

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) License, which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

© 2023 The Authors. *The Anatomical Record* published by Wiley Periodicals LLC on behalf of American Association for Anatomy.

Wild boar versus domestic pig—Deciphering of crown growth in porcine second molars

Simon Emken¹ | Carsten Witzel¹ | Uwe Kierdorf¹  | Kai Frölich^{1,2} | Horst Kierdorf¹ 

¹Department of Biology, University of Hildesheim, Hildesheim, Germany

²Tierpark Arche Warder e.V, Warder, Germany

Correspondence

Horst Kierdorf, Department of Biology, University of Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, Germany.

Email: kierdorf@uni-hildesheim.de

Abstract

Based on the previously established periodicity of enamel growth marks, we reconstructed crown growth parameters of mandibular second molars from two wild boar and two domestic pigs of the Linderöd breed. Body weight gain and progression of dental development were markedly faster in the domestic pigs than the wild boar. While the final crown dimensions of the M₂ did not differ between domestic pigs and wild boar, mean crown formation time (CFT) of this tooth was considerably shorter in the domestic pigs (162 days) than in the wild boar (205 days). The difference in CFT was mainly attributable to a higher enamel extension rate (EER) in the domestic pig. Generally, EER was highest in the cuspalmost deciles of the length of the enamel-dentine-junction and markedly dropped in cervical direction, with lowest values occurring in the cervicalmost decile. In consequence, the cuspal half of the M₂ crown was formed about three times faster than the cervical half. In contrast to the EER, no marked difference in daily enamel secretion rate (DSR) was recorded between domestic pigs and wild boar. The duration of enamel matrix apposition as well as linear enamel thickness in corresponding crown portions was only slightly lower in the domestic pigs than the wild boar. Thus, the earlier completion of M₂ crown growth in the domestic pig was mainly achieved by a higher EER and not by an increased DSR. The more rapid recruitment of secretory ameloblasts in the course of molar crown formation of domestic pigs compared to wild boar is considered a side-effect of the selection for rapid body growth during pig domestication.

KEYWORDS

crown formation time, domestication, enamel extension rate, enamel secretion rate, fluorochrome labelling

1 | INTRODUCTION

The analysis of incremental growth marks with known periodicities in dental hard tissues enables the reconstruction of tooth growth and inferences on life-history traits of extant and fossil species

(Dean, 1987, 2000, 2006; Dean et al., 1993, 2020; Dirks et al., 2009, 2012; FitzGerald, 1998; Hogg, 2018; Köhler et al., 2021; O'Meara et al., 2018; Schwartz et al., 2002, 2006; Shellis, 1998; Smith et al., 2006). In mammalian enamel and dentine, the periodicities of growth marks have been determined by labelling of the forming

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

© 2023 The Authors. *Journal of Anatomy* published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of Anatomical Society.

Ökologie

World Conference on Ecology

March 19-20, 2018 | Berlin, Germany

The importance of domestic animal parks for the conservation of agro-biodiversity

Kai Frolich

Zoo Ark Warder, Germany

Domestic animals are one of the most important inventions of man. The special relationship between people and their domestic animals began about 15,000 BC. Domestic animals changed our world and formed our culture. In many generations a great diversity of animal breeds evolved. This is a unique cultural and historical treasure, which we want to preserve for future generations in our park. However, Ark Warder is more than a zoo it is a landscape park and furthermore a research project. Unfortunately this genetic variety, which arose out of thousands of years, is about to become extinct. Every month another animal breed vanishes from earth. At this rate, many breeds of old domestic animal are more endangered than some exotic wild species. Ark Warder, conveniently located in Northern Germany, with 40 hectares it is Europe's largest center for rare and endangered domestic animal breeds. Through the park's conservation efforts more than 1,200 animals from 86 different breeds are protected. In order to halt this alarming extinction, five principles guide the conservation efforts of Ark Warder: 1. Conservation through preservation - through this objective, valuable old breeds are maintained and population size is increased. 2. Conservation through the establishment of satellite stations - with pastures distributed outside the park, Ark Warder ensures the protection of breeds against epidemics. These satellite pastures also allow us to increase the gene pool and utilize selected animals for agricultural purposes. 3. Conservation through education - we believe that by educating the general public the genetic diversity of domestic animals be saved. 4. Protection by networking with national and international institutions - In order to work successfully, Ark Warder needs a functioning network. 5. Protection through research - Ark Warder works in close collaboration with various institutions supporting projects on the physiological characteristics of old domestic animal breeds.

Recent Publications

1. Ballweg I C, Froelich K, Fandrey E, Kliem H and Pfaffl M (2016) Comparison of the immune competence of Turopolje, German Landrace × Turopolje, and German Landrace × Pietrain pigs after PRRSV vaccination. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 174:35–44.
2. Frölich K and Jandowsky A (2017) Die Bedeutung der Erhaltung vom Aussterben bedrohter Nutztierassen am Beispiel der Arche Warder. *Tierärztliche Praxis Großtiere* 1, 33-41.
3. Ludwig A, Alderson L, Fandrey E, Lieckfeldt D, Soederlund T K and Frölich K (2013) Tracing the genetic roots of the indigenous White Park Cattle. *Animal Genetics*, 44:383-386.
4. Schröder O, Lieckfeldt D, Lutz W, Rudloff C, Frölich K and Ludwig A (2016) Limited hybridization between domestic sheep and the European mouflon in Western Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 62(3):307–314.
5. Sorg D, Fandrey E, Frölich K, Meyer H H D and Kliem H (2013) The innate immune response of primary bovine mammary epithelial cells from the ancient White Park and Highland cattle compared to the modern dairy breeds Brown Swiss and Red Holstein. *Animal Genetic Resources*, 52:91-104.

Biography

Kai Frolich is a Doctor of Veterinary Medicine, holding a PhD and additional Master's degree and a second PhD in Biology. Since 2007, he is the Director and Head Veterinarian of the Tierpark Ark Warder – center for rare domestic breeds and since 2014 he is working as a Visiting Professor at the University of Hildesheim at the Department of Biology. From 1992 until 2006 he worked at the Leibniz Institute for Zoo Biology and Wildlife Research Berlin (Head of research group wildlife diseases since 1997). He has long experience in wild and domestic animal species, particularly in infectious diseases. He was the Assistant Editor for *European Journal of Wildlife Research* and *Journal of Wildlife Diseases* and is regional Coordinator of Europe for The World Conservation Union-Veterinary Specialist Group and Vice-Chairman of the board of trustees of Tönnies Foundation. He is author of 14 scientific book chapters and books and 85 scientific peer reviewed papers.

kfroelich@arche-warder.de

Die Avifauna im Landschaftstierpark Arche Warder

Robert Andersen, Waitzstr. 97, 24118 Kiel,

Dr. Anabell Jandowsky, Prof. Dr. Dr. Kai Frölich, Tierpark Arche Warder e.V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder

1 Einleitung

Die Arche Warder im Herzen Schleswig-Holsteins ist Europas größter Tierpark für seltene und vom Aussterben bedrohte Haus- und Nutztierassen. Durchschnittlich 1.200 Tiere aus 83 alten und gefährdeten Haustierrassen sowie acht Stammformen (Wildtiere) werden in dem 40 ha großen, vielfältig und naturnah gestalteten Landschaftstierpark sowie auf 18 Außenflächen mit insgesamt 150 ha gehalten. Die weitläufigen Weideflächen des Tierparks und moderne, tiergerechte Gehege fügen sich ästhetisch ins Landschaftsbild ein (Abb. 1).

Für diverse einheimische Tier- und Pflanzenarten wurden in der Arche Warder neue Mikrohabitate geschaffen. So werden für Wildbienen und andere Insekten Nistmöglichkeiten und Wildblumenwiesen angeboten. Für viele Wildvogelarten bietet der nach ökologischen Kriterien gestaltete Landschaftspark

einen geeigneten Lebensraum. Unterstützt wird dies durch die ganzjährige Bereitstellung von Nisthilfen und Futterplätzen für Wildvögel.

In Schleswig-Holstein sind 71 % der Landesfläche von landwirtschaftlichen Nutzflächen bedeckt (Kieckbusch & Mitschke 2019). Die Ausgestaltung dieser Agrarlandschaft hat massive Auswirkungen auf den Erhalt von Biodiversität. Die stetige Intensivierung der konventionellen Landwirtschaft und die damit einhergehende Abnahme extensiv genutzter Flächen hat in den letzten Jahren einen Rückgang in der Individuenzahl zahlreicher Vogelarten bewirkt. Das gilt in Schleswig-Holstein insbesondere für viele Feldvogelarten, wie z. B. die Feldlerche *Alauda arvensis*, die lange Zeit als allgegenwärtige Art galt (Kieckbusch & Mitschke 2019).

Nur 11 % der Landesfläche Schleswig-Holsteins sind von Wald bedeckt. Damit belegt Schleswig-Holstein den letzten Platz im prozentualen Waldflächenanteil



Abb. 1: Das naturnahe Landschaftsbild im Landschaftstierpark Arche Warder. // The close-to-scenery in the landscape animal park Arche Warder. © Arche Warder



Dose-dependent in vivo effects of formulated moxidectin on seedling emergence of temperate grassland species

Lars Laber^{a,*}, Anabell Jandowsky^b, Kai Frölich^b, Andre P. Heinrich^c, Rolf-Alexander Düring^c, Tobias W. Donath^a, Carsten Eichberg^d

^a Department of Landscape Ecology, Institute for Natural Resource Conservation, Kiel University, Kiel, Germany

^b Arche Warder Center for Old and Rare Breeds, Warder, Germany

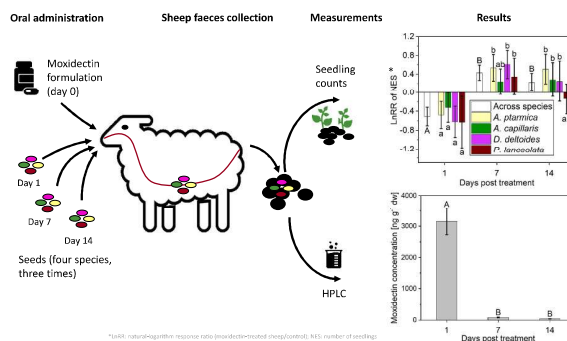
^c Institute of Soil Science and Soil Conservation, Research Center for Biosystems, Land Use and Nutrition (IFZ), Justus Liebig University, Gießen, Germany

^d Geobotany, Spatial and Environmental Sciences, Trier University, Trier, Germany

HIGHLIGHTS

- Sheep have the capacity to disperse seeds of many grassland species via faeces.
- A feeding experiment showed that moxidectin can affect this ecological function.
- Seedling emergence from faeces of treated sheep showed hormesis-like response patterns.
- Even two weeks after treatment, there were still effects on ingested seeds.
- These effects might alter population growth of grassland species.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Editor: Elena Paoletti

Keywords:
Anthelmintics
Endozoochory
Hormesis
Macrocyclic lactones
Sheep
Seed

ABSTRACT

Sheep function as effective endozoochorous seed vectors in grasslands. Recent laboratory-based studies showed that this important function can be impaired by macrocyclic lactone anthelmintics, which are used to control parasites and enter into the environment mainly via faeces; however, there is a lack of in vivo studies. We conducted a seed-feeding experiment with sheep that included four temperate grassland species from four different families (*Achillea ptarmica*, Asteraceae; *Agrostis capillaris*, Poaceae; *Dianthus deltooides*, Caryophyllaceae; *Plantago lanceolata*, Plantaginaceae). A series of three feeding trials was carried out after one of two groups of sheep received a single administration of a common oral formulation of the macrocyclic lactone moxidectin. Faeces were collected to determine seedling emergence rate and emergence timing as well as moxidectin concentration via HPLC. Seedling emergence differed significantly between the anthelmintic-treated sheep and the control group. This impact depended on time of seed uptake after anthelmintic administration. Number of emerging seedlings was significantly reduced (27.1 %) when faeces moxidectin concentrations were high (on average 3153 ng g⁻¹; 1 d post treatment) and significantly increased (up to 68.8 %) when moxidectin concentrations were low (≤ 86 ng g⁻¹; 7, 14 d pt). Mean emergence time was significantly lowered at low moxidectin

* Corresponding author at: Department of Landscape Ecology, Institute for Natural Resource Conservation, Kiel University, Olshausenstr. 75, D-24118 Kiel, Germany.

E-mail address: llaber@ecology.uni-kiel.de (L. Laber).

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167152>

Received 26 July 2023; Received in revised form 5 September 2023; Accepted 15 September 2023

Available online 18 September 2023

0048-9697/© 2023 Elsevier B.V. All rights reserved.


Physiologie

RESEARCH ARTICLE

Open Access



The pay-off of hypsodonty - timing and dynamics of crown growth and wear in molars of Soay sheep

Carsten Witzel^{1*} , Uwe Kierdorf¹, Kai Frölich^{1,2} and Horst Kierdorf¹

Abstract

Background: Several lineages of herbivorous mammals have evolved hypsodont cheek teeth to increase the functional lifespan of their dentition. While the selective drivers of this trend and the developmental processes involved have been studied in greater detail, thus far no quantitative information is available on the relationship between additional investment into tooth growth and the resulting extension of the functional period of these teeth. To achieve this, we performed a detailed analysis of molar crown growth in known-age Soay sheep repeatedly injected with different fluorochromes.

Results: Our study revealed that in sheep molars especially the formation of the crown base portion is prolonged in comparison with other herbivorous artiodactyl species. Our results demonstrate that growth of the crown base accounted for more than half of the total crown formation time (CFT) of the anterior lobes of the first (approx. 220 days of total CFT of 300 days), second (approx. 260 of 460 days) and third (approx. 300 of at least 520 days) molars, and that the formation of this crown portion occurred largely after the teeth had already reached functional occlusion. By combining data on wear-related changes in crown morphology from the literature with the reconstructed additional investment into the crown base portion, it was possible to relate this additional investment to a prolongation of the functional periods of the molars ranging from 4 years in the M₁ to 6 years in the M₃.

Conclusions: Our results allow to establish a quantitative link between an additional investment into molar crown growth of sheep and the extension of the functional period of these teeth. The reported findings enable an assessment of the adaptive value, in terms of increased longevity, of an additional investment into crown elongation in a mammalian herbivore.

Keywords: Hypsodonty, Enamel, Tooth wear, Fluorochrome labeling, Tooth development, Longevity, Adaptation

Background

As mammals typically possess only two generations of teeth (diphyodont condition), there is a considerable selective pressure on maintaining the functional durability of their teeth [1]. The wear to which teeth are exposed can be subdivided into attrition, i.e. tooth to tooth wear, and abrasion, i.e. wear by mechanical factors other than tooth to tooth contact [2]. The dentition of herbivorous mammals, grazers in particular, is exposed to heavy wear, whose intensity varies with the silica content of the consumed plant material and its contamination with grit [3–7]. During their evolution, herbivorous mammals

followed different adaptive avenues to increase the functional lifespan of their dentitions [4]. One such adaptation is the increase in relative tooth height, i.e. the formation of high-crowned teeth. The evolution of such a hypsodont condition from an ancestral brachyodont state occurred in several mammalian lineages [4, 8, 9]. The degree of hypsodonty achieved by a particular species can be viewed as reflecting the amount of dental wear to which it has adapted during evolution [9, 10]. Developmentally, hypsodonty is the result of a prolonged period of tooth crown formation mediated by specific signaling molecules, implying a prolonged presence of a stem cell niche at the apical rim of the enamel organ along with the capability of the derived cells to differentiate into secretory ameloblasts [11–14].

* Correspondence: witzel@uni-hildesheim.de

¹Department of Biology, University of Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, Germany

Full list of author information is available at the end of the article



Ontogenetic changes of tissue compartmentalization and bone type distribution in the humerus of Soay sheep

Margarethe Becker¹ | Carsten Witzel¹ | Uwe Kierdorf¹ | Kai Frölich² |
Horst Kierdorf¹ 

¹Department of Biology, University of Hildesheim, Hildesheim, Germany

²Tierpark Arche Warder e.V., Warder, Germany

Correspondence

Horst Kierdorf, Department of Biology, University of Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, Germany
Email: kierdorf@uni-hildesheim.de

Abstract

We studied ontogenetic changes of histomorphological features and bone type distribution in the humeral midshaft region of Soay sheep from three postnatal age classes (13, 25, and 33 months). Our study demonstrated a marked change of bone type distribution in the humeri with age. In the cortical midshaft region of 13-month-old individuals, periosteal fibrolamellar bone was the dominating bone type. This indicates a rapid bone growth during the first year of life, which was only interrupted by a seasonal growth arrest in the animals' first winter. In individuals from the two older age classes, periosteal lamellar-zonal bone and intermediate fibrolamellar bone had been formed at the periosteal surface, and endosteal lamellar-zonal bone at the endosteal surface. These bone types are indicative of a reduced bone growth rate. A marked reduction in radial growth was already recorded in the 25-month-old individuals. Distribution and extent of secondary bone showed a marked bilateral symmetry in the humeri of individual sheep. The presence of secondary bone was largely restricted to the anterior (cranial) and the medial cortical areas. This characteristic distribution of remodeling activity within the humeral cortex of sheep is consistent with the view that remodeling activity is largely caused by compressive stress. Our study further demonstrated the presence of a considerable cortical drift in the sheep humeri over the study period, with endosteal resorption occurring predominantly in the posterior (caudal) quadrant and formation of a prominent endosteal lamellar pocket in the anterior (cranial) and medial cortical quadrants.

KEYWORDS

bone modeling, bone remodeling, bone resorption, cortical drift, endosteal lamellar pocket, secondary bone

1 | INTRODUCTION

Mineralized structures like bone and teeth preserve information about the activity of their forming cells in their microanatomy (Hogg, 2018). Numerous studies demonstrated that the analysis of bone microstructure allows important life-history traits of mammals to be reconstructed such as life-span, growth rate, and age at skeletal maturity (Klevezal, 1996; Bromage *et al.*, 2009;

Köhler *et al.*, 2012; Marín-Moratalla *et al.*, 2013; Cambra-Moo *et al.*, 2015; Jordana *et al.*, 2016; Hogg, 2018; Nacarino-Meneses and Köhler, 2018; Calderon *et al.*, 2019). According to the life history theory, bone microstructure is not only affected by internal factors (age, sex, and genetic makeup) but is also shaped by various external factors, including nutrition and mechanical loading (Frost, 1990; Lieberman *et al.*, 2003; Pearson and Lieberman, 2004; Ruff *et al.*, 2006).

RESEARCH

Open Access



Ecology impacts the decrease of Spirochaetes and *Prevotella* in the fecal gut microbiota of urban humans

Louise B. Thingholm^{1†}, Corinna Bang^{1†}, Malte C. Rühlemann¹, Annika Starke¹, Florian Sicks², Verena Kaspari³, Anabell Jandowsky⁴, Kai Frölich⁴, Gabriele Ismer⁵, Andreas Bernhard⁶, Claudia Bombis⁷, Barbara Struve⁸, Philipp Rausch^{1,9} and Andre Franke^{1,10*}

Abstract

Compared to the huge microbial diversity in most mammals, human gut microbiomes have lost diversity while becoming specialized for animal-based diets – especially compared to chimps, their genetically closest ancestors. The lowered microbial diversity within the gut of westernized populations has also been associated with different kinds of chronic inflammatory diseases in humans. To further deepen our knowledge on phylogenetic and ecologic impacts on human health and fitness, we established the herein presented biobank as well as its comprehensive microbiota analysis. In total, 368 stool samples from 38 different animal species, including *Homo sapiens*, belonging to four diverse mammalian orders were collected at seven different locations and analyzed by 16S rRNA gene amplicon sequencing. Comprehensive data analysis was performed to (i) determine the overall impact of host phylogeny vs. diet, location, and ecology and to (ii) examine the general pattern of fecal bacterial diversity across captive mammals and humans.

By using a controlled study design with captive mammals we could verify that host phylogeny is the most dominant driver of mammalian gut microbiota composition. However, the effect of ecology appears to be able to overcome host phylogeny and should therefore be studied in more detail in future studies. Most importantly, our study could observe a remarkable decrease of Spirochaetes and *Prevotella* in westernized humans and platyrrhines, which is probably not only due to diet, but also to the social behavior and structure in these communities.

Our study highlights the importance of phylogenetic relationship and ecology within the evolution of mammalian fecal microbiota composition. Particularly, the observed decrease of Spirochaetes and *Prevotella* in westernized communities might be associated to lifestyle dependent rapid evolutionary changes, potentially involved in the establishment of dysbiotic microbiomes, which promote the etiology of chronic diseases.

Keywords: Mammals, Phylogeny, Ecology, Gut microbiota, Human health, Physiology

Introduction

The fecal gut microbiota is well-recognized as an integral part of the mammalian gastrointestinal tract that is crucially involved in host physiology (reviewed in [1–3]). Particularly, the overall diversity of microorganisms and their provided functions play a key role in host nutrition, e.g., via energy conversion from otherwise indigestible

*Correspondence: a.franke@ikmb.uni-kiel.de

[†]Louise B. Thingholm and Corinna Bang contributed equally to this work.

¹Institute of Clinical Molecular Biology, Christian-Albrechts-University of Kiel, Campus Kiel, Rosalind-Franklin-Str, 12, 24105 Kiel, Germany
Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s) 2021. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.



Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Biological Macromolecules

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijbiomacProtein - carbohydrate interaction studies using domestic animals as role models support the search of new glycomimetic molecules[☆]

Ning Zhang^{a, *}, Lan Li^b, Marzieh Mohri^b, Simone Siebert^b, Thomas Lütteke^c, Helen Louton^d, Zuzana Bednarikova^e, Zuzana Gazova^e, Nikolay Nifantiev^f, Anabell Jandowsky^g, Kai Frölich^g, Thomas Eckert^{h, i}, Gabriele Loers^j, Athanasios K. Petridis^k, Anirban Bhunia^l, Sk Abdul Mohid^l, Axel J. Scheidig^m, Guiqin Liu^a, Ruiyan Zhang^a, Günter Lochnitⁿ, Hans-Christian Siebert^{b, *}

^a Institute of BioPharmaceutical Research, Liaocheng University, Liaocheng 252059, China^b RI-B-NT - Research Institute of Bioinformatics and Nanotechnology, Schauenburgerstr. 116, 24118 Kiel, Germany^c Institut für Veterinärphysiologie und Biochemie, Fachbereich Veterinärmedizin, Justus-Liebig-Universität Gießen, Frankfurter Str. 100, 35392 Gießen, Germany^d Animal Health and Animal Welfare, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, University of Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6b, 18059 Rostock, Germany^e Department of Biophysics, Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Watsonova 47, 04001, Kosice, Slovakia^f Laboratory of Glycoconjugate Chemistry, N. D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry, Russian Academy of Sciences, Leninsky Prospekt 47, 119991 Moscow, Russia^g Tierpark Arche Warder, Zentrum für seltene Nutztierassen e. V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder, Germany^h Department of Chemistry and Biology, University of Applied Sciences Fresenius, Limburger Str. 2, 65510 Idstein, Germanyⁱ RISSC Research Institute for Scientific Computing and Consulting, Heuchelheim, Germany^j Center for Molecular Neurobiology Hamburg, University Medical Center, Hamburg-Eppendorf, University of Hamburg, Falkenried 94, 20251 Hamburg, Germany^k Medical School, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Department of Neurosurgery, St. Lukes Hospital, Thessaloniki, Greece^l Department of Chemical Sciences, Bose Institute, Unified Academic Campus, Sector V, EN 80, Kolkata 700091, India^m Zoological Institute, Department of Structural Biology, Kiel University, Am Botanischen Garten 1-9, 24118 Kiel, Germanyⁿ Institut für Biochemie, Fachbereich Humanmedizin, Justus-Liebig-Universität Gießen, Friedrichstrasse 24, 35390 Gießen, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:

Domestic animals

Lysozymes

Lectins

ABSTRACT

The structural dynamics of the interactions between defensins or lysozymes and various saccharide chains that are covalently linked to lipids or proteins were analyzed in relation to the sub-molecular architecture of the carbohydrate binding sites of lectins. Using tissue materials from rare and endangered domestic animals as well as from dogs it was possible to compare these results with data obtained from a human glioblastoma tissue. The binding mechanisms were analyzed on a cellular and a sub-molecular size level using biophysical techniques (e.g. NMR, AFM, MS) which are supported by molecular modeling tools. This leads to characteristic structural patterns being helpful to understand glyco-biochemical pathways in which galectins, defensins or lysozymes are involved. Carbohydrate chains have a distinct impact on cell differentiation, cell migration and immunological processes. The absence or the presence of sialic acids and the conformational dynamics in glycans are often correlated with zoonoses such as influenza- and coronavirus-infections. Receptor-sensitive glycomimetics could be a solution. The new findings concerning the function of galectin-3 in the nucleus in relation to differentiation processes can be understood when the binding specificity of neuroleptic molecules as well as the interactions between proteins and nucleic acids are describable on a sub-molecular size level.

1. Introduction

The defense against pathogens is one of the most important topics in human and in veterinary medicine [1–3]. Lectins in general and in particular lysozymes or defensins with a lectin-function play an important role in these host-protection processes since they have to be considered

as a significant part of the innate immune system. Lectins are defined as carbohydrate binding proteins which are neither enzymes nor antibodies [4,5]. Instructive examples can be found in Figs. S1 — S3. Lysozymes are not only enzymes which cleave carbohydrate chains they also have a pathogen directed target function mediated by the corresponding lectin-like structure [6–8]. The lectin-like architectures

[☆] We dedicate this article to the memory of our colleague Tibor Kožár who passed away on June 5, 2024.

* Corresponding authors.

E-mail addresses: zhangning1111@126.com (N. Zhang), hcsiebert@aol.com (H.-C. Siebert).

Radiologische Veränderungen des Hufbeins beim Esel unter Berücksichtigung des Alters

Juliana Wacker¹, Kyra Schaus¹, Kathrin Büttner², Michael Röcken¹ und Claus P. Bartmann¹

¹ Klinik für Pferde – Chirurgie und Orthopädie mit Lehrschmiede, Justus-Liebig-Universität, Gießen

² Institut für Biomathematik und Datenverarbeitung, Justus-Liebig-Universität, Gießen

Zusammenfassung: Ziel dieser Studie ist es, die röntgenologische Normalanatomie des Hufbeins beim Esel zu beschreiben und das Auftreten von pathologischen Abweichungen insbesondere unter Berücksichtigung des Alters des Tieres zu untersuchen. Es wurden lateromediale Röntgenaufnahmen der distalen Zehe aller 4 Gliedmaßen von 42 klinisch gesunden und im Schritt lahmfreien Eseln europäischer Rassen angefertigt. Anschließend wurden das Auftreten und die Schwere von radiologischen Veränderungen des Hufbeins mithilfe eines Punktesystems erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit besonderem Augenmerk auf die Abhängigkeit der Veränderungen vom Alter des Tieres. Insgesamt konnten Aufnahmen von 160 Hufbeinen ausgewertet werden. Die Hufbeinspitze war in einer großen Mehrzahl der Fälle nicht entsprechend der Norm winkelig und scharf konturiert, während nur ein geringer Prozentsatz der Probanden Veränderungen im Bereich des Processus extensorius aufwies. Während die Parietalflächen bei den meisten untersuchten Gliedmaßen glatt und scharf konturiert waren, wiesen die Sohlenflächen der meisten Hufbeine milde bis moderate Unregelmäßigkeiten auf. Mittel- bis hochgradige röntgenologische Auffälligkeiten der Parietal- sowie der Sohlenfläche traten ebenso wie schwerwiegendere Veränderungen der Hufbeinspitze in Form lytisch-atrophischer Veränderungen oder Hufkrempebildungen deutlich häufiger an der Vorder- als an der Hintergliedmaße auf. In Bezug auf das Alter der Tiere konnte lediglich mit den Veränderungen an der Hufbeinspitze ein signifikanter, negativer Zusammenhang nachgewiesen werden ($p < 0,05$). Im Hinblick auf Veränderungen des Processus extensorius, der Parietal- sowie der Sohlenfläche konnte keine signifikante Korrelation mit dem Alter nachgewiesen werden (Processus extensorius $p = 0,3863$, Parietalfläche $p = 0,2958$, Sohlenfläche $p = 0,1712$). Das Gewicht der Tiere beeinflusste alle Parameter hingegen signifikant, der Zusammenhang war in jedem Fall positiv ($p < 0,05$). Insgesamt zeigten fast alle Tiere (41/42 Tiere, 97,6%) an mindestens einer Gliedmaße Veränderungen von mindestens einem Parameter. Röntgenologische Veränderungen des Hufbeins beim Esel sind in einer Population klinisch gesunder Esel ein sehr häufiger Befund, deren Auftreten und Schwere nicht mit dem Alter, aber mit dem Gewicht der Tiere signifikant im Zusammenhang zu stehen scheinen ($p < 0,05$). Ein Grund dafür, dass keine eindeutige Korrelation mit dem Alter der Tiere festgestellt werden konnte, ist vermutlich die Tatsache, dass ältere Tiere mit deutlichen Veränderungen entweder nicht mehr die Einschlusskriterien der vorliegenden Studie im Sinne von klinischer Allgemeingesundheit und Lahmfreiheit im Schritt erfüllen oder aber infolge der den Veränderungen zugrunde liegenden Erkrankungen gar kein entsprechend hohes Alter erreichen. Die erhobenen Befunde scheinen also keinesfalls kausal mit dem Alter der Esel im Zusammenhang zu stehen. Sie sind vermutlich vielmehr die Folge verschiedener Formen der Huflederhautentzündung, vor allem der chronischen Hufrehe.

Schlüsselwörter: Equiden, degenerativ, Röntgen, Zehe, Radiometrie, P3

Incidence of radiological changes of the coffin bone in donkeys in consideration of the age

To date, only a few studies have dealt with the radiological changes of the coffin bone in all equids in terms of roughness of the bone edges, bone resorption as well as remodeling processes and bone deformation. It seems to be an empiric finding that remodeling processes, the associated deformation and new bone formation on the coffin bone are a normal sign of ageing in donkeys. So far, there are no profound studies or publications on corresponding changes in donkeys and their dependence on the age of the animal. The objective of this study is to describe the normal radiographic anatomy of the donkey's coffin bone and to investigate the occurrence of pathological abnormalities, particularly in relation to the age of the animal. Furthermore, the study aims to prove that the changes mentioned above are not a normal sign of ageing in donkeys, but rather pathological conditions, for example as a result of chronic laminitis. Lateromedial radiographs of the distal toe of all limbs of 42 clinically healthy and lameness-free donkeys of European breeds were taken. The occurrence and severity of radiographic changes in the coffin bone were assessed using a scoring system. The tip as well as the extensory process of the coffin bone were each assessed with regard to the presence of a sharply defined contour. The parietal and sole surfaces were also assessed for the presence of a smooth contour, slight irregularities through to moderate and severe changes and exostoses. The statistical evaluation was carried out with particular attention to the dependence of the changes on the age of the animal. A total of 160 limbs were examined. 28.1% of the coffin bones showed a sharply contoured coffin bone tip, whereas 71.9% showed deviations from the described norm in the sense of a blurred or rounded contour of the coffin bone tip, atrophic and lytic processes in the area of the coffin bone tip or the formation of a cap. The majority of these changes (69.5%) were minor deviations in the sense of a blurred or rounded contour of the coffin bone tip. In the present study, severe changes to the tip of the coffin bone, i.e. atrophy and cap formation, occurred more frequently on the forelimbs than on the hind limbs. The age as well as the weight of the donkeys had a significant influence on the occurrence of changes of the coffin bone tip ($p < 0.05$). While age showed a negative correlation with the changes in the tip of the coffin bone, a positive correlation was found in relation to weight. 10.7% of the coffin bones showed a blurred contour in the area of the extensory process. With regard to changes in extensory process no significant correlation with age ($p = 0.3864$) or limb ($p = 0.0962$), but a positive correlation with the weight of the donkeys was found ($p < 0.05$). The parietal surface was smooth in the majority of the cases (65%), 28.1% showed slight roughness of the parietal surface and only 6.9% showed moderate to severe changes, mainly on the front limbs. Age had no significant influence on changes in parietal surface ($p = 0.2958$). However, weight was positively correlated with changes in parietal area and the forelimbs showed significantly more changes than the hindlimbs ($p < 0.05$). In contrast to the parietal surface, the sole surface was sharply contoured in only 28.7% of all cases. The majority (62.5%) showed



OPEN ACCESS

EDITED BY

Sokol Duro,
Agricultural University of Tirana, Albania

REVIEWED BY

Aris Pourlis,
University of Thessaly, Greece
Kerstin Gerlach,
Leipzig University, Germany

*CORRESPONDENCE

Juliana Wacker
✉ Juliana.Wacker@vetmed.uni-giessen.de

RECEIVED 02 October 2024

ACCEPTED 27 November 2024

PUBLISHED 11 December 2024

CITATION

Wacker J, Schaus K, Jandowsky A, Büttner K,
Röcken M and Bartmann CP (2024)
Radiographic measurements of the hoof in
generally sound donkeys with emphasis on
the front limbs.
Front. Vet. Sci. 11:1505253.
doi: 10.3389/fvets.2024.1505253

COPYRIGHT

© 2024 Wacker, Schaus, Jandowsky, Büttner,
Röcken and Bartmann. This is an open-access
article distributed under the terms of the
[Creative Commons Attribution License
\(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). The use, distribution or reproduction
in other forums is permitted, provided the
original author(s) and the copyright owner(s)
are credited and that the original publication
in this journal is cited, in accordance with
accepted academic practice. No use,
distribution or reproduction is permitted
which does not comply with these terms.

Radiographic measurements of the hoof in generally sound donkeys with emphasis on the front limbs

Juliana Wacker^{1*}, Kyra Schaus¹, Anabell Jandowsky²,
Kathrin Büttner³, Michael Röcken¹ and Claus Peter Bartmann¹

¹Clinic for Equine Surgery and Orthopedics, Justus-Liebig-University Giessen, Giessen, Germany,

²Arche Warder – Zentrum für alte Haus-und Nutztierassen e.V, Warder, Germany, ³Unit for
Biomathematics and Data Processing, Justus-Liebig-University Giessen, Giessen, Germany


Introduction: Due to the tremendous importance of the hoof for the welfare of equids, plenty of studies have investigated the foot conformation of horses, which can be objectively described by morphometric measurements. Although the foot conformations of horses and donkeys differ, only poor data exists describing the physiological foot conformation of donkeys. The objective of this study was to provide reference values for different radiographic parameters for healthy donkeys. Additionally, this study aimed to evaluate differences between the left and right limb or between the medial and lateral parts of the hoof and the dependence of various parameters on size, age, and weight.

Materials and methods: Lateromedial and dorsopalmar radiographs were taken of 46 generally sound donkeys, that were lame-free in walk, following a hoof correction due to their hoof pastern axis. With the help of radiopaque markers, several measurements were performed on the radiographs. The statistical analysis was carried out by determining mean values and standard deviations. All parameters were tested for significant differences between the left and right limbs as well as the medial and lateral hoof parts. The methodology included using a paired T-test after proof of a normal distribution of the data using a Shapiro–Wilk Test. For parameters without a normal distribution, the Wilcoxon rank-sum test was used instead. The dependence of the parameters on height, weight, and age was examined using a Spearman rank correlation.

Results: Reference values for the various parameters were provided for an average population of healthy donkeys. For two parameters, heel length and sole thickness, a significant difference between the left and right limb was shown. There was evidence the medial wall angle was significantly bigger than the lateral wall angle ($p = 0.0075$), whereas the sole thickness was significantly larger on the lateral aspect ($p < 0.001$). No correlation with age was found for most variables, with a few exceptions. Almost all absolute lengths measured showed a moderate to strong positive correlation with the weight and height of the subject, while most angle measurements were not dependent on these parameters. The data obtained specifically for the donkeys in this study differ substantially from the data already published for horses. Thus, this data serves as a helpful guideline for the assessment of radiographs of the donkey's foot. All donkeys included in this study were generally sound and lame-free in walk, but there was undeniable evidence of chronic laminitis and not all the values collected can be considered to be physiological.

Article

Radiographic Morphometric Measurements of the Donkey's Distal Hind Limb

Kyra Schaus ^{1,*}, Juliana Wacker ¹, Anabell Jandowsky ², Kathrin Büttner ³, Michael Röcken ¹
and Claus Peter Bartmann ¹ 

¹ Clinic for Equine Surgery and Orthopedics, Justus-Liebig-University Giessen, 35392 Giessen, Germany

² Arche Warder—Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder, Germany

³ Unit for Biomathematics and Data Processing, Justus-Liebig-University Giessen, 35392 Giessen, Germany

* Correspondence: kyra.schaus-2@vetmed.uni-giessen.de

Simple Summary: Donkeys and horses are close relatives of the equid species but nevertheless exhibit relevant differences in body structure, particularly in the feet. The state of health of the hooves and their bony structures can be objectively assessed using distance and angular measurements on radiographs. The measured values determined for the horse are often used analogously for the donkey, although it must be assumed that their transferability is limited. Due to a lack of data on the hind feet of donkeys, radiographs of this region from 41 generally sound donkeys were analyzed to provide a database for improving medical care and hoof treatment. The results show that donkeys have steeper hind hooves compared to horses and that the coffin bone is located more distally in the hoof capsule. Furthermore, positive relationships were found between all measurement variables and weight, with the length measurements being more dependent on weight than the angular measurements. There are hardly any clinically relevant differences between left and right. Further studies with larger numbers of donkeys and more accurate examination methods are required for validation and supplementation.

Abstract: Morphometric measurements of the toe serve as a reference for the objective assessment of the presence of a pathological condition and as a guide for the correct trimming of the hooves. Therefore, the anatomical differences between horses and donkeys oblige an autonomous database with reference values for the donkey. The aim of this study was therefore to provide readings of the distal hind limb on radiographs of donkeys. Radiographs of the distal hind limb in two projections of 41 generally sound donkeys without lameness in walk were taken after previous hoof trimming and preparation according to a standardized radiographic procedure. A total of 16 lengths and 9 angles were measured and statistically analyzed in each hoof. The dorsal hoof wall is on average 70 to 80 mm long and angled at 55°; the coffin bone runs parallel to the hoof wall. The average founder distance is 17 mm, and the mean sole thickness is 14 mm. The heel angle averages 52°, which is slightly flatter than the hoof wall angle. Correlations with weight and height are observed. Concluding, the morphometric measurements confirm the differences between horses' reported normal anatomy and the presented donkeys. Disorders can be detected by applying the measurements.

Keywords: donkey; hindlimb; radiograph; X-ray; measurement; hoof; toe; physiology; equid; database



Academic Editor: Alejandro Pérez-Écija

Received: 26 November 2024

Revised: 22 December 2024

Accepted: 23 December 2024

Published: 25 December 2024

Citation: Schaus, K.; Wacker, J.; Jandowsky, A.; Büttner, K.; Röcken, M.; Bartmann, C.P. Radiographic Morphometric Measurements of the Donkey's Distal Hind Limb. *Animals* **2025**, *15*, 22. <https://doi.org/10.3390/ani15010022>

Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Original Research Article

Influence of genotype-environment interaction on stress parameters during spontaneous farrowing in modern and traditional pig breeds housed in crates and pens

M. Oster^a, C.A. Gladbach^{a,b}, A. Vernunft^a, H. Reyer^a, W. Otten^a, C.C. Metges^a,
E. Muráni^a, S. Ponsuksili^a, K. Frölich^c, K. Wimmers^{a,d,*}, H. Bostedt^b

^a Research Institute for Farm Animal Biology (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, Dummerstorf, 18196, Germany

^b Veterinary Clinic for Reproductive Medicine and Neonatology, Justus Liebig University, Frankfurter Straße 106, Gießen, 35392, Germany

^c Arche Warder e.V., Langwedeler Weg 11, Warder, 24646, Germany

^d Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, University Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 7, Rostock, 18059, Germany



ARTICLE INFO

Keywords:

Birth process
Farrowing conditions
Female
Sow housing
Sow management
Traditional breeds

ABSTRACT

The transition from farrowing crates to farrowing pens aims to improve animal welfare by enabling the expression of maternal behavioural profiles. This study examines the spontaneous farrowing process in both farrowing crates and pens for modern German Landrace (GL) and traditional German Saddleback (GS) pigs — two breeds with different breeding histories and adaptations to housing systems. The goal is to investigate whether, and how, both breeds benefit equally from farrowing pens. From the birth of the first piglet until 1 h after the last delivery (*intrapartum*; *ip*), half-hourly blood samples were collected from catheterized sows in addition to blood samples retrieved from *antepartum* (*ap*) and *postpartum* (*pp*) periods. After spontaneous, non-induced farrowing, the traditional GS breed exhibited a significantly shorter gestation length, smaller litter weight, and a lower incidence of labour dystocia compared to modern GL sows. Breed effects were observed for profiles of heart rate (*ip*: GL > GS), cortisol (*ap*: GL < GS; *ip*: GL < GS), adrenaline (*ap*: GL < GS), noradrenaline (*ip*: GL < GS), non-esterified fatty acids (*ap*: GL < GS; *ip*: GL < GS), glucose (*ap*: GL > GS), and β -hydroxybutyrate (*ap*: GL < GS) at distinct *peripartum* periods. Effects due to housing appeared for heart rate (*ap*: crate > pen) as well as respiratory rate (crate < pen) and adrenaline (crate > pen) at distinct time points. Taken together, breed-specific endocrine control and energy-related metabolic properties might suggest a need for tailored housing conditions during parturition for modern and traditional sows.

1. Introduction

The husbandry system of breeding pigs during gestation, farrowing, and lactation constitutes a particular challenge in order to reconcile the demands of society and breeders for pricing, animal welfare, economic value, and work safety. For decades, sows were kept in crates during farrowing and lactation, which might offer piglets some protection against crushing [1], but are also associated with restrictions in behavioural needs [2–4]. In fact, several European countries such as Sweden, Finland, Norway, and Switzerland have already banned the housing of sows in farrowing crates during late gestation and lactation. In other countries, such as Germany, legislators have only recently

mandated improvements for animal welfare [5].

As in all other mammals, the farrowing process in pigs proceeds in distinct phases termed stage 1 (*antepartum* period; last hours to days before labour; includes endocrine changes, nesting behaviour, and colostrum production preceding birth of the first piglet), stage 2 (*intrapartum* period; typically 2–12 h; includes onset of labour and expulsion of fetuses), and stage 3 (expulsion of placentas which may commence in stage II). The *postpartum* period begins after parturition and includes initial recovery for 12–24 h, while uterine involution lasts 2–4 weeks. Farrowing is initiated or maintained by several important endocrine and metabolic processes and requires the interplay of progesterone, estrogen, 13,14-dihydro 15-keto-prostaglandin $F_{2\alpha}$ metabolite (PGFM),

* Corresponding author. Research Institute for Farm Animal Biology (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, Dummerstorf, 18196, Germany.

E-mail addresses: oster@fbn-dummerstorf.de (M. Oster), kfroelich@arche-warder.de (K. Frölich), wimmers@fbn-dummerstorf.de (K. Wimmers), Hartwig.Bostedt@vetmed.uni-giessen.de (H. Bostedt).

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2025.117394>

Received 31 October 2024; Received in revised form 11 March 2025; Accepted 14 March 2025

Available online 15 March 2025

0093-691X/© 2025 The Authors. Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Tiergartenbiologie

Die Bedeutung der Erhaltung vom Aussterben bedrohter Nutztierassen am Beispiel der Arche Warder

Kai Frölich; Anabell Jandowsky

Tierpark Arche Warder, Zentrum für seltene Nutztierassen, Warder

Schlüsselwörter

Agrobiodiversität, Domestikation, autochthone Nutztierassen, veterinärmedizinische Bestandsbetreuung Tierpark, Erhaltungszucht, Umweltbildung, Zooforschung

Zusammenfassung

Die heutigen Haustiere gehen aus einer Vielzahl von Wildtierarten (Stammformen) hervor. So wurde z.B. aus dem Wolf der Hund (15 000 v. Chr.), aus der Bezoarziege die Hausziege (10 000 v. Chr.), aus dem asiatischen Mufflon das Hausschaf (10 000 v. Chr.), aus dem Wildschwein das Hausschwein (8000 v. Chr.) und aus dem Auerochsen das Hausrind (7000 v. Chr.) domestiziert. Die Domestikation hat die kulturelle Entwicklung des Menschen entscheidend verändert und im Lauf der Jahrtausende entstand eine große Diversität an Nutztierassen. Diese einzigartige kulturhistorische Errungenschaft muss für zukünftige Generationen bewahrt werden. Der Tierpark Arche Warder ist Europas größtes Zentrum für seltene und vom Aussterben bedrohte Haus- und Nutztierassen. Arche Warder stellt mehr dar als nur einen Tierpark; es ist ein Landschaftspark und Erhaltungsprojekt für genetische Ressourcen und darüber hinaus auch ein Forschungsprojekt. Die Arche Warder verfolgt bei ihrem Einsatz zur Erhaltung der biologischen Vielfalt fünf Ziele: 1. Schutz durch Erhaltungszucht. Zuchtprogramme verbessern die Qualität der genetischen Ressourcen. 2. Schutz durch Etablierung von Satellitenstationen. Auf diese Weise wird der Schutz vor Seuchenzügen gewährleistet und es bietet sich die Möglichkeit zur Vergrößerung des Genpools. 3. Schutz durch anspruchsvolle Bildungsarbeit. 4. Schutz durch Vernetzung mit nationalen und internationalen Institutionen. 5. Schutz durch Forschung. Die Arche Warder kooperiert eng mit diversen Universitäten und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen. Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeiten sind Untersuchungen, die die biologischen Besonderheiten alter Rassen darstellen.

Keywords

Agricultural biodiversity, domestication, autochthonous breeds, zoo veterinary care, conservation breeding, environmental education, zoo research

Summary

The domestic animals descend from various wild ancestors. Thus, for example, of the wolf, the dog (15 000 BC), of the Bezoar goat the goat (10 000 BC), of the Asian mouflon the sheep (10 000 BC), of the wild boar the pig (8000 BC) and of the aurochs the cattle (7000 BC). Domestication has dramatically changed our culture and led to a great diversity of animal breeds. This is a unique cultural and historical treasure, which we have to preserve for future generations. The zoological park Arc Warder is Europe's largest center for rare and endangered domestic animal breeds. Arc Warder is more than a zoo; it is a landscape park, a conservation venture for genetic resources and furthermore a research project. Five principles guide the conservation efforts of Arc Warder: 1. Conservation through preservation. The breeding program will improve the quality of the genetic reservoir of breeds. 2. Conservation through the establishment of satellite stations. These pastures outside the park allow to increase the gene pool and ensure the protection of breeds against epidemics. 3. Conservation through high level education. 4. Protection by networking with national and international institutions. 5. Protection through research. Arc Warder is actively involved in close scientific cooperation with various universities and other research institutions on a number of scientific projects concerning the biological characteristics of old breeds.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. vet. habil. Dr. rer. nat. Kai Frölich
Tierpark Arche Warder
Zentrum für seltene Nutztierassen e. V.
Langwedeler Weg 11
24646 Warder
E-Mail: kfroelich@arche-warder.de

The importance of conservation of rare domestic animal breeds using the example of Arc Warder

Tierärztl Prax 2017; 45 (G): 33–41
<http://dx.doi.org/10.15653/TPG-160777>
Eingegangen: 8. August 2016
Akzeptiert nach Revision: 17. Oktober 2017
Epub ahead of print: 10. Januar 2017

Warum braucht die Landwirtschaft Vielfalt?

Ein Großteil der traditionellen Landrassen wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts von den aufkommenden Leistungs-

rassen verdrängt. In der modernen Landwirtschaft dominieren daher heute wenige, einseitig spezialisierte Rassen oder Kreuzungen verschiedener Rassen (Hybride) die tierische Produktion (16).

Alte Rassen lassen sich vorzüglich in der extensiven Weidehaltung einsetzen, da sie unter anderem besonders widerstandsfähig

Tierpark Arche Warder

Ein holistisches Projekt zur Erhaltung alter Nutztierassen

Zoo Ark Warder

A holistic project for the conservation of old livestock breeds

Autorinnen/Autoren

Kai Frölich^{1, 2}, Stefanie Pöpken³

Institute

- 1 Arche Warder – Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V., Warder
- 2 Institut für Biologie und Chemie, Universität Hildesheim, Hildesheim
- 3 Animal Welfare Consultant, Bönebüttel

Schlüsselwörter

Landschaftstierpark, robuste Rassen, Tierwohl, Zoo, Umweltbildung

Keywords

Landscape park, robust breeds, animal welfare, zoo, environmental education

eingereicht 13.02.2025

akzeptiert 08.04.2025

Bibliografie

Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 2025; 53: 396–399

DOI 10.1055/a-2681-2196

ISSN 1434-1220

© 2025. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. Kai Frölich
Tierpark Arche Warder e.V.
Langwedeler Weg 11
24646 Warder
Deutschland
kfroelich@arche-warder.de

ZUSAMMENFASSUNG

Der Tierpark Arche Warder ist weltweit das größte Zentrum für seltene und vom Aussterben bedrohte Nutztierassen. 87 Rassen sowie 7 Stammformen (Wildtierarten) leben hier in einem 40 ha großen Landschaftstierpark sowie auf 19 Satellitenstationen mit insgesamt 150 ha und vermittelt einen umfassenden Eindruck von der einstigen tierischen Agrobiodiversität. Der Landschaftstierpark sowie das Besucherzentrum „Domesticaneum“ bilden die Grundlage für intensive, hautnahe Tier-Mensch-Begegnungen, Umweltbildung, Naturerfahrung sowie die Vermittlung der Bedeutung der Haustiere in der Kulturgeschichte des Menschen. Darüber hinaus ist die Arche Warder eine wissenschaftliche Institution. Dieser holistische Ansatz mit den folgenden 6 Säulen hat ein Alleinstellungsmerkmal: (1) Erhaltungszucht, (2) Satellitenstationen, (3) Bildung, (4) Vernetzung, (5) Forschung, (6) Erhalt einheimischer Biodiversität. Dieses Konzept soll in der vorliegenden Veröffentlichung vorgestellt werden.

ABSTRACT

Ark Warder Zoological Park is the world's largest center for rare and endangered domestic animal breeds. The park houses 87 breeds and 7 ancestral forms (wild animal species) across a 40 ha landscape park and 19 satellite stations (150 ha), providing a comprehensive impression of the once-extensive-agro-biodiversity. The park's scenic landscape as well as the newly established Domesticaneum science center form the foundation for intensive, close human-animal-contact, environmental education, immersive nature experiences, and the conveyance of domestic animals' significance in human cultural history. Furthermore, Ark Warder is based as a scientific institution. This holistic approach based on the following 6 core principles can be regarded as a unique concept: (1) Conservation breeding, (2) Establishment of satellite stations, (3) Education, (4) Networking, (5) Research, (6) Preservation of native biodiversity. This concept will be presented in this publication.

Einleitung und Hintergrund




Mitten in Schleswig-Holstein, dem nördlichsten Bundesland in Deutschland, liegt der Tierpark Arche Warder. Diese Anlage ist als Landschaftstierpark gestaltet, in dem den Bedürfnissen von Natur,

Tieren und Menschen in ökologischer und ästhetischer Weise Rechnung getragen wird. Darüber hinaus betreibt die Arche Warder in Kooperation mit Universitäten und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen zahlreiche Forschungsvorhaben zu Aspekten des Schut-

Infektiologie

Article

First Insights into the Occurrence of Circular Single-Stranded DNA Genomes in Asian and African Cattle

Marie-Thérèse König ^{1,*}, Kai Frölich ², Anabell Jandowsky ², Tobias Knauf-Witzens ³ , Christoph Langner ⁴, Richard Dietrich ¹ , Erwin Märtlbauer ¹  and Andrea Didier ¹

- ¹ Department of Veterinary Sciences, Institute of Food Science, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-Universität München, Schönleutnerstraße 8, 85764 Oberschleißheim, Germany
- ² Tierpark Arche Warder, Zentrum für Seltene Nutztierassen e. V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder, Germany
- ³ Wilhelma Zoological-Botanical Gardens Stuttgart, Wilhelma 13, 70376 Stuttgart, Germany
- ⁴ Stralsund Zoological Garden, Grünhufer Bogen 2, 18437 Stralsund, Germany
- * Correspondence: marie-therese.koenig@mh.vetmed.uni-muenchen.de; Tel.: +49-89-2180-78569; Fax: +49-89-2180-78602

Simple Summary: Since 2014, a special class of meat and milk-derived circular DNA agents—termed bovine meat and milk factors (BMMF)—has been linked to the process of indirect carcinogenesis in humans. These BMMF include members of the virus family *Genomoviridae*, as well as unclassified DNA elements exhibiting both viral and plasmid attributes. Initial detection of BMMF in European cattle samples led to the assumption that BMMF are exclusively present in aurochs-derived cattle and consequently in food produced thereof. In the meantime, a more widespread occurrence including water buffalo, sheep and goat milk has been shown. The aim of the present study was to broaden our knowledge concerning the BMMF occurrence in different and less domesticated ruminants like yaks, zebus and watusi cattle that serve for food production in various countries. The predominant detection of BMMF in fecal matter compared to blood provides novel clues regarding the origin and transmission routes of these entities finally reaching the food chain.

Abstract: Circular replicase-encoding single-stranded (CRESS) DNA viruses and other circular DNA agents are increasingly found in various samples and animals. A specific class of these agents—termed bovine meat and milk factors (BMMF)—has been supposed to act as a factor in indirect carcinogenesis in humans. Initial observations attributed the BMMF to European cattle breeds and foodstuffs produced thereof. In the present study, blood and fecal samples from African and Asian cattle were examined. BMMF molecules and genomoviruses were detected in all bovinds under study. The majority (79%) of the 29 circular elements could be assigned to BMMF groups 1 and 2, whereas CRESS viruses of the family *Genomoviridae* accounted for the smaller part (21%). Two genomoviruses belong to the genus *Gemykibivirus* and one to the genus *Gemykrogovirus*. The remaining three might be considered as novel species within the genus *Gemyrcircularvirus*. The majority of all isolated molecules originated from fecal samples, whereas only three derived from blood. The results from this study expand our knowledge on the diversity and presence of circular DNA in different ruminants that serve for food production in many countries over the world.

Keywords: cattle; BMMF; *Cressdnaviricota*; *Genomoviridae*; circular ssDNA; human cancer; indirect carcinogenesis



Citation: König, M.-T.; Frölich, K.; Jandowsky, A.; Knauf-Witzens, T.; Langner, C.; Dietrich, R.; Märtlbauer, E.; Didier, A. First Insights into the Occurrence of Circular Single-Stranded DNA Genomes in Asian and African Cattle. *Animals* **2023**, *13*, 1492. <https://doi.org/10.3390/ani13091492>

Received: 17 March 2023
Revised: 21 April 2023
Accepted: 23 April 2023
Published: 27 April 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Beside European cattle, food originating from Asian and African cattle play an important role in human nutrition regarding worldwide milk and meat consumption [1–4]. Therefore, monitoring animal health status is a prerequisite not only to prevent the spread of zoonoses, but also to identify new, potentially pathogenic agents at an early stage.

Fallberichte

Plötzlicher Tod durch *Clostridium novyi* bei Schweinen in Freilandhaltung

Ein Fallbericht

A. Jandowsky¹; A. Bodenthin²; C. Seyboldt³; K. Frölich¹

¹Tierpark Arche Warder, Zentrum für seltene Nutztierassen; ²Landeslabor Schleswig-Holstein; ³Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

Schlüsselwörter

Clostridien, Exotoxine, Gasödeme

Zusammenfassung

Im Oktober 2011 verendeten in einem Freilandschweinebestand im Tierpark Arche Warder e. V. (Deutschland) 16 Schweine unterschiedlichen Alters und Geschlechts. Im Rahmen der pathologisch-anatomischen Untersuchung wurden Tympanie, Leberemphysem, subkutane Ödeme, Hämoperikard, Hämothorax und hochgradige Gasödeme in der Muskulatur festgestellt. Die Mägen waren gefüllt. Die anaeroben bakteriologischen Untersuchungen verliefen zunächst ohne Erregernachweis. In weiterführenden Untersuchungen von Gewebeproben konnte mittels PCR das Flagellin-Gen von *C. novyi* Typ A und B nachgewiesen werden. Aufgrund der pathologisch-anatomischen und bakteriologischen Befunde sowie den Ergebnissen der PCR war vermutlich eine Infektion mit *C. novyi* die Todesursache.

Key words

Clostridia, exotoxins, gas oedema

Summary

In an outdoor pig-breeding unit of the Tierpark Arche Warder e. V. (Germany), 16 pigs of different age and sex died in October 2011. Necropsy findings revealed tympany, liver emphysema, subcutaneous oedema, haemopericardium, haemothorax, and intense gas bubble infiltrations in muscles. The stomachs were filled. The initial anaerobic bacteriological investigations gave negative results. In further analyses of tissue samples, the flagellin gene of *C. novyi* types A and B was detected using PCR. Based on the anatomical-pathological and bacteriological findings as well as PCR testing, a *C. novyi* infection was assumed to be the cause of the pig mortality.

Korrespondenzadresse

Dr. med. vet. Anabell Jandowsky
Tierpark Arche Warder, Zentrum für seltene Nutztierassen
Langwedeler Weg 11
24646 Warder
E-Mail: jandowsky.vetmed@googlemail.com

Sudden death of outdoor housed pigs caused by *Clostridium novyi*.

A case report

Tierärztl Prax 2013; 41 (G): 392–395

Eingegangen: 13. Mai 2013

Akzeptiert nach Revision: 10. Juli 2013

Einleitung

In der Diskussion um eine artgerechte Tierhaltung wird immer häufiger auch die Freilandhaltung für Schweine genannt. Besonders die nach ökologischen Richtlinien arbeitenden Landwirte nutzen die Freilandhaltung für die Schweineproduktion. Die meisten Halter wirtschaften nach den Vorgaben der EG-Öko-Verordnungen aufgrund der guten Vermarktungschancen von Bioprodukten (3). In einigen Ländern werden Schweine traditionell im Freiland gehalten (9). In der Freilandhaltung müssen sich die Tiere mit allen dort vorkommenden Keimen auseinandersetzen. Zu diesen Keimen zählt auch *Clostridium (C.) novyi*. Diese Clostridienart ist sowohl beim Haustier als auch beim Menschen ein verbreiteter Krankheitserreger (31).

Bei *C. novyi* handelt es sich um ein gerades, selten leicht gebogenes, anaerobes, grampositives, sporenbildendes Stäbchenbakterium, das in der Größe variiert (26–28). Der Erreger wurde basie-

rend auf der Toxinproduktion in vier Typen eingeteilt (A bis D), wobei das letale nekrotisierende Alpha-Toxin das Haupttoxin des Typ-A- und Typ-B-Stamms darstellt (5, 10, 12, 30, 31). *C. novyi* Typ D hat heute die Speziesbezeichnung *C. haemolyticum* (10, 20), ist jedoch mit *C. novyi* Typ B und Typ C sehr nah verwandt und in Bezug auf die Sequenz der 16S-rDNA zu über 99% identisch (24). *C. novyi* gehört zu den natürlichen Besiedlern des Darms und der Leber von Schweinen. Die Umwelt gilt als Erregerreservoir (26, 27). Beim Ausbruch der Krankheit werden die Sporen in der Leber vegetativ und produzieren Exotoxine, die für den nekrotisierenden und ödematisierenden Gewebeschaden verantwortlich sind. Die Exotoxine führen zu einer raschen Toxämie. Die Permeabilität der Zellmembranen verändert sich und die Zell-Zell-Verbindungen werden gelöst (5).

In Einzelfällen kann es in der Freilandhaltung von Schweinen zu perakuten Todesfällen durch *C. novyi* kommen. Oftmals sind dabei Sauen beteiligt (5, 18, 31). Todesfälle aus Spanien, Kroatien,



DOI 10.2376/0032-681X-2220

Tierpark Arche Warder e. V., Warder¹, Laboklin GmbH & Co. KG, Bad Kissingen²

Peer-reviewed | Eingegangen: 11.10.2021 | Angenommen: 22.02.2022

Pathogenese und Behandlung einer Glöckchenzyste bei einem Rotkopfschaf

Anabell Jandowsky¹, Christina Stadler²

Korrespondenzadresse: vetmed.archewarder@gmail.com

Zusammenfassung Oberflächliche Umfangsvermehrungen der Haut in der Region von Kopf und Hals beim kleinen Wiederkäuer sind häufig in der veterinärmedizinischen Praxis anzutreffen. Glöckchenzysten stellen eine Differenzialdiagnose dar, die abgeklärt werden muss. Der folgende Beitrag beschreibt das Vorkommen einer Glöckchenzyste und das operative Vorgehen bei einem Schaf. Es werden mögliche Differenzialdiagnosen, Hilfsmittel der Diagnostik und Therapieverfahren diskutiert.

Schlüsselwörter Glöckchen, Schaf, Ziege, branchiogene Zyste

Pathogenesis and treatment of Wattle Cyst in Rouge du Roussillon Sheep

Summary Superficial swellings in head and neck region of small ruminants are common in veterinary practice. Wattle cysts are one of many differential diagnoses to be ruled out. This case report describes a wattle cyst and its surgical therapy in a sheep. Differential diagnoses, techniques in finding a diagnosis and therapy are discussed.

Keywords wattle, sheep, goat, branchial cyst

Einleitung

Oberflächliche Umfangsvermehrungen der Haut bei kleinen Wiederkäuern, vor allem im Bereich von Kopf und Halsregion, sind in der veterinärmedizinischen Praxis häufig zu finden. Die genaue Diagnose einer Umfangsvermehrung spielt für eine adäquate Therapie eine entscheidende Rolle. So können Lokalisation, Größe, Konsistenz und Inhalt einen Hinweis auf eine vernünftige Diagnose geben (Misk et al. 2016, Sadan 2019). Als Glöckchen (auch Berlocken oder Appendices colli) bezeichnet man zylindrische, behaarte Hautanhängsel, die uni- oder bilateral in der Kehlgegend von Schweinen, Schafen und Ziegen vorkommen (Schumann 1957). Bei Ziegen liegt ein dominanter Erbgang, verursacht durch ein autosomal dominantes W-Allel, vor. Auch beim Schwein wird von einem dominanten Vererbungsvorgang ausgegangen. Der Erbgang bei Schafen scheint nicht mit dem der Ziegen und Schweine übereinzustimmen und ist noch ungeklärt (Lush 1926, Asdell und Smith 1928, Schumann 1957, Reber et al. 2015). Das Vorkommen von Glöckchen korreliert weder mit dem Geschlecht noch mit dem Vorkommen von Hörnern und Bärten bei Ziegen (Lush 1926, Reber et al. 2015). Während sie häufig bei Ziegen vorkommen und gelegentlich beim Schwein, findet man sie beim Schaf nur selten (Lush 1926, Lancaster und Medwell 1991). Die Funktion der Glöckchen ist ungeklärt (Heer 1922, Lush 1926, Schumann 1957, Imagawa et al. 1994). Auch in der Humanmedizin gibt es Fallberichte, die von glöckchenartigen Hautanhängseln am Hals berichten. Es wird angenommen, dass diese Anhänge ihren Ursprung entweder im embryonalen Kiemenbogen oder im

ektropischen aurikulären Gewebe haben (Schumann 1957, Clarke 1976, Coras et al. 2005). Uneinigkeit herrscht über den Ursprung der Glöckchen beim Tier. Ellenberger und Baum (2013) und Heer (1922) sehen keinen Zusammenhang zwischen den Kiemenbögen und der Ausbildung der Glöckchen, während Froehner (1907) und Imagawa et al. (1994) eine Verbindung zwischen den Glöckchen und dem 3. und 4. Kiemenbogen sehen. Froehner (1907) berichtet von einem Ursprung aus dem 2. und 3. (oder dem 3. und 4.) Kiemenbogen und einer in der 2. Furche gebildeten äußeren Anlage. Die Studie von Imagawa et al. (1994) zeigt, dass die Anordnung der Muskeln im Bereich der Glöckchen, die Innervation der Anhänge und dem Knorpel einen Ursprung im 3. oder 4. Kiemenbogen oder der 3. Kiemenfurche vermuten lässt. Imagawa et al. (1994) beschreiben zudem die Glöckchen bei Ziegen histologisch und anatomisch. Glöckchen bestehen aus einer normalen Epidermis, Dermis und Subkutis, Muskeln, Nerven, Blutgefäßen und einem zentralen knorpeligen Anteil (► Abb. 1). Ähnliche Gebilde beim Menschen sind histologisch ebenfalls so aufgebaut (Clarke 1976, Coras et al. 2005). Beim Schwein fehlt der Muskel, sie besitzen jedoch ohrwachartige Drüsen. Beim Schaf fehlen Muskeln und knorpelige Anteile (► Abb. 1) (Lush 1926, Schumann 1957, Lancaster und Medwell 1991). Klinisch erscheinen Glöckchenzysten als umschriebene, subkutane 3–10 cm große Schwellungen, die beweglich, schmerzfrei und fluktuierend sind. Sie können einseitig oder beidseitig an der Basis der Glöckchen auftreten. Haut und Haare im Bereich der Zyste sind klinisch unauffällig. Die Aspiration von Zysteninhalt zeigt einen kla-

Erhaltungszucht

Impact Objectives

- Measure and digitally record the performance of different physical characteristics in livestock
- Develop feeding standards and performance characteristics relating to meat quality and fattening of Angler Saddleback and German White-Headed meat sheep
- Estimation of genetic parameters for milkability, fertility, and calving traits in two local cattle breeds



Protecting breeding diversity

Stefanie Klingel (Arche Warder Center for Old and Rare Breeds), Professor Dirk Hinrichs (University of Kassel) and Heiner Iversen (Association in Support of the Angler Sattelschwein) explain the importance of maintaining genetic diversity in livestock farming



Stefanie Klingel



Professor Dirk Hinrichs



Heiner Iversen

Can you explain a bit about the decline of animal livestock breeds in recent times? What are the main reasons for this decline?

HI: The markets have become more and more global, and as a result, many products have become standardised. Big companies prefer a uniform product for all markets and this has had an effect on the breeds that farmers are raising. Market pressure is forcing farming practices to favour certain characteristics and thus certain breeds. Lesser-known or regional breeds are shunted aside. However, a regional slaughterer will often buy more regionally, either out of solidarity or because he wants to distance himself from the global market.

SK: The decline of old breeds mirrors the loss of other regional-traditional structure in agriculture: the loss of small-scale farmers, the loss of regional slaughterers and the loss of custom for local butchers or farm shops in favour of supermarkets.

Why is it important to ensure that local breeds are preserved? What benefits does genetic diversity in animals provide to farming?

HI: Species can only be conserved through diversity, by adapting to their environment. It is a dangerous fallacy to think that narrowing local breeds genetically for market-relevant reasons will be beneficial to the farm or to food production.

The farming involved in outdoor pig keeping requires adapted pig breeds bred to cope with a variety of local conditions. The hybrid pig breeds that are often reared for pork production require enclosed, air-conditioned facilities that are costly to establish and run.

How can digitalisation benefit the work undertaken as part of the project?

HI: Many old breeds have only very small populations remaining. The preservation and enlargement of these small gene pools require careful breeding to avoid problems like inbreeding. Digitisation helps clarify the familial relationships between breeding animals, allowing farmers to pair animals more effectively, with pedigrees clearly laid out and made searchable. Moving into the field of genome analysis, however, has even more far-reaching knowledge to add to breeding work and digitisation of this data is inevitable. In addition, the exchange of data between breeders about different breeding lines and individual animals is much easier and faster.

Can you tell us a bit about some of the strategies being implemented to counteract the loss of genetic diversity in animal breeds?

HI: One of the breeds we are working on is the Angler Sattelschwein or saddleback pig. We hope to offer breeders a breeding plan based on well-founded data that is, where possible, scientifically monitored. It is important for us to consider key points such as ensuring access to old standards that are not recorded in the herd book, controlling existing lines on both sire's and dam's sides to ensure the pairings offer sufficient genetic diversity as well as strengthening their good characteristics. It is also vital to ensure the distribution of breeding animals over a larger area to reduce disease risk and consider the possible benefits offered by cryopreservation.

DH: There is no directly transferable solution or problem affecting all breeds. Our group is targeting four different breeds from three different species, so we must develop a range of strategies to tackle this issue.

How will the Project benefit actual and future livestock farming?

HI: On one hand, diversity is absolutely necessary in order to preserve the genetic variety for future generations. On the other hand, it is becoming increasingly clear that the old breeds provide the consumer with a variety of choices and improved taste that the big commercial hybrids breeds cannot match. Thus, to have old breeds increases marketing opportunities and old breed farming is usually associated with animal welfare-appropriate husbandry. ▶

Bestandsmonitoring einheimischer Nutzierrassen in Zoologischen Gärten als Basis für eine *ex-situ in-vivo* Erhaltungsstrategie

Monitoring regional livestock breeds in zoological gardens as basis for an *ex-situ in-vivo* conservation strategy

Julia Kögler*

Verband der Zoologischen Gärten (VdZ) e.V., Schiffbauerdamm 40, D-10117 Berlin, Deutschland

Zusammenfassung

Fast alle Zoologischen Gärten halten neben Wildtierarten auch Nutzierrassen als Teil der tiergenetischen Vielfalt, des kulturell-gesellschaftlichen Erbes und zum Zwecke der öffentlichen Bildung. Doch anders als bei Wildtierarten gibt es bislang kein überbetrieblich verankertes Bestandsmonitoring und Management der Nutztierpopulationen mit der Zielsetzung, den Beitrag von Zoos zur Erhaltung bedrohter Nutzierrassen mithilfe einer zoospezifischen *ex-situ in-vivo* Erhaltungsstrategie zu erhöhen. Der vorliegende Bericht erfasst und bewertet daher die Nutztierbestände, speziell die der fünf Großtierarten der 56 deutschen Mitglieder des Verbands der Zoologischen Gärten (VdZ) e.V. Demnach hielten im Jahr 2020 insgesamt 45 VdZ-Zoos 74 einheimische Nutzierrassen. Darunter waren 27 Zoos mit 569 Individuen aus 29 einheimischen Großtierrassen. Das entspricht 38 % der gesamten Großtierrassen-Vielfalt Deutschlands. Im Durchschnitt hält jeder Zoo neun Individuen und zwei Rassen. Weiterhin halten VdZ-Zoos 54 % aller einheimischen Großtierrassen aus der Gefährdungskategorie Erhaltungspopulation (ERH) und 56 % aller Rassen aus der Gefährdungskategorie Beobachtungspopulation (BEO), vgl. (BLE, 2019). 12 der 27 Zoos haben 263 Herdbuchtieren aus 24 Rassen im Bestand. Basierend auf dem Bestandsmonitoring werden Empfehlungen erarbeitet, um den Effekt von Zoos auf die *ex-situ in-vivo* Erhaltung bedrohter einheimischer Großtierrassen zu optimieren.

Schlagwörter: Großtierrassen, tiergenetische Vielfalt, Gefährdungskategorien, Populationsmanagement, Herdbuchzucht

* Autorin:

E-Mail: julia.koegler@vdz-zoos.org (Julia Kögler)

Ökonomie



Foto: Iwon

△ Das Deutsche Schwarzbunte Niederungsring gilt als gefährdete Rasse. Die Arche Warder setzt sich für den Erhalt ein.

Kostendeckend Arten schützen

Die Arche Warder ist Europas größter Tierpark für bedrohte Haus- und Nutztierassen. Die Rinderhaltung ist dort bislang nur durch Spenden und Parkeintritte kostendeckend. Das soll sich ändern.

UNSERE AUTORIN

Johanna Kaak, Fachhochschule Kiel,
Fachbereich Wirtschaft

Auf 40 ha Parkfläche sowie 70 ha landwirtschaftlicher Pachtfläche leben im Tierpark Arche Warder in Schleswig-Holstein etwa 1200 Tiere aus 86 Rassen sowie sieben Wildtierarten. Ein Ziel: Durch Zuchtprogramme sollen die Bestände der alten und vom Aussterben bedrohten Rassen wachsen. Der Park lebt von Besuchergruppen

und Spenden. Dazu gibt es pädagogische Angebote für beispielsweise Schulklassen oder Kindergeburtstage. Denn die Einkünfte aus dem wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb der Arche Warder machen nur einen Anteil von 3 % aus. Die restlichen Einkünfte stammen aus Eintrittsgeldern (26 %) sowie Spenden (71 %).

Damit sich zumindest die Tierhaltung irgendwann selbst tragen kann, hat eine Masterarbeit Potenziale bei der Vermarktung aufgedeckt. Die Untersuchung hat sich mit der Wirtschaftlich-

keit der Fleischerzeugung sowie praxisnahen Lösungen für eine bessere Vermarktung beschäftigt. Denn alte Rassen lassen sich nur nachhaltig erhalten, indem sie landwirtschaftlich genutzt werden. Die Verbraucher und die passende Vermarktung nehmen dabei eine Schlüsselrolle ein. Allerdings ist vielen Konsumenten diese Verantwortung zur Erhaltung der alten Rassen nicht bewusst. Gleichzeitig ist der Gefährdungstatus bei der Produktvermarktung ein Hindernis. Konsumenten erfassen Begriffe wie „gefährdet“,

Rechtswissenschaften

Haustiere in extensiver Haltung – rechtliche und tierärztliche Aspekte einer Bestandsbetreuung

Extensive keeping conditions in domestic animals – legal and veterinary aspects of stock supervision

Autorinnen/Autoren

Grischa Merkel¹, Anabell Jandowsky², Kai Frölich^{2, 3}

Institute

- 1 Lehrstuhl für Strafrecht, insb. Medizinstrafrecht, Strafprozessrecht und Rechtsphilosophie, Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät, Universität Greifswald
- 2 Arche Warder – Zentrum für alte Haus- und Nutztierarsen e.V., Warder
- 3 Institut für Biologie und Chemie, Universität Hildesheim

Schlüsselwörter

Nutztiere, Freilandhaltung, Weidemanagement, Landschaftspflege, Tierhalterhaftung, Tierschutz

Keywords

Farm animals, free-range animal husbandry, grazing management, landscape management, liability for animals, animal welfare

eingereicht 09.04.2025

akzeptiert 21.05.2025

Bibliografie

Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 2025; 53: 400–407

DOI 10.1055/a-2681-2411

ISSN 1434-1220

© 2025. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Grischa Merkel

Lehrstuhl für Strafrecht, insb. Medizinstrafrecht, Strafprozessrecht und Rechtsphilosophie, Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät, Universität Greifswald

Ernst-Lohmeyer-Platz 1

17489 Greifswald

Deutschland

grischa.merkel@uni-greifswald.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die extensive Haltung von Haustieren hat Vorteile für Flächen und Artenvielfalt. Damit auch die Tiere profitieren, müssen Tierhalter allerdings spezielle rechtliche wie praktische Herausforderungen bewältigen. Der Beitrag gibt einen Überblick über einige besonders zu beachtende Aspekte des Managements sowie der Veterinärmedizin und versucht dabei zu verdeutlichen, warum ein bestandsbetreuender Tierarzt bei dieser Haltungsform sinnvoll ist, will man insbesondere Verstöße gegen das Tierschutzgesetz vermeiden. Dies gilt grundsätzlich unabhängig davon, ob es sich um eine Haltung zu erwerbswirtschaftlichen Zwecken oder zur reinen Landschaftspflege handelt. Gerade bei letzterer können die Zuständigkeiten aber so verteilt sein, dass ein bestandsbetreuender Tierarzt etwaige Lücken in der faktischen Verantwortungsübernahme zulasten der Tiergesundheit ausgleichen könnte.

ABSTRACT

Extensive husbandry of domestic animals has advantages for land and biodiversity. In order to also benefit the animals, animal owners must cope with special legal and practical challenges. This article provides an overview of some of the particular aspects of management and veterinary medicine that need to be taken into account. It also attempts to explain why an on-site veterinarian is reasonable for this type of husbandry if one wants to avoid violating the German Animal Welfare Act. This holds true regardless of whether animals are kept for commercial purposes or purely for landscape maintenance. In the latter case in particular, responsibilities may be distributed in such a way that an on-site veterinarian could compensate for gaps in factual accountability that threaten the health of the animals.

Populärwissenschaft



Priv. Doz. Dr. Dr. Kai Frölich
Susanne Kopte

Alte Nutztier- rassen

Selten
und
schätzenswert

CADMOS

1.Auflage 2010, 2.Auflage 2014 erschienen im Cadmos Verlag, München



Kai Frölich

Liebe Leserinnen und Leser,

während der Phase der Jäger und Sammler war die Landschaft in weiten Teilen Europas durch strukturreiche Wälder mit mosaikartig eingestreuten Lichtungen und Mooren gekennzeichnet. Im Zuge der Sesshaftwerdung des Menschen sowie der Entwicklung von Ackerbau und Viehzucht veränderte sich das Landschaftsbild dramatisch. Die landwirtschaftliche Nutzung formte im Laufe der Jahrhunderte eine offene und vielfältige Kulturlandschaft, die durch eine hohe Biodiversität charakterisiert war. Im Rahmen der Nutztierhaltung wurden Rassen gezüchtet, die an bestimmte Standorte angepasst sind (autochthone Rassen). Sie gehören zum kulturhistorischen Erbe einer jeweiligen Region.

Die heutige Landwirtschaft hat es geschafft, für viele Menschen die Ernährung zu sichern. Gleichwohl steht sie derzeit vor einer der größten Herausforderungen: Einerseits muss eine immer höhere Produktivität erreicht werden, um eine zunehmende Zahl an Menschen zu ernähren; andererseits hat die Landwirtschaft eine besondere Verantwortung zur Erhaltung der Biodiversität, weil sie große Landschaftsflächen beansprucht. Fast alle sind sich einig, dass eine Transformation der derzeitigen Produktionsverfahren notwendig ist. Nur wie diese verlaufen soll und in welcher Geschwindigkeit sie vollzogen werden muss, wird kontrovers diskutiert.

Eine extensive Bewirtschaftung von Flächen kann dabei zum Erhalt der Biodiversität und Ökosystemleistungen beitragen. Neue Wege der intensiven, aber ressour-

censchonenden Landwirtschaft wie das „Precision Farming“ im Zuge der Digitalisierung der Landwirtschaft ermöglicht hingegen hohe Erträge und Effizienz bei niedrigem Pestizid- und Stickstoff-Eintrag.

Alte Nutztierassen wären in der Lage, eine Schlüsselposition im Rahmen der extensiven Beweidungsformen einzunehmen. Sie sind genügsam, wetterhart und haben eine höhere immunologische Kompetenz als klassische Hochleistungsrassen. Die Haltung dieser robusten Rassen in extensiver Weidehaltung ist grundsätzlich sinnvoll, da sie auch mit energiearmem Futter zurechtkommen und die Tiere auf diese Weise zur nachhaltigen Pflege von Kulturlandschaften einen wichtigen Beitrag liefern können.

Gerade die traditionsreiche Landwirtschaft in Schleswig-Holstein sollte die Herausforderung einer professionellen, zukunftsorientierten Transformation angehen – es lohnt sich!

Ihr

Prof. Dr. Dr. Kai Frölich
Direktor
Arche Warder – Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V.

Welche Rolle können alte Nutztierassen in einer zukunftsorientierten, nachhaltigen Landwirtschaft einnehmen?

Während der Phase der Jäger und Sammler war die Landschaft in weiten Teilen Europas durch strukturreiche Wälder mit mosaikartig eingestreuten Lichtungen und Mooren gekennzeichnet. Im Zuge der Sesshaftwerdung des Menschen sowie der Entwicklung von Ackerbau und Viehzucht (Neolithische Revolution, in Mitteleuropa 6000 – 3000 v.Chr.) veränderte sich das Landschaftsbild dramatisch (Gronenborn & Terberger 2014).

Zunächst wurde auf nur wenigen kleinen, inselartig in die Wälder eingestreuten Flächen Landwirtschaft betrieben. Durch Rodungen und Waldweide entstanden größere freie Flächen, auf denen sich lichtliebende Pflanzenarten ansiedeln konnten. Die landwirtschaftliche Nutzung formte im Laufe der Jahrhunderte so vielfältige Kulturlandschaften, die durch eine hohe Biodiversität charakterisiert waren. Im Rahmen der Nutztierhaltung wurden außerdem Rassen gezüchtet, die an unterschiedliche Standortbedingungen angepasst sind. Diese autochthonen Rassen gehören zum kulturhistorischen Erbe einer jeweiligen Region und haben wesentlich zur Entstehung der regionaltypischen Landschaften Europas beigetragen. Rassebezeichnungen wie Heidschnucke, Hinterwälder Rind oder Exmoorpony weisen auf die Bedeutung dieser Tiere für die entsprechenden Landschaften hin (Hoffmann 2013, Frölich & Kopte 2014).

Die heutige Landwirtschaft ermöglicht es, die Ernährung vieler Menschen zu sichern. Gleichwohl steht sie derzeit



Schweinehude im Eichenwald am Edersee.
© Prof. E. Jedicke (Quelle: Bunzel-Drüke et al. 2015)



Ganzjahresweide mit Heckrindern und Koniks in der Hellinghauser Mersch.

© J. Drüke (Quelle: Bunzel-Drüke et al. (2008) Wilde Weiden - Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung)

vor einer der größten Herausforderungen: Einerseits muss eine immer höhere Produktivität erreicht werden, um eine zunehmende Zahl an Menschen zu ernähren; andererseits hat die Landwirtschaft eine besondere Verantwortung für den Erhalt von Biodiversität, weil sie große Landschaftsflächen beansprucht. Immerhin werden rund 50% der Gesamtfläche Deutschlands derzeit landwirtschaftlich genutzt. Ferner steigen die Produktionskosten, um eine moderne, tiergerechte Haltung zu gewährleisten, wie sie von vielen Verbrauchern gefordert wird. Fast alle sind sich einig, dass eine Transformation der derzeitigen Produktionsverfahren notwendig ist. Nur wie diese verlaufen soll und in welcher Geschwindigkeit sie vollzogen werden muss, wird kontrovers diskutiert. Dabei wäre folgender Lösungsansatz denkbar:

Eine extensive Bewirtschaftung von Flächen kann zum Erhalt der Biodiversität und von Ökosystemleistungen beitragen. Neue Wege der intensiven, aber ressourcenschonenden Landwirtschaft wie das „Precision Farming“ im Zuge der Digitalisierung der Landwirtschaft ermöglicht hohe Erträge und Effizienz bei niedrigem Pestizid- und Dünger Einsatz. Von zentraler Bedeutung ist zunächst eine detaillierte Bestimmung und Unterscheidung geeigneter Flächen die entweder im Rahmen des „Precision Farmings“ oder einer extensiven naturnahen Landwirtschaft genutzt werden können.

Liebe Leserinnen und Leser,

alte Nutztierassen haben uns Menschen über einen langen Zeitraum begleitet und zu unserer kulturellen Entwicklung wesentlich beigetragen. Die landwirtschaftliche Nutzung formte im Laufe der Jahrhunderte vielfältige Kulturlandschaften, die durch eine hohe Biodiversität charakterisiert waren. Im Rahmen der Nutztierhaltung wurden Rassen gezüchtet, die an unterschiedliche Standortbedingungen angepasst sind. Diese sogenannten autochthonen Rassen gehören zum kulturhistorischen Erbe einer jeweiligen Region.

In der extensiven Landwirtschaft werden aber zurzeit leider auch vielfach Hochleistungsrassen gehalten, die dafür jedoch nicht immer optimal geeignet sind. Dies kann zu Problemen führen, denn diese Rassen wurden für maximale Leistung in intensiver Haltung gezüchtet und sind z.B. auf energiereiches Futter angewiesen. Für die extensive Bewirtschaftung von Flächen sind stattdessen alte, robuste Rassen besonders geeignet. Sie sollten daher zukünftig vermehrt in ein differenziertes Managementkonzept der naturnahen großflächigen Weidelandwirtschaft einbezogen werden, da sie folgende Eigenschaften aufweisen: optimale Anpassung an lokale Standorte, effiziente Verwertung nährstoffarmen Futters, Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen, Stressresistenz, komplikationslose Geburten und Aufzucht der

Nachkommen sowie hohe immunologische Kompetenz auch aufgrund hoher genetischer Variabilität.

Robuste, alte Rassen können also diesen Kriterien zufolge ganzjährig auf marginalen Weideflächen gehalten werden und bewältigen die verschiedenen Umwelteinflüsse besser als Hochleistungsrassen.

Daher wäre im Rahmen der Transformation der derzeitigen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren folgender dichotomer Lösungsansatz denkbar: (1) Eine extensive Bewirtschaftung von Flächen mit alten, robusten Rassen kann zum Erhalt der Biodiversität und von Ökosystemleistungen beitragen. (2) Neue Wege der intensiven, aber ressourcenschonenden Landwirtschaft wie das „Precision Farming“ ermöglicht hohe Erträge und Effizienz bei niedrigem Pestizid- und Stickstoff-Eintrag.

Ihr

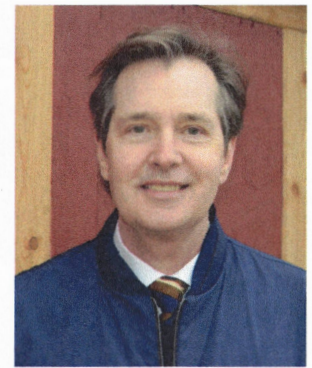


Prof. Dr. Dr. Kai Frölich

Direktor, Arche Warder - Zentrum für alte Haus- und Nutztierrassen e.V.



Professor Dr. Dr. Kai Frölich



Professor Dr. Dr. Kai Frölich

Liebe Leserinnen und Leser,

besonders kleine, familiär geführte landwirtschaftliche Betriebe stehen heute vor vielfältigen Herausforderungen. Trockenheit verändert die Nutzbarkeit der Böden, hinzu kommen Auflagen zum Schutz der Umwelt, wie insbesondere der Gewässer, die den Ertrag verringern können. Gleichzeitig entstehen mit solchen Flächen aber auch Orte, auf denen Nutztiere weiden können.

Für diese extensive Beweidung sind besonders alte robuste Rassen geeignet. Sie kommen z.B. gut mit einer geringen Futtergrundlage oder klimatisch und geografisch schwierigen Verhältnissen zurecht. Durch ihre Weideaktivität tragen sie aktiv zur Landschaftspflege bei, indem sie die Biodiversität fördern. Naturnahe Beweidung steigert die mosaikartige Ausbildung von verschiedenen Mikrohabitaten etwa durch Dung als Nahrung für Insekten oder als Substrat für Pilze. Weiden und halboffene Landschaften zählen deshalb zu den artenreichsten Lebensräumen Mitteleuropas.

Dabei wird oft vergessen, dass die richtige Auswahl standortangepasster Rassen in der richtigen Besatzdichte ein wichtiges Schlüsselement ist, um die Biodiversität in der Landwirtschaft zu fördern. Eine Über- als auch Unterweidung ist zu vermeiden, um optimale Ergebnisse

zu erreichen. Zudem dürfen auch veterinär- und tier-schutzrechtliche Aspekte nicht vernachlässigt werden, da diese Tiere eben keine Wildtiere sind, sondern Haus-tiere, die auch im Rahmen extensiver Beweidung oder „Rewilding-Projekten“ einem strikten Managementplan unterliegen.

Der Mensch hat eine große Vielfalt dieser Nutztierassen (8.800) gezüchtet, die für seine Kulturgeschichte eine herausragende Rolle gespielt haben. Diesem Aspekt wird der Arche Warder e.V. mit der Eröffnung eines neuen Besucherzentrums in Form eines modernen multimedialen „Edutainments“ im April 2023 in seinem Tierpark besondere Aufmerksamkeit schenken. Wir freuen uns schon jetzt auf Ihr Kommen!

Ihr

Prof. Dr. Dr. Kai Frölich

Direktor, Arche Warder - Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V.

Kaninchenbestände in Zoos

VdZ-Nutztierassenprojekt unterstützt auch den Erhalt bedrohter Kaninchenrassen

Neben Wildtierarten halten die meisten Zoos auch Nutztierassen, um die tiergenetische Vielfalt zu zeigen, das kulturelle Erbe zu fördern und die Zoobesucher aufzuklären. Bisher gab es jedoch kaum Bemühungen, Populationen gefährdeter Rassen institutionenübergreifend zu koordinieren, wie dies bei vielen Wildtierarten der Fall ist. Darüber hinaus sind Bildungsprogramme über Nutztiere noch nicht fest in den Bildungsangeboten aller Zoos verankert. Daher haben der Verband der Zoologischen Gärten (VdZ) und der Tierpark Arche Warder e. V. 2020 das dreijährige und vom Bundeslandwirtschaftsministerium (BMEL) geförderte „VdZ-Nutztierassenprojekt“ gestartet, um den Gesamtbeitrag von Zoos zur Erhaltung bedrohter Nutztierassen zu erhöhen. Die Projektschwerpunkte liegen auf institutionenübergreifendem Populationsmanagement und wissenschaftlich fundierter Zucht in Kooperation mit nationalen Zuchtverbänden, auf der Entwicklung innovativer Bildungsmaterialien und auf dem Ausbau von Netz-

werken sowie der Förderung der Kommunikation über gefährdete Nutztierassen und deren Erhalt durch Zoos. Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus BMEL-Mitteln aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Im Rahmen des Projekts zeigte eine Bestandserhebung im Jahr 2020, dass neben 35 Großtierrassen und 32 Geflügelrassen auch 14 Kaninchenrassen (Deutsche Riesen, Deutsche Riesenschecken, Meißner Widder, Deutsche Großsilber, Rote Neuseeländer, Japaner, Rheinische Schecken, Thüringer, Hasenkaninchen, Luxkaninchen, Perlfeh, Lohkaninchen, Marderkaninchen, Russen) in den 68 befragten Zoos in Deutschland gehalten werden. Dabei gehören die stark gefährdeten Meißner Widder mit Abstand zu den am häufigsten gehaltenen Rassen; sie waren in acht Zoos vertreten. Die meisten Individuen werden von Rheinischen Schecken (n=35) gehalten, gefolgt von Meißner

Widdern (n=27) und Deutschen Großsilbern (n=19). In den befragten Zoos sind Kaninchenrassen aus allen vier Gefährdungskategorien vertreten – die Einstufung in die Gefährdungskategorien erfolgt gemäß der BLE. Zoos halten je 50 % der zwei als „extrem gefährdet“ eingestufenen

deutschen Kaninchenrassen und 50 % der vier „stark gefährdeten“ Rassen. Von den drei Rassen in Deutschland, die als „gefährdet“ eingestuft werden, sind 100 % in Zoos präsent. Der größte Anteil der Kaninchenrassen in Zoos entfällt mit neun Rassen auf die Kategorie „Beobachtung“.

Das Projekt befördert den Austausch von nicht bedrohten Rassen in Zoos hin zu solchen, die von der Erhaltungszucht profitieren. Dabei stehen die Zoos mit Kaninchenzuchtverbänden und Züchtern in engem Kontakt. Weiterhin erreichen wir mit Veranstaltungen sowie Bildungsangeboten rund um das Thema „Nutztiere“ (u. a. Kaninchen) pro Jahr Millionen von interessierten Zoobesuchern. In Einzelfällen wurden zudem Kooperationen zwischen Zoos und Zuchtverbänden geschlossen, die Ganzkörperfüttertiere für karnivore Wildtierarten erwerben und private Züchter dadurch unterstützen. Wir freuen uns, dass die diversen Kooperationen zwischen Zoos, dem Zentralverband Deutscher Rasse-Kaninchenzüchter (ZDRK), lokalen Kaninchenzuchtvereinen und Züchtern großes Potenzial zeigen, das durch das Projekt weiter ausgebaut werden soll.

Um solche Kooperationen zu fördern, laden wir Interessierte herzlich ein zum „Interdisziplinären VdZ-Symposium zum Erhalt alter Nutztierassen“, das der VdZ und der Tierpark Arche Warder e. V. vom 22. bis 23. November 2022 im Tierpark Nordhorn veranstaltet und bei dem auch der ZDRK mit einem Beitrag zu Gast sein wird (vdz-zoos.org/aktuelles/termine).

SINJE BÜTTNER UND DR. JULIA KÖGLER

Quellen: Kögler/Klingel/Frölich (2020): Bericht: Nutztierassen-Bestand in Zoos.

Online abrufbar unter: vdz-zoos.org/fileadmin/Materialien/VdZ-Nutztierassenprojekt_-_Bestandsbericht_2020.pdf.



Message in a suitcase

THE ASSOCIATION OF GERMAN-SPEAKING ZOOLOGICAL GARDENS (VDZ) AND ARCHE WARDER ZOO HAVE DEVELOPED A MINISTRY-FUNDED PROJECT TO SHED MORE LIGHT ON THE CONSERVATION OF LIVESTOCK AND INCREASE THE IMPACT OF ZOOS ON ENDANGERED LIVESTOCK BREEDS

Julia Kögler, Deputy Executive Director, VdZ; Sinje Büttner, Project Coordinator, and Kai Dieter Frölich, Executive Director, Arche Warder Zoo

Besides wild animal species, most zoos also have livestock breeds in their collection to display agricultural animal genetic diversity, promote regional cultural and social heritage and educate their visitors. However, so far there have been few efforts to manage populations of endangered livestock breeds across institutions in the way we do for many wildlife species. Furthermore, education programmes about the diversity of livestock, their traditional purposes and the question of why so many breeds are nowadays endangered are not yet firmly embedded in the educative offers of all zoos. Therefore, the VdZ and Arche Warder Zoo developed and initiated a project to increase the overall contribution of zoos to the conservation of endangered livestock breeds. Methods to achieve this goal focus on (a) cross-institutional population management and scientifically based breeding recommendations as well as supporting official breeding associations, (b) the development of innovative and free educational materials, and (c) increasing networks as well as stimulating the internal and external communication about endangered livestock breeds and the role zoos may play to conserve these breeds for future generations. The project started in 2020, runs for three years and receives €235,000 in financing from the German Federal Ministry of Food and Agriculture.*

A CASE FOR CONSERVATION

As part of our aim to embed the topic of livestock in the educational programmes of zoos, the so-called 'VdZ livestock suitcase' was developed in cooperation with the Association of German-speaking Zoo Educators (VZP). The idea was to provide our members with a free-of-charge collection of innovative education materials to be used in the zoo school and in front of livestock enclosures. We chose a



CONTENTS OF THE VDZ LIVESTOCK SUITCASE © S. BÜTTNER, ARCHE WARDER

high-quality and easily transportable wooden suitcase as a base and filled it with an extensive collection of materials. The contents include realistic toy figures of livestock and of the wild animal species they derived from, specifically designed memory and quartet card games portraying different endangered breeds, posters displaying the remarkable diversity of livestock breeds, CO² footprints in different sizes for sustainability games and – most important – an extensive instruction booklet with background information on livestock issues and suggestions on how to use the collection of materials.

The content focuses on the process of domestication and the advantages and the diversity of livestock, including factors responsible for the ongoing loss or decline of many regional breeds. Thus, zoo educators can more easily teach the differences between wild animals, farm animals and pets, share urgently needed knowledge with our mainly urbanised societies on livestock and the numerous animal products we use, and promote a responsible and sustainable use of nature's resources. The main target group is schoolchildren between first and sixth grade, but the level of information and games can be simplified to suit the needs of kindergarten children, and can also

be scaled up to educate adult visitors. The costs for the development of the prototype reached €10,000 and each of the 50 suitcases cost €500.

POSITIVE FEEDBACK

After evaluating the prototype with the help of the education team of Nordhorn Zoo, and after a few consequent amendments, we were finally able to give the go-ahead for the production of the VdZ livestock suitcase in spring 2022, and 50 zoos in Germany, Austria and Switzerland received a suitcase each. So far, the feedback from the educators has been consistently positive and they are grateful for the valuable expansion of their material collection. We also coordinated a joint press release with all receivers of the suitcase and the story was extremely popular with the media. This allowed us to highlight once again the important role of zoos for public education and their impact on the conservation of biological diversity.

**The project is supported by funds from the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) based on a decision of the Parliament of the Federal Republic of Germany via the Federal Office for Agriculture and Food (BLE), grant number 2818BM030 and 2818BM031.*



K.Frölich

Arche Warder ein ungewöhnlicher Landschaftspark



Arche Warder: Moderne tiergerechte Gehege, die sich ins Landschaftsbild einfügen. ©Arche Warder

Der Landschaftspark Arche Warder ist Teil des europäischen Netzwerkes Arca-Net, in dem über 700 Institutionen und Höfe in 40 europäischen Ländern erfasst sind, die die landwirtschaftliche Vielfalt mit traditionellen lokalen Rassen und Kulturpflanzen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen:

Mitten in Schleswig-Holstein, dem nördlichsten Bundesland in Deutschland, liegt ein aussergewöhnlicher Tierpark: die Arche Warder. Diese Anlage ist als ästhetischer Landschaftstierpark gestaltet, in dem den Bedürfnissen von Natur, Tieren und Menschen Rechnung getragen wird und der dar-

über hinaus eine wissenschaftliche Institution ist. Dieser holistische Ansatz hat weltweit ein Alleinstellungsmerkmal. Nirgendwo sonst gibt es ein derartiges Konzept (s.u.) und so viele alte Haus- und Nutztierassen an einem Ort.

84 alte und gefährdete Haustierrassen sowie 8 Stammformen (Wildtiere) leben hier in einem 40 ha grossen Landschaftstierpark sowie auf 18 Aussenflächen mit insgesamt 150 ha.

Der eigentliche Tierpark präsentiert sich dabei den Besuchern als vielfältiges, naturnah gestaltetes Parkgelände, in das sich weitläufige Weideflächen und moderne tiergerechte Gehege ästhetisch ins Landschaftsbild einfügen. Insgesamt arbeiten dort

A Cow is Not Just a Cow

A German Project Supports Zoos in Conserving Livestock Breeds



Dr Julia Kögler¹, Sinje Büttner²

¹Deputy Executive Director, Association of Zoological Gardens (VdZ), ²Project Coordinator, Arche Warder Zoo, Germany

Most zoological gardens keep livestock breeds as well as wild animal species in their collections. This allows them to display livestock animals' genetic diversity, promote cultural and social heritage while at the same time educating the public. Zoos preserve wild animal species and livestock breeds for non-economic reasons and because of their mandate to protect animal genetic diversity. In addition, zoos have the potential to sensitise millions of visitors from various backgrounds on the topic of livestock. However, the potential role that zoos could play in conserving endangered livestock breeds and in educating and communicating about this topic, so far remained at an institutional engagement level rather than following a coordinated, strategic, and cross-institutional approach.

Therefore, the Association of Zoological Gardens ("Verband der Zoologischen Gärten" - VdZ), based in Berlin, and Arche Warder Zoo, Germany, initiated a three-year model and demonstration project in 2020 in order to increase the overall contribution of zoos to the conservation of endangered livestock breeds. VdZ is a regional zoo association and currently represents 71 members in Germany, Austria and Switzerland as well as one member in Spain. Arche Warder Zoo is a member of VdZ and Europe's largest center for endangered livestock breeds, with about 1,200 individuals in 87 breeds. The joint project is supported by substantial funds from the German Federal Ministry of Food and Agriculture.

The project aims are to:

- (a) Implement scientific conservation breeding programmes and cross-institutional population management for endangered livestock breeds.
- (b) Educate on the topic of livestock.
- (c) Network and increase internal and external communication.

Dr Julia Kögler from VdZ and Sinje Büttner from Arche Warder Zoo outline the project implementation and the results so far.

As a scientific base for the project, we adopted the Ministry's list of 140 livestock breeds which are specifically monitored and managed in and by Germany (BLE 2019). Furthermore, in 2020 we carried out a survey amongst our 56 German members to evaluate their livestock collection (Kögler 2021). We found that 45 VdZ zoos kept a total of 1,070 individuals of 74 regional livestock breeds. Amongst those, 27 VdZ zoos had 569 individuals of 29 different large animal breeds, i.e. horses, cattle, pigs, sheep and goats. Thus, as a first result we showed that our members have 38% of Germany's 77 large livestock breeds on display for visitors. The large breeds kept in zoos represent 54% of Germany's 14 breeds with an urgent status for conservation measures and 56% of Germany's 36 breeds with a medium status for conservation measures. Secondly, we found that only 12 out of the 27 zoos with large regional livestock breeds held a total of 263 individuals of 24 breeds that were registered in studbooks.

This result made it clear that within the framework of the project, studbook breeding had to receive special attention by means of entering more zoo born animals in the respective studbooks and by purchasing additional breeding animals from studbook holders. So far, 27 individuals of the five project focus breeds ("Deutsches Schwarzbuntes Niederungsgrind", "Hinterwälder Rind", "Coburger Fuchsschaf", "Rauhwolliges Pommersches Landschaft", "Bunte Deutsche Edelziege") have been funded by project means and added to zoo collections. In 2021/2022, 17 offspring of the focus breeds were born and have been or will be entered in studbooks. It would not have been possible to coordinate the active and cross-institutional management of populations and maintain the fruitful engagement with the regional breeders' associations if the project funding had not enabled the recruitment of a project coordinator.

↑ Child and piglets at Arche Warder Zoo © Ferienpass Lauenburg



Professor Dr. Dr. Kai Frölich

Liebe Leserinnen und Leser,

unsere Zeit ist geprägt von vielfältigen ernstern Problemen, die vielfach auch die Landwirtschaft betreffen. Beispiele hierfür sind Auswirkungen der Klimaveränderung, Verlust von Biodiversität, Fachkräftemangel und fehlende gesellschaftliche Akzeptanz für landwirtschaftliche Produktionsmethoden.

Zur Bewältigung dieser Probleme werden aus der Gesellschaft heraus oftmals nur einfache Lösungen angeboten, die der Vielschichtigkeit der Problemstellung nicht gerecht werden. Eine zentrale Voraussetzung für die Bewältigung dieser hochkomplexen Probleme ist meiner Ansicht nach eine exzellente Bildung, die insbesondere im Bereich Landwirtschaft, Naturschutz und Artenschutz auch angewandten Charakter haben muss.

Die Arche Warder versucht, als außerschulischer Lernort dazu beizutragen, Bildung zu verbessern und anschaulich zu vermitteln. Im April dieses Jahres eröffnete unser Ministerpräsident Daniel Günther das neue Besucherzentrum in der Arche Warder: das Domesticaneum. In diesem hochmodernen Gebäudekomplex wird der Besucher mithilfe eines multimedialen, aber auch gegenständlichen Ausstellungskonzeptes (Edutainment) auf eine Zeitreise durch die gemeinsame Geschichte des Menschen und seiner Haustiere mitgenommen.

Diese Zeitreise beginnt in der Altsteinzeit und endet in der Gegenwart. Dabei wird anschaulich und mit z.T. spielerischen Ansätzen vermittelt, wie ausgeprägt die Rolle der Haustiere für die Kulturgeschichte sowie die Ausbreitung des modernen Menschen war.

Es ist wichtig, Bildung als eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe ernst zu nehmen und dafür genügend finanzielle Mittel zur Verfügung zu stellen, auch in Zeiten angespannter Haushaltslage und vielfältiger anderer Krisen. Nur so können wir den komplexen Herausforderungen der Gegenwart und Zukunft begegnen und sinnvolle Lösungsstrategien entwickeln.

Ihr

Prof. Dr. Dr. Kai Frölich

Direktor, Arche Warder - Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V.

Das neue Domesticaneum „Es gibt nichts Gutes, außer man tut es“

Eine Würdigung an die Arche Warder und das neue Domesticaneum

Prof. Dr. Dr. Hans Hinrich Sambraus

Geschichte

Als die GEH im Dezember 1981 gegründet wurde, war eines der Ziele die Errichtung eines Haustierparks für gefährdete Rassen. Schon bald wurde deutlich, dass ein solches Vorhaben die Möglichkeiten der jungen GEH weit überstieg. In den folgenden Jahren kam es durch private Initiativen dennoch zu etlichen Gründungen von Haustierzooen. Einer entstand in Schleswig-Holstein in der Nähe von Kiel. Trotz guter Sachkenntnis und respektvollem Engagement konnte sich keiner von Ihnen halten.

Erst nachdem Prof. Dr. Dr. Kai Frölich 2007 den „Tierpark Arche Warder“ übernommen hatte, kam die Idee eines Haustierparks in ruhige Gewässer. Die Zahl der dort gehaltenen Rassen erhöhte sich von 70 im Jahr 2013 auf 86 im Jahr 2023! Die Zahl der gehaltenen Tiere stieg auf die schier unglaubliche Zahl von durchschnittlich 1200. Es werden auch Rassen aus anderen europäischen Ländern gezeigt:

Der Poitou-Esel aus Frankreich, das Englische Parkrind aus Großbritannien oder etwa die Girgentina-Ziege aus Sizilien, um nur einige Namen zu nennen. Hierdurch konnte deutlich gemacht werden, dass der Verlust von wertvollem genetischem Material nicht nur ein mitteleuropäisches Problem ist, sondern weltweit gilt. Es kommt hinzu, dass durch Probleme in den Ursprungsländern – Seuchenzüge und andere – nicht plötzlich eine Rasse ganz verloren geht. Auch ein Grund, weshalb die Arche Warder in Sachen Genpool-Reserven aktiv handelt. Als ein vor langer Zeit von Bayern nach Schleswig-Holstein eingewanderter Mensch durfte ich mit Genugtuung feststellen, dass auch das Murnau-Werdenfeller Rind sowie das Augsburg Huhn nicht fehlen.

Dabei geht es im Tierpark Arche Warder nicht nur um eine „Ausstellung“ der raren Exemplare. Die sind eingefügt in ein ursprüngliches Ambiente, haben ihren Lebensraum. Wohl am auffälligsten ist die Steinzeitsiedlung. Hier leben sehr ursprüngliche Schaf- und Ziegenrassen in einem Refugium, das in Sachen Baumaterialien und Architektur eine Kopie des Lebens vor Jahrtausenden nachzuahmen versucht. Die Arche Warder ist deshalb mehr als ein Tierpark. Diese Siedlung und weitere Einrichtungen sind pädagogische Angebote für Schulklassen, Familien und sonstige Gruppen. Allein ein Gang durch den Tierpark ist eine Vergnügen, denn der Park, durchgestaltet zu einem Landschaftstierpark mit zahlreichen Obstbäumen, naturnahen Freiflächen und einer faszinierend artenreichen Vogelwelt, ist allein schon ein Besuch wert. Schon 2015 konnte ein Besucherrekord von 82 000 Gästen erzielt werden. Das erscheint vergleichsweise wenig, denn 2021 wurde mit nahezu 115 000 Besuchern die 100 000-Marke deutlich überschritten. Doch die gefährdeten

Rassen sind nicht nur im Tierpark Arche Warder selbst zu sehen. Regelmäßig sind zoo-eigene Tiere auf der „Grünen Woche Berlin“ und den Landesgartenschauen in Schleswig-Holstein zu sehen. Hinzu kommen Satelliten-Stationen mit Tieren des Zoos, die über das ganze Bundesland verteilt sind.

Eine Anerkennung blieb nicht aus. 2015 kürte die Zeitschrift „Stern“ fünfzig Traumziele in ganz Deutschland. Eines dieser Traumziele ist der Tierpark Arche Warder. Der Stand der Arche Warder auf der „Grünen Woche Berlin“ war immer auch Anlaufziel von Bundesministern und anderen hochgestellten Persönlichkeiten. Es soll nicht



Ansichten im Infolyer des Domesticaneums



Einblicke in die Ausstellung finden sich im Internet: <https://www.arche-warder.de/domesticaneum/>

vergessen werden, dass von der Leitung des Tierparks Arche Warder schon vor vielen Jahren ein wissenschaftlicher Beirat mit derzeit zwölf Mitgliedern ins Leben gerufen wurde. Im Laufe der Jahre ist der Tierpark Arche Warder zu einem wichtigen Naturschutz- und Bildungszentrum geworden.

Schon seit Jahren war ein Besucherzentrum mit einer Ausstellung zur Geschichte der Haustiere geplant. Es entstand ein umfangreicher Bau, der den Tierpark zu einer Informations- und Bildungseinrichtung in Form eines Edutainments erhebt. Am 26. April 2023 konnte das Bauwerk feierlich eröffnet werden. Das Ereignis war so epochal, dass es sich der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holsteins, Daniel Günther, nicht nehmen ließ, eine launige Eröffnungsrede zu halten. Dabei wurde klar, dass Prof. Kai Frölich die Hälfte der Mittel rastlos selbst stemmen und einwerben konnte und sich so anerkennenderweise auch ein beeindruckendes Denkmal schuf. Die Einrichtung mit Namen: „Domesticaneum“ macht auf 300 qm in acht Räumen multimedial

die Entwicklungsgeschichte der Haustiere über die Jahrtausende greifbar. Erlebbar mithilfe von QR-Codes, interaktiven Spielen, Touch-Screens und großen Monitoren, aber auch durch die Darstellung verschiedener Lebensräume in Form von Dioramen. Das Haus ist eine Informations- und Bildungseinrichtung, die seine Besucher auf mediale und interaktive Weise an die Themen Landwirtschaft, Züchtung, Biodiversität in der Kulturlandschaft und die Bedeutung der Haustiere für die Kulturgeschichte der Menschheit heranführt.

Ein „Aha“-Erlebnis wird dem Besucher im großzügigen Filmraum vermittelt, in dem u. a. ausgesuchte und spektakuläre Filmsequenzen bekannter Natur- und Wissenschaftsfilmer die Evolution unserer Natur zusammenzufassen versuchen. Die verschiedenen Ausstellungsräume widmen sich in chronologischer Reihenfolge je einer Epoche wie der Jungsteinzeit, dem Mittelalter und der Gegenwart.

Das Domesticaneum wird durch die drei Begriffe „aufklärend“, „erlebbar“ und „einmalig“ angekündigt. Eindrücklich wird deutlich gemacht, wie sehr die Menschheitsgeschichte durch die Domestikation unterschiedlicher Wildtierarten und deren Weiterentwicklung beeinflusst wurde. Beklemmend wirkt ein Raum, in dem Rassen



(Grabstein-Symbole) genannt und z. T. abgebildet sind. Sie sind im Laufe der Zeit verloren gegangen. Dabei wird deutlich, was Nutztier-rassen für den Menschen, unabhängig von ihrer Ernährung, bedeuten. Gleichzeitig wird hervorgehoben, welche Fehlleistungen die Zucht in mancherlei Hinsicht genommen hat. Die Vielfältigkeit der angesprochenen Aspekte lässt sich kaum beschreiben: Landwirtschaftspflege mit alten Rassen, moderne Nutztierhaltung sowie (ja, auch das!) Pferde als Kriegswaffe.

Das Besucherzentrum Arche Warder „Domesticaneum“ ist in seiner Weise ein Unikat, die Präsentation sehr ästhetisch, die Architektur sachlich und die didaktische Vermittlung entspricht der heutigen Zeit.

Es erscheint überflüssig, zu wünschen, dass eine solche Einrichtung impulsgebend für viele weitere Institutionen sein sollte. Ein Zoologischer Garten allein ist der Tierpark Arche Warder nun nicht mehr. Er ist eine neue und abgerundete Kombination aus Zoo, Naturpark und Science-Park. Ein deutlicher Schritt für die Zukunft!

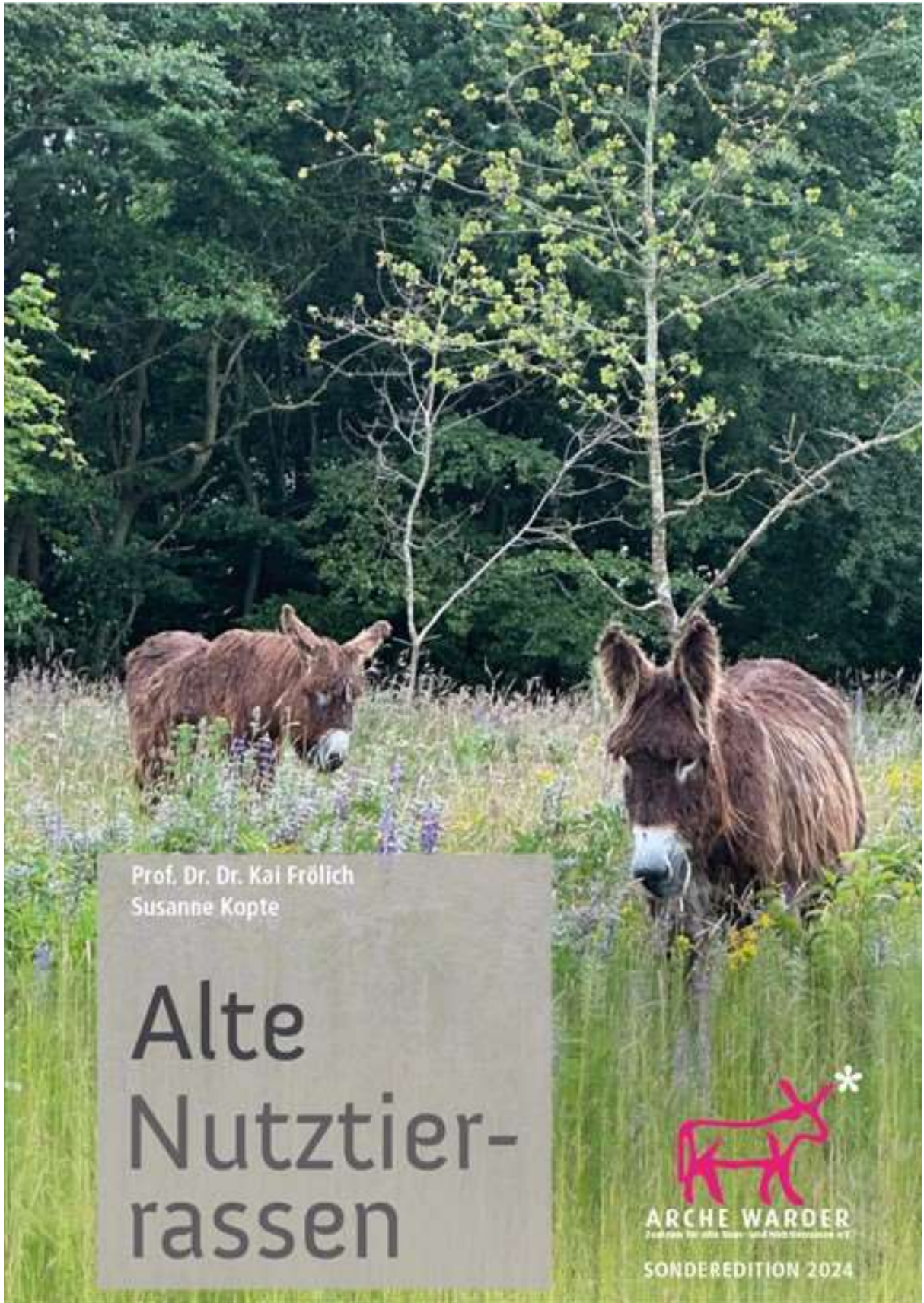
SPRACHFIBEL DER NUTZTIERE

Ausgewählte bebilderte Lautäußerungen



Prof. Dr. Dr. Kai Frölich und Dr. Anabell Jandowsky
Illustriert von Elise Breitsprecher

1. Auflage 2023 erschienen im DIE SEITE Verlag, Eckernförde



Prof. Dr. Dr. Kai Frölich
Susanne Kopte

Alte Nutztier- rassen


ARCHE WARDER
Zeitschrift für alte Nutz- und Hausrassen e.V.
SONDEREDITION 2024

Sonderedition 2024, erschienen im Cadmos Verlag, München



Professor Dr. Dr. Kai Frölich

Liebe Leserinnen und Leser,

Schleswig-Holstein ist ein Land voller Vielfalt und einzigartiger Landschaften: von der malerischen Ostsee über die raue Nordsee bis hin zu den vielfältigen Binnenlandschaften mit ihren Endmoränen, Seen und Mooren. Kein anderes Bundesland verfügt über zwei unterschiedliche Meere. Diese Diversität macht unsere Heimat nicht nur landschaftlich reizvoll, sondern bietet auch einen wichtigen Lebensraum für zahlreiche Arten.

Doch inmitten dieser Schönheit stehen wir vor drängenden Herausforderungen. Der Verlust der Biodiversität ist kein fernes Problem – er betrifft uns alle. Es geht nicht nur um das Verschwinden einzelner Arten oder um mögliche negative Auswirkungen von Agrosubventionen, sondern vor allem um den Verlust von besonderen Habitaten, die für viele Lebewesen unverzichtbar sind. Der drastische Rückgang von z.B. Kiebitz und Rebhuhn, einst ubiquitäre Arten in unseren Landschaften, stimmt mich nachdenklich. Diese Veränderungen sind ein eindringlicher Weckruf für uns alle.

Ich erinnere mich an die 70er und 80er Jahre, als der Natur- und Artenschutz in Schleswig-Holstein einen hohen Stellenwert hatte. Der Schutz des Seeadlers und die Wiedereingliederung des Uhus waren damals bedeutende Meilensteine, die uns zeigten, wie wichtig aktives Handeln für den Erhalt einzelner Arten sowie der entsprechenden Lebensräume ist. Schirmherren dieser Projekte waren seinerzeit der Landwirtschaftsminister Günter Flessner und Finanzminister Roger Asmussen. Heute müssen wir den Schutz unserer Artenvielfalt erneut ins Bewusstsein rücken, denn der Schutz der Biodiversität kann aufgrund der gesellschaftlichen Fokussierung auf den Klimaschutz leicht in den Hintergrund treten.

Ein entscheidender Schritt in diese Richtung ist die Vernetzung aller relevanten Stakeholder. Landwirte, Naturschutzverbände, Wissenschaftler, Kommunen und die Zivilgesellschaft müssen zusammenarbeiten, um ganzheitliche nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Nur durch den Austausch von Wissen und Erfahrungen können wir innovative Ansätze finden, die sowohl die landwirtschaftliche Produktion als auch den Schutz unserer Biodiversität berücksichtigen.

Bildung und Sensibilisierung sind entscheidend, um die Zusammenhänge zwischen Mensch, Natur und Artenvielfalt zu verstehen. Wir müssen lernen, die vielschichtigen Probleme der Gegenwart als gesamtgesellschaftliche Aufgabe zu begreifen und sie mit einem tiefen Verständnis für die Vielfalt und den Wert unserer natürlichen Umwelt anzugehen.

Lassen Sie uns gemeinsam dafür eintreten, dass Schleswig-Holstein auch in Zukunft ein Land der Diversität bleibt. Nur durch gemeinsames Handeln und kluge nachhaltige Strategien können wir die Schönheit unserer Landschaften und die Vielfalt der Arten bewahren und für zukünftige Generationen sichern.

Herzliche Grüße,

Ihr
Prof. Dr. Dr. Kai Frölich
Direktor, Arche Warder - Zentrum für alte Haus- und Nutztierassen e.V.

Die Domestikationsgeschichte der großen Pflanzenfresser – von der Jagdbeute zum Weidetier

von
KAI FRÖLICH & ARNE LUDWIG

Haustierrassen sind über einen langen Zeitraum entstanden. Etwa 15000 v. Chr. begann der Mensch, Wildtiere zu domestizieren. Aus 36 Wildtierarten (Stammformen) sind über die Jahrtausende rund 8.800 einzelne Haustierrassen entstanden. Eine enorme Kulturleistung. In diesem Kapitel soll wegen ihrer Bedeutung für den Menschen neben den großen domestizierten Pflanzenfressern wie Rind und Pferd auch auf die kleineren Pflanzenfresser – das Schaf und die Ziege – eingegangen werden.





Impressum:

Arche Warder e.V.
Langwedeler Weg 11
24646 Warder
www.arche-warder.de

V.i.S.d.P.: Prof. Dr. Dr. Kai Frölich
Tel: 04329 9134-0
E-Mail: info@arche-warder.de

Druck: WIRmachenDRUCK GmbH auf 100% Recyclingpapier

Foto: Copyright Prof. Dr. Dr. Kai Frölich