

Aufbau einer Gesundheitsdatenbank für Pferde

Sonja Sarnowski^{1,2}, Kathrin F. Stock^{1,2}, Ernst Kalm³, Reinhard Reents¹

¹ Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (vit), Verden / Aller;

² Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover; ³ Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Einleitung

Schon in frühen Zuchtzielbeschreibungen wurde auf die große Bedeutung der Pferdegesundheit Bezug genommen und das vom Züchter zu erstrebende Ideal als ein Pferd von „vollkommener Gesundheit und Harmonie zwischen äußerem und innerem Leben“ beschrieben (Seunig, 1943). Diese Zielsetzung für den Pferdezüchter hat auch und gerade in der modernen Reit- und Sportpferdezucht Bestand: Die Gesundheit und langfristige Nutzbarkeit des Pferdes sind neben Aspekten des Exterieurs sowie Leistungsfähigkeit und -bereitschaft wesentliche Bestandteile der internationalen Warmblutzucht (Koenen et al., 2004).

Grundvoraussetzungen für die gezielte züchterische Verbesserung der Gesundheit konnten in der Pferdezucht allerdings noch nicht vollständig geschaffen werden. Bisher erfolgt die Selektion auf Gesundheit, von veterinärmedizinischen Mindestanforderungen für Körhengste abgesehen, nur indirekt über routinemäßig erhobene Exterieur- und Leistungsmerkmale (Nikolić, 2009, S. 50-57; FN, 2013). Dabei begrenzen niedrige genetische Korrelationen zu relevanten Gesundheitsmerkmalen die züchterischen Verbesserungsmöglichkeiten über diese Hilfsmerkmale (Stock und Distl, 2005; Jönsson et al., 2013b). Durch die Berücksichtigung der Zuchtzielmerkmale selbst ließe sich der Zuchtfortschritt dementsprechend erheblich beschleunigen. Direkte Pferde-Gesundheitsdaten, wie z. B. Informationen zu Erkrankungen und deren Verlauf oder zu pathophysiologischen Vorgängen, stehen aber aufgrund einer unzureichenden Systematisierung der Datenerfassung aktuell nicht für Auswertungen zur Verfügung. Epidemiologisches Basiswissen, das erforderlich ist, um angemessene Schwerpunkte einer Selektion auf Gesundheit setzen zu können, ist daher beim Pferd lückenhaft, und es fehlt die für die Entwicklung effizienter Selektions-

strategien erforderliche breite Informationsbasis.

Aus Forschungsprojekten abgeleitete Initiativen, gesundheitsbezogene Phänotypdaten zumindest für einzelne Erkrankungen populationsweit zu sammeln und systematisch zu nutzen (z.B. Osteochondrose im niederländischen Warmblutzuchtverband KWPN; Van Grevenhof et al., 2009), sind als erster und wichtiger Schritt in Richtung einer gezielten Selektion auf Gesundheit zu würdigen. Um das gesamte Spektrum relevanter Erkrankungen des Pferdes definieren und in Selektionsentscheidungen einbeziehen zu können, bedarf es jedoch eines umfassenderen Ansatzes. Dieser wird im Rahmen eines 2013 initiierten Gemeinschaftsprojektes der deutschen Pferdezucht verfolgt, in dem Wissenschaft und Praxis (Zuchtverbände, Tierärzteschaft, Rechenzentrum) mit dem Ziel zusammenarbeiten, die Grundlagen für gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Pferdegesundheit zu schaffen. Eine Gesundheitsdatenbank für Pferde, in der gesundheitsbezogene Phänotypdaten zentral und in für umfassende Analysen geeigneter Form gespeichert werden, nimmt hierbei eine Schlüsselposition ein. Im Folgenden werden die wesentlichen Schritte, die zum Aufbau der damit verbundenen Datenlogistik erforderlich sind, erläutert und hinsichtlich ihres aktuellen Standes der Implementierung eingeordnet.

Ansätze und Datenquellen

Tierartübergreifend haben in erster Linie Tierhalter und Tierarzt Zugang zu Informationen zur Tiergesundheit, die damit dezentral und verteilt vorliegen und einer Zusammenführung bedürfen, wenn aus ihnen Aussagen zum populationsweiten Gesundheitsstatus abgeleitet werden sollen. Angesichts der Sensibilität von Gesundheitsdaten kommt der strikten Wahrung datenschutzrechtlicher Aspekte hierbei außerordentliche Bedeutung zu (Egger-Danner et al. 2012). Eine Weitergabe an Dritte, sei es durch den Tierhalter selbst oder den Tierarzt, bedarf ebenso der ausdrücklichen Einverständniserklärung wie jede Nutzung der Gesundheitsdaten. Erfolgreiche Systeme des Gesundheitsmonitorings bei Haus- und Nutztierspezies und Vorstudien zum Aufbau entsprechender Systeme beim Pferd lassen Rückschlüsse auf die damit verbundenen Anforderungen zu. Datensicherheit (Beachtung der Persönlichkeitsrechte), Transparenz hinsichtlich der Zielsetzung und erkenntlicher Nutzen der Sammlung und Analyse von Gesundheitsdaten sind als wesentliche Faktoren hervorzuheben (Egger-Danner et al., 2012; Hartig et al., 2013a).

Mögliche Ansätze für eine systematische Arbeit mit Gesundheitsdaten

werden durch die gegebenen Strukturen der Tierhaltung bestimmt. Im Nutztierbereich und insbesondere in der Milchviehhaltung bieten bestehende Herdenmanagementprogramme Anknüpfungspunkte, so dass Tierhalter-basierte Konzepte zur Erfassung und züchterischen Bewertung von Krankheitsdiagnosen für die flächendeckende Erhebung von Tiergesundheitsdaten genutzt werden können (z.B. Koeck et al., 2012; Stock et al., 2012). Unter den entsprechenden Rahmenbedingungen stellen diese eine bedeutsame Alternative zur tierartübergreifend möglichen Nutzung von Tierarzt-daten dar. Für den überwiegend kleinstrukturierten Pferdesektor eignen sie sich jedoch nur bedingt als Vorbild. Hier sind von Tierärzten erhobene Gesundheitsdaten hinsichtlich Datenqualität (Zuverlässigkeit, Breite und Tiefe der Informationen) und -umfang als erste Wahl für den Aufbau einer soliden Datenbasis für Konzepte zur Verbesserung der Pferdegesundheit anzusehen.

Pferdezuchtverbände haben nur in Ausnahmefällen direkten Zugang zu veterinärmedizinischen Daten, nämlich im Zusammenhang mit von ihnen veranlassten Routineuntersuchungen im Vorfeld von Reitpferdeauktionen, Hengstkörungen und zum Teil auch Leistungsprüfungen. In der Literatur finden sich vielfältige Belege für den hohen Wert dieser Daten als Grundlage für wissenschaftliche Studien und auf züchterische Applikationen zielende genetische Analysen (Stock und Distl, 2006; Verwilghen et al., 2009; Jönsson et al., 2013a,b,c). Zum Aufbau einer soliden, d.h. verlässlich repräsentativen Basis für die Selektion auf Gesundheit legen Struktur und Umfang der bereits in züchterischem Kontext erhobenen Daten jedoch eine Ergänzung um Informationen aus der gesamten tierärztlichen Pferdepraxis nahe. Neben weiteren umfassenden Gesundheitskontrollen (Ankaufuntersuchungen) können so Daten zu klinischen Fällen eingehen und wertvolle, sonst nicht verfügbare Krankheitsinformationen liefern (Jönsson et al., 2011).

Datenerfassung

Dokumentationspflichten und Erfordernisse der sorgfältigen tierärztlichen Tätigkeit haben zur Folge, dass umfassende Aufzeichnungen für ein weites Spektrum von Gesundheitsdaten zum Praxisalltag gehören. In Art und Umfang spiegeln sie die Heterogenität der Einzelfälle, unter anderem hinsichtlich des gewünschten oder möglichen Untersuchungsumfangs und der speziellen Untersuchungsbedingungen, wider.

Zwar gibt es beispielsweise für die röntgenologische Untersuchung der Gliedmaßen anerkannte Untersuchungsprotokolle und Empfehlungen zur Befundinterpretation und Diagnosestellung (GPM / BTK, 2007). Für

weite Bereiche der tierärztlichen Tätigkeit fehlen aber einheitliche und verbindliche Vorgaben zur Dokumentation, so dass Freitext, praxisinterne Codierungen und über die Praxissoftware verfügbare Eingabehilfen nebeneinander existieren. Selbst klar definierte und thematisch umgrenzte Forschungsprojekte ließen sich auf der Grundlage hierfür bereitgestellter Tierarztdateien daher nur mit Schwierigkeiten und unter Inkaufnahme von Informationsverlusten nicht unerheblichen Ausmaßes realisieren (Jönsson et al., 2011; Welsh et al., 2013). Die gängige Dokumentationspraxis für Pferdegesundheitsdaten entspricht damit nicht den Erfordernissen für übergreifende Analysen, die eine standardisierte, d.h. einheitliche und vergleichbare, Datenerfassung voraussetzen.

Ein Erfassungsstandard für Tiergesundheitsdaten wird den vielfältigen Erfordernissen der Praxis nur dann gerecht, wenn er mit bestehenden Dokumentationssystemen kompatibel ist und hinsichtlich seiner Nutzungsmöglichkeiten maximale Flexibilität bietet, also eine vereinfachte Dokumentation ebenso zulässt wie eine sehr detaillierte. Diese Anforderungen erfüllt beim Rind der zentrale Tiergesundheits-schlüssel, der national und international als Referenz gilt und die Grundlage für die Ausweitung der systematischen Erfassung und Nutzung von Gesundheitsdaten aus Milchviehbetrieben bildet (Stock et al., 2013). Eine entsprechende Referenz ist für das Pferd bislang nicht verfügbar, so dass hier der erste Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten im Gemeinschaftsprojekt zur Pferdegesundheit lag (Sarnowski et al., 2013).

Krankheitsdiagnosen und Untersuchungsbefunde sind die wesentlichen Arten von Gesundheitsdaten, die Rückschlüsse auf den individuellen Gesundheitsstatus eines Pferdes zulassen. In ihrer Qualität und damit zusammenhängend auch ihrer Interpretierbarkeit und Nutzbarkeit für künftige Routineanwendungen unterscheiden sich Diagnosen und Befunde grundlegend. Dem wurde bei der Entwicklung des Erfassungsstandards durch die klare Trennung zwischen Diagnose-schlüssel und Befundschlüssel Rechnung getragen. Hierbei ist der Diagnoseschlüssel das Kernstück zur Systematisierung der Gesundheitsdatenerfassung beim Pferd; der Befundschlüssel ist in weiten Teilen vorrangig als Ergänzung im Zusammenhang mit der Diagnoseerfassung anzusehen. Eine Sonderstellung nehmen dabei Röntgenbefunde ein, da einerseits für die Röntgendiagnostik von sehr umfangreichen und detaillierten Anforderungen an die Dokumentation auszugehen ist und andererseits der relevante Einfluss genetischer Faktoren auf die röntgenologische Gliedmaßen-gesundheit vielfach

nachgewiesen wurde (z.B. Stock und Distl, 2005a; Van Grevenhof et al., 2009; Jönsson et al., 2011).

Eine hierarchische Struktur, die dem Nutzer die standardisierte Dokumentation mit unterschiedlicher Differenziertheit ermöglicht, hat sich für Erfassungsstandards in unterschiedlichem Kontext bewährt (Egenvall et al., 2011; Stock et al., 2013). Auch der Diagnose- und Befundschlüssel für das Pferd wurden so strukturiert, dass sie unabhängig von der Verfügbarkeit von Detailinformationen genutzt werden können (Sarnowski et al., 2013). Damit bietet sich neben der maximal differenzierten Standardisierung der Diagnose- und Befunddokumentation, die aus Gründen der Effizienz und Benutzerfreundlichkeit elektronisch erfolgen sollte, die Möglichkeit, lediglich grob-klassifizierend über den Standard zu dokumentieren. Damit sind auch erweiterte Konzepte zur Gesundheitsdatenerfassung beim Pferd realisierbar, die beispielsweise von Zuchtverbänden oder Züchtern stammende Informationen zu einfach erkennbaren Gesundheitsstörungen oder Defekten (z.B. Nabelbruch, Fehlanlagen der Augen) einbeziehen.

Zentrale Gesundheitsdatenbank

Die unzureichende Systematisierung der Erfassung und die zudem begrenzten Zugriffsmöglichkeiten auf Gesundheitsdaten erschweren verlässliche, populationsweit gültige Aussagen zum Stellenwert verschiedener Erkrankungen oder Erkrankungskomplexe beim Pferd. Für die Entwicklung von Zuchtprogrammen, in denen die Pferdegesundheit verstärkt Berücksichtigung findet, fehlen damit wichtige Bezugspunkte. Bisherige epidemiologische Kenntnisse stützen sich beim Pferd in erster Linie auf Versicherungsstatistiken und die Ergebnisse von Forschungsprojekten, mit jeweils spezifischen Limitierungen hinsichtlich der Übertragbarkeit auf die Gesamtpopulation (Egenvall et al., 2009; Jönsson et al., 2011). Über- wie Unterschätzungen der Bedeutung bestimmter Gesundheitsstörungen sind so lange nicht zu vermeiden, wie die Verfügbarkeit von Informationen zu ihnen stark variiert. Ein Beispiel hierfür liefern die Erkrankungen des Bewegungsapparates des Pferdes, deren insgesamt hoher Stellenwert unbestritten ist, innerhalb derer aber nur wenige Studien durch ihr Design erlaubten, die Rolle von Sehnen- und Weichteilerkrankungen im Vergleich zu Knochen- und Gelenkerkrankungen zu quantifizieren (Stock und Distl, 2005b; Jönsson et al. 2013c).

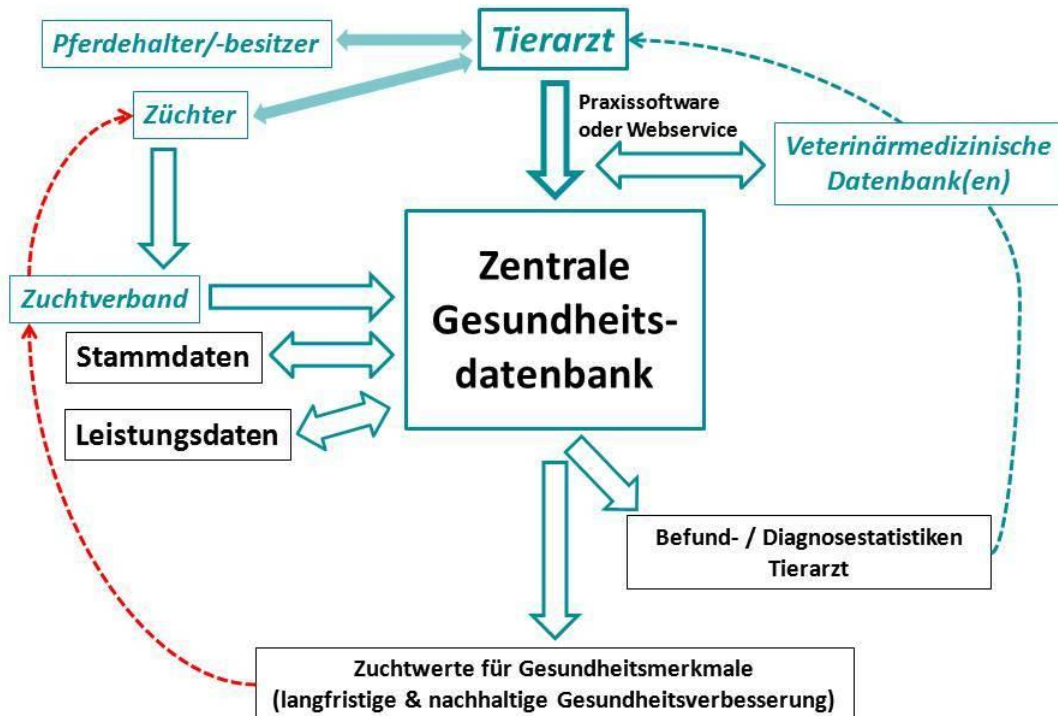
Eine tierindividuelle, möglichst flächendeckende und hinsichtlich des Spektrums von Gesundheitsdaten umfassende, standardisierte Erfassung, wie sie durch die neu entwickelten Schlüssel für Diagnosen

und Befunde beim Pferd ermöglicht wird, erlaubt die Zusammenführung aller Informationen, die für die Definition und Bearbeitung von Gesundheitsmerkmalen in der Zucht erforderlich sind. Wesentlich hierbei ist die korrekte, eindeutige Zuordnung zum Einzeltier, so dass hier Maßnahmen zur Sicherung der Datenqualität ansetzen müssen (Egenvall et al., 2011). Die günstigsten Voraussetzungen, um Erfassungsfehler und damit Fehlzuordnungen bei der für Auswertungen erforderlichen Datenverknüpfung zu vermeiden, bietet eine Datenbank-Vernetzung, d.h. die Integration der Gesundheitsdatenbank in das bestehende Datenbanksystem (Egenvall et al., 2011; Hartig et al., 2013a,b). Der zu erwartende Nutzen rechtfertigt die Aufwendungen, die erforderlich sind, um den vielfältigen Anforderungen aller, die in ein solch umfassendes Konzept für Pferde-Gesundheitsdaten eingebunden sind, gerecht zu werden (Hartig et al., 2013a).

Eine gründliche Aufklärung aller Beteiligten muss erfolgen, um Bedenken hinsichtlich eines Zugriffs auf die sensiblen gesundheitsbezogenen Daten auszuräumen. Pferdehalter/-besitzer und Züchter sind dabei ausdrücklich einzubeziehen, da ihre Einverständnis zur Datenweitergabe, -speicherung und -nutzung zwingend erforderlich ist. Grundlegend sind hierfür klar definierte und mit allen Beteiligten abgestimmte Zugriffs-, Sicht- und Nutzungsrechte für die Gesundheitsdaten. Entscheidungen hinsichtlich der Ansiedlung der Datenbank sind einvernehmlich so zu treffen, dass die maximale Sicherheit und Nutzbarkeit der Pferde-Gesundheitsdaten gleichermaßen gewährleistet sind (Egenvall et al., 2011).

Ein wesentlicher Faktor für die Akzeptanz und Unterstützung des Gesundheitsdatenbank-Projektes ist die frühzeitige Einbindung der verschiedenen Interessengruppen in die Entwicklung der Logistik, wobei insbesondere die Belange der Tierärzteschaft und der Zucht sorgfältig innerhalb der rechtlich vorgegebenen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen sind (Hartig et al., 2013a). Der mögliche Fluss von Pferde-Gesundheitsdaten (Abb. 1) lässt erkennen, dass im Gemeinschaftsprojekt der deutschen Pferdezucht durch die Partner und ihre enge Zusammenarbeit bestmöglich dafür Sorge getragen ist, ein leistungsfähiges Gesamtkonzept zur Verbesserung der Pferdegesundheit zu entwickeln.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Datenlogistik für eine zentrale Gesundheitsdatenbank für Pferde.



Perspektiven

Entscheidend für die Nutzung der neuen Erfassungsmöglichkeiten seitens der Tierärzteschaft ist ihre praxistaugliche Implementierung, die keine Erhöhung des Zeit- und Arbeitsaufwandes für die Dokumentation nach sich zieht, sondern vielmehr eine Unterstützung und Erleichterung der praktischen Arbeitsabläufe bedeutet (Hartig et al., 2013a). Die Nutzung der bestehenden tierärztlichen Infrastruktur bietet sich hierbei an, und für die deutsche Tierärzteschaft zeichnet sich ab, dass eine Anwendung zur elektronischen standardisierten Gesundheitsdatenerfassung beim Pferd zeitnah (geplant 2.Quartal 2014) zur Verfügung steht.

Die Anknüpfung an bewährtes und professionelles Datenmanagement im Tiergesundheitsbereich sorgt dabei für eine günstige Ausgangsposition für den Aufbau eines Systems, dessen Erfolg ein hohes Maß an Vertrauen in seine Sicherheit und Zuverlässigkeit erfordert (Hartig et al., 2013b). Damit konnten durch das Gemeinschaftsprojekt bereits wesentliche Voraussetzungen geschaffen werden, um die für grundlegende epidemiologische Studien und künftige Routineanwendungen erforderliche Informationsdichte zu erzielen. Nachdem die fachlichen

Voraussetzungen für eine Zusammenführung der dezentral erhobenen Daten zur Pferdegesundheit geschaffen wurden (Erfassungsstandard mit Diagnose- und Befundschlüssel; Sarnowski et al., 2013), sind auch die Entwicklungsarbeiten zur technischen Implementierung der standardisierten Erfassung weit fortgeschritten. Schnittstellen-Definitionen für Diagnosen und Befunde beim Pferd wurden vorbereitet, so dass unter der Voraussetzung klar geregelter datenschutzrechtlicher Aspekte elektronisch erfasste Pferde-Gesundheitsdaten in naher Zukunft in eine zentrale Gesundheitsdatenbank übertragen werden könnten. Für die deutsche Pferdezucht wurde damit der Grundstein gelegt für Forschungsprojekte zur Pferdegesundheit und populationsweite Analysen, die künftige Routineanwendungen vorbereiten. Die Standardisierung und Systematisierung der Gesundheitsdatenerfassung beim Pferd, die durch die geleisteten Arbeiten vorbereitet wurden, machen es möglich, den mit den methodischen Fortschritten in der Tierzucht steigenden Anforderungen hinsichtlich der Qualität der Phänotypdaten gerecht zu werden. Zukunftsfähige Zuchtprogramme können damit Gesundheitsmerkmale direkt über konventionelle und genomische Verfahren berücksichtigen und so nachhaltig zur Verbesserung der Pferdegesundheit beitragen.

Literatur

- Egenvall, A., Nødtvedt, A., Penell, J., Gunnarsson, L., Bonnett, B., 2009. Insurance data for research in companion animals: benefits and limitations. *Acta Vet. Scand.* 51, 42.
- Egenvall, A., Nødtvedt, A., Roepstorff, L., Bonnett, B., 2011. Integrating databases for research on health and performance in small animals and horses in the Nordic countries. *Acta Vet. Scand.* 53, Suppl. 1, S4.
- Egger-Danner, C., Fuerst-Waltl, B., Obritzhauser, W., Fuerst, C., Schwarzenbacher, H., Grassauer, B., Mayerhofer, M., Koeck, A., 2012. Recording of direct health traits in Austria - Experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. *J. Dairy Sci.* 95, 2765-2777.
- FN (Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V.), 2013. ZVO Zucht-Verbands-Ordnung der Deutschen Reiterlichen Vereinigung e.V. (FN), Anlage 4. <http://www.pferd-aktuell.de/misc/filePush.php?id=6419&name=ZVO+Beschluss+Mai+2013.zip> (Zugriff am 30.12.2013).
- GPM (Gesellschaft für Pferdemedizin e.V.) / BTK (Bundestierärztekammer e.V.), 2007. Röntgenleitfaden - Leitfaden für die

- röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes - überarbeitete Fassung 2007. http://www.bundestieraerztekammer.de/downloads/btk/leitlinien/RoentgenLeitfaden_2007.pdf (Zugriff am 26.12.2013).
- Van Grevenhof, E.M., Schurink, A., Ducro, B.J., van Weeren, P.R., van Tartwijk, J.M.F.M., Bijma, P., van Arendonk, J.A.M., 2009. Genetic variables of various manifestations of osteochondrosis and their correlations between and within joints in Dutch warmblood horses. *J. Anim. Sci.* 87, 1906-1912.
- Hartig, W., Houe, H., Andersen, P.H., 2013a. Monitoring of equine health in Denmark: A survey of the attitudes and concerns of potential database participants. *Prev. Vet. Med.* 109, 83-91.
- Hartig, W., Houe, H., Andersen, P.H., 2013b. Monitoring of equine health in Denmark: The importance, purpose, research areas and content of a future database. *Prev. Vet. Med.* 109, 92-105.
- Jönsson, L., Dalin, G., Egenvall, A., Näsholm, A., Roepstorff, L., Philipsson, J., 2011. Equine hospital data as a source for study of prevalence and heritability of osteochondrosis and palmar/plantar osseous fragments of Swedish Warmblood horses. *Equine vet. J.* 43, 695-700.
- Jönsson, L., Näsholm, A., Roepstorff, L., Egenvall, A., Dalin, G., Philipsson, J., 2013a. Genetic analysis of clinical findings at health examinations of young Swedish warmblood riding horses. *Acta Vet. Scand.* 55, 22.
- Jönsson, L., Näsholm, A., Roepstorff, L., Egenvall, A., Dalin, G., Philipsson, J., 2013b. Conformation traits and their genetic and phenotypic associations with health status in young Swedish warmblood riding horses. In: Jönsson, L., 2013. Orthopaedic health, conformation, and longevity in riding horses. PhD Arbeit, Uppsala.
- Jönsson, L., Roepstorff, L., Egenvall, A., Näsholm, A., Dalin, G., Philipsson, J., 2013c. Prevalence of clinical findings at examinations of young Swedish warmblood riding horses. *Acta Vet. Scand.* 55, 34.
- Koeck, A., Miglior, F., Kelton, D.F., Schenkel, F.S., 2012. Health recording in Canadian Holsteins: Data and genetic parameters. *J. Dairy Sci.* 95, 4099-4108.
- Koenen, E.P.C., Aldridge, L.I., Philipsson, J., 2004. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livest. Prod. Sci.* 88, 77-84.
- Nikolić, D., 2009. Inherited disorders and their management in some European warmblood sport horse breeds. Masterarbeit, Uppsala.
- Sarnowski, S., Stock, K.F., Kalm, E., 2013. Standardisierte Erfassung

- von Gesundheitsdaten beim Pferd. Vortragstagung der DGfZ und GfT am 4./5. September 2013 in Göttingen; A23.
- Seunig, W., 1943. Von der Koppel bis zur Kapriole: Ausbildung des Reitpferdes. Berlin. S. 244. 2. Nachdruck: Hildesheim 2001. ISBN 3-487-08348-5
- Stock, K.F., Agena, D., Spittel, S., Schafberg, R., Hoedemaker, M., Reinhardt, F., 2012a. Comparative analyses of health traits from regional projects for genetic improvement of dairy health. Proceedings of the 63th Annual Meeting of the EAAP, 27-31 August 2012, Bratislava, Slovakia; abstract no. 14772 (S28).
- Stock, K.F., Cole, J., Pryce, J., Gengler, N., Bradley, A., Andrews, L., Heringstad, B., Egger-Danner, C., 2013. Standardization of health data – ICAR guidelines including health key. ICAR Technical Series No. 17, 75-81.
- Stock, K.F., Distl, O., 2005a. Evaluation of expected response to selection for orthopedic health and performance traits in Hanoverian Warmblood horses. *Am. J. Vet. Res.* 66, 1371-1379.
- Stock, K.F., Distl, O., 2005b. Survey on the development of Hanoverian Warmblood horses selected for sale at auction in 1991 to 1998. *J. Equine Vet. Sci.* 25, 210-223.
- Stock, K.F., Distl, O., 2006. Genetic correlations between osseous fragments in fetlock and hock joints, deforming arthropathy in hock joints and pathologic changes in the navicular bones of Warmblood riding horses. *Livest. Sci.* 105, 35-43.
- Verwilghen, D., Busoni, V., Gangl, M., Franck, T., Lejeune, J.-P., Vanderheyden, L., Detilleux, J., Grulke, S., Deberg, M., Henrotin, Y., Serteyn, D., 2009. Relationship between biochemical markers and radiographic scores in the evaluation of the osteoarticular status of Warmblood stallions. *Res. Vet. Sci.* 87, 319-328.
- Welsh, C.E., Lewis, T.W., Blott, S.C., Mellor, D.J., Lam, K.H., Stewart, B.D., Parkin, T.D.H., 2013. Preliminary genetic analyses of important musculoskeletal conditions of Thoroughbred racehorses in Hong Kong. *Vet. J.* (im Druck; <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.05.002>).