

Open Access

Berl Münch Tierärztl Wochenschr 129,
3–14 (2016)
DOI 10.2376/0005-9366-129-3

© 2016 Schlütersche
Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
ISSN 0005-9366

Korrespondenzadresse:
amely.campe@tiho-hannover.de

Eingegangen: 13.03.2015
Angenommen: 21.04.2015

Online first: 04.09.2015
[http://vetline.de/open-access/
158/3216/](http://vetline.de/open-access/158/3216/)

Zusammenfassung

Summary

U.S. Copyright Clearance Center
Code Statement:
0005-9366/2016/12901-3 \$ 15.00/0

Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informationsverarbeitung der Stiftung
Tierärztliche Hochschule Hannover¹
Institut für Tierschutz und Verhalten (Heim-, Labortiere und Pferde) der Stiftung
Tierärztliche Hochschule Hannover²

Literaturübersicht zu den Einflussfaktoren auf die Fehlerwahrscheinlichkeiten bei der Identifikation von Equiden durch Trans- ponder und Heißbrand

*Literature review of the influences on error rates when
identifying equids with transponder and hot-iron branding*

Amely Campe¹, Sophia Schulz¹, Willa Bohnet²

Obwohl die Kennzeichnung von Equiden mit einem Transponder seit 2009 vorgeschrieben ist, besteht in Deutschland Uneinigkeit darüber, welche Kennzeichnungsmethode am besten für eine eindeutige Identifizierung geeignet ist. Dadurch hat sich ein heterogenes Bild zwischen den Zuchtverbänden geformt (mit oder ohne zusätzliche Brennpflicht). Ziel dieser Studie war es, mithilfe eines systematischen Literaturreviews einen Überblick über die Identifizierbarkeit von Equiden mittels Transponder und Heißbrand sowie über Einflüsse auf die Identifikationswahrscheinlichkeiten zu gewinnen.

Während die Identifizierbarkeit von Equiden mittels Transponder bei 85–100 % lag, betrug sie für Verbandsbrände 78–89 %, für komplette Nummernbrände 0–87 % sowie für einzelne Ziffern von Nummernbränden 37–92 %. Die Ablesewahrscheinlichkeit von Transpondern kann durch einen korrekt durchgeführten Implantationsvorgang und gründliche Schulungen des applizierenden Personals weiter optimiert werden. Eine Migration des Transponders am Hals ist unwahrscheinlich und würde das Auffinden mittels Scanner nicht beeinträchtigen. Das Entfernen eines Transponders zu Manipulationszwecken ist kaum möglich. Einflussfaktoren im Ablauf des Brennvorgangs sind kaum bis gar nicht standardisierbar, beeinflussen jedoch die spätere Lesbarkeit der Brandzeichen relevant, sodass eine Identifizierung mittels Heißbrand nicht als ausreichend sicher angesehen werden kann. Qualitätsmängel in der Kennzeichnung können beim Ablesen gemindert, jedoch nicht wettgemacht werden.

Basierend auf den vorliegenden wissenschaftlichen Arbeiten lässt sich somit ableiten, dass zum derzeitigen Zeitpunkt von den hier untersuchten Verfahren der Transponder am besten geeignet ist zur eindeutigen, fälschungssicheren und dauerhaften Kennzeichnung von Equiden. Eine relevante Verbesserung der Identifikationswahrscheinlichkeit durch einen zusätzlichen Heißbrand ist nicht zu erwarten.

Schlüsselwörter: Schenkelbrand, Mikrochip, Pferd, Kennzeichnung, Lesbarkeit

Although equids have had to be tagged with a transponder since 2009, breeding associations in Germany disagree as to which method is best suited for identification (with or without hot iron branding).

Therefore, the aim of this systematic literature review was to gain an overview of how effective identification is using transponders and hot iron branding and as to which factors influence the success of identification.

Existing literature showed that equids can be identified by means of transponders with a probability of 85–100%, whereas symbol brandings could be identified correctly in 78–89%, whole number brandings in 0–87% and single figures in 37–92% of the readings, respectively.

The successful reading of microchips can be further optimised by a correctly operated implantation process and thorough training of the applying persons. A migration of transponders in the tissue of the neck is unlikely and would not

affect identification with a scanner. The removal of transponders for manipulation purposes is virtually impossible.

Influences during the application of branding marks can hardly, if at all, be standardised, but influence the subsequent readability relevantly. Therefore, identification by means of hot branding cannot be considered sufficiently reliable. Impaired quality of identification can be reduced during reading but cannot be counteracted.

Based on the existing studies it can be concluded that the transponder method is the best suited of the investigated methods for clearly identifying equids, being forgery-proof and permanent. It is not to be expected that applying hot branding in addition to microchips would optimise the probability of identification relevantly.

Keywords: branding, microchip, horse, marking, readability

Einleitung

Seit 1. Juli 2009 ist die Kennzeichnung von Equiden mit einem Transponder durch die Überführung der EU-Richtlinie 504/2008 in deutsches Recht vorgeschrieben (ViehVerkV, 2011, § 44 Abs. 1). Ziel dieser Richtlinie ist die EU-weite Kennzeichnung aller Equiden mittels eines Transponders, wobei alternative Methoden zur Überprüfung der Identität des Tieres erlaubt sind, sofern diese eine gleichwertige Garantie zur Verhinderung der mehrfachen Ausstellung von Identifizierungsdokumenten bieten.

Grundsätzlich ist eine eindeutige, fälschungssichere und dauerhafte Kennzeichnung von Equiden für die Durchführung von Zuchtprogrammen, eine klare Zuordnung abhanden gekommener, strittiger oder gestohlener Pferde, die Nachverfolgbarkeit des Tierverkehrs (inkl. Handel und tiergesundheitslicher Kontrolle) und die nationale sowie internationale Tierseuchenbekämpfung ebenso wie für die Erhaltung der Lebensmittelsicherheit notwendig (Meyer, 1998). Daher kann die individuelle Kennzeichnung von Equiden als vernünftiger Grund für ein Zufügen von Schmerzen im Sinne des Tierschutzrechts angesehen werden (TierSchG, 2014, § 1; Lindegaard et al., 2009).

In Deutschland besteht Uneinigkeit darüber, welche Kennzeichnungsmethode die geringste Belastung mit sich bringt, gleichzeitig aber eine eindeutige Identifizierung des Pferdes gewährleistet. Während eine Kennzeichnung mittels Transponder bereits EU-weit verbreitet ist und eine geringere Schmerzbelastung des Tieres bedingt (Bohnet, 2010; Lindegaard et al., 2009; Pollmann, 1998), ist der Schenkelbrand im Gegensatz zum Transponder weitestgehend ohne Hilfsmittel lesbar und stellt ein Markenzeichen von weltweiter Bedeutung dar (FN, 2013). Auf der Grundlage dieser Ansichten hat sich in den letzten Jahren ein heterogenes Bild von verschiedenen Kennzeichnungs- und Identifizierungsmethoden geformt. So unterscheiden sich die Zuchtverbände hinsichtlich der Registrierung von Fohlen insofern, als bei einigen der Transponder und die Aufnahme des Signalements ausreichend ist (z. B. Pferdestammbuch-SH, 2007; Oldenburger-Pferde, 2012; HVT, 2013), während bei anderen zusätzlich der Schenkelbrand zuchtrechtliche Bedingung für die Aufnahme eines Fohlens ist (z. B. Hannoveraner, 2013a; Holsteiner-Verband, 2012). Ein ähnlich heterogenes Bild ist auch in anderen EU-Ländern zu verzeichnen. So ist der Heißbrand als zusätzliche Kennzeichnungsmethode bereits in einigen Län-

dern gesetzlich verboten (z. B. in Dänemark und den Niederlanden; Ferencz, 2005).

Obwohl die Belastung der Pferde durch die verschiedenen Kennzeichnungsmethoden im Mittelpunkt aktueller Diskussionen steht (z. B. Erber et al., 2012; Gerber et al., 2012; Kohls, 1994; Lindegaard et al., 2009; Pollmann, 1998), fehlt bisher eine systematische Übersicht über die realisierte Identifizierbarkeit durch die jeweilige Kennzeichnungsmethode sowie über die Faktoren, welche die Identifikationswahrscheinlichkeiten und damit die Sicherheit der Methode beeinflussen.

Ziel dieser Studie war es daher, mithilfe eines Literaturreviews einen Überblick über die Identifizierbarkeit von Equiden mittels Transponder und Heißbrand sowie über Einflüsse auf die Identifikation zu gewinnen.

Material und Methoden

Eine Übersicht über die publizierten Untersuchungen zu der Identifizierbarkeit von Equiden und relevanten Einflussfaktoren lässt sich mithilfe eines systematischen Reviews gemäß der Vorgaben der Cochrane Collaboration durchführen (Cochrane Collaboration, 2013).

Um eine möglichst umfassende Auflistung der Faktoren und ihres Einflusses auf die Identifizierung erstellen zu können, wurde zur Einarbeitung in die Problematik zunächst eine unsystematische Übersichtsrecherche durchgeführt. Anschließend wurden die verfügbaren Literaturdatenbanken auf ihre Eignung für die thematische Suche hin überprüft. Dabei wurden drei Literaturdatenbanken als geeignet für die systematische, vergleichende Übersichtssuche beurteilt (CAB-Abstracts, PubMed sowie ISI Web of Knowledge). Im Folgenden wurde in jeder Datenbank eine spezifische Suche durchgeführt, bei der die relevanten Suchbegriffe inklusive ihrer Synonyme sowie ihrer deutschen und englischen Entsprechungen eingeschlossen waren. Die Schlagworte wurden mit den Bool'schen Operanten AND und OR verknüpft, wobei die Suchbegriffe auf den Wortstamm trunkiert waren. Für beide Suchanfragen wurde der Begriff „horseradish“ explizit ausgeschlossen. Die Suche erfolgte zeitlich unbegrenzt und wurde zuletzt aktualisiert im Februar 2015. Es wurden nur englisch- und deutschsprachige Texte berücksichtigt.

Einschlusskriterien für die Suche waren die Tierart (Equiden), die Kennzeichnungsmethoden (Transponder und Heißbrand) sowie deren Lesbarkeit. Die Suchanfrage für den Transponder lautete:

TABELLE 1: Übersicht über die Ergebnisse der systematischen Literatursuche zur Identifikation von Equiden mittels Transponder und Heißbrand

	Transponder			Heißbrand		
	CAB-Abstracts ¹	PubMed	Web of Knowledge	CAB-Abstracts ¹	PubMed	Web of Knowledge
Anzahl gefundener Literaturstellen	175	228	127	84	50	12
Anzahl nicht relevanter Literaturstellen (unberücksichtigt)	152	216	115	75	42	5
Anzahl potenziell relevanter Literaturstellen (berücksichtigt)	23	12	12	9	8	7
Anzahl potenziell relevanter Literaturstellen (ohne Duplikate)	28			14		
Anzahl Duplikate über beide Kennzeichnungsmethoden (entfernt)				7		
Anzahl potenziell relevanter Literaturstellen – gesamt				35		

¹ Bis 1989 Suche über OVID, ab 1990 Suche über EBSCO-Host

([transponder* or microchip* or Mikrochip* or electronic* or elektronisch* or implant*] and [foal* or horse* or equine* or Pferd* or Fohlen* or equid*] and [identif* or lesbar* or readab* or tag* or legib* or reliab* or mark* or label*]),

die Suchanfrage für den Heißbrand lautete:

([brand* or symbol*] and [foal* or horse* or equine* or Pferd* or Fohlen* or equid*] and [identif* or lesbar* or readab* or tag* or legib* or reliab* or mark* or label*]).

In den Suchergebnissen wurden der Titel und gegebenenfalls das Abstract der Literatur auf ihre Relevanz hin untersucht. Aus den Suchergebnissen der drei Datenbanken wurde eine gemeinsame Liste der relevanten Literatur erstellt sowie Duplikate und nicht relevante Literaturstellen entfernt.

Aufgrund der für diese Thematik typischen, zum Teil ungenauen oder unvollständigen Indexierung von wissenschaftlichen Artikeln und Fachzeitschriften in elektro-

nischen bibliografischen Datenbanken ist es angebracht, darüber hinaus auch andere Quellen zu verwenden (z. B. Literaturverzeichnisse publizierter Studien und Reviews). Um die Einbeziehung möglichst vieler wissenschaftlicher Beiträge zu gewährleisten, wurden daher zusätzlich die Literaturangaben der Literaturstellen aus dem Systematic Review gesichtet. Zudem waren aus der unsystematischen Übersichtsrecherche zu Beginn der Untersuchungen Texte bekannt, welche bei der systematischen Literaturrecherche in den drei Datenbanken nicht gefunden worden waren, aber relevant waren (Tab. 1).

Bezüglich der Erfahrungen mit der Lesbarkeit von Transpondern wurden folgende Informationen aus den Veröffentlichungen extrahiert:

Autoren, Jahr der Veröffentlichung, Anzahl der untersuchten Tiere, Untersuchungszeitpunkt nach der Implantation, Anzahl nicht lesbarer Transponder, Tierart, identifizierter Einflussfaktor, berichtete Gründe für den Transponderdefekt.

Zu den Erfahrungen mit der Migration von Transpondern wurden folgende Informationen aus den Veröffentlichungen extrahiert:

Autoren, Jahr der Veröffentlichung, Anzahl der untersuchten Tiere, Tierart, Ergebnisse der Untersuchung der Migration, identifizierter Einflussfaktor, berichtete Gründe für die Migration.

Für die Erfahrungen mit der Lesbarkeit von Brandzeichen wurden folgende Informationen aus den Veröffentlichungen extrahiert:

Autoren, Jahr der Veröffentlichung, Anzahl der Brandzeichen, Nummern/Verbandsbrand, (durchschnittliche) Anzahl lesbarer Brandzeichen, Ergebnisse von einzelnen ablesenden Personen, untersuchte oder identifizierte Einflussgrößen auf die Lesbarkeit der Brandzeichen.

Informationen über Einflussfaktoren auf die Identifizierbarkeit bei anderen Tierarten als Equiden wurden insbesondere dann berücksichtigt, wenn für Equiden keine oder nur wenige Veröffentlichungen vorlagen und von der grundsätzlichen Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf Equiden auszugehen war. Die im Folgenden aufgeführten

TABELLE 2: Erfahrungen mit der Lesbarkeit von Transpondern basierend auf einer systematischen Literatursuche zur Identifikation von Equiden mittels Transponder und Heißbrand

Referenz	Tierart	Anzahl untersuchter Tiere	Untersuchungszeitraum post implantationem	Anzahl nicht lesbarer Transponder	
				n	%
Gabel et al. (1987) ¹	Pferd (Adulte) ²	46	> 9 Monate	2	4,35
	Pferd (Fohlen)	10	> 3 Monate	1	4,76
	Pferd (Fohlen)	11	ca. 6,5 Monate		
Knowles, 1990 (persönl. Mitteilung zitiert in Arndt und Wiedemann, 1991)	Pferd (Fohlen)	100	2 Jahre	0	0
Maher (1991)	Pferd (Fohlen)	250	2 Jahre	0	0
Koneremann (1994) ³	Pferd	27	ca. 5 Jahre	4	14,81
	Pferd	130	1 Jahr	0	0
Schmitt und Katona (1994)	Pferd	700	bis zu 3 Jahre	1	0,14
	Pferd	130	1 Jahr	0	0
Stein et al. (2003)	Pferd, Maultier, Esel	53	bis zu 4 Jahre	0	0
Wulf et al. (2013b)	Pferde (Adulte)	40	7 Monate	0	0

1 = verschiedene Rassen untersucht

2 = Zwei weitere Pferde wurden mit absichtlich gebrochenen Transpondern untersucht; Zweck: Untersuchung der Gewebsreaktion

3 = Traber (adulte und Jährlinge) untersucht

Ergebnisse konzentrieren sich auf Hauspferde. Anforderungen für die Kennzeichnung von Wildequiden, die im Rahmen von Artenschutzprogrammen gekennzeichnet werden, wurden hier nicht berücksichtigt.

Da der überwiegende Teil der quantitativen Angaben in den berücksichtigten Veröffentlichungen auf der Basis von (nicht-)zufälligen und nicht repräsentativen Zufallsauswahlen beruht, wurden keine zusammenfassenden Maßzahlen oder vertiefende statistische (Meta-)Analysen über die Veröffentlichungsdaten kalkuliert. Für die Darstellung der Literaturübersicht sind die Autoren dem PRISMA Statement zur Berichterstattung über systematische Reviews gefolgt (Liberati et al., 2009).

Ergebnisse und Diskussion

Erweiterte systematische Literaturübersicht

Nach der systematischen Recherche konnten nach Ausschluss irrelevanter und doppelter Literaturstellen für die Identifikation von Equiden 35 Volltexte zusammengestellt werden, die Angaben zur Transponder- und Heißbrandmethode enthielten (Tab. 1). Die Suche in verschiedenen Literaturdatenbanken war vorteilhaft gegenüber einer Suche in einer einzelnen Datenbank, jedoch kann geschlussfolgert werden, dass die gleichzeitige Suche in „CAB Abstract“ und „Web of Knowledge“ nicht notwendig war, um zusätzliche relevante Literaturstellen für dieses Thema zu identifizieren. Von weitergehenden Analysen einzelner Studien für Hinweise auf Verzerrungen (Bias) oder den Einfluss von Publication Bias (Dohoo et al., 2012) wurde abgesehen, da die einzelnen Studienergebnisse nur beschreibend ausgewertet wurden und nicht im Rahmen einer Meta-Analyse oder Ähnlichem zusammengefasst wurden.

Weitere Literaturstellen konnten mithilfe der ergänzenden Literatursuche (Horsley et al., 2011; Wright et al., 2014) in den Referenzlisten von Veröffentlichungen identifiziert werden, sodass schließlich 139 Texte vorlagen, die grundsätzlich Informationen über die Identifizierung mittels Transponder- und Heißbrandmethode lieferten. Ein Grund für die Vielzahl der durch diese Methode gefundenen Literatur liegt darin, dass die Suche in den Referenzlisten nicht tierartlich beschränkt war und auch nicht bibliografisch erfasste Dissertationen, Diplomarbeiten, etc. eingeschlossen werden konnten. Angaben zur Lesbarkeit von Transpondern und Brandzeichen wurden jedoch ausschließlich auf Equiden bezogen berücksichtigt.

Sicherheit der Identifikation mittels Transponder und Heißbrand

Während in Studien zur Identifizierbarkeit von Equiden mittels Transponder zwischen 0 und 15 % nicht lesbare Transponder aufgefunden wurden (MW = 3 %; Median = 0,07 %; Tab. 2), lag bei den Studien zur Identifizierbarkeit mittels Heißbrand der Anteil nicht lesbarer Verbandsbrände zwischen 11 % und 22 %, der nicht lesbaren kompletten Nummernbrände zwischen 13 % und 100 % (MW = 43 %; Median = 47 %) sowie der nicht lesbaren einzelnen Ziffern von Nummernbränden zwischen 8 % und 63 % (MW = 33 %; Median = 33 %; Tab. 4). Gerade die Studien an Transpondern der neueren Generation deuten auf eine verlustfreie Kennzeichnung bei korrekter Applikation der Transponder hin (Wulf et al., 2013a). Dagegen wurde zur Lesbarkeit von Heiß-

bränden eine unzureichende Lesbarkeit insbesondere bei den Nummernbränden aufgezeigt (Meyer, 1997). Dies wurde selbst in Studien neueren Datums bestätigt (Aurich et al., 2013). Gerade bei der Kombination aus Verbands- und (zweistelligen) Nummernbränden wurde auch eine geringe Wiederholbarkeit der korrekten Ableseung durch drei ablesende Personen festgesellt (38,9 %, n = 95; Aurich et al., 2013). Dies zeigt den Vorteil einer sicheren Identifikation mittels Transponder im Vergleich zum Heißbrand auf.

Einflüsse auf die Identifikation von Equiden mittels Transpondern

Der Transponder wird zwischen Genick und Widerrist in der Mitte des Halses im Bereich des Nackenbands in Muskelgewebe injiziert. Dazu wird ein Applikator mit Kanüle verwendet, der den Transponder beinhaltet. Der Transponder wird beim Abdrücken des Applikators ins Gewebe geschoben (Schmitt und Katona, 1994; Ferencz, 2005). Ein weiterer Applikationsort ist der Ohrgrund, der jedoch bei Equiden keine Rolle spielt und daher im Folgenden nicht explizit berücksichtigt wird. Da verschiedene Faktoren die eindeutige Identifizierung eines Equiden durch einen Transponder (Mikrochip) beeinflussen, werden die Faktoren gruppiert dargestellt.

Der Transponder

Es bestehen Unterschiede zwischen verschiedenen Transpondermodellen bezüglich der Identifikationswahrscheinlichkeiten, sowohl bei Rindern (Sutterluety et al., 1998) als auch bei Pferden (Wulf et al., 2013a). Zur Kennzeichnung von Pferden sind Transponder zu verwenden, die der ISO-Norm 11784 entsprechen und mit einem der ISO-Norm 11785 entsprechenden Lesegerät abgelesen werden können (Lesereichweite von mindestens 12 cm; VO 504/2008/EG Art.2 Abs. 2, 2008). Durch die ISO-Norm 11784 ist die 15-stellige Code-Struktur der Transpondernummern seit 1996 standardisiert festgelegt (Hünsele, 1994; Schwalm und Georg, 2011).

Das früher zur Ummantelung verwendete Material, Bioglas, ist zwar gewebeverträglich (Behlert, 1990; Geisel et al., 1998; Mader et al., 2002), kann jedoch zerbrechen und durch eindringendes Gewebswasser zur Zerstörung

TABELLE 3: Erfahrungen mit der Migration von Transpondern basierend auf einer systematischen Literatursuche zur Identifikation von Equiden mittels Transponder und Heißbrand

Referenz	Tierart	Anzahl untersuchter Tiere	Migrierte Transponder > 3cm
Gabel et al. (1987) ^{1,2}	Pferd	67	nein
Knowles, 1990 (persönl. Mitteilung zitiert in Arndt und Wiedemann, 1991)	Pferd	100	nein
Maher (1991) ¹	Pferd (Stuten)	50	nein
Koneremann (1994)	Pferd	10 ²	nein
	Pferd	27 ³	nein
Stein et al. (2003)	Pferd, Esel, Maultier	53	nein
Gerber et al. (2012) ¹	Pferd	7	nein
Wulf et al. (2013b)	Pferd (Stuten)	40	nein

1 = Überprüfung der Migration mittels röntgenologischer Untersuchung

2 = verschiedene Rassen und Altersgruppen

3 = Traber (Stuten, Jährlinge)

TABELLE 4: Erfahrungen mit der Lesbarkeit von Brandzeichen basierend auf einer systematischen Literatursuche zur Identifikation von Equiden mittels Transponder und Heißbrand

Referenz	Anzahl untersuchter Brandzeichen	Art des Brandes (NB ¹ , VB ²)	Spezifikation des Brandes und der Pferde	Ergebnisse einzelner Versuchspersonen								
				Kompletter Brand nicht lesbar in % (n = Anzahl)				Einzelne Ziffern von NB nicht lesbar				
				Beurt. 1	2	3	4	Beurt. 1	2	3	4	
Blobel (1992)	950	NB		52,6 (n = 500) ³	-	-	-	-	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Meyer (1997) – Erhebung in Schwaiganger, 1995	17	NB	4 Pfd. 2-stelliger NB, 13 Pfd. 3-stelliger NB, 47 Ziffern, Stuten	53 (n = 9)	47 (n = 8)	29 (n = 5)	-	23 (n = 11)	21 (n = 10)	13 (n = 7)	-	-
Meyer (1997) – Erhebung in Würselen, 1995	49	VB	Wettkampf, adulte Pferde	22 (n = 11)	18 (n = 9)	18 (n = 9)	12 (n = 6)	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
	57	NB	34 2-stellige, 23 3-stellige NB, 137 Ziffern	75 (n = 43)	74 (n = 42)	70 (n = 40)	67 (n = 38)	63 (n = 86)	60 (n = 82)	59 (n = 81)	57 (n = 78)	-
Meyer (1997) – Erhebung in Aachen, 1995	65	NB	Stutenschau, 2-stellige NB, 130 Ziffern	66 (n = 43)	63 (n = 41)	52 (n = 34)	51 (n = 33)	50 (n = 65)	42 (n = 55)	40 (n = 52)	36 (n = 47)	-
Meyer (1997) – Erhebung in Lewitz, 1996	112	NB	Zuchstuten, an Brandstelle geschoren, 106 2-stellige, 6 3-stellige NB, 230 Ziffern	41 (n = 46)	29 (n = 33)	28 (n = 31)	-	25 (n = 58)	15 (n = 35)	14 (n = 32)	-	-
Meyer (1997) – Erhebung in Schwaiganger, 1997	53	NB	Jährlinge, an Brandstelle geschoren, 23 1-stellige ⁴ , 15 2-stellige, 15 3-stellige NB, 98 Ziffern	13 (n = 7)	15 (n = 8)	13 (n = 7)	-	9 (n = 9)	8 (n=8)	8 (n=8)	-	-
Meyer (1997) – Erhebung in Marbach, 1997	6	NB	2-Jährige, 2-stellige NB, 12 Ziffern	50 (n = 3)	50 (n = 3)	100 (n = 6)	-	33 (n = 4)	33 (n = 4)	58 (n = 7)	-	-
Voigt (1998)	76	VB		20 (n = 15)	-	-	-	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Aurich et al. (2013)	248	VB	Im Wettkampf, adulte Pferde,	11 (n = 28)	11 (n=28)	12 (n = 29)	-	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
	244	NB	2-stelliger NB	46 (n = 113)	53 (n = 130)	46 (n = 113)	-	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Aurich et al. (2013)	28	VB	Postmortale Untersuchung, junge und adulte Pferde	79 (n = 22)	-	-	-	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
	28	NB		32 (n = 9)	-	-	-	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Pollmann (2013)	31	NB + VB; 2-stelliger NB	Jährlinge, fotografische Beurteilung	48 (n = 15)	-	-	-	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.

1 = Nummernbrand, 2 = Verbandsbrand, 3 = davon 250 mit dazugehörigen Papieren lesbar, 4 = letzte Ziffer wurde nicht beurteilt, da bei allen „6“, n. b. = nicht beurteilt

des Mikrochips führen (Koneremann, 1994). Bei neueren Transpondern sind daher die Komponenten in eine massive Kapsel aus einem medizinisch geprüften Biopolymer (z. B. PTFE) eingeschlossen, die leicht, gewebeverträglich und nahezu unzerbrechlich ist (Bartz, 2010).

Neben dem Material wird die Gewebeverträglichkeit auch der Größe der Transponder zugeschrieben (Behlert und Willms, 1992). Transponder stehen in verschiedenen Größen zur Verfügung. Konventionelle Transponder sind 11,4 x 2,2 mm groß, wobei mittlerweile auch Transponder mit einer Größe von 10,9 x 1,6 mm verfügbar sind (Meyer, 1998; Meyer, 2000; Wulf et al., 2013a). Aufgrund der Ergebnisse der diesbezüglichen Studien ist davon auszugehen, dass kleinere Transponder besser geeignet sind, da sie gewebeverträglicher sind und es unwahrscheinlicher ist, dass sie beschädigt werden.

Während früher die Größe der Transponder positiv korreliert war mit der Erkennungsreichweite (Artmann, 1994), bringt mittlerweile auch bei kleinen Transpondern eine Erkennungsreichweite von bis zu 25 cm auf der ipsi- sowie kontralateralen Ableseseite verlässliche Ergebnisse (Wulf et al., 2013b).

Aufgrund der Ausfallrate insbesondere von größeren Transpondern nach der Implantation bei Junggrindern schlussfolgern Sutterluety et al. (1998), dass weniger die Größe des Transponders als vielmehr der fehlende Schutz des Transponders durch umgebendes Gewebe der Grund für Ausfälle sein kann. Da bei Equiden, anders als bei Rindern oder Schweinen, die Applikation in Muskelgewebe erfolgt, kann aus dieser Studie übertragen auf Equiden geschlossen werden, dass die Applikation bei Fohlen nicht allzu früh erfolgen sollte, damit ausreichend schützendes Muskelgewebe ausgebildet ist. Bei der Recherche für diese Literaturübersicht fanden sich keine Hinweise auf Transponder mit einer Kunststoffummantelung, die infolge von Materialschäden nicht ablesbar waren.

Die Lebensdauer von Transpondern bei Pferden wird auf 30–50 Jahre geschätzt (Bartz, 1999; Voigt, 1998), da sie weder Verschleißteile noch eine eigene Energiequelle enthalten, durch welche die Lebensdauer begrenzt werden könnte. Mit einem Defekt aufgrund von Verschleiß während des Lebens eines Pferdes ist daher nicht zu rechnen (Behlert, 1990; Ferencz, 2005).

Die Applikation

Schmitt und Katona (1994) nehmen an, dass Nicht-Lesbarkeit von Transpondern direkt nach der Applikation auf defekte Mikrochips zurückzuführen sein kann. Durch Überprüfung der Transponder auf Funktionstüchtigkeit vor der Implantation wird ein Einsetzen defekter Transponder vermieden (Dorn, 1987; Ferencz, 2005; Schmitt und Katona, 1994; Wendl, 1990). Grundsätzlich kann eine fehlerhafte Implantation Komplikationen und Verluste bedingen (Gerber et al., 2012; Jong, 1990; Weiler und Meyer, 1999). Durch die falsche Handhabung des Applikators kann weiterhin der Transponder bereits vor der Implantation aus dem Applikator rutschen oder nach der Implantation nicht im Tier verbleiben (Arndt und Wiedemann, 1991; Ferencz, 2005; Pirkelmann und Kern, 1994).

Obwohl es Applikatorenmodelle zur Mehrfachanwendung gibt, werden überwiegend solche zur Einfachanwendung angeboten. Durch Kanülen mit geschärfter Spitze wird das Einstechen erleichtert, der Kanülenkörper verdrängt das Gewebe und die Einstichstelle ist nach dem Herausziehen der Kanüle wieder abgedeckt und kann schneller verheilen (Lambooi, 1990; Pirkelmann und Kern, 1994). Da die Länge der Kanülen zusammen mit dem Einstichwinkel Auswirkungen auf die Lage des Transponders im Gewebe hat und damit auch auf die Ausrichtung des Lesegerätes bei der Identifizierung (Meyer, 1998), wurden Applikatoren gefertigt, die zusammen mit zwei Zusatzaufsätzen geliefert werden, um verschiedene Eindringtiefen zu ermöglichen (Dorn, 1987). Weiler und Meyer (1999) berichten, dass bei der Implantation von Transpondern in sechs verendete Pferde in einem Fall der Kunststoffstift eines Applikators abbrach und so unbemerkt in den Stichkanal gelangte, wobei der Transponder dennoch ablesbar war. Laut Weiler und Meyer (1999) ist es möglich, dass dieses in der Vergangenheit bereits mehrfach geschehen ist, ohne dass es zu Folgen kam.

Bezüglich der Einstichtiefe (Gabel et al., 1987; Konermann, 1994; Schmitt und Katona, 1994; Weiler und Meyer, 1999) und des Einstichwinkels (Dorn, 1987; Frisch, 1998; Voigt, 1998; Weiler und Meyer, 1999; Wendl et al., 1998) gibt es verschiedene Empfehlungen aus dem Bereich der Rinder- und Pferdekennzeichnung, da die Lage des Transponders die Ablesefähigkeit beeinflussen kann. Da Equiden jedoch mit einem Handlesegerät gescannt werden, kann geschlossen werden, dass weder die Einstichtiefe noch der Einstichwinkel bei korrektem Scannen einen relevanten Einfluss auf die Identifikation haben.

Beim Einstechen der Nadel sollte die Kanüle nicht in die Haut gestoßen, sondern mit steigendem Druck in die Haut gedrückt und dann in voller Länge ins Gewebe geschoben werden (Dorn, 1987). Dabei kann leichter Fingerdruck an der gewünschten Implantationsstelle dem Pferd die Vorbereitung auf die Implantation signalisieren und Abwehrbewegungen mildern bzw. verhindern (Gabel et al., 1987; Schmitt und Katona, 1994). Durch die Bildung einer Hautfalte sowie durch die Kompression der Einstichstelle wird der Stichkanal nach der Implantation mit Gewebe verschlossen und ein Herausrutschen des Transponders aus dem Stichkanal vermieden (Arndt und Wiedemann, 1991; Frisch, 1998; Gabel et al., 1988; Gabel et al., 1987; Lütjens, 1994; Pirkelmann und Kern, 1994; Voigt, 1998).

Die Implantation des Transponders ist unter aseptischen Bedingungen möglichst an einer geschorenen und gegebenenfalls rasierten Körperstelle vorzunehmen

(VO 504/2008/EG, 2008, Art. 11 Abs. 2; Dorn, 1987; Ferencz, 2005; Gabel et al., 1987; Gerber et al., 2012; Gruys et al., 1993; Konermann, 1994; Lambooi et al., 1995; Voigt, 1998; Wendl et al., 1998), um Sekundärinfektionen, Abszesse und einen Verlust des Transponders über abgehende Abszessflüssigkeit zu vermeiden. Es wird beschrieben, dass Komplikationen dieser Art sehr selten sind und in der Folge heftiger Abwehrbewegungen auftreten können (Schmitt und Katona, 1994; Sutterluety et al., 1998). Eine lokalanästhetische Vorbehandlung der Injektionsstelle zur Vermeidung von Schmerz, Erschrecken, Angst und Abwehrbewegungen kann vorgenommen werden, ist aber nicht gesetzlich vorgeschrieben (TierSchG, 2014, § 5 Abs. 3). Weiterhin wird die Gefahr für Nachblutungen durch eine Lokalanästhesie geringfügig erhöht (Meyer, 1998; Schmitt und Katona, 1994). Die Implantation darf von einem Tierarzt, einer unter Aufsicht des Tierarztes stehenden Person oder einer sachkundigen Person einer anerkannten Züchtervereinigung oder internationalen Wettkampfgemeinschaft vorgenommen werden (ViehVerkV, 2011, § 44 Abs. 1). Es konnte gezeigt werden, dass die Anzahl der Transponderausfälle durch eine gute Schulung und Routine der durchführenden Personen gesenkt (Jansen et al., 1999; Niggemeyer, 1994; Wendl et al., 1998) und damit die Erkennungswahrscheinlichkeit gesteigert werden kann.

Da die Implantationstechnik also Auswirkungen auf den Verbleib des Transponders im Gewebe und auf mögliche Abwehrbewegungen des Tieres hat, ist abzuleiten, dass sie einen relevanten Einfluss auf die Identifikationswahrscheinlichkeit hat.

Das Pferd

Die Identifizierung muss vor dem 31. Dezember des Geburtsjahres bzw. innerhalb von sechs Monaten nach dem Geburtsdatum erfolgt sein (VO 504/2008/EG, Art. 5 Abs. 6). Der günstigste Implantationszeitpunkt hängt davon ab, inwieweit die Fohlen den Umgang mit Menschen gewöhnt sind. Als günstig hat sich ein Alter von vier bis sechs Monaten herausgestellt, da jüngere Fohlen im Allgemeinen sehr unruhig sind (Schmitt und Katona, 1994). Eine gute Fixierung des zu chippenden Tieres während des Implantationsvorganges gewährleistet die sichere Ablage des Transponders (Pirkelmann und Kern, 1994). Die Fixierung sollte an das Alter und Verhalten des Pferdes angepasst werden, und kann sich vom Anlegen eines Halfters, über die Fixierung durch zwei Personen an Kopf und Schweif bis zum Anlegen einer Nasenbremse erstrecken (Bartz, 2010; Dorn, 1987; Erber et al., 2012; Frisch, 1998; Gabel et al., 1987; Kaps, 2010; Konermann, 1994; Schmitt und Katona, 1994; Voigt, 1998). Jedoch deutet eine Studie daraufhin, dass das Verhalten des Pferdes während des Implantierens kaum Einfluss auf die spätere Ablesbarkeit des Transponders hat (Stein et al., 2003), sofern keine Wundheilungskomplikationen auftreten. Mögliche Abwehrbewegungen des Pferdes können vermindert werden, indem der Injektionsprozess möglichst kurz gehalten wird.

Haben die Fohlen wenig Umgang mit Menschen, mag zur leichteren Fixierung des Fohlens ein früherer Zeitpunkt vorzuziehen sein (Schmitt und Katona, 1994). Dies würde jedoch mit dem nicht ausreichend ausgebildeten Muskelgewebe zum Schutz des Transponders interferieren (Sutterluety et al., 1998). Aufgrund der Volumina der Gewebe des Pferdes im Vergleich zur

Transpondergröße wird vermutet, dass die Implantation die Funktionen des Organismus nicht beeinträchtigt (Weiler und Meyer, 1999). Angaben über mittel- oder langfristige Beeinträchtigungen von Pferden durch den Transponder wurden bei der Recherche für die vorliegende Arbeit nicht gefunden.

Laut Verordnung befindet sich die korrekte Injektionsstelle zwischen Genick und Widerrist in der Mitte des Halses im Bereich des Nackenbands. Eine Applikation erfolgt in den muskulösen Bereich des Halses (*M. rhomboideus*, *M. splenius [cervicis]*, *M. semispinalis capitis*; Weiler und Meyer, 1999). Es kommt zur Ausbildung einer Bindegewebskapsel um den Transponder, welche die Fixierung des Transponders bedingt (Koneremann, 1994). Alternative Stellen des Halses dürfen von der zuständigen Behörde genehmigt werden, sofern weder das Wohl des Tieres beeinträchtigt noch die Migrationswahrscheinlichkeit erhöht wird (VO 504/2008/EG Art. 11 Abs. 2, 2008). Die Standardisierung der Injektionsstelle durch ISO-Norm 15639 auch für Equiden ist bereits veranlasst worden und dürfte das Auffinden von implantierten Transpondern erleichtern (Hogeweif, 2011). Alternative Implantationsstellen wie das Ligamentum nuchae werden diskutiert (z. B. Ferencz, 2005; Frisch, 1998; Gabel et al., 1988; Koneremann, 1994). Für diese Implantationsstelle besteht eine höhere Migrationswahrscheinlichkeit als im Muskelgewebe und Komplikationen könnten funktionelle Störungen verursachen (Koneremann, 1994). Jedoch sprechen Implantationen in das Lig. nuchae bei etwa 150 000 Pferden in Italien, Frankreich, Belgien, Spanien, anderen europäischen Ländern sowie in den USA eher dafür, dass das Ligamentum nuchae eine unkomplizierte alternative Implantationsstelle sein kann (Koneremann, 1994; Meyer, 1998). Weiterhin ist die exakte Implantation bei Fohlen entweder in Muskulatur oder in das Ligamentum nuchae aufgrund der generell reduzierten Körperproportionen und der schwächer ausgebildeten Muskulatur ohnehin wesentlich schwieriger als bei adulten Pferden (Weiler und Meyer, 1999; Wissdorf et al., 2010). Aus den Ergebnissen zuvor genannter Studien kann abgeleitet werden, dass der Implantationsort (im Bereich des Halses) beim Equiden keinen relevanten Einfluss auf die Ablesbarkeit des Transponders nimmt.

Obwohl die Implantation sowohl auf der rechten als auch auf der linken Halsseite möglich ist, dürften die meisten Pferde mit der Annäherung des Menschen von links vertrauter sein. Da therapeutische Injektionen in der Regel an der linken Halsseite vorgenommen werden, sind Komplikationen durch ein Zusammentreffen von Transponder und Injektion möglich, allerdings nicht sehr wahrscheinlich. Daher werden Pferde im Traberverband auf der rechten Halsseite gechippt (Dorn, 1987; Ferencz, 2005; Meyer, 1998).

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass der Einfluss des Pferdes auf die Identifikationswahrscheinlichkeit eher gering ist, eine gute Wahl des Implantationszeitpunktes jedoch einen idealen Implantationsablauf und damit die spätere Identifikation positiv beeinflusst.

Das Scannen

Die Lesbarkeit von Transpondern hängt von der Ableseseite ab (Stein et al., 2003; Wulf et al., 2013b). Da die Körperseite, auf der der Transponder appliziert wurde, besser geeignet ist für eine Ablesung als die kontralaterale Seite, ist unter Umständen ein beidseitiges Scan-

nen notwendig. Des Weiteren ist der Abstand zwischen Mikrochip und Scanner, der zum Ablesen benötigt wird, abhängig vom Lesewinkel, der Baugröße des Transponders und äußeren Störquellen (Artmann, 1994; Mader et al., 2002; Sutterluety et al., 1998; Wendl et al., 1998). Daher sollte beim Ablesen in mehreren Ableserversuchen der Scanner etwas unterschiedlich zur Körperoberfläche des Tieres gehalten werden.

Die ISO-Norm 11785 regelt seit 1996 die Technik der Datenübertragung und damit auch die Frequenz der Transponder. Einige Scannermodelle sind in der Lage, neben den genormten auch Mikrochips mit Frequenzen, die nicht der ISO-Norm entsprechen, auszulesen, sodass auch ältere Transponder und praktisch alle ausländischen Transponder ausgelesen werden können (Bartz, 2010; Ferencz, 2005; Schwalm und Georg, 2011). Dennoch ist die Quote lesbarer Mikrochips abhängig vom gewählten Scannermodell (Stein et al., 2003; Wulf et al., 2013b). Daher sollte beim Scannen dasjenige Modell genutzt werden, von dem zum Zeitpunkt des Scannens der höchste Identifikationserfolg bekannt ist oder erwartet werden kann, um so die Identifikationswahrscheinlichkeit zu steigern.

Daraus kann abgeleitet werden, dass ein korrekt vorgenommener Scannvorgang positiven Einfluss auf die Identifikationswahrscheinlichkeit hat.

Resultierend aus der Forderung nach einer einheitlichen Datenbank für die Registrierung der Equiden (Ferencz, 2005; Meyer, 1998) steht mittlerweile in Deutschland eine zentrale Datenbank zu Verfügung, die seit März 2010 Bestandteil des Herkunftssicherungs- und Informationssystems für Tiere (HI-Tier, 2013) ist. Hier werden die Transponder- und die Registriernummer des Halters gespeichert (VO 504/2008/EG Art. 3 Abs. 3), sodass es beispielsweise bei Diebstahl möglich ist, ein Pferd über seine Transpondernummer zu identifizieren und seinem rechtmäßigen Besitzer zuzuordnen.

Die Migration

Als Migration werden Lageveränderungen mit mehr als 3 cm Abweichung von der Ursprungslage bezeichnet (Pirkelmann und Kern, 1994), wobei eine Migration von bis zu 5 cm (Gerber et al., 2012) vermutlich keine Auswirkungen auf die Gesundheit des Pferdes hätte, solange der Chip im Muskel oder der Sehne verbleibt. Bei korrekter Implantation ist jedoch eine Migration nahezu ausgeschlossen (Bartz, 2010).

Die Migration von Transpondern wurde in verschiedenen Studien an unterschiedlichen Tierarten, Applikationsorten und für verschiedene Ummantelungsmaterialien untersucht (z. B. Behlert und Willms, 1992; Gabel et al., 1987; Gerber et al., 2012; Kern, 1997; Koneremann, 1994; Mader et al., 2002; Pirkelmann und Kern, 1994; Stein et al., 2003). Jedoch konnte für Equiden bei einer Implantation am Hals und unter Verwendung von mit PTFE-Kunststoff ummantelten Transpondern keine Migration im oben genannten Sinne festgestellt werden (Tab. 3). Auch ist die Gefahr des Herausrutschens bei PTFE-Kunststoff ummantelten Transpondern aus dem Stichkanal verringert (Arndt und Wiedemann, 1991; Geisel et al., 1998; Pirkelmann und Kern, 1994). Es ist also davon auszugehen, dass die derzeit verwendeten Transponder eine ausreichend ortsstabile Lage haben, um die notwendige Lesereichweite und den Lesewinkel einzuhalten. Somit erscheint es derzeit unwahrscheinlich, dass eine etwaige Migration die Identifikation beeinflusst.

Die Manipulationsmöglichkeiten

Transponder werden als nahezu fälschungssicher eingeschätzt (Kühner, 1998; Wendl, 1990). Dabei ist selbst eine Veränderung des Codes durch Röntgenstrahlen, Magnetresonanztomografie oder andere physikalische Verfahren nicht möglich, ohne gleichzeitig die Gesundheit des Pferdes zu gefährden (Meyer, 1998; Bartz, 1999; Bartz, 2010). Artmann (1998) diskutiert jedoch die theoretische Möglichkeit, Transponderkopien zu erstellen, um diese mikrochirurgisch auszutauschen und damit die Identität des Pferdes zu ändern. Jedoch wird das Entfernen von einmal intramuskulär implantierten Transpondern gegenüber subkutan implantierten Transpondern von verschiedenen Autoren als sehr schwierig beschrieben, selbst wenn die Implantationsstellen genau bekannt waren (Behlert, 1989; Gabel et al., 1987; Konermann, 1994; Sutterluety et al., 1998; Ferencz, 2005). Zudem hätte dies eine sichtbare Narbenbildung zur Folge, die hinweisend auf ein vorangegangenes Entfernen des Transponders wäre.

Die einzig derzeit bekannte Möglichkeit einer Manipulation am lebenden Tier besteht in der Implantation eines zweiten Transponders, wobei es unterschiedliche Meinungen darüber gibt, ob und welche Mikrochips anschließend ablesbar sind (Ferencz, 2005; Kern, 1997; Schmitt und Katona, 1994; Weiler und Meyer, 1999). Somit kann eine Doppelkennzeichnung zwar Einfluss auf die Identifizierung des Equiden haben. Die zuständige Behörde bzw. der zuständige Zuchtverband kann jedoch durch vorheriges sorgfältiges Scannen mit verschiedenen Scannermodellen einer Doppelkennzeichnung vorbeugen (VO 504/2008/EG Art.10 Abs. 1; Schmitt und Katona, 1994).

Eine weitere grundsätzliche Manipulationsmöglichkeit besteht darin, den Transponder post-mortem zu entfernen und einem lebenden Tier zu implantieren (Lehmann, 1996). Zwar müssen Transponder bei Tod oder Schlachtung durch Einziehung, Vernichtung oder Entsorgung vor Ort vor späterem Missbrauch geschützt werden (VO 504/2008/EG Art.19 Abs. 1) und eine Kennzeichnung darf nicht ohne Genehmigung durchgeführt werden (ViehVerkV, 2011; § 44 Abs. 1 und 4), jedoch schützt dies nicht mit letztendlicher Sicherheit vor Handlungen, die gegen rechtliche Vorgaben verstoßen.

Einflüsse auf die Identifikation von Equiden mittels Heißbrand

Der Heißbrand wird mit einem erhitzten Brandeisen, welches senkrecht zur Fußbodenoberfläche gehalten wird, im Bereich des äußeren Hinterschenkels angebracht (Rasse- und Nummernbrand; Meyer, 1997). Es gibt weitere Applikationsstellen wie den Hals und die rechte Körperseite, welche jedoch keine Rolle mehr spielen und daher im Folgenden nicht explizit berücksichtigt werden. Da verschiedene Faktoren die eindeutige Identifizierung eines Equiden durch einen Heißbrand beeinflussen, werden die Faktoren gruppiert dargestellt.

Das Brandzeichen

Ein gleichmäßiges Aufbringen des Brandzeichens wird mit zunehmender Größe aufgrund der gewölbten Oberfläche des Hinterschenkels erschwert, wodurch auch die Lesbarkeit zunehmend verschlechtert wird (Pollmann, 2013). Weiterhin dürfen die Ziffern nicht zu

klein sein, da dies ein Verbrennen der Zwischenräume bewirken kann (Kather, 1980). Ein korrektes Brennen kann daher verbessert werden, indem die Fläche des Brandzeichens der Oberfläche des Hinterschenkels angepasst ist (Wolfenstine und Adams, 1970).

Obwohl eine anschließende Narbenbildung gewünscht ist, kann sie die Lesbarkeit beeinträchtigen (Kather, 1980). Dadurch entstehen zum Beispiel bei Verwendung von Brandflächen mit schmaler Andruckfläche tiefe Einschnitte in die Haut und dünne Narben, die vom Fell des Pferdes komplett überdeckt werden können und die Lesbarkeit verschlechtern (Black und Parr, 1929; Clark et al., 1971; Wolfenstine und Adams, 1970).

Weiterhin nehmen Bekanntheitsgrad und Gestaltung des Brandzeichens Einfluss auf seine korrekte Identifikation. So sind einfache Brandzeichen leichter zu identifizieren als komplizierte (Aurich et al., 2013; Clark et al., 1971). Daraus kann abgeleitet werden, dass Form und Größe des Brandzeichens einen relevanten Einfluss auf die Identifikation nehmen.

Die Applikation

Bezüglich der Einflüsse bei der Applikation auf die spätere Lesbarkeit des Brandzeichens besteht eine Interaktion zwischen Andruckdauer, Andruckstärke, Brennbeauftragten und Abwehrverhalten des Tieres (z. B. Zurückweichen; Kohls, 1994; Pollmann, 2013).

Zwar spielt die Andruckdauer für die Lesbarkeit der Brandzeichen eine deutlichere Rolle als die Andruckstärke (Pollmann, 2013), sodass lesbare Brände nach einer mittleren Andruckdauer von 0,68 bis 1 Sekunde erzeugt werden können (Kaps, 2010; Pollmann, 2013). Aber auch die Andruckstärke ist positiv korreliert mit der Lesbarkeit der Brandzeichen. Einerseits ist eine gewisse Intensität des Andrucks des Brenneisens erforderlich (im Mittel 7,65 kg; Pollmann, 2013), um ein deutliches und lesbares Brandzeichen zu erwirken. Andererseits führt zu starkes Brennen zwar zu lesbaren Brandzeichen, bedingt aber unnötig starke Verbrennungen (Clark et al., 1971; Meyer, 1997; Pollmann, 2013).

In der Literatur finden sich verschiedene Hinweise auf den Erhitzungsgrad des Brandzeichens. Während einerseits gefordert wird (z. B. Gründer et al., 1983; Kaps, 2010; Kather, 1980), das Brandeisen bis zur Rotglut zu erhitzen, erwidern andere, dass dies das Abbrennen der Haare und ein schlechtes Brandzeichen bewirkt (Wolfenstine und Adams, 1970). Daher geben einige Autoren an, dass ein optimales Brennergebnis durch eine ascheähnliche, bläulich-weiße Farbe des Eisens erreicht werden kann (Clark et al., 1971; Wolfenstine und Adams, 1970). In der Studie von Pollmann (2013) wurde die Temperatur des Brenneisens als Einzelfaktor nicht als entscheidend für die Lesbarkeit der Brandzeichen identifiziert, sofern sie im üblichen Bereich (600–700 °C) liegt; vielmehr wird hier die gemeinsame Wirkung von Eisentemperatur mit Andruckstärke und Andruckdauer herausgestellt. Auch besteht ein Zusammenhang mit der Größe des Brandzeichens, da das Brenneisen langsamer abkühlt je größer das Brandzeichen ist (Black und Parr, 1929).

Da der Hauptgewichtsanteil dem Handgriff gegenüber liegt, wird das Brandeisen durch die Schwerkraft nach unten gezogen. Eine Verbesserung des Brenn-

ergebnisses und damit der Lesbarkeit kann durch das Anbringen des Brandzeichens in einem Andruckwinkel senkrecht zur Fußbodenoberfläche bzw. im leicht stumpfen Winkel erreicht werden (Pollmann, 2013).

Brennbeauftragte können sich deutlich unterscheiden hinsichtlich der Andruckstärke (3,6–15,3 kg; Pollmann, 2013), der Temperatur des Eisens, der Andruckdauer und des Andruckwinkels beim Brennvorgang. Da diese Faktoren Auswirkungen auf die spätere Lesbarkeit der Brandzeichen haben, beeinflusst der Brennbeauftragte die spätere Identifikation der Pferde indirekt, aber relevant.

Obwohl Andruckdauer und -stärke zusammen mit dem Erhitzungsgrad des Brenneisens maßgeblich für die Lesbarkeit sind, lassen sich diese vom Brennbeauftragten nur schwer exakt kontrollieren. Daher wird es als kaum realisierbar angesehen, dass sich der Brennvorgang hinsichtlich der beeinflussenden Faktoren soweit optimieren und standardisieren lässt, dass die Anzahl vollständig lesbarer Brandzeichen relevant erhöht werden kann (Pollmann, 2013). Hieraus kann gefolgert werden, dass die mit der Applikation eines Brandes verbundenen Faktoren stark interagieren und einen relevanten Einfluss auf die spätere Identifikation nehmen.

Das Pferd

Hautdicke, Alter und Fell eines Pferdes haben Einfluss auf das Brennergebnis und interagieren hinsichtlich ihres Einflusses auf die spätere Lesbarkeit des Brandzeichens. Die Lesbarkeit der Brandzeichen verschlechtert sich mit zunehmendem Fohlenalter zum Brennzeitpunkt, da beim Brennen – so wird angenommen – die zunehmende Hautdicke älterer Fohlen nicht angemessen berücksichtigt wird sowie jüngere Fohlen (teilweise) zu stark gebrannt werden (mittlere Hautdicke: 4,94 mm, mittleres Alter: 117,5 Tage zum Brennzeitpunkt; Pollmann, 2013). Der optimale Brennzeitpunkt ist nach Pollmann (2013) ein Alter von drei Monaten oder älter, um ein tierschutzrelevantes zu starkes Brennen zu vermeiden. Die Lesbarkeit des Brandzeichens scheint nicht vom Alter der Tiere zum Zeitpunkt des Ablesens beeinflusst zu sein (Aurich et al., 2013).

Beim Brennvorgang wird das Brennergebnis durch nasses, feuchtes, langgewachsenes oder fettiges Fell verschlechtert. Dagegen haben das Scheren und Entfetten der Brandfläche einen positiven Einfluss (Clark et al., 1971; Gründer et al., 1983; Meyer, 1997; Wolfenstine und Adams, 1970).

Während ein Autor eine starke Fixation von Pferden mit Zwangsmaßnahmen beim Brennvorgang nicht für notwendig hält, da sie kaum Abwehrbewegungen während des Brennvorganges zeigen würden (Blobel, 1992), fordern andere Autoren aufgrund von starken Abwehrbewegungen, dass Fohlen beim Brennen von ein bis zwei Personen an Kopf, Hals und Schweif fixiert werden sollten (Kohls, 1994; Meyer, 1997; Pollmann, 2013). Eine Minderung der Abwehrbewegungen durch Schmerz- und Sensitivitätsausschaltung verspricht man sich von einer „Betäubung“. Diese wird ab dem 01. Januar 2019 für die Kennzeichnung von Pferden durch Schenkelbrand in Deutschland gesetzlich erforderlich (TierSchG, 2014, § 21 Abs. 1a). Jedoch ist im Gesetz nicht näher definiert, welche Art der Betäubung zu wählen ist (lokal/systemisch, mit/ohne anästhetischer Wirkung).

Es kann somit abgeleitet werden, dass das Pferd indirekt Einfluss auf die Identifikationswahrscheinlichkeit

nimmt, es aber eine Vielzahl von Methoden gibt, durch die dieser Einfluss vermindert werden kann.

Das Ablesen

Die Lesbarkeit eines Brandzeichens variiert mit dem Zustand des Fells im jahreszeitlichen Verlauf und im Zusammenhang mit dem fütterungsbedingten Zustand des Pferdes. Daher kann beim Ablesevorgang die Lesbarkeit der Brandzeichen durch verschiedene Methoden verbessert werden. Dazu gehören eine optimale Beleuchtung, möglichst bei Tageslicht und mit wenig Schatten, verschiedene Ableseblickwinkel und Positionen des Pferdes und das Anfeuchten, Scheren oder Rasieren der Brandstelle (Meyer, 1997).

Die Kenntnis der Brandnummer durch Fohlenschein oder Equidenpass wird auch genannt (Meyer, 1997), beeinflusst aber den unabhängigen Lesevorgang und kann zu Fehlinterpretationen des Brandes führen, so dass Manipulationsversuche eine Grundlage haben. Dennoch sollte nach einem unabhängigen Ablesen des Brandzeichens immer auch ein Abgleich mit dem im Equidenpass verzeichneten Signalement vorgenommen werden, um ein Pferd eindeutig zu identifizieren. Dies ist erforderlich, da bei einem zweistelligen Nummernbrand maximal 99 Kombinationsmöglichkeiten (01–99) möglich sind, wodurch innerhalb eines Jahres in einem Zuchtverband mehrere Fohlen mit demselben Nummernbrand gekennzeichnet werden können. Da bereits bei der Besamung der Nummernbrand mit der 15-stelligen Lebensnummer des Fohlens festgelegt wird und demnach Nummern von nicht geborenen Fohlen verfallen, werden Nummernkombinationen unterschiedlich häufig gebrannt. Die Anzahl identischer Nummernbrände ist zudem abhängig von der Größe des Verbands und der Anzahl der Deckstellen. Werden beispielsweise in einem Verband pro Jahr über 6000 Fohlen neu registriert, ist davon auszugehen, dass einige der Nummern deutlich über 60 Mal vergeben werden. Durch diese Struktur der Nummernvergabe ist es zudem möglich, dass in einem Jahr mehrere Fohlen eines Hengstes mit der gleichen Nummer gekennzeichnet werden. So erhielten beispielsweise im Jahr 2010 fünf Hannoveranerfohlen des Hengstes „Graf Top“ die Brandnummer 73 (Hannoveraner, 2013b). Ein zusätzlicher Abgleich mit dem Signalement ist gerade bei verwandten Tieren notwendig und hilfreich, um Betrugsversuchen bei der Identifizierung von Equiden vorzubeugen. Hierzu ist es jedoch notwendig, dass das Signalement in den Equidenpässen korrekt aufgenommen wurde, um die Identifikation optimal zu gewährleisten (Rebsamen et al., 2008).

Daraus folgt, dass der Erfolg des Ablesevorganges von verschiedenen Faktoren beeinflusst ist, jedoch bereits eine Anzahl von Maßnahmen bekannt und bewährt sind, um die Identifikationswahrscheinlichkeit zu steigern. Es ist aber zu bedenken, dass hiermit nur der Ablesevorgang optimiert werden kann. Eine suboptimale Kennzeichnung ist so nicht mehr beeinflussbar.

Die Manipulationsmöglichkeiten

Brandzeichen sind prinzipiell in einem gewissen Maß manipulierbar (Behlert, 1989; Behlert, 1990; Clark et al., 1971), indem durch Umbrennen die Form der Brandzeichen (insbesondere Nummernbrände) verändert werden kann. Dadurch wird die Identifikation stark beeinträchtigt bzw. verändert.

Schlussfolgerung

Im Rahmen der Literaturübersicht wurde die Identifikationswahrscheinlichkeit von Equiden mittels Transponder und Heißbrand zusammengestellt sowie zahlreiche Faktoren aufgezeigt, welche jene beeinflussen.

Studien zur Kennzeichnung von Equiden mittels Transponder deuten auf eine hohe Sicherheit des Verfahrens zur Identifizierung eines Equiden hin. Dies gilt insbesondere für Transponder der neuen Generation. Die Ablesbarkeit eines Transponders ist abhängig von zahlreichen Faktoren. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Transponder abgelesen werden kann, kann insbesondere durch einen korrekt durchgeführten Implantationsvorgang gesteigert werden. Eine Migration des Transponders im Zielgewebe am Hals ist unwahrscheinlich und würde das Auffinden mittels Scanner nicht beeinträchtigen. Zuverlässige Aussagen zur Haltbarkeit von Transpondern bei Pferden wurden in der Literatur nicht gefunden. Das Entfernen eines Transponders zu Manipulationszwecken ist kaum möglich. Manipulationsversuchen mittels Doppelkennzeichnung sollten die zuständige Behörde bzw. der zuständige Zuchtverband durch sorgfältiges Scannen vor der Applikation vorbeugen. Daraus folgt, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Identifikation bei dieser Kennzeichnungsmethode bereits sehr hoch ist. Jedoch hängt sie weiterhin vornehmlich von der Handhabung durch die ausführende Person ab. Für die zukünftige Nutzung lässt sich daher schließen, dass die Identifikationswahrscheinlichkeit durch intensive Schulungen zur Durchführung optimiert werden kann. Weiterhin sollten die am besten geeigneten Scannermodelle zum Einsatz kommen.

Studien zur Kennzeichnung von Equiden mittels Heißbrand zeigen im Vergleich zum Transponder eine deutlich niedrigere Identifikationswahrscheinlichkeit auf. Insbesondere der geringe Prozentsatz an korrekt erkannten Nummernbränden (einzelne Ziffern) stellt die Eignung dieser Kennzeichnungsmethode als verlässliches Instrument zur Identifikation von Equiden grundsätzlich infrage. Beim Anbringen von Brandzeichen sind ebenfalls zahlreiche Einflussfaktoren identifiziert worden. Diese Faktoren im Ablauf des Brennvorgangs sind kaum bis gar nicht standardisierbar, beeinflussen jedoch die spätere Lesbarkeit der Brandzeichen relevant. Die so geminderte Qualität der Kennzeichnung kann später selbst durch die Vielzahl von Methoden zur Verbesserung des Ablesevorgangs nicht ausgeglichen werden. Da die Einflüsse beim Brennvorgang nicht standardisierbar sind, kann eine Identifizierung mithilfe des Heißbrands nicht als ausreichend sicher angesehen werden. Zudem ist zu berücksichtigen, dass selbst ein lesbares Brandzeichen keine eindeutige Identifizierung bedeutet, sondern dass es immer in Kombination mit dem Signalement im begleitenden Equidenpass abgeglichen werden muss, da dieselbe (zweistellige) Nummernkombination in einem Jahrgang mehrfach vergeben wird.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen den Schluss zu, dass die Kennzeichnung von Equiden mittels Transponder mit einer deutlich höheren Wahrscheinlichkeit eine spätere Identifizierung zulässt als die Kennzeichnung mittels Heißbrand. Weiterhin kann nach Ansicht der Autoren aus den vorliegenden Studien nicht gefolgert werden, dass der Heißbrand als

zusätzliche Kennzeichnungsmethode die Identifikationswahrscheinlichkeit gegenüber der alleinigen Transpondermethode relevant steigern würde. Obwohl für beide Verfahren Faktoren identifiziert wurden, die die spätere Identifikation beeinflussen, kann abgeleitet werden, dass die Einflüsse auf die erfolgreiche Kennzeichnung mittels Transponder eher zu standardisieren und damit leichter zu kontrollieren sind als die Einflüsse auf die erfolgreiche Kennzeichnung mittels Heißbrand. Basierend auf den vorliegenden wissenschaftlichen Arbeiten lässt sich somit ableiten, dass von den hier untersuchten Verfahren zum derzeitigen Zeitpunkt die Kennzeichnung mittels Transponder am besten zur eindeutigen, fälschungssicheren und dauerhaften Kennzeichnung von Equiden geeignet ist.

Mit dieser systematischen Übersicht wurden die realisierte Identifizierbarkeit sowie Faktoren zusammengetragen, welche die Identifizierung beeinflussen. Hiermit konnte aufgezeigt werden, dass der Transponder für das eigentliche Ziel einer eindeutigen, fälschungssicheren und dauerhaften Kennzeichnung von Equiden deutlich besser geeignet ist als der Schenkelbrand. Es ist davon auszugehen, dass die Diskussion um die Belastung von Pferden durch verschiedene Kennzeichnungsmethoden in Deutschland weitergehen wird. Jedoch sollte aus Sicht der Autoren in zukünftigen Abwägungen über die zugelassenen Kennzeichnungsmethoden wieder mehr berücksichtigt werden, welche der Methoden die deutlich bessere Eignung hat. Da sich der Transponder deutlich besser eignet als der Schenkelbrand, hat sich eine Diskussion über eine Belastung von Pferden durch den Schenkelbrand erübrigt. Vielmehr sollte es zukünftig darum gehen, wie man unter Anwendung der hier dargestellten Techniken die Applikation eines Transponders möglichst standardisiert und belastungsarm gestalten kann. Eine Intensivierung der Aus- und Weiterbildung des applizierenden Personals (Brennbefugte wie auch Tierärzte) sowie eine regelmäßige Erneuerung der praktischen Fähigkeiten stehen hier aus Sicht der Autoren im Vordergrund.

Conflict of interest

Es bestehen keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder anderen persönlichen Interessen an einem Produkt, Service und/oder einer Firma, welche die in diesem Manuskript dargestellten Inhalte oder Meinungen beeinflussen könnten.

Literatur

- Arndt J, Wiedemann C (1991):** Zusammenfassung von Verträglichkeitsprüfungen mit Transpondern des elektronischen Markierungssystems INDEXEL. Kleintierprax 36: 381–389.
- Artmann R (1998):** Elektronische Kennzeichnungssysteme und ihre Weiterentwicklung. KTBL Arbeitspapier 258: 29–44.
- Artmann R (1994):** Technischer Stand und Entwicklungsmöglichkeiten des standardisierten Transponders KTBL Arbeitspapier 205: 17–35.
- Aurich JE, Wohlsein P, Wulf M, Nees M, Baumgartner W, Becker-Birck M, Aurich C (2013):** Readability of branding symbols in horses and histomorphological alterations at the branding site. Vet J 195: 344–349.

- Bartz J (1999):** Längst überfällig: Der endgültige Durchbruch für die elektronische Kennzeichnung. *Vet Impulse* 8. Jahrgang, Nr.17: 1–2.
- Bartz J (2010):** Unverwechselbare Identität – Transponderkennzeichnung beim Pferd. *Pferdefokus* 2. Jahrgang, Nr. 2: 34–36.
- Behlert O (1989):** Die Markierung von Zoo- und Haustieren mit dem elektronischen Markierungsverfahren EURO I.D. *Kleintierprax* 34: 477–479.
- Behlert O (1990):** Erfahrungen mit dem elektronischen Identifikationssystem EURO ID im Kölner Zoo. *Agrarinformatik* 20: 46–50.
- Behlert O, Willms N (1992):** Gewebsreaktionen auf implantierte Transponder eines elektronischen Markierungssystems. *Kleintierprax* 37: 51–52.
- Black WH, Parr VV (1929):** Dehorning, castrating, branding, and marking beef cattle. *Farmers' Bulletin* No. 1600. U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C.
- Blobel, K (1992):** Tierärztliches Gutachten für die Staatsanwaltschaft Offenburg zur Schmerzbelastung durch den Nummernbrand, 1–3.
- Bohnet W (2010):** Stellungnahme der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz e. V. (TVT) zur Kennzeichnung von Pferden (Equiden) mittels Heißbrand und/ oder Transponder. http://www.tierschutz-tvt.de/index.php?id=50&eID=tx_rtgfiles_download&tx_rtgfiles_pi1%5Buid%5D=167 (Accessed 05.03.2105)
- Clark RT, Baker AL, Whitmore GE (1971):** Beef cattle: dehorning, castrating, branding, and marking. U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C.
- Cochrane Collaboration (Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, 2013):** *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. <http://handbook.cochrane.org/> (Accessed 3.9.2013)
- Dohoo I, Martin W, Stryhn H (2012):** *Methods in Epidemiologic Research*. VER Inc, Charlottetown.
- Dorn HJ (1987):** The Euro I.D. System for identification of animals using microchips in transponders. *Tierärztl Umsch* 42: 978–981.
- Erber R, Wulf M, Becker-Birck M, Kaps S, Aurich JE, Mostl E, Aurich C (2012):** Physiological and behavioural responses of young horses to hot iron branding and microchip implantation. *Vet J* 191: 171–175.
- Ferencz T (2005):** Fragen zur Transponderkennzeichnung beim Pferd. *Prakt Tierarzt* 86: 36–40.
- FN – Deutsche Reiterliche Vereinigung e. V. (2013):** Brandzeichen erhalten. <http://www.pferd-aktuell.de/schenkelbrand/brandzeichen-erhalten> (accessed 02.09.2013).
- Frisch J (1998):** Aufgaben und Tätigkeiten der KTBL-Arbeitsgruppe „Logistik der Tieridentifikation“. *KTBL Arbeitspapier* 258: 22–28.
- Gabel AA, Knowles RC, Weisbrode SE (1988):** Horse identification: a field trial using an electronic identification system. *J Equine Vet Sci* 8: 172.
- Gabel AA, Weisbrode SE, Knowles RC (1987):** An electronic identification system for horses. *Mod Vet Pract* 68: 544–547.
- Geisel O, Klindtworth M, Wendl G, Schon H, Hermanns W (1998):** Histological findings around subcutaneously implanted transponders in cattle. *Tierärztl Umsch* 53: 192–200.
- Gerber MI, Swinker AM, Staniar WB, Werner JR, Jedrzejewski EA, Macrina AL (2012):** Health Factors Associated with Microchip Insertion in Horses. *J Equine Vet Sci* 32: 177–182.
- Gründer HD, Drothler G, Abelsgerlach I (1983):** Comparative Studies of Different Methods of Marking of Cattle with Special Reference to Freeze Branding and Hereby Caused Leather Damage. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 96: 438–444.
- Gruys E, Schakenraad JM, Kruit LK, Bolscher JM (1993):** Bio-compatibility of Glass-Encapsulated Electronic Chips (Transponders) Used for the Identification of Pigs. *Vet Rec* 133: 385–388.
- Hannoveraner – Hannoveraner Verband e. V. (2013a):** Satzung des Hannoveraner Verbandes e. V. http://www.hannoveraner.com/fileadmin/user_upload/pdf/Satzung-2012.pdf (accessed 07.09.2013).
- Hannoveraner – Hannoveraner Verband e. V. (2013b):** Liste von Graf-Top-Nachkommen. http://www.typo3.hannoveraner.com/fileadmin/user_upload/bilder/Zucht/G-Linie/Graf_Top_09_1.pdf (accessed 05.03.2015).
- HI-Tier – Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (2013):** Kennzeichnung und Registrierung von Equiden. <http://www.hi-tier.de/infoEQ.html> (Accessed 27.08.2013).
- HVT – Hauptverband für Traberzucht e. V. (2013):** Satzung und Ordnungen des HVT. [http://hvt.de/web/home.nsf/Download/TRO_01052013.pdf/\\$File/TRO_01052013.pdf](http://hvt.de/web/home.nsf/Download/TRO_01052013.pdf/$File/TRO_01052013.pdf) (accessed 17.09.2013).
- Hogeweif P (2011):** Elektronische Tierkennzeichnung- Standardisierung und technische Entwicklung. *KTBL Schrift* 490: 7–17.
- Holsteiner-Verband – Verband der Züchter des Holsteiner Pferdes e. V. (2012):** Satzung des Verbandes der Züchter des Holsteiner Pferdes e.V. http://holsteiner-verband.de/upload//Satzung_vollstndig_12_12_2012__2_.pdf (accessed 16.09.2013).
- Horsley T, Dingwall O, Sampson M (2011):** Checking reference lists to find additional studies for systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev* Mr000026.
- Hünseler H (1994):** Einführung. *KTBL Arbeitspapier* 205: 7–9.
- Jansen J, van Der Waerden J, Gwalter R, van Rooy S (1999):** Biological and migrational characteristics of transponders implanted into beagle dogs. *Vet Rec* 145: 329–333.
- Jong Hd (1990):** NEDAP Lifenummer Systems-Experiences with the new injection tool. *Agrarinformatik* 20: 38–42.
- Kaps S (2010):** Kennzeichnung von Fohlen mittels Mikrochip und Heißbrand- Meinungsanalyse bei Pferdezüchtern und Untersuchungen zur Belastung der Fohlen. *Wien, Veterinärmedizinische Universität Wien, B.Sc.*
- Kather LG (1980):** Methods for identification of horses and problems involved. *Tierzüchter* 32: 88–91.
- Kern CJ (1997):** Technische Leistungsfähigkeit und Nutzung von injizierbaren Transpondern in der Rinderhaltung. München, Technische Universität München, Fak. für Landwirtschaft und Gartenbau, Diss.
- Kohls S (1994):** Untersuchungen zur Objektivierung des Schmerzreizes beim Heißbrand von Pferden unter Berücksichtigung ethologischer und klinischer Merkmale. München, Ludwig-Maximilians-Universität München, Tierärztliche Fak., Diss.
- Koneremann H (1994):** Experiences with injected transponders in horse management. *KTBL Arbeitspapier* 205: 55–67.
- Kühner H (1998):** Schlusswort. *KTBL Arbeitspapier* 258: 101–102.
- Lambooj E (1990):** Das Injizieren eines Transponders in den Tierkörper zur Identifikation. *Agrarinformatik* 20: 18–22.

- Lamboolj E, Langeveld NG, Lammers GH, Huiskes JH (1995):** Electronic identification with injectable transponders in pig production: Results of a field trial on commercial farms and slaughterhouses concerning injectability and retrievability. *Vet Quart* 17: 118–123.
- Lehmann H (1996):** Critical aspects of marking protected reptiles and amphibians for legislative purpose. *Prakt Tierarzt* 77: 589–600.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D (2009):** The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol* 62: e1–e34.
- Lindegard C, Vaabengard D, Christophersen MT, Ekstom CT, Fjeldborg J (2009):** Evaluation of pain and inflammation associated with hot iron branding and microchip transponder injection in horses. *Am J Vet Res* 70: 840–847.
- Lütjens A (1994):** Ansätze zur Qualitätssicherung in der Schweinefleischproduktion. Selbstverl. des Inst. für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Univ., Diss.
- Mader C, Geisel O, Gerhards H, Hermanns W (2002):** Electronic identification of equine by implantation of transponders at the bottom of the ear. *BMTW* 115: 161–166.
- Maher KD (1991):** Implantable electronic identification, and update of global field trials and its application in animal disease control and eradication programs. *Proceedings Annual Meeting of the United States Animal Health Association* 95: 283–286.
- Meyer H (1998):** Electronic tagging of horses. *Pferdeheilkunde* 14: 439–449.
- Meyer H (1997):** Schmerz, Heißbrand und Transponder. FN-Verlag, Warendorf.
- Meyer H (2000):** Zur Implantation des Transponders beim Reitpferd. FN-Verlag, Warendorf.
- Niggemeyer H (1994):** Einsatzerfahrungen mit injizierbaren Transpondern in der Schweinehaltung. *KTBL Arbeitspapier* 205: 50–54.
- Oldenburger-Pferde – Verband der Züchter des Oldenburger Pferdes e. V. (2012):** Satzung des Verbands der Züchter des Oldenburger Pferdes e.V. http://oldenburger-pferde.net/upload/Zucht/Satzung_Stand_25_05_2012.doc (accessed 14.10.2013).
- Pferdestammbuch-SH – Pferdestammbuch Schleswig-Holstein/Hamburg e. V. (2007):** Satzung des Pferdestammbuchs Schleswig-Holstein/Hamburg e. V. http://www.pferdestammbuch-sh.de/uploads/Satzung_2007.pdf (accessed 28.08.2013).
- Pirkelmann H, Kern C (1994):** Einsatzerfahrungen mit injizierten Transpondern in der Rinderhaltung. *KTBL Arbeitspapier* 205: 36–49.
- Pollmann U (2013):** Data and facts to the identification marking by hot branding. *Tierarztl Umsch* 68: 180–185.
- Pollmann U (1998):** Identification of foals by implanting a transponder, as an alternative to branding. *Tierarztl Umsch* 53: 183–186.
- Rebsamen E, Montavon S, Hassig M, Furst A (2008):** Accuracy of identification of horses based on appearance. *Pferdeheilkunde* 24: 672–679.
- Schmitt A, Katona O (1994):** Experiences with electronic identification of animals in German trotting horses. *KTBL Arbeitspapier* 205: 89–93.
- Schwalm A, Georg H (2011):** Electronic animal identification – ISO-standards and current situation in Germany. *Landbauforsch Volk* 61: 283–288.
- Stein FJ, Geller SC, Carter JC (2003):** Evaluation of microchip migration in horses, donkeys, and mules. *J Am Vet Med Assoc* 223: 1316–1319.
- Sutterluety O, Hofer J, Baumgartner W, Windischbauer G, Alton K, Schmid E (1998):** Electronic identification cattle. *Tierarztl Umsch* 53: 186–191.
- TierSchG – Tierschutzgesetz (2014):** Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006. *BGBl. I* 1206, zuletzt geändert durch Art. 3 G v. 28.07.2014, *BGBl. S. I* 1308.
- ViehVerkV – Viehverkehrsverordnung (2011):** Verordnung zum Schutz gegen die Verschleppung von Tierseuchen im Viehverkehr. Fassung der Bekanntmachung vom 3. März 2010, *BGBl. I*, 203, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 88 vom 22. Dezember 2011, *BGBl. I*, 3044.
- VO 504/2008 – Verordnung (EG) Nr. 504/2008 (2008):** Fassung vom 6. Juni 2008 zur Umsetzung der Richtlinien 90/426/EWG und 90/427/EWG des Rates in Bezug auf Methoden zur Identifizierung von Equiden. *ABl. Nr. L* 149 vom 07.06.2008.
- Voigt G (1998):** Marking of horses. *DTW* 105: 112–113.
- Weiler H, Meyer H (1999):** Investigations on cervical transponder implantation in horses. *Pferdeheilkunde* 15: 24–37.
- Wendl G (1990):** Einsatz von injizierbaren Transpondern zur Tieridentifizierung in der Prozeßsteuerung bei Kälbern. *Agrarinformatik* 20: 23–29.
- Wendl G, Klindtworth M, Klindtworth K (1998):** Elektronische Kennzeichnungssysteme in der Rinderhaltung – Einsatz von injizierbaren Transpondern und Pansenboli. *KTBL Arbeitspapier* 258: 45–58.
- Wissdorf H, Gerhards H, Huskamp B, Deegen E (2010):** Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes. M. & H. Schaper, Hannover.
- Wolfenstine MR, Adams RF (1970):** The manual of brands and marks. Norman: University of Oklahoma Press
- Wright K, Golder S, Rodriguez-Lopez R (2014):** Citation searching: a systematic review case study of multiple risk behaviour interventions. *BMC Med Res Methodol* 14: 73.
- Wulf M, Aurich C, von Lewinski M, Mostl E, Aurich JE (2013a):** Reduced-size microchips for identification of horses: response to implantation and readability during a six-month period. *Vet Rec* 173 (18): 451–455.
- Wulf M, Wohlsein P, Aurich JE, Nees M, Baumgärtner W, Aurich C (2013b):** Readability and histological biocompatibility of microchip transponders in horses. *Vet J* 198: 103–108.

Korrespondenzadresse:

Dr. Amely Campe
 Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informationsverarbeitung
 Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
 Bünteweg 2
 30559 Hannover
amely.campe@tiho-hannover.de