

Aus dem Institut für Tieranatomie
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tieranatomie, insbesondere
Systematische und Topographisch-klinische Anatomie
Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. mult. H.-G. Liebich

Die Altersschätzung des Pferdes auf Grund morphologischer Veränderungen an den Zähnen

**- Eine Literaturstudie
mit einem Lernprogramm zur Zahnaltersschätzung -**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Dominique Possmann Dias
aus Agadir

München 2005

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle

Referent: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c.mult. H.-G. Liebich

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Dr. F. Sinowatz

Tag der Promotion: 15.Juli 2005

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Aufbau und Entwicklung des Pferdegebisses	2
2.1	Aufbau	2
2.1.1	Allgemeiner Aufbau	2
	<i>Anordnung der Zähne</i>	2
	<i>Zahnaufbau</i>	2
	<i>Zahnformel</i>	3
	<i>Zahnhalteapparat, Parodontium</i>	6
2.1.2	Spezieller Aufbau	8
	<i>Schmelz, Email, Enamelum dentis, Substantia adamantia</i>	8
	<i>Zahnbein, Dentin, Elfenbein, Substantia eburnea</i>	9
	<i>Zement, Cementum</i>	10
	<i>Zahnpulpa, Pulpa dentis</i>	10
2.1.3	Zahnarten	11
	<i>Schneidezähne, Dentes incisivi</i>	11
	<i>Hakenzähne, Dentes canini</i>	11
	<i>Backenzähne, Dentes praemolares und Dentes molares</i>	12
2.2	Zahnentwicklung und Zahnwechsel	14
2.2.1	Zahnbildung	14
	<i>Zahnleiste und Schmelzorgan</i>	14
	<i>Dentinbildung</i>	16
	<i>Schmelzbildung</i>	17
	<i>Wurzelbildung</i>	18
	<i>Zementbildung</i>	18
	<i>Zahnhalteapparat, Parodontium</i>	19
2.2.2	Durchbruch der Milchzähne und Bildung der Ersatzzähne	19

3	Die Zahnaltersschätzung des Pferdes	20
3.1	Historischer Überblick	20
3.2	Alterungsbedingte morphologische Veränderungen am Zahn	25
3.2.1	Alterungs- und Abriebprozesse am Zahn	25
3.2.2	Faktoren des Zahnabriebs	25
3.2.3	Einschränkungen für die Zahnaltersschätzung	26
3.2.4	Altersbedingte Veränderungen der Schneidezähne, Dentes incisivi	27
	<i>Aussehen und altersbedingte Veränderungen der Milchschnidezähne, Dentes incisivi decidui</i>	<i>27</i>
	<i>Durchbruch und Aussehen der bleibenden Schneidezähne, Dentes permanentes</i>	<i>27</i>
	<i>Kundenabrieb</i>	<i>27</i>
	<i>Die Kundenspur</i>	<i>28</i>
	<i>Die Kernspur, das Zahnsternchen</i>	<i>28</i>
	<i>Reibflächenform, Kauflächenform</i>	<i>29</i>
	<i>Zahnbogen, Zahnbogenform</i>	<i>30</i>
	<i>Schneidezahnwinkel</i>	<i>31</i>
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen</i>	<i>33</i>
	<i>Einbiss, Einschleiß</i>	<i>33</i>
3.2.5	Altersbedingte Veränderungen der Hakenzähne, Dentes canini	34
3.2.6	Altersbedingte Veränderungen der Backenzähne, Dentes praemolares und Dentes molares	35
3.3	Die allgemeine Zahnaltersschätzung	39
3.3.1	Zusammensetzung des Gebisses und Erscheinen der Zähne	39
3.3.2	Veränderungen an den Milchschnidezähnen	40
3.3.3	Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	43
3.3.4	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	47
	<i>Kundenabrieb</i>	<i>47</i>
	<i>Die Kundenspur</i>	<i>50</i>
	<i>Die Kernspur, das Zahnsternchen</i>	<i>51</i>
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	<i>52</i>
	<i>Einbiss, Einschleiß</i>	<i>55</i>
	<i>Galvayne-Rinne, Furche, -Zeichen</i>	<i>56</i>
	<i>Schneidezahnlänge</i>	<i>57</i>
	<i>Veränderung des Schneidezahnwinkels</i>	<i>58</i>
	<i>Veränderung des Schneidezahnbogens</i>	<i>59</i>

3.4	Die Zahnaltersschätzung beim Englischen Vollblutpferd	61
3.4.1	Erscheinen der Milchzähne	61
3.4.2	Veränderungen an den Milchschnaidezähnen	61
3.4.3	Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	62
3.4.4	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	63
	<i>Kundenabrieb und Kundenspur</i>	63
	<i>Kernspur, Zahnsternchen</i>	65
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	65
	<i>Einbiss, Einschleiß</i>	66
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen</i>	66
	<i>Veränderung des Schneidezahnwinkels</i>	66
	<i>Veränderung des Schneidezahnbogens</i>	66
3.5	Die Zahnaltersschätzung beim Araber	67
3.5.1	Erscheinen der Milchschnaidezähne	67
3.5.2	Veränderungen an den Milchschnaidezähnen	68
3.5.3	Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	68
3.5.4	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	69
	<i>Kundenabrieb</i>	69
	<i>Kundenspur</i>	69
	<i>Kernspur, Zahnsternchen</i>	70
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	70
	<i>Einbiss, Einschleiß</i>	72
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen</i>	72
	<i>Veränderung des Schneidezahnwinkels</i>	73
3.6	Die Zahnaltersschätzung beim Traber	74
3.6.1	Erscheinen der Milchschnaidezähne	74
3.6.2	Veränderungen an den Milchschnaidezähnen	74
3.6.3	Wechsel der Milchschnaidezähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	75
3.6.4	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	75
	<i>Kundenabrieb</i>	75
	<i>Kundenspur</i>	76
	<i>Kernspur, Zahnsternchen</i>	76
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	76
	<i>Einbiss, Einschleiß</i>	77
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen</i>	77
	<i>Veränderung des Schneidezahnbogens</i>	77

3.7	Die Zahnaltersschätzung beim Kaltblutpferd	79
3.7.1	Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	79
3.7.2	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	79
	<i>Kundenabrieb</i>	79
	<i>Kundenspur</i>	79
	<i>Kernspur, Zahnsternchen</i>	80
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	80
	<i>Einbiss, Einschliff</i>	80
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen</i>	81
3.8	Die Zahnaltersschätzung beim Kleinpferd und Pony	82
3.8.1	Erscheinen der Zähne	82
3.8.2	Veränderungen an den Milchschnidezähnen	83
3.8.3	Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	83
3.8.4	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	83
	<i>Kundenabrieb</i>	83
	<i>Kundenspur</i>	84
	<i>Kernspur, Zahnsternchen</i>	84
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	84
	<i>Einbiss, Einschliff</i>	85
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen</i>	85
	<i>Veränderung des Schneidezahnwinkels</i>	85
	<i>Veränderung des Schneidezahnbogens</i>	85
3.9	Die Zahnaltersschätzung beim Przewalski Pferd	86
3.9.1	Erscheinen der Zähne	86
3.9.2	Veränderungen an den Milchschnidezähnen	86
3.9.3	Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	86
3.9.4	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	87
	<i>Kundenabrieb</i>	87
	<i>Kundenspur</i>	87
	<i>Kernspur, Zahnsternchen</i>	87
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	87
	<i>Einbiss, Einschliff</i>	87
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen</i>	88
	<i>Veränderung des Schneidezahnwinkels</i>	88
	<i>Veränderung des Schneidezahnbogens</i>	88

3.10	Die Zahnaltersschätzung beim Esel	89
3.10.1	Erscheinen der Milchzähne, Dentis decidui	89
3.10.2	Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne	89
3.10.3	Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen	90
	<i>Kundenabrieb</i>	90
	<i>Kundenspur</i>	90
	<i>Kernspur, Zahnsternchen</i>	90
	<i>Veränderung der Reibflächenform</i>	91
	<i>Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen und Einbiss, Einschliff</i>	91
	<i>Veränderung des Schneidezahnwinkels</i>	91
4	Diskussion	92
4.1	Durchbruch und Wechsel der Zähne	92
4.2	Kundenabrieb	94
4.3	Schneidezahnwinkel und Schneidezahnbogen	96
4.4	Galvayne-Rinne	97
4.5	Einbiss, Einschliff	97
5	Zusammenfassung	99
6	Summary	101
7	Abbildungsverzeichnis	103
8	Tabellenverzeichnis	104
9	Literaturverzeichnis	106

Anhang: Lern-CD

Abkürzungsverzeichnis

AAEP	American Association of Equine Practicioners
Abb.	Abbildung
C	Dens caninus
I1	erster Dens incisivus
I2	zweiter Dens incisivus
I3	dritter Dens incisivus
J	Jahr
Kap.	Kapitel
Tab.	Tabelle
k.A.	keine Angabe
M	Monat
M1	erster Dens molaris
M2	zweiter Dens molaris
M3	dritter Dens molaris
Ok	Oberkiefer
P1	erster Dens praemolaris
P2	zweiter Dens praemolaris
P3	dritter Dens praemolaris
P3	vierter Dens praemolaris
T	Tag
Uk	Unterkiefer
W	Woche

1 Einleitung

Das Alter eines Pferdes ist ein wichtiges Kennzeichen. Es trägt einen wesentlichen Beitrag zur Identifikation eines Tieres bei und kann entscheidende Informationen zur Beurteilung des Gebrauchswertes für den Zucht- oder Sporteinsatz sowie für therapeutische und prognostische Überlegungen liefern.

Ist das exakte Alter nicht zu ermitteln, so stellt die Zahnaltersschätzung derzeit die Methode der Wahl zur Altersschätzung dar. Sie beruht auf der Beobachtung, daß neben Durchbruch und Wechsel der Zähne, im Laufe der Zahnabnutzung charakteristische morphologische Veränderungen auftreten.

Aus schriftlichen Überlieferungen geht hervor, dass bereits 600 v. Chr. die Chinesen sowie die Griechen in der Antike diese Erkenntnis nutzten. Über die Jahrhunderte beschäftigten sich zahlreiche Wissenschaftler mit der Zahnaltersschätzung. In jüngerer Zeit wurden vor allem rassetypische Unterschiede in der Abnutzung der Zähne untersucht.

Ziel dieser Arbeit ist die zugängliche Literatur zur Zahnaltersschätzung seit dem Erscheinen des Werks von Professor PESSINA (1810), der im Wesentlichen als der Begründer der heutigen Zahnalterslehre angesehen wird, in einer Arbeit zusammenzufassen. Den rasseunabhängigen Untersuchungen sollen die Ergebnisse der rassespezifischen Untersuchungen verschiedener Autoren gegenübergestellt werden.

Eine wichtige Grundlage für die Zahnaltersschätzung ist das Wissen über den Aufbau und die Entwicklung der Pferde Zähne. Beide Themen werden deshalb in Kapitel 2 in komprimierter Form dargestellt.

Als Ergänzung der vorliegenden Arbeit wurde ein Lernprogramm erstellt, welches auf einer CD-ROM der Dissertationsschrift beiliegt. Es soll Studierenden der Tiermedizin und praktischen Tierärzten sowie Interessierten aus dem Pferdesport das grundlegende Wissen über die Zahnaltersschätzung beim Pferd vermitteln.

2 Aufbau und Entwicklung des Pferdegebisses

2.1 Aufbau

2.1.1 Allgemeiner Aufbau

Anordnung der Zähne

Am Pferdegebiss werden vier Zahntypen unterschieden (heterodonte Gebissform) (BUSCHER, 1991). Rostral liegen die Schneidezähne, *Dentes incisivi*, welchen kaudal die Hakenzähne, *Dentes canini* sowie die vorderen Backenzähne, *Dentes praemolares* und die hinteren Backenzähne, *Dentes molares* folgen. Zusammen formen sie den Zahnbogen, der im Oberkiefer als *Arcus dentalis superior* und im Unterkiefer *Arcus dentalis inferior* bezeichnet wird. Dabei wiederholen sich in Anordnung und Anzahl die Zahntypen spiegelbildlich in jeder Hälfte des Zahnbogens. Aus diesem Grund werden bei Beschreibungen nur die Zähne einer Zahnbogenhälfte angegeben.

Im vorderen Teil des *Arcus dentalis* sind die 3 *Dentes incisivi* ausgebildet, die mit ihren Zahnwurzeln im Unterkiefer, der *Mandibula*, und im Zwischenkieferbein, dem *Os incisivum*, des Oberkiefers verankert sind. Sie werden rostral beginnend als Zangen- Mittel- und Eckschneidezähne benannt.

Den Eckschneidezähnen schließt sich ein zahnfreier Bereich die Lade, *Diastema*, an.

Bei männlichen Tieren wird diese Lücke regelmäßig durch den Hakenzahn, *Dens caninus* unterbrochen. Der Abstand zwischen Eckschneidezähnen und Hakenzahn im Unterkiefer ist deutlich kürzer als im Oberkiefer. Bei Stuten treten die *Dentes canini*, abhängig von der Rasse nur bei etwa ein Viertel der weiblichen Tiere auf (DIXON, 2000). Sie sind nur im Ober- oder Unterkiefer angelegt und bleiben meist von Zahnfleisch bedeckt. Im Anschluss an das *Diastema* folgen 3 vordere Backenzähne, *Dentes praemolares*, und 3 hintere Backenzähne, *Dentes molares* (THOMÉ, 2004).

Der so genannte Lücken- bzw. Wolfszahn kann den Backenzähnen ein- oder beidseitig vorgelagert sein. Er ist häufiger bei den männlichen als bei den weiblichen Pferden anzutreffen (DIXON, 2000). Es handelt sich dabei wahrscheinlich um den rudimentären ersten *Dens praemolaris* (HABERMEHL, 1975).

Zahnaufbau

Jeder Zahn setzt sich aus Zahnkrone, *Corona dentis*, Zahnhals, *Cervix* oder *Collum dentis*, und Zahnwurzel, *Radix dentis*, zusammen. Die Zahnkrone ist der von Schmelz überzogene Anteil des Zahnes. Ein Teil der Krone ist der sichtbare, aus dem Zahnfleisch ragende Zahn, *Corona clinica* (WISSDORF et al., 2002), der andere Teil liegt unsichtbar von Zahnfleisch überdeckt im Zahnfach, (Reservekrone, Ersatzkrone) (DIXON, 2000). Das Pferd hat, mit Ausnahme der *Dentes canini*, hypselodonte Zähne, bei denen die Zahnkrone im Vergleich zur Wurzel lang ist und größtenteils innerhalb des Zahnfachs liegt (BUSCHER, 1991; THOMÉ, 2004). Zahnkrone und -wurzel werden

voneinander durch den Zahnhals getrennt, welcher jedoch in Form einer erkennbaren Taillierung des Zahnes nur bei den Milchschnidezähnen des Pferdes zu differenzieren ist (LOWDER und MUELLER, 1998; DIXON, 2000; WISSDORF et al., 2002).

Zahnformel

Zur genaueren Bezeichnung der einzelnen Zähne im Gebiss werden Zahnformeln verwendet. Dabei wird der Zahnbogen in 4, mit den Zangen beginnende, Quadranten eingeteilt. Die Formel ergibt sich aus den Zähnen jeweils eines Quadranten, wobei die Anteile des Oberkiefers durch einen Bruchstrich von jenen des Unterkiefers getrennt werden.

Die Dentes incisivi werden mit dem Buchstaben I oder J, die Dentes canini mit C, die Dentes praemolares und Dentes molares ebenfalls mit ihren Anfangsbuchstaben P und M abgekürzt. Durch eine diesen Buchstaben nachgestellte Ziffer werden von rostral nach kaudal die einzelnen Zähne einer Zahnart nummeriert (Abb. 2.1.1, Abb. 2.1.2).

Zur Unterscheidung zwischen bleibenden Zähnen, Dentes permanentes, und Milchzähnen, Dentes decidui, werden letztere entweder mit kleinen Buchstaben abgekürzt oder mit einem vor- bzw. nachgestellten „d“ für deciduus markiert (Abb.2.1.1) (HABERMEHL, 1975).

Da diese Form des anatomischen Nomenklatorsystems nicht erkennen lässt in welchem Quadranten sich der Zahn befindet, existieren, um diese Funktion erweiterte, nomenklatorische Varianten (LOWDER, 1998). Bei den numerischen Nomenklatorsystemen, wie dem modifizierten Triadan System werden die Zähne des Gebisses allein durch Zahlen abgekürzt. Jedem Zahn wird eine 3stellige Nummer zugeordnet. Die erste Ziffer bezeichnet den Quadranten, in welchem sich der Zahn befindet. 1 für die rechte, 2 für die linke Oberkieferhälfte sowie 3 für die linke und 4 für die rechte Unterkieferhälfte. Die Ziffer der 2. und 3. Stelle bezieht sich auf die Position des Zahnes innerhalb der Zahnreihe. Dazu werden, beginnend mit dem ersten Schneidezahn, die kaudal folgenden Zähne aufsteigend nummeriert. So erhält jeder Quadrant insgesamt 11 Zahlen (Abb.2.1.3). Zur Unterscheidung zwischen Milch- und Ersatzzahn werden den Quadranten im Milchzahngabiss höhere Zahlen zugeordnet. 5 für den oberen linken Quadranten, 6 für den oberen rechten und 7 und 8 jeweils für den unteren linken und unteren rechten Quadranten. Der Vorteil des numerischen Nomenklatorsystems liegt darin, dass jeder Zahn einfach und unmissverständlich identifiziert werden kann. Im Gegensatz zum anatomischen Nomenklatorsystem ist jedoch der Zahntyp nicht auf den ersten Blick zu erkennen (LOWDER, 1998; LOWDER und MUELLER, 1998; DIXON, 2000).

Das Milchzahngabiss der Pferde besteht aus 28 Zähnen (HABERMEHL, 1975). Die Hakenzähne sind zwar angelegt brechen jedoch selten durch (HABERMEHL, 1975; ZEHETMEIER, 1997; LOWDER und MUELLER, 1998). Mit Ausnahme der Dentes molares haben alle Ersatzzähne Milchzähne als Vorläufer.

Das Ersatzgebiss kann aus 36 – 44 Zähnen bestehen, je nach Vorhandensein der Haken- und Wolfszähne. Damit ergibt sich folgende Zahnformel für das Pferd (HABERMEHL, 1975):

Milchgebiss:

$$\begin{array}{ccc} 3Jd & 1Cd & 3Pd \\ \hline 3Jd & 1Cd & 3Pd \end{array}$$

= 28 Zähne

Ersatzgebiss:

$$\begin{array}{ccc} 3J (1C) & 3P (4P) & 3M \\ \hline 3J (1C) & 3P (4P) & 3M \end{array}$$

= 36 – 44 Zähne

Abbildung 2.1.1: Zahnformel nach dem anatomischen Nomenklatorsystem für das Milch- und Ersatzgebiss.

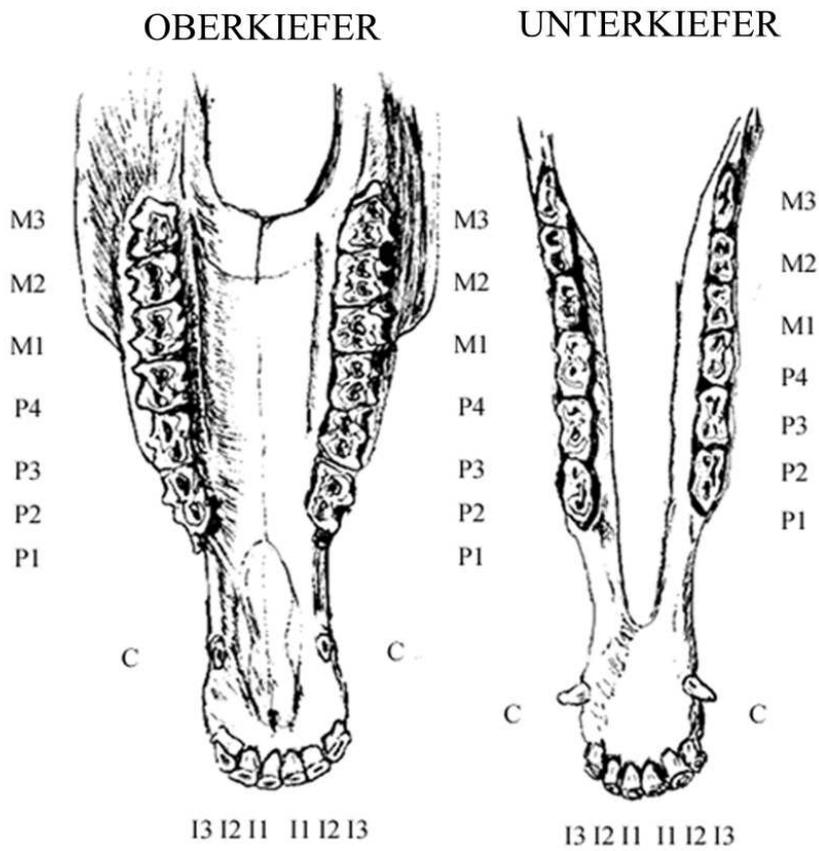


Abbildung 2.1.2: Anatomische Zahnomenklatur: bleibendes Gebiss (modifiziert nach THOMÉ, 2004).

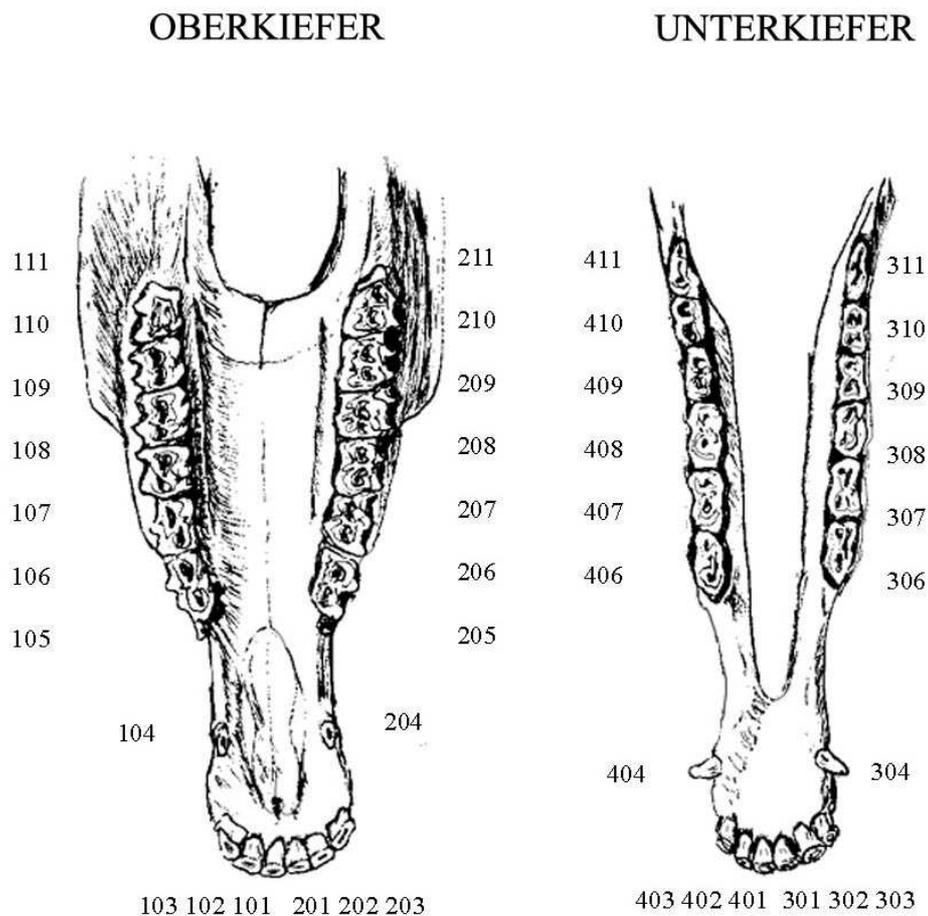


Abbildung 2.1.3: Zahnnumenklatur nach Triadan: bleibendes Gebiss (modifiziert nach THOMÉ, 2004).

Zahnhalteapparat, Parodontium

Der Zahnhalteapparat, Parodontium, setzt sich aus dem Zahnfach, Alveole, der Wurzelhaut, Periodontium, Desmodont, dem Zement, Cementum, und dem Zahnfleisch, Gingiva zusammen.

Der Zement, der eigentlich zu den Zahnhartsubstanzen zählt, bildet im Wurzelbereich auch einen Anteil des Parodontiums (HEES und SINOWATZ, 1992).

Die Alveole dient mit ihren zwei Anteilen, dem Knochenstützgewebe und der Alveolarinnenkortikalis, der festen Verankerung des Zahnes in den Kieferknochen. Sie besitzt die Fähigkeit durch Umbau und Zubildung von Knochengewebe Zahnbewegungen und einwirkenden Kräften entgegen zu wirken (ZEHETMEIER, 1997).

Die Wurzelhaut besteht hauptsächlich aus Kollagenfaserbündeln, den so genannten Sharpeyschen Fasern. Sie werden sowohl von zementbildenden Zellen, den Zementoblasten als auch von bindegewebsbildenden Zellen, den Fibroblasten gebildet. Diese Fasern inserieren in der Kortikalis und im Zement womit eine feste Verbindung zwischen Alveole und Zahn entsteht (HEES und

SINOWATZ, 1992). Die Blutgefäß- und Nervenversorgung der Wurzelhaut zieht durch feine Löcher der Alveolarinnenkortikalis (LOWDER und MUELLER, 1998). Die Zementoblasten bilden lebenslänglich Zement und neue Sharpeysche Fasern (DIXON, 2000). Dadurch kann die Zahnkrone, nach Abschluss ihres Wachstums, ihrer Abnutzung entsprechend, aus dem Zahnfach nachgeschoben werden, was sie als amelodonten Zahntyp charakterisiert (MUYLLE et al., 1999a).

Das Zahnfleisch bedeckt das Zahnfach und ist ebenfalls mit diesem über kollagene Fasern verbunden (siehe Abb.2.3).

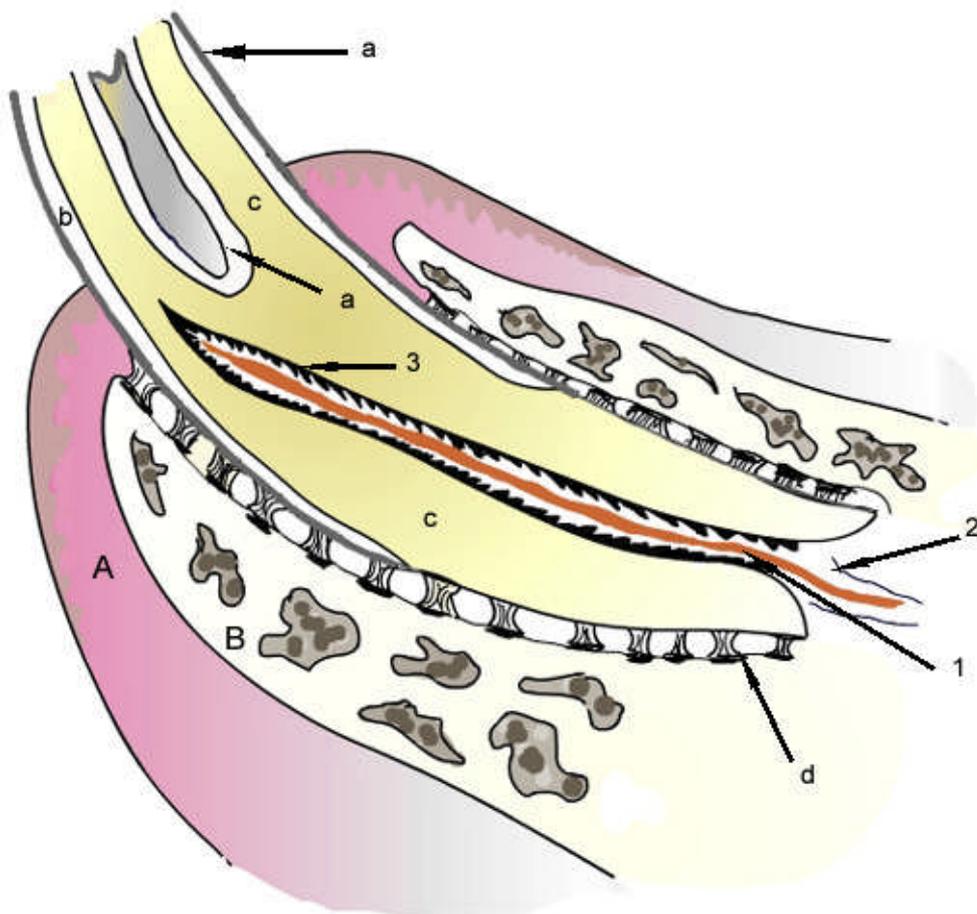


Abbildung 2.1.4: Schematische Darstellung des Zahnaufbaus: Längsschnitt Schneidezahn (modifiziert nach WISSDORF et al., 2002).

A Zahnfleisch, B Zahnfach

a Zement, b Schmelz, c Zahnbein, d Zahnhalteapparat

1 Zahnpulpa, 2 Wurzelkanal mit Wurzelöffnung, 3 innere Pulpawand mit Odontoblastenschicht

2.1.2 Spezieller Aufbau

Schmelz, Email, Enamelum dentis, Substantia adamantia

Der Zahnschmelz erscheint weißlich-transparent und ist die härteste Substanz im Körper (THOMÉ, 2004; LIEBICH, 2004). Er bedeckt die Krone des Zahnes und schützt die darunter liegenden Schichten vor mechanischen Einflüssen (ZEHETMEIER, 1997). Beim Pferd ist, mit Ausnahme der Hakenzähne, diese Schmelzschicht zu Beginn mit Zement überzogen.

Die Schmelzsubstanz besteht zum überwiegenden Anteil (96%) aus den Hydroxyapatitkristallen (ZEHETMEIER, 1997) und zu einem geringen Anteil aus Wasser (2,1 – 3,6%) und organischer Substanz ((0,4 – 0,9% (HILLSON, 1986) bzw. 1,7% (ZEHETMEIER, 1997)). Diese Verbindung verleiht dem Schmelz eine harte aber auch spröde Konsistenz (KILIC et al., 1997a; ZEHETMEIER, 1997; DIXON, 2000). Der Schmelz wird von den Adamantoblasten, Ameloblasten gebildet (LIEBICH, 2004). Er ist zell- und gefäßfrei und besitzt nach Abschluss des Zahnwachstums keine Regenerationsfähigkeit (ZEHETMEIER, 1997). Bündel von Schmelzkristallen sind zu Schmelzprismen zusammengefasst, die wellenförmig verlaufen und teilweise oder vollständig von einer Prismenscheide aus organischem Material umgeben werden (HEES und SINOWATZ, 1992; KILIC et al., 1997a). Zwischen den Prismen liegt interprismatischer Schmelz. Beim Pferd unterscheidet man zwischen folgenden 3 Schmelztypen: dem Equinen Typ 1 und dem Equine Typ 2 sowie dem, zu einem geringen Anteil vorkommenden Equinen Typ 3. Typ 1 wird hauptsächlich auf der Seite zur Schmelz-Dentin Grenze, der äußeren Schmelzschicht, gefunden. Im Querschnitt erscheinen seine Schmelzprismen rund bis oval. Sie sind in Reihen aneinandergelagert, die von interprismatischen Schmelzplatten umgeben werden. Diese Schmelzprismen verlaufen im 45° Winkel zur Schmelz-Dentin Grenze und zur Zahnkaufäche. Typ 2 ist frei von interprismatischem Schmelz und kommt vornehmlich an der Seite der Schmelz-Zement Grenze, der inneren Schmelzschicht, vor. Die Schmelzprismen bilden die charakteristische Form eines Schlüssellochs. Ihre Verlaufsform ist variabel. Die Schmelzschicht des Typs 2 wird vom Boden bis zum Rand der Schmelzbecher und Schmelzleisten stetig dicker. Die von KILIC et al. (1997a) als Equiner Typ 2 bezeichnete Schmelzart entspricht in BOYDES Einteilung dem Säugetierschmelz Typ 3, welcher den Hauptanteil des humanen Zahnschmelzes bildet (BOYDE und MARTIN, 1982).

Das Auftreten der Equinen Schmelztypen 1 und 2 in den Schmelzbechern der Pferde Zähne zeigt einige Besonderheiten. So kommen in den Schmelzbechern der Oberkieferbackenzähne beide Typen in annähernd gleicher Quantität vor, während in den Unterkieferbackenzähnen der Typ 1 überwiegt. In den Infundibula der Dentes incisivi dagegen findet man fast ausschließlich den Equinen Typ 2. Die parallele Anordnung der Schmelzprismen im Equinen Schmelztyp 1 gewährleistet einen hohen Reibungswiderstand, birgt aber die Gefahr dass der Schmelz, entlang der prismatischen und interprismatischen Grenze, brechen kann. Dieser Gefahr entgegnet der Schmelztyp 2, in dem die Schmelzprismen sich in ihrem uneinheitlichen Verlauf kreuzen können. Vermutlich tritt Typ 2 daher

vermehrt in den, für mechanische Schädigung gefährdeten und vermehrt äußeren Einflüssen ausgesetzten, Schneidezähnen auf (KILIC et al., 1997a; DIXON, 2000).

Der Equine Typ 3 zeichnet sich durch einen hohen Bestandteil an interprismatischem Schmelz aus und kann in der gesamten Schmelzschicht auftreten. Die interprismatischen Schmelzanteile bilden um ein Prisma eine honigwabenähnliche Struktur. Laut KILIC et al. ist es noch unklar, ob es sich bei diesem Typ um eine eigenständige Schmelzform, oder ein Zwischenprodukt handelt.

Zahnbein, Dentin, Elfenbein, Substantia eburnea

Das Dentin stellt die Hauptmasse des Zahnes dar. Es umschließt die Zahnpulpa und wird im Bereich der Zahnkrone von Schmelz und im Wurzelbereich von Zement umgeben (Abb. 2.1.4) (HEES und SINOWATZ, 1992; LIEBICH, 2004). Seine Aufgabe ist es dem spröden Schmelz eine feste Unterlage zu bieten und die Zahnpulpa vor äußeren Einflüssen zu schützen.

Das teilweise transparente, gelblich gefärbte Dentin besteht zu 70% aus Mineralien, in der Hauptsache Hydroxyapatitkristallen (DIXON, 2000). Von den verbleibenden 30% fallen 20% auf die organischen Substanzen (91 – 92% kollagenes und 8 – 9% nicht-kollagenes Protein) sowie 10% auf den Wasseranteil (ZEHETMEIER, 1997).

Auf Grund des höheren Anteils an organischen Bestandteilen ist das Zahnbein verglichen mit dem Zahnschmelz weicher, aber auch elastischer (HEES und SINOWATZ, 1992; ZEHETMEIER, 1997; LOWDER und MUELLER, 1998).

Dentin wird von den Odontoblasten gebildet. Die Zellkörper der Odontoblasten liegen in der Pulpa und sind, solange diese intakt ist, in der Lage Dentin zu bilden. Von der Zahnpulpa bis zur Schmelz-Dentingrenze verlaufen die Dentinkanälchen, Dentintubuli. Sie enthalten die Odontoblastenfortsätze, Tomesche Fasern, sowie Nervenfasern und die aus dem Plasma stammende Dentinflüssigkeit (ZEHETMEIER, 1997). Bei den brachyodonten Spezies dienen die Nervenfasern der Schmerzwahrnehmung. Inwieweit dies auch für das Pferd gültig ist, dessen Dentin direkten Außenkontakt hat, ist noch ungeklärt (DIXON, 2000). Das Primärprodukt der Odontoblasten ist das Intertubulärdentin, daß zwischen den Dentinkanälchen liegt. Es besteht aus miteinander verwebten Kollagen-Typ I Fasern, in welche Apatitkristalle eingelagert sind. Eine weitere Form des Dentins ist das Intratubulärdentin, Peritubulärdentin, welches an der Wand der Tubuli abgelagert wird (ZEHETMEIER, 1997). Sein transparentes Erscheinungsbild entsteht durch einen höheren Mineralgehalt als im Intertubulärdentin (MUYLLE et al., 2002a). Je nach Zeitpunkt der Dentinbildung wird zwischen Primärdentin, Sekundärdentin und dem Tertiärdentin differenziert. Letzteres wird auch als unreguläres, unphysiologisches Sekundärdentin bezeichnet (KILIC et al., 1997b; DIXON, 2000). Das Primärdentin wird bis zum Zahndurchbruch gebildet. Auf Grund seines hohen Anteils an Intratubulärdentin und der damit verbundenen starken Mineralisation erscheint es transparent gelblich (KILIC et al., 1997b; MUYLLE et al., 2002a). Das Sekundärdentin entsteht als physiologische Reaktion auf die Zahnabnutzung, nachdem dieser in Reibung getreten ist. Dieser Dentinart fehlt das Intratubulärdentin. Infolge dessen erscheint es in einem deckend gelblichen Farbton. Die

Dentinkanälchen des Sekundärdentins besitzen einen größeren Durchmesser als die des Primärdentins. Da einige Tubuli senkrecht zur Zahnkaufäche enden, kann an diesen Stellen zur Einlagerung von Futterpigmenten in das Zahnbein kommen. Dadurch wird das Sekundärdentin am Schneidezahn makroskopisch, in Form eines gelb-braunen Ringes, einem Anteil des Zahnsternchens, erkennbar (KILIC et al., 1997b; MUYLLE et al., 2002a).

Als Reaktion auf pathologische Prozesse kann zwar schnell aber in seiner Form unregelmäßiges Tertiärdentin gebildet werden (HEES und SINOWATZ, 1992; ZEHETMEIER, 1997; LOWDER und MUELLER, 1998). Seine Dentinkanälchen sind vollständig obliteriert und führen keine Odontoblastenfortsätze mehr.

Sowohl MUYLLE et al. als auch KILIC et al. kamen bei ihren Untersuchungen zum Ergebnis, dass der jeweilige Anteil von peritubulären zu intertubulären Dentin einen Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit der Zahnoberfläche gegenüber mechanischen Einflüssen hat.

Zement, Cementum

Der Zement erscheint gelblich und ist die weichste der drei Zahnhartsubstanzen (HEES und SINOWATZ, 1992). Beim Pferd überzieht der Zement im Wurzelbereich das Dentin und, mit Ausnahme der Canini, im Zahnkronenbereich die Schmelzschicht. Die Zementschicht der Zahnwurzel, der Wurzelzement ist ein Teil des Zahnhalteapparates. Ihre Aufgabe ist daher die feste Verankerung des Zahnes im Zahnfach. Der Zementüberzug der Zahnkaufäche bildet einen Schutzüberzug, welcher schnell nach dem Zahndurchbruch durch die Reibung abgenutzt wird (KILIC et al., 1997c). Der in seiner Härte dem Knochen gleichende Zement besteht zu 45 – 50% (ZEHETMEIER, 1997) bzw. 65% (DIXON, 2000) aus Hydroxyapatitkristallen. Die restlichen Anteile fallen auf organische Bestandteile sowie Wasser. Zu den organischen Komponenten zählen in der Hauptsache die kollagenen Fasern, welche sowohl von Zementoblasten als auch den Fibroblasen gebildet werden. Bündel von diesen Fasern ziehen als Sharpeysche Fasern von der Wurzelzementschicht zur Alveole. Zement wird von den Zementoblasten gebildet, die in der Zahnpulpa liegen und lebenslänglich in der Lage sind Zement zu produzieren. Beim Pferd kann durch die Zementablagerung die Zahnkrone nach Abschluss ihres Wachstums, ihrer Abnutzung entsprechend, aus dem Zahnfach nachgeschoben werden, was es als amelodonten Zahntyp klassifiziert (WISSDORF et al., 2002). Nur die Zementschicht, welche die Kunden ausfüllt, ist nach dem Zahndurchbruch nicht mehr regenerationsfähig (KILIC et al., 1997c).

Zahnpulpa, Pulpa dentis

In der von Dentin umschlossenen Pulpahöhle, Cavum pulpae, liegt die Zahnpulpa (HEES und SINOWATZ, 1992). Sie wird in die der Pulpawand anliegenden dentinbildenden Odontoblastenschicht und die sich dieser anschließenden eigentliche Pulpa, zentrale Pulpa, unterteilt (siehe Abb. 2.1.4). Die zentrale Pulpa enthält netzartig gespanntes Bindegewebe sowie zahlreiche Blutgefäße. Desweiteren beinhaltet sie, vom Nervus trigeminus ausgehende, sensorische und sympathische Nerven, die im Kronenabschnitt der Pulpa den Plexus parietalis, Raschkow-Plexus,

bilden. Von dort aus ziehen nicht-myelinisierte Nervenfasern weiter zu den Dentinkanälchen. Ihre Aufgabe ist die Blutgefäß- und Nervenversorgung der Odontoblastenschicht.

Mit der kontinuierlichen Bildung von Sekundärdentin während des Zahnwachstums werden die Pulpahöhle einschließlich des zuführenden Wurzelkanals, *Canalis radialis dentis*, verkleinert, bis schließlich kein Wachstum mehr stattfindet.

2.1.3 Zahnarten

Schneidezähne, Dentes incisivi

Sowohl die permanenten Schneidezähne, als auch ihre Vorläufer sind einwurzelige, schmelzfaltige Zähne. Charakteristisches Merkmal dieser Zahnart ist die Vertiefung auf der Kaufläche, die so genannte Kunde, Marke, *Infundibulum dentis* (SCHUMMER und HABERMEHL, 1995). Sie entsteht aus der Einfaltung der Zahnschichten von der lingualen Seite aus, wobei der mit Zement umkleideten Innenseite Schmelz und Dentin folgen (VOLLMERHAUS et al., 2002; WISSDORF et al., 2002). Das Pferd hat je 3 Schneidezähne pro Quadrant, insgesamt 12 Stück, die alle dem Zahnwechsel unterliegen. Die Milchzähne sind kleiner als die bleibenden Schneidezähne, in ihrer Form gerade und zeigen feine Furchungen auf der Lippenfläche (HABERMEHL, 1975). Sie haben einen hellweißen Farbton, einen deutlichen Zahnhals und querovale Reibflächen (DIXON, 2000; WISSDORF et al., 2002). Im Vergleich zu den Kunden der permanenten *Dentes incisivi* ist die Kunde der Milchschneidezähne weiter und flacher (HABERMEHL, 1975; WISSDORF et al., 2002). Die bleibenden Schneidezähne brechen lingual der Milchzähne durch das Zahnfleisch durch. Sie sind hier konkav und an ihrer labialen Seite konvex gebogen. Auf der Lippenfläche des Zahnes erscheinen im Oberkiefer zwei Längsfurchen, im Unterkiefer nur eine. Die Schneidezähne des Oberkiefers sind kürzer und stärker gebogen als die des Unterkiefers. Die Kronen der Zähne nehmen von I1 zu I3 an Länge ab (HABERMEHL, 1975).

Der Schneidezahnbogen, gerade durchgetretener *Dentes permanentes*, bildet fast einen Halbkreis. Im Laufe der Abnutzung ändert sich diese Form. Die Reibflächenform und der Okklusionswinkel der Schneidezähne verändern sich ebenfalls mit dem Alter des Pferdes. Da die Labial- und Lingualfläche der bleibenden Schneidezähne zur Wurzel hin abnehmen, die Seitenränder jedoch an Fläche zunehmen, werden die anfangs querovalen Kauflächen mit der Zeit rund und schließlich längsoval. Der Okklusionswinkel der Unterkieferschneidezähne misst beim jungen Pferd etwa 180 ° und wird als Zangengebiss benannt. Im Alter verändert sich dann die Form und Kongruenz mit einer zunehmenden Winkelstellung zum Winkelgebiss (HABERMEHL, 1975; MUYLLE, 2000).

Hakenzähne, Dentes canini

Die Hakenzähne, *Dentes canini*, des Pferdes sind einwurzelige, schmelzhöckerig gebaute Zähne. Sie haben über ihrer Schmelzschicht keinen Zementüberzug. Beim Hengst, bzw. Wallach sind je 2

maxilläre und 2 mandibuläre Milch- und Ersatzhakenzähne angelegt. Im Unterkiefer sitzen sie kurz hinter dem Eckschneidezahn, im Oberkiefer ist der Abstand größer (DIXON, 2000). Die ca. 0,5 – 1,0 cm langen Milchhakenzähne brechen selten durch das Zahnfleisch. Die Ersatzzähne werden etwa 4 – 7 cm lang wobei die Corona clinica den geringsten Anteil der Gesamtlänge einnimmt (HABERMEHL, 1975; DIXON, 2000). Durch die stark kaudal gebogene Form der Zähne und ihre unterschiedlichen Positionen in Ober- und Unterkiefer treffen sich die *Dentes canini* bei Okklusion nicht (SCHUMMER und HABERMEHL, 1995; DIXON, 2000).

Die Hakenzähne sind jeweils nur im Unter- oder Oberkiefer und bei nur etwa einem Viertel der Stuten angelegt (DIXON, 2000). Sie treten selten sichtbar durch das Zahnfleisch hervor. Auf Grund dieses seltenen Vorkommens bei den weiblichen Tieren werden die Hakenzähne auch Hengstzähne genannt (RIEGEL und HAKOLA, 2002).

Backenzähne, Dentes praemolares und Dentes molares

Bei den Backenzähnen des Pferdes wird zwischen den vorderen Backenzähnen, *Dentes praemolares*, und den hinteren Backenzähnen, *Dentes molares*, unterschieden. Im Anschluß an das Diastema folgen nach kaudal zunächst in jedem Quadranten 3 *Dentes praemolares*, welchen 3 *Dentes molares* folgen. Nur die *Dentes praemolares* haben Vorläufer im Milchgebiss. Es sind schmelzfaltige Zähne vom lophodonten Typ. Lophodont bezeichnet die kammartigen Schmelzleisten (lophos = Kamm), die sich durch Einfaltungen des Zahnschmelzes in der Entwicklung der Backenzähne bilden. Hierdurch entsteht eine kompliziert gebaute Kaufläche, deren Erscheinungsbild in Ober- und Unterkiefer unterschiedlich ist (THOMÉ, 2004).

Die Kaufläche der Oberkieferbackenzähne besitzt 2 geschlossene Schmelzeinfaltungen, die Schmelzbecher, Infundibula. Sie sind ebenso wie die Kunde der Schneidezähne mit Zement gefüllt, welchem nach außen eine Dentin- und Schmelzschicht folgt. Eine mediale und laterale, undulierende Schmelzleiste sowie transverse Schmelzleisten lassen über die Zahnreihe hinweg das Bild einer gezackten Kauoberfläche entstehen (SCHUMMER und HABERMEHL, 1995). Auf der buccalen Zahnfläche hat der Schmelzmantel 2 Längsfurchen mit 3 Leisten. Auf der linguale ist nur ein Längswulst, der von 2 Rinnen begleitet wird ausgebildet (THOMÉ, 2004). Nach Abschluss des Wachstums besitzen die Backenzähne relativ kurze Wurzeln. Im Oberkiefer hat jeder Zahn eine mediale und zwei kleinere laterale Wurzeln. Die Wurzeln des P4 und M1 sitzen im rostralen, M2 und M3 im distalen Sinus maxillaris (LOWDER und MUELLER, 1998). Die zwischen 7 – 10 cm langen Backenzähne zeigen im Oberkiefer einen quadratischen und im Unterkiefer einen rechteckigen Querschnitt. Eine Ausnahme stellt der dreieckige Grundriss der P2 und des M3 in allen Quadranten dar (HABERMEHL, 1975). Die unteren Backenzähne haben keine geschlossenen Schmelzbecher jedoch zwei linguale und eine buccale Einfaltung des Schmelzmantels (THOMÉ, 2004). Die Kauoberfläche spiegelt das Negativ der des Oberkiefers wieder (LOWDER und MUELLER, 1998). Die den Backen zugewandte Zahnfläche zeigt eine tiefe Längsfurche, während die linguale Fläche, laut HABERMEHL (1975) mehrere flache Furchen und Längsleisten besitzt.

Die Unterkieferbackenzähne haben, mit Ausnahme des dreiwurzeligen M3 nur zwei Wurzeln. Die Wurzeln aller Backenzähne bilden, beginnend mit den nach rostral gerichteten P2, über die dazwischen senkrecht stehenden P4 und M1 bis zu den letzten nach kaudal gerichteten Molaren, eine feste geschlossene Zahnreihe (THOMÉ, 2004; DIXON, 2000).

Dieser Zahnreihe ist selten noch der P1, der Wolfszahn, Lückenzahn vorgelagert. Wenn er erscheint, dann als kleiner kegelförmiger kurzer Zahn, direkt vor dem P2. Er unterliegt nicht dem Zahnwechsel und bricht laut HABERMEHL und DIXON (2000) selten, laut THOMÉ (2004) im Unterkiefer nie durch. WISSDORF et al. (2002) beschreibt, dass bei 10 – 15% der Pferde ein ca. 10 mm langer Wolfszahn auftritt.

Da beim Pferd der Oberkiefer breiter ist als der Unterkiefer tritt im Backenzahnbereich bei zentraler Okklusion Anisognathie auf. Der linguale Anteil der Kaufläche der Oberkieferbackenzähne trifft hierbei die buccale Kaufläche der Unterkieferbackenzähne. Zusätzlich steht der linguale Rand der unteren Dentes praemolares und Dentes molares höher als der buccale, was sich im Unterkiefer umgekehrt darstellt.

Desweiteren ist durch die alternierende Anordnung der Ober- zu Unterkieferbackenzähnen jedem Oberkieferbackenzahn ein Hauptantagonist und ein von seiner Kaufläche nur zu $\frac{1}{4}$ bedeckter Nebenantagonist zuzuordnen. Nur die abschließenden Molaren treffen alleinig aufeinander (THOMÉ, 2004).

2.2 Zahnentwicklung und Zahnwechsel

2.2.1 Zahnbildung

An der Zahnbildung sind 2 Keimblätter beteiligt. Das Ektoderm der Mundbucht, aus welchem der Schmelz entsteht und das Mesoderm. Letzterem entstammen alle anderen Zahnbestandteile, wie Dentin, Zement, Pulpa und der Zahnhalteapparat (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991; SCHNORR und KRESSIN, 2001).

Zahnleiste und Schmelzorgan

Die Zahnentwicklung beginnt mit der Entstehung der Zahnleiste. Sie zeigt sich als eine schräg Zungenwärts vom Sulcus labiogingivalis in das mesenchymale Gewebe hervorragende Epithelplatte (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991; ZEHETMEIER, 1997; LOWDER und MUELLER, 1998; DIXON, 2000; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Aus ihr wachsen in labialer Richtung, beim Pferd etwa um den 100. Trächtigkeitstag, die Zahnknospen (Abb. 2.2.1) (LOWDER und MUELLER, 1998). Diese rundlich bis ovalen ektodermalen Verdickungen sind die erste Form des Schmelzorgans (SCHNORR und KRESSIN, 2001). Im weiteren Verlauf des Wachstums stülpt sich eine Mesenchymwucherung in die Zahnknospen, die so genannte Zahnpapille (SINOWATZ, 1991; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Sie ist zuständig für die Bildung von Dentin und der Zahnpulpa. Infolge der kappenförmigen Umgestaltung des Schmelzorgans, wird dieses Entwicklungsstadium als Kappenstadium bezeichnet (Abb. 2.2.2) (BARGMANN, 1977; LOWDER und MUELLER, 1998; DIXON, 2000; SCHNORR und KRESSIN, 2001). In dieser Phase der Entwicklung beginnt die Dentinbildung, der die Schmelzbildung zeitlich folgt. Mit fortschreitendem Wachstum wird das Kappenstadium vom Glockenstadium abgelöst (Abb. 2.2.3). Dabei nimmt das Schmelzorgan eine glockenförmige Gestalt an. Die Öffnung der Glocke zeigt zunächst nach außen, im Verlauf des Wachstums dann aber in Richtung der Zahnleiste (SINOWATZ, 1991). In diesem Glockenstadium verdichtet sich das, um die Schmelzglocke herum liegende, Mesenchym zum Zahnsäckchen. Aus ihm gehen später der Zement und der Zahnhalteapparat hervor. Das Zahnsäckchen umgibt und schützt die Zahnpapille und das Schmelzorgan (DIXON, 2000). Schmelzorgan, Zahnpapille und Zahnsäckchen werden zusammen als der Zahnkeim bzw. die Zahnanlage bezeichnet (DIXON, 2000). Parallel zur Entwicklung der Zahnanlage zerfällt die ursprünglich breite Zahnleiste, von der die Zahnknospen ausgingen und es verbleibt nur ihr unterer Rand, die Ersatzleiste (BARGMANN, 1977). Aus ihr bilden sich die Schmelzorgane der Ersatzzähne. Das Schmelzorgan prägt entscheidend die spätere Zahnform. Beim Pferd stülpt sich das Schmelzepithel von der konvexen Seite in die Zahnpapille ein und formt so das zukünftige Infundibulum dentis. Im Schmelzorgan der Backenzähne bilden sich zudem Einfaltungen, die später zu den Schmelzleisten und Schmelzrinnen an der Kaufläche und den Zahnseitenflächen werden (DIXON, 2000).

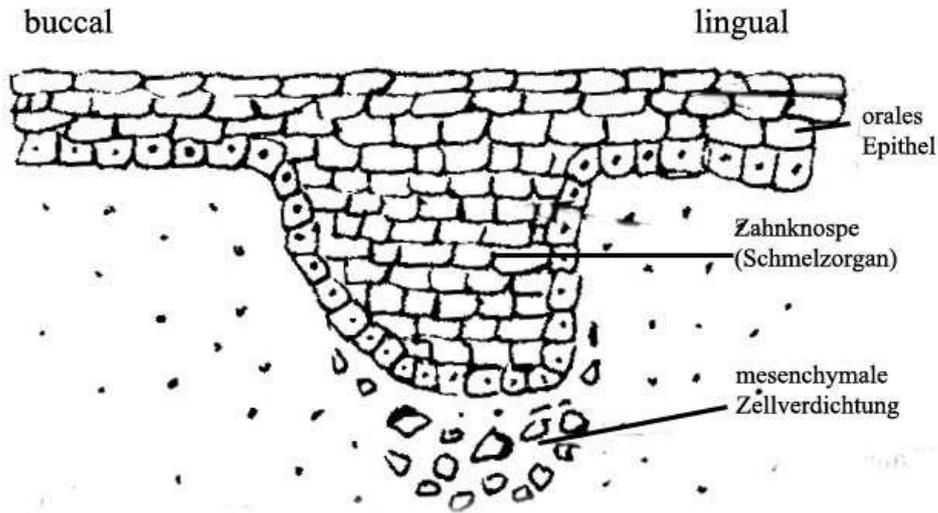


Abbildung 2.2.1: schematische Zeichnung des Knospenstadiums eines brachyodonten Zahns (modifiziert nach DIXON, 2003).

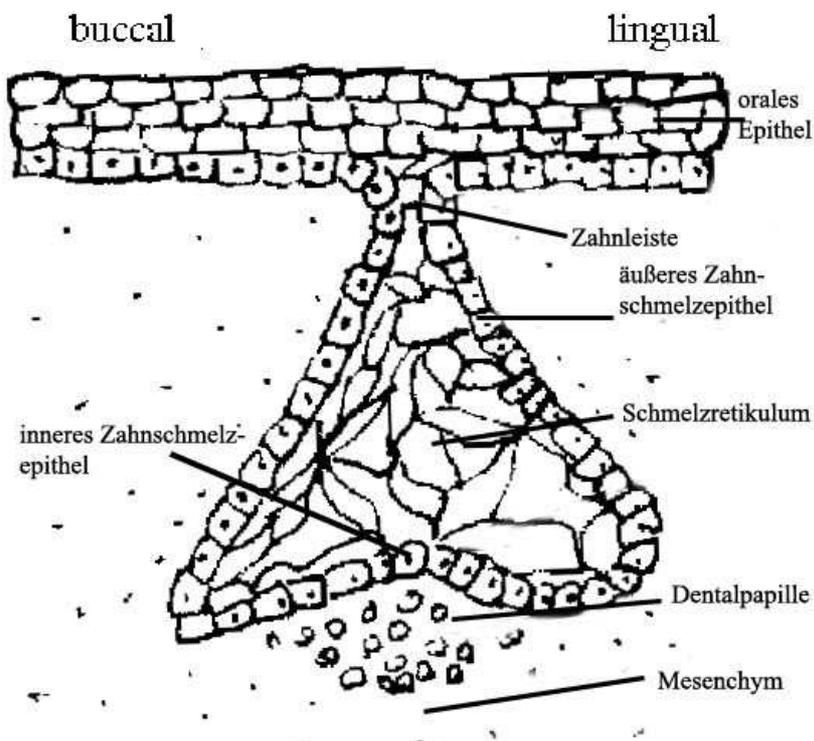


Abbildung 2.2.2: schematische Zeichnung des Kappenstadiums eines brachyodonten Zahns(modifiziert nach DIXON, 2003).

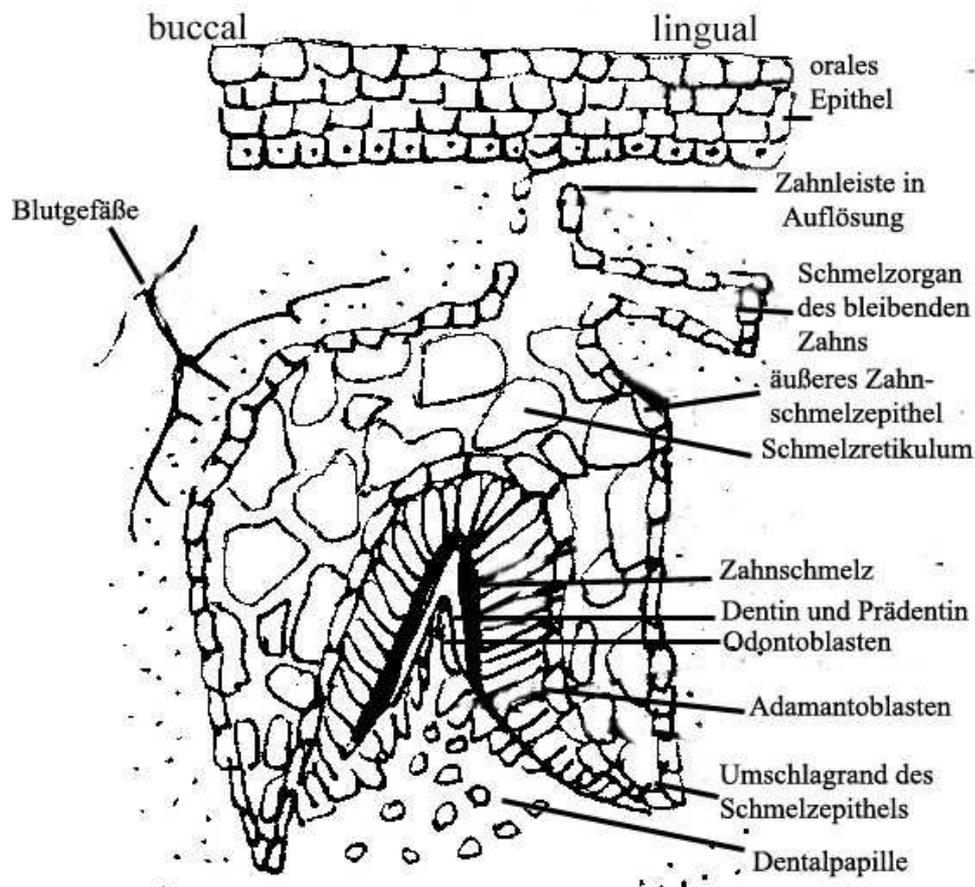


Abbildung 2.2.3: schematische Zeichnung des Glockenstadiums eines brachyodonten Zahns (modifiziert nach DIXON, 2003).

Dentinbildung

Die Dentinbildung beginnt im Kappenstadium der Zahnentwicklung (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991; ZEHETMEIER, 1997; DIXON, 2000; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Anfangs wandeln sich direkt am inneren Schmelzepithel liegende Mesenchymzellen der Zahnpapille zu Odontoblasten um. Die hochprismatischen Odontoblasten beginnen nun nach innen von der Papillenspitze wurzelwärts mit der Produktion von fibrillärem Prädentin (SINOWATZ, 1991; LOWDER und MUELLER, 1998; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Dieses Prädentin ist die Vorstufe des Primär-, - bzw. Sekundärdentins und besteht aus Glycosaminoglycanen, Glycoproteinen und Kollagenfibrillen (ZEHETMEIER, 1997). Im Verlauf der Dentinablagerung werden die Odontoblasten immer weiter in Richtung Pulpahöhle gedrängt. Da die Zellkörper der Odontoblasten immer an der Oberfläche der Dentinschicht in der Pulpa verbleiben, bilden sie Zytoplasmafortsätze, welche in die Dentinschicht eingeschlossen werden. Diese Tomesche Fasern werden von Prädentin umschlossen und bleiben in den so entstandenen und radiär verlaufenden Dentinkanälchen liegen (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991; ZEHETMEIER, 1997; SCHNORR und KRESSIN, 2001).

In der folgenden Entwicklungsphase durchläuft das Prädentin einen Mineralisationsprozess (ZEHETMEIER, 1997; LOWDER und MUELLER, 1998). Es werden zunächst kleinere Kristalle aus Hydroxylapatit eingelagert. Die entstandenen Mineralisationskeime verschmelzen zu größeren Kristallen, bis sie einen geschlossenen Verbund bilden (BARGMANN, 1977; ZEHETMEIER, 1997). Kommt es zu einer vollständigen Verschmelzung der Kristalle, spricht man von einer linearen Mineralisierung. In einigen Bereichen bleiben zwischen den Kristalle, dem Globulardentin, freie Marixbereiche, die durch Interglobulardentin gefüllt werden. In diesem Fall handelt es sich um eine globuläre Mineralisierung.

Die Dentinablagerung und Mineralisierung verläuft in Schüben, die sich in der Ausbildung von so genannten Wachstumslinien, den von Ebner Linien mikroskopisch widerspiegelt (ZEHETMEIER, 1997).

Radiologische Studien haben gezeigt, dass der Mineralisierungsprozess beim Pferdefetus gegen den 120. Trächtigkeitstag (LOWDER und MUELLER, 1998; DIXON, 2000) in den Milchzahnknochen beginnt. Der Pd2 hat die größte Zahnanlage und entwickelt sich vermutlich zuerst. SOANA et al. (1999) untersuchte den Zeitpunkt der Mineralisation der einzelnen Zähne durch Röntgenbildaufnahmen und kam zu folgenden Ergebnissen:

als erster erschien zwischen dem 138. – 140. Tag der Pd3. Ab dem 146. Tag der Trächtigkeit waren Pd2 und Pd4 sichtbar, mit 160 – 168 Tagen der Id1, mit 180 – 188 Tagen der Id2 und ab dem 224. Tag war der Id3 erkennbar. Der mandibuläre M1 wurde am 275. Tag erkennbar, während der maxilläre Dens molaris noch keine Mineralisierung aufwies. Die Mineraleinlagerung der bleibenden Zähne beginnt erst 6 Monate später. Bei den kompliziert gebauten Backenzähnen beginnt die Mineralisation an mehreren Stellen und verschmilzt gegen Ende am Schmelz-Dentinübergang miteinander (DIXON, 2000).

Die verbleibenden Mesenchymzellen der Zahnpapille entwickeln sich zur Zahnpulpa. Die Odontoblasten mit ihren Fortsätzen sind, solange die Zahnpulpa intakt ist, in der Lage Dentin zu bilden. Die stetige Dentinablagerung nach innen führt jedoch dazu, dass die Pulpa immer stärker eingegengt wird (SINOWATZ, 1991; SCHNORR und KRESSIN, 2001).

Schmelzbildung

Beginnend mit dem Kappenstadium findet eine histologische Differenzierung des Schmelzorgans statt. Die Zellen der konkaven Seite werden zum inneren, die der konvexen Seite zum äußeren Schmelzepithel (siehe Abb. 2.2.1 – 2.2.3). Zwischen diesen beiden Schichten liegt die Schmelzpulpa. Kurz nach der Entwicklung der Odontoblasten differenzieren sich auch die Zellen des inneren Schmelzepithels. Sie werden zu den hochprismatischen (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991) und versetzt angeordneten (ZEHETMEIER, 1997) Adamantoblasten, Enameloblasten, oder Ameloblasten.

Die Schmelzablagerung erfolgt ebenso wie die des Dentins in zwei Phasen. Zunächst scheiden die Adamantoblasten aprismatischen, strukturlosen Schmelz ab. Jeder Adamantoblast besitzt einen langen

kegelförmigen Fortsatz den Tomeschen Fortsatz, mit einem distalen und proximalen Abschnitt (BARGMANN, 1977; ZEHETMEIER, 1997). Der proximale Abschnitt ist für die Bildung der interprismatischen Schmelzschicht zuständig, während der distale die Schmelzprismen hervorbringt (BARGMANN, 1977; ZEHETMEIER, 1997; DIXON, 2000). Je nach Schmelztyp ordnen sich Schmelzprismen und interprismatischer Schmelz in einem bestimmten Muster zueinander an (siehe 2.1.1). In der zweiten Phase unterläuft die Schmelzmatrix einem Mineralisationsprozess, es kommt zum Abbau von Proteinen, zum Wasserentzug und zur Einlagerung von anorganischen Substanzen (BARGMANN, 1977; ZEHETMEIER, 1997; DIXON, 2000). Mit Einsetzen der Mineralisation verliert das innere Schmelzepithel die Verbindung zur Zahnpapille und erhält seine Blutgefäßversorgung nur noch über das umgebende Zahnsäckchen (DIXON, 2000). Schreitet die Schmelzablagerung fort wird die Schmelzpulpa kontinuierlich verdrängt. Diese stetige Verminderung, wie auch die hohen Kernvolumina und der Phosphatasegehalt deuten auf eine Beteiligung der Schmelzpulpa bei der Schmelzentwicklung hin (BARGMANN, 1977). Nachdem die Zahnkrone vollständig mit Schmelz überzogen wurde, verschwindet die Pulpa.

Wurzelbildung

Die Bildung der Zahnwurzel beginnt wenn die Zahnkrone weitgehend fertig gestellt ist und kurz vor dem Durchbruch steht (SINOWATZ, 1991; DIXON, 2000). Äußeres und inneres Schmelzepithel bilden an der Zahnhalsregion eine doppelte Zellschicht, die als Hertwig'epitheliale Wurzelscheide bezeichnet wird. Bei einwurzeligen Zähnen bildet die Wurzelscheide ein Rohr, bei mehrwurzeligen Zähnen werden mehrere Rohre gebildet. Desweiteren animiert die Wurzelscheide die anliegenden Zellen der Zahnpapille sich zu Odontoblasten zu differenzieren und mit der Dentinproduktion zu beginnen (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991; DIXON, 2000; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Im späteren Wachstumsverlauf wird die Epithelscheide zurückgebildet und schließlich stehen Dentin und das Zahnsäckchen in direktem Kontakt miteinander.

Zementbildung

Der Kontakt zwischen Dentin und Zahnsäckchen veranlasst letzteres sich zu Zementoblasten zu differenzieren. Diese lagern Zement um die Dentinschicht der Wurzel und beim Pferd auch über die gesamte Schmelzschicht der Zahnkrone. Die Bildung erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie bei allen Zahnhartsubstanzen. Zunächst wird eine Zementmatrix abgeschieden und im Anschluss mineralisiert (BARGMANN, 1977; ZEHETMEIER, 1997; LOWDER und MUELLER, 1998). Um den 280. Trächtigkeitstag ist so ein komplettes Band um den Schmelzmantel entstanden (LOWDER und MUELLER, 1998). In den Kunden der oberen Backenzähne und aller Schneidezähne werden die Zementoblasten nur über die Blutgefäße des Zahnsäckchens versorgt. Da dieses jedoch nach dem Zahndurchbruch schnell zugrunde geht, ist diese Zementschicht danach nicht mehr regenerationsfähig. Im Gegensatz dazu bleiben die Zementoblasten an der Wurzel lebenslänglich intakt (LOWDER und

MUELLER, 1998). Die Zementogenese ist bei den maxillären Backenzähnen zum Zeitpunkt des Zahndurchbruchs noch nicht vollkommen abgeschlossen.

Zahnhalteapparat, Parodontium

An der Ausbildung der Wurzelhaut, Periodontium, wie auch des Zahnfachs, Alveole, ist ebenfalls das Zahnsäckchen beteiligt. Ihm entstammen Fibroblasten, die Kollagenfasern produzieren. Diese Fasern inserieren als Scharpeyschen Fasern sowohl im Zement als auch im Zahnfach und bilden den Hauptanteil der Wurzelhaut.

Das Zahnfach entsteht aus einer Einkerbung des Zahnkeims, seine innere Kortikalis aus Osteoblasten, die dem Zahnsäckchen entstammen. Die restliche Entwicklung der Alveole gleicht der der Skelettknochen (ZEHETMEIER, 1997).

2.2.2 Durchbruch der Milchzähne und Bildung der Ersatzzähne

Die Milchzähne und die Dentis molares entstehen je aus einem Schmelzorgan der Zahnleiste. Die anderen Zahnformen, die permanenten Dentis incisivi, canini und praemolares entwickeln sich aus separaten Schmelzorganen, die lingual von den Milchzähnen, aus der Ersatzleiste hervorgehen. Der Ablauf ihrer Entwicklung entspricht dem der Milchzähne (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991; ZEHETMEIER, 1997; DIXON, 2000)

Die Ersatzzähne entstehen in ihrer eigenen Alveole, die von der des benachbarten Milchzahnes durch ein Knochenseptum getrennt ist (BARGMANN, 1977). Zum Zahndurchbruch der Zähne der ersten Dentition kommt es durch die kontinuierliche Verlängerung der Zahnwurzel. Dadurch übt die Zahnkrone einen zunehmenden Druck auf die darüber liegende Mundschleimhaut aus. Diese atrophiert und wird schließlich durchbrochen. Der nun den Zahn umschließende Anteil der Mundschleimhaut wird als Zahnfleisch, Gingiva bezeichnet (SINOWATZ, 1991; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Beim Zahnwechsel führt das Wachsen des Ersatzzahnes zur Aktivierung von Osteoklasten, welche das Knochenseptum zum Milchzahn auflösen und seine Zahnwurzel zerstören (BARGMANN, 1977; SINOWATZ, 1991; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Diese Osteoklasten entstammen zum einen aus dem Zahnsäckchen, zum anderen auch aus dem Periodontium und der Zahnpulpa des Vorläuferzahnes. Nach Verlust der Zahnwurzel lockert sich die Verankerung des Milchzahnes in der Alveole und er fällt aus.

3 Die Zahnaltersschätzung des Pferdes

3.1 Historischer Überblick

Die Domestikation des Pferdes begann ungefähr 2000 Jahre v. Chr. in Babylonien und 1700 v. Chr. in Ägypten. Da der Wert eines Pferdes eng mit seinem Alter verbunden ist, suchte man schon sehr bald nach objektiven Methoden zur Altersbestimmung. So geht aus überlieferten Schriften hervor, dass bereits in der griechischen Antike der Zusammenhang zwischen Zahnwechsel, Zahnabrieb und dem Alter des Pferdes bekannt war. KROON (1929) geht davon aus, dass diese Aufzeichnungen auf Erkenntnissen noch früherer Epochen beruhen. Auch die Asiaten beschäftigten sich sehr früh mit diesem Thema. KERTESZ (1993) berichtet, dass bei den Chinesen schon 600 v. Chr. die Schneidezähne zur Altersbeurteilung herangezogen wurden.

Da das Pferd als Haustier über weite Teile der Geschichte eine bedeutende Rolle gespielt hat, beschäftigten sich im Laufe der Jahrhunderte auch zahlreiche Wissenschaftler mit der Zahnalterslehre. Zu den ersten zählt Xenophon (445 – 354 v. Chr.) mit seinem Werk „*De re equestre*“. Er berichtet über den Wechsel der Zähne und dass Pferde ohne Kunden einen geringen Wert hätten (KROON, 1929). Aristoteles (384 – 300 v. Chr.) macht in seiner „*Historia animalium*“ genaue Zeitangaben über den Wechsel der Schneidezähne und wusste, dass die *Dentes molares* nicht gewechselt werden (OHM, 1908). Der Hippriater Apsytus (360 – 300 v. Chr.), Militärpferdearzt Konstantin des Großen, berichtete in seinem Werk „*Hippiatrica*“ über altersabhängige Veränderungen der Reibflächenformen an den Schneidezähnen (KROON, 1929; BOLTE, 1995). Seine Daten über den Zahnwechsel decken sich mit den heutigen Zeitangaben, bedenkt man, dass die Pferde der Antike zu den spätreifen Rassen zählten, welche bis zu einem halben Jahr nach den heutigen europäischen Warmblutrassen ihre Zähne wechseln (PETERS, 1998).

Zur Zeit der Römer äußerte sich der Gelehrte Marcus Terentius Varro (116 – 27 v. Chr.) in seinem „*De re rustica*“ zur Zahnaltersschätzung. Er wies auf den Unterschied der Zahnanzahl bei Hengst und Stute hin und datierte den Durchbruch der *Dentes canini* beim Hengst auf das 4. Lebensjahr (BOLTE, 1995). In vielen anderen römischen Schriftstücken, wie beispielsweise von Plinius (23 v. – 29 n. Chr.) „*Historia naturalis*“, Columella (um 40 n. Chr.) „*De re rustica*“, Palladius (um 300 n. Chr.) „*De re rustica*“, Vegetius (um 450 n. Chr.) und „*De arte veterinaria sive mulomedicina*“ wurde das Wissen der Antike lediglich wiederholt (SASSEN, 1950).

Auch spätere Werke aus dem europäischen Mittelalter, wie die Übersetzung der Schrift von Ibn-Al-Awan im 12. Jahrhundert durch Clement Mullet unter dem Namen „*Le livre d'agriculture*“ und das 1260 erschienene Buch „*Opus ruralium commodorum, libri duodecim*“ von P. de Crescenzi wiederholten bereits Bekanntes (KROON, 1929).

In der arabischen Welt entdeckte Abou Bekr Ibn Bedr im 14. Jahrhundert neue Merkmale an den Zähnen. In seinen Schriften beschrieb er das Zahnsternchen und die Kundenspur, die bis zu diesem Zeitpunkt noch unbeachtet waren. Der Inhalt seiner Schriften erreichte jedoch erst 400 Jahre später (1860), durch die französische Übersetzung „Le Nâcéri“ von M. Perron, Europa; zu einem Zeitpunkt als diese Merkmale den dortigen Wissenschaftlern schon bekannt waren (KROON, 1929).

In den folgenden Jahrhunderten entstand eine Reihe von Veröffentlichungen zur Alterslehre der Haussäugetiere, die sich im Wesentlichen am Wissensstand der Antike orientierten. Allein Recymi (1599) bezog erstmalig den Wechsel der Backenzähne in seine Schrift „Exquisita anatomia del cavallo“ zur Altersbestimmung mit ein. Seine Feststellungen wurden später von Tenon (1767) und Lafosse Junior (1778) aufgegriffen (OHM, 1908; KROON, 1929; SANNEMANN, 1949).

Die zunehmende Kenntnis über die Zahnaltersschätzung hatte auch negative Folgen. So wurde besonders in der „Stallmeisterzeit“ (1250 – 1762) das gewonnene Wissen für Manipulationen an den Zähnen missbraucht (SCHWARZ, 1979). Viele Pferdehändler versuchten durch Veränderung des Zahnalters höhere Verkaufswerte zu erzielen. Eine dieser so genannten „Rosstäuschermethoden“ stellte das „Gitschen“ (auch „Mullochen“; franz. „Contre-marque“; engl. „bishop“), das Brennen der Kunden der Schneidezähne, dar (MÜLLER, 1901). Bei dieser Methode wurde die Kunde zunächst mit einem Priem ausgehöhlt und anschließend eine farbgebende Substanz eingebrannt, um der Form und Farbe der Kunde eines jungen Pferdes zu entsprechen. Zur Vortäuschung eines höheren Alters wurde bei Jungpferden durch Reißen der Milchsneidezähne der Zahnwechsel beschleunigt (SCHWARZ, 1979; KERTESZ, 1993).

Im 18. Jahrhundert wurden die ersten tierärztlichen Lehranstalten gegründet. Doch erst ein Jahrhundert später wuchs dort das Interesse für die Erforschung des Zahnalters und brachte 2 bedeutende Werke hervor. Das erste stammt von Ignaz Josef Pessina, Anatom in der Militärtierarzneischule zu Wien. Er wurde durch Kaiser Karl von Österreich beauftragt Richtlinien zur Zahnaltersschätzung für die Pferde des Heers zu erstellen. Dazu studierte er Gestalt, Wechsel, Abreibung sowie die Stellung und Richtung der Schneidezähne (NOHL und KÖNIG, 2000). Er maß an 5jährigen Pferden die Länge des sichtbaren Schneidezahnanteils und wiederholte diese Messungen nach 3 Jahren. Hierdurch ermittelte er genaue Werte über den erfolgten Abrieb und Nachschub der Zähne (PIRILÄ, 1933). PESSINA (1810) schreibt dazu in seinem Werk „Über die Erkenntniß des Pferdealters aus den Zähnen“: „...dass sich von der Länge des schon geebneten Zahnes alle Jahre eine Linie verwetzt,..“. Die vor Einführung des metrischen Systems verwendete Maßeinheit „Linie“ wurde regional unterschiedlich definiert. Geht man davon aus, dass es sich um die so genannte „Wiener Linie“ handelt entspricht diese 2,150 mm (VON MÜLLER, 1908). PESSINA (1810) simulierte durch künstliches Abschleifen von Schneidezahnkronen deren Alterungsprozess und rekonstruierte die unterschiedlichen Erscheinungsbilder der Zahnreibeflächen. Die gefundenen Veränderungen an den Schneidezähnen ließ er auf Kupfertafeln stechen, die im Anhang seines Werks zu finden sind (Abb. 3.1.1 u. 3.1.2). Seine Abhandlung über das Pferdealter wurde schon 1807 von ihm verfasst, durch seinen Tod im Jahre 1808

und Kriegswirren erst 1810 veröffentlicht. Im gleichen Jahr gab auch VON HÖGELMÜLLER (1810) in Andenken an Pessina eine „*Anleitung zur Erkenntniß des Pferdealters aus den natürlichen Veränderungen der Zähne- nach Doctor von Pessina Vorlesungen*“ heraus.

Das zweite bedeutende Werk folgte 1821 durch die Professoren der École vétérinaire d'Alfort N. F. Girard und J. Girard. Sie erarbeiteten eine Zusammenfassung der Zahnalterslehre beim Pferd. Diese im „*Recueil de médecine vétérinaire*“ veröffentlichte Arbeit wurde zusammen mit Pessinas Werk Grundlage der heutigen Zahnalterslehre (KROON, 1929; HABERMEHL, 1975).

1886 veröffentlichte Galvayne sein Buch „*Horse Dentition: Showing How to Tell Exactly the Age of a Horse up to Thirty Years*“, in welchem er der Rinne am Eckzahn des Oberkiefers eine große Bedeutung als Merkmal zur Altersbestimmung beimisst. Heute ist dieses Phänomen als Galvayne-Rinne, -Furche oder -Zeichen bekannt (MC CARTHY, 1987). CAMPUS (1926), DECHAMBRE (1928), HABACHER (1932) und SASSEN (1950) überprüften später die Zuverlässigkeit dieses Zeichens für die Altersbestimmung. CAMPUS (1926) und DECHAMBRE (1928) berichteten, dass die Rinne im Alter von 8 bis 30 Jahren auftritt. HABACHER (1932) und SASSEN (1950) kamen zu dem Ergebnis, dass bei weniger als der Hälfte der untersuchten Tiere im Alter von 10 bis 20 Jahren bzw. 30 Jahren (SASSEN, 1950) die Galvayne-Rinne für das Zahnalter aussagekräftig ist.

Gegen Ende des 19. und im folgenden 20. Jahrhundert beschäftigen sich zahlreiche Wissenschaftler mit der Überprüfung und Ergänzung der von Pessina aufgestellten Regeln. HEINZE (1899) und OHM (1908) überprüften das Zahnalter von Armeepferden, deren genaues Geburtsdatum sie kannten. Auch PROELSZ (1903), VON MÜLLER (1908) und SCHWERDT (1909) untersuchten Armeepferde. Alle kamen zu dem Ergebnis, dass die Altersbestimmung nach Pessina nicht in allen Punkten zuverlässig ist. Diese Aussage wurde auch in späteren Veröffentlichungen von BONFERT (1919), HIBMA (1921a, b), KROON (1929) und GRESSEL (1931) bestätigt. PÖNTZSCH (1930), LEUE (1939) und SASSEN (1950) beschäftigten sich mit der Erforschung des Einbisses bzw. Einschliffs und befanden ihn als unbrauchbares Merkmal für die Altersbestimmung. PIRILÄ (1933) dokumentiert an 16 Pferdeschädeln die altersabhängigen Form- und Lageveränderungen der Zähne im Kiefer. HENKELS (1921) und KRÜGER (1952) untersuchten in ihren Werken die Zahnbogenlänge, welche sich jedoch nicht als weiteres Kennzeichen in der Altersschätzung durchsetzte.

Mit der zunehmenden Bedeutung des Röntgens als diagnostisches Mittel wurden 1942 erstmals von WESTHUES (1942) und später von JAHN (1966) und PÖRSCHMANN (1966) die altersbedingten Veränderungen an den Backenzähnen durch Röntgenaufnahmen dokumentiert.

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts verlegte sich das Interesse auf die Fragestellung nach rassebedingten Unterschieden in der Zahnentwicklung und Alterung. BRÖMLER (1954) untersuchte 377 Kleinpferde von denen 68% Shetlandponys waren. Er kam zu dem Ergebnis, dass vor allem der Durchbruch der Milchschnidezähne deutlich verspätet zu den Großpferden stattfindet und der Abrieb langsamer vor sich geht. Auch ROSENBERGER (1955) betont in seiner Publikation, dass bei den von

ihm untersuchten Haflingern, die er zu den spätreifen Rassen zählt, der Zahnwechsel verzögert sein kann.

Die Ergebnisse von BRÖMLER (1954) flossen in das Werk von HABERMEHL (1961) über „*Die Altersbestimmung bei Haustieren, Pelztieren und beim jagdbaren Wild*“ mit ein, welches derzeit im deutschsprachigen Raum die gültige Lehrmeinung repräsentiert (BOLTE, 1995).

Auch das Zahnalter von Zebra und Esel wurde näher beleuchtet. So schrieben KLINGEL und KLINGEL (1965, 1966) ein umfassendes Werk über die Entwicklung und Zahnaltersschätzung beim Zebra im Vergleich zum Warmblutpferd und konnten einen verzögerten Zahnabrieb beobachten. BÜNGER und HERTSCH (1981) untersuchten morphologisch und röntgenologisch die Gebissentwicklung an 32 Hauseseln. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass neben morphologischen Unterschieden zum Pferde Zahn auch ein verzögerter Zahnwechsel der Dentes incisivi und praemolares und eine spätere Anlage der Dentes molares stattfindet. In jüngster Zeit veröffentlichten MUYLLE et al. (1999b) eine Studie, in der sie das Zahnalter von Esel und Mini-Shetlandponys miteinander verglichen. Sie bestätigten die Ergebnisse von BRÖMLER (1954) und BÜNGER und HERTSCH (1981) über den verspäteten Zahnwechsel bei Esel und Pony.

Die Gültigkeit der Zahnalterslehre für das so genannte Urfpferd, das Przewalski Pferd wurde durch RIES (1986) anhand von einer Gruppe von Tieren aus dem Münchener Tierpark Hellabrunn und Schädeln aus europäischen Zoos überprüft. Dabei zeigte das Przewalski Pferd ähnliche Verzögerungen im Abrieb wie das Zebra.

WEGENER (1984) wertete das Zahnalter von über 1000 Trabern und 44 Gebissabdrücken von diesen aus. Neben dem protrahierten Zahnwechsel stellte er fest, dass nach der Dentition das Alter eines Trabers nicht mehr ausreichend genau anhand der Veränderungen der Dentes incisivi ermittelt werden kann. Dieses Fazit zieht auch RIEGER (1987) kurze Zeit später aus ihren Untersuchungen. Sie prüfte die Schneidezähne von 1124 Englischen Vollblutpferden und maß zusätzlich noch die Kundentiefe an 744 gerade durchgebrochenen Schneidezähnen. Später folgte BOLTE (1995) mit der Betrachtung des Arabischen Vollblutpferdes. Er kam zu dem Resultat, dass der Zahnwechsel bei dieser Pferderasse später als zu den von PESSINA (1810) und HABERMEHL (1975) angegebenen Zeitpunkten erfolgt. Andere Merkmale, wie der Kundenabrieb und die Formveränderung der Reibflächen zeigten auch deutliche Abweichungen. In einer Reihe von Veröffentlichungen überprüften im vergangenen Jahrzehnt MUYLLE et al. (1997, 1998, 1999b) von der Ghenter Universität nochmals das Zahnalter von Arabern, Trabern, Belgischen-Kaltblutpferden, die unter vergleichbaren Bedingungen gehalten wurden sowie von Mini-Shetland Ponys und Esel. Sie bestätigten rassebezogene Abweichungen im Zahnwechsel und in der Zahnabnutzung. Demzufolge ist die Abnutzungsrate der Schneidezähne beim Kaltblutpferd und Mini-Shetland Pony höher als beim Traber, während der Abrieb beim Araber vergleichsweise langsamer ist.

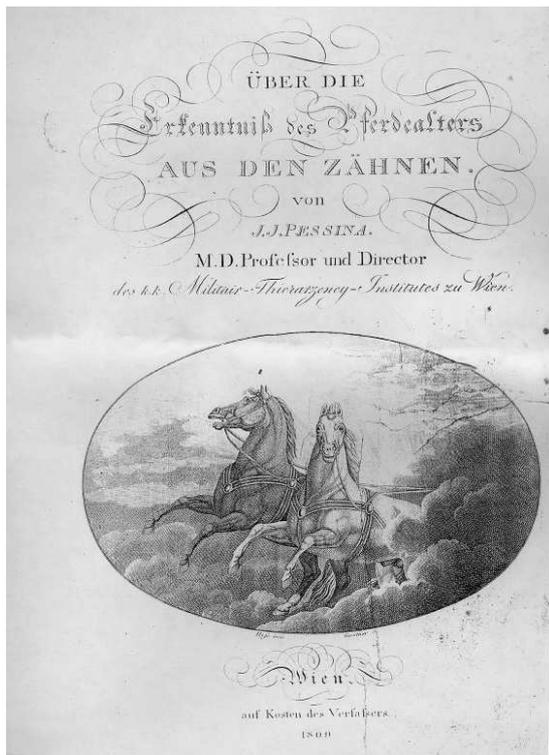


Abbildung 3.1.1: Titelblatt des Buches „Über die Erkenntniß des Pferdealters aus den Zähnen“ von PESSINA (1810).

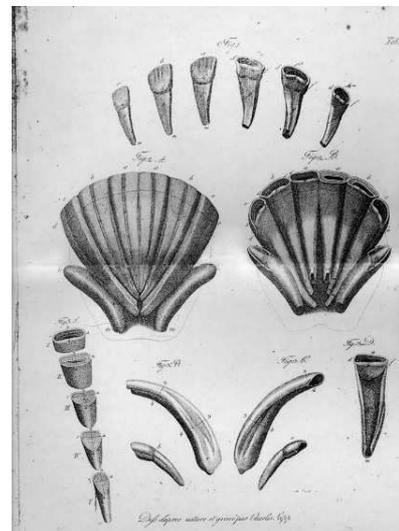
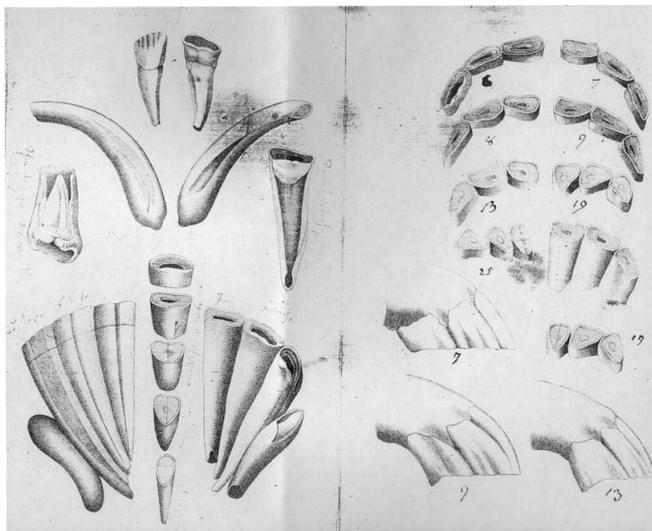


Abbildung 3.1.2: Kupfertafeln über die Veränderungen an den Schneidezähnen aus dem Buch von PESSINA (1810)

3.2 Alterungsbedingte morphologische Veränderungen am Zahn

3.2.1 Alterungs- und Abriebprozesse am Zahn

Die Alterungs- und Abriebprozesse am Zahn beginnen, wenn der gerade durchgebrochene Zahn soweit vorgeschoben ist, dass er auf seinen Antagonisten trifft (FORTELIUS, 1985). Dies geschieht ein halbes Jahr nach Durchbruch des Schneidezahnes, wenn die beiden labialen Ränder der Kauflächen des Ober- und Unterkieferzahnes miteinander in Reibung treten. Nach einem weiteren halben Jahr treffen auch die lingualen Ränder der Schneidezähne aufeinander und der Zahn ist vollständig in Reibung (KROON, 1929; BUTZ und BÖTTGER, 1946; AAEP, 1966; HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975).

Die Reibung, die beim Kontakt der Occlusalflächen der Zahnantagonisten zusammen mit dem Futter entsteht, führt im Laufe der Zeit zum Verlust von Zahnmaterial (PESSINA, 1810; KILIC et al., 1997b). Dieser Zahnabrieb wird anfänglich durch echtes Längenwachstum des Zahnkörpers kompensiert. Anschließend wird der Zahn durch Neubildung von Wurzelzement und Sharpeyschen Fasern fortdauernd aus dem Zahnfach geschoben, „falsches Längenwachstum“ genannt (PIRILÄ, 1933; BECKER, 1970; MUYLLE et al., 1999a). Dabei verkürzt sich der Zahnkörper zunehmend, bis letztendlich die Kaufläche von Wurzelanteilen gebildet wird (BECKER, 1970; DIXON, 2000).

Besonders an den Schneidezähnen kommt es durch die Abnutzung zu sichtbaren morphologischen Veränderungen der Form und Lage der Zähne, wobei sich vor allem das Erscheinungsbild der Zahnkaufläche umgestaltet. Da der Zahnabrieb in Beziehung zum Zahnalter des Pferdes steht, wird das Erscheinungsbild der Schneidezähne zur Altersschätzung beim Pferd herangezogen (FORTELIUS, 1985).

3.2.2 Faktoren des Zahnabriebs

Der Zahnabrieb wird von vielen Faktoren beeinflusst. So spielen die Art der Nahrungsaufnahme sowie die Futterzusammensetzung eine wichtige Rolle (FORTELIUS, 1985). Zum einen enthalten die Futtermittel selbst eine mehr oder weniger große Menge an abrasiven (zahnabriebsfördernden) Stoffen wie Phytolithen. Derartige Silikatablagerungen sind härter als der Zahnschmelz und beispielsweise zu einem hohen Anteil in Gras vorhanden (FORTELIUS, 1985; DANIELSON und REINHARD, 1998). Zum anderen wird der Zahnabrieb durch Bodenbestandteile, die beim Fressen aufgenommen werden, verstärkt (LOWDER, 1998; WISSDORF et al., 2002). Deshalb ist der Abrieb der Schneidezähne bei Pferden, die Zugang zu Weiden haben vergleichsweise höher als bei Pferden, die mit weicher

Nahrung, wie Pellets und Quetschhafer gefüttert werden (WISSDORF et al., 2002). Je nach Futterbeschaffenheit ändern sich auch die Kaubewegungen des Pferdes. Beim Zermahlen von Raufutter mit den Backenzähnen vollzieht der Unterkiefer einen stärkeren Mahlausschlag zur Seite als bei Kraftfutter (BECKER, 1970). Neben der Kaubewegung variiert auch die Kauarbeit in Abhängigkeit des Futtermittels. So benötigen Pferde und Ponys beim Fressen von Gras 100 – 105 Kauschläge pro Minute, während sie bei Heufütterung nur 58 – 66 Kauschläge pro Minute ausführen (DIXON, 2000).

Ein weiterer die Zahnabnutzung beeinflussender Faktor stellt die Pferderasse dar (LOWDER und MUELLER, 1998). Schon PESSINA (1810) beobachtete Unterschiede im Zahnabrieb beim den unterschiedlichen Rassen. Er konnte jedoch wie auch bei den anderen in Kapitel 3.1 aufgezählten Untersuchungen zu den einzelnen Rassen die oben genannten Faktoren als Ursache für die Abweichungen nicht ausschließen. Deshalb verglichen MUYLLE et al. (1997; 1998) in einigen Studien die Zahnbilder von Pferden verschiedener Rassen, die aus ähnlichen Haltungsbedingungen stammten, miteinander und fanden Unterschiede in den einzelnen Altersgruppen. Auf der Suche nach den Ursachen überprüften MUYLLE et al. (1999c), den aus der Humanmedizin bekannten Zusammenhang zwischen der Abriebsrate und dem Mikrohärtegrad von Zahnschmelz und Dentin für das Pferd. Bei 39 Pferden der Rassen Araber, Traber und Belgisches Kaltblut wurde der Mikrohärtegrad von Zahnschmelz und Dentin gemessen und miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Zahnschmelz und das Sekundärdentin bei Pferden der Arabischen Rasse härter als der der Belgischen Kaltblutpferde und Trabern sind. Zwischen Trabern und Kaltblutpferden war kein signifikanter Unterschied festzustellen (MUYLLE et al., 1999c).

3.2.3 Einschränkungen für die Zahnaltersschätzung

Die Größe, Form und Stellung der Zähne sowie eventuell vorhandene Gebissanomalien üben ebenfalls, wie die Beschaffenheit der Nahrung (Kap.3.2.2), einen Einfluss auf die Zahnabnutzung aus (FORTELIUS, 1985). Die Folge einer angeborenen bzw. erworbenen Fehlstellung der Zähne, eines verspäteten Zahnwechsels oder eines fehlenden Zahnes ist ein übermäßiger, ungleichmäßiger oder gar nicht vorhandener Zahnabrieb (unphysiologischer Zahnabrieb) (WISSDORF et al., 2002). Zu den angeborenen Gebissfehlern zählt die Verkürzung eines Kiefers bei normaler Entwicklung des anderen Kiefers. Bei Pferden mit einem Hechtgebiss ist der Oberkiefer verkürzt, während beim Karpfengebiss der Unterkiefer kürzer ist (LAUNER et al., 1990). Je nach Ausprägungsgrad treten die Schneidezähne nur teilweise oder gar nicht in Reibung.

Zu erworbenen Zahnveränderungen kann es ebenfalls durch stereotype Verhaltensweisen kommen. Zu diesen zahnschädigenden Angewohnheiten gehört das Koppen und Barrenwetzen. Beim Koppen (Krippensetzen) setzt das Pferd die lippenseitige Kante der Oberkieferschneidezähne auf einen festen Gegenstand und zieht mit Hilfe der unteren Halsmuskulatur Luft in die Speiseröhre ein. Durch

dauernde Wiederholung werden die Zahnreibeflächen schräg abgeschliffen. Beim Barrenwetzen (Krippenwetzen) reiben die Pferde mit geschlossener Schneidezahnreihe an einem festen Gegenstand und schleifen damit die labiale Fläche dieser ab (LAUNER et al., 1990; WISSDORF et al., 2002).

Pferde mit den oben genannten angeborenen und erworbenen Gebissanomalien zeigen einen stark abweichenden Zahnabrieb und sind von der Zahnaltersbeurteilung auszuschließen.

3.2.4 Altersbedingte Veränderungen der Schneidezähne, *Dentes incisivi*

In der Zahnaltersschätzung des Pferdes werden in der Hauptsache die Schneidezähne beurteilt (VON MÜLLER, 1908). Im Vergleich zu den Backenzähnen können sie schnell und einfach, daher ohne weitere Hilfsmittel untersucht werden (VON MÜLLER, 1908; MUYLLE, 2000). Die Merkmale, welche zur Zahnaltersschätzung herangezogen werden sind neben dem Durchbruch der Milch- und bleibenden Zähne die morphologischen Veränderungen an den Schneidezähnen. Diese Merkmale und ihre Entstehung sollen in diesem Kapitel erläutert werden.

Aussehen und altersbedingte Veränderungen der Milchsneidezähne, *Dentes incisivi decidui*

Das Pferd hat insgesamt 12 Milchsneidezähne (siehe Kapitel 2.1), davon je 6 im Ober- und Unterkiefer (HABERMEHL, 1975). Sie sind hellweiß und kleiner als die bleibenden Schneidezähne; besitzen einen deutlichen Zahnhals und eine querovale Reibefläche (MUYLLE, 2000; WISSDORF et al., 2002). Im Vergleich zu den Kunden der permanenten *Dentes incisivi* ist die Kunde der Milchsneidezähne weiter und flacher (HABERMEHL, 1975; WISSDORF et al., 2002). Der Kundenabrieb an den Milchsneidezähnen findet schneller als an den Ersatzschneidezähnen statt. Dabei können ebenfalls eine Kundenspur und das Zahnsternchen auftreten (AAEP, 1966). Die Form der Reibeflächen bleibt jedoch im Gegensatz zu den bleibenden Zähnen queroval. Die Stellung der Milchsneidezähne ist immer gerade, da sie nicht wie die Zähne des bleibenden Gebisses in sich gebogen sind (HABERMEHL, 1975).

Durchbruch und Aussehen der bleibenden Schneidezähne, *Dentes permanentes*

Die 12 bleibenden Schneidezähne brechen lingual der Milchzähne durch das Zahnfleisch. Die bleibenden Schneidezähne sind größer als die Milchsneidezähne, von gelblicher Farbe, zungenseitig konkav und an ihrer labialen Seite konvex. Auf der labialen Fläche des Zahnes verlaufen im Oberkiefer zwei Längsfurchen, im Unterkiefer nur eine (MUYLLE, 2000). Die Schneidezähne des Oberkiefers sind kürzer und stärker gebogen als die des Unterkiefers (HABERMEHL, 1975).

Kundenabrieb

Der Abrieb der Kunden beginnt erst, nachdem die labialen und lingualen Ränder der Schneidezahnantagonisten von Ober- und Unterkiefer miteinander in Kontakt getreten sind. Die Zähne

treten zuerst labial miteinander in Berührung, da dort die Schmelzkante höher ist (VON MÜLLER, 1908).

PESSINA (1810) gibt für den jährlich am Zahn stattfindenden Abrieb eine Linie „Wiener Maß“ an. Eine Linie „Wiener Maß“ entsprechen 2,1950 mm (VON MÜLLER, 1908). Dieser Wert wurde von vielen Autoren, wie beispielsweise von KROON (1929), HABERMEHL (1975) und OPPERMANN (1975) übernommen und in jüngerer Zeit von MUYLLE et al. (1999a) bestätigt. In einer Studie zu den morphologischen Veränderungen an den Schneidezähnen maßen MUYLLE et al. (1999a) die Länge der Zahnwurzel und verglichen sie mit der gesamten Zahnlänge. Sie beobachteten bei Pferden zwischen 5 und 17 Jahren ein jährliches Wurzelwachstum von etwa 2,5 mm, bei konstanter Gesamtzahnlänge und schlossen daraus, dass der Zahnabrieb gleich der Wachstumsrate ist (MUYLLE et al., 1999a).

Nachdem der Schneidezahn in Reibung tritt, wird zunächst die dünne den Zahn überziehende Zementschicht abgerieben und das darunter liegende Dentin freigelegt. Betrachtet man die Zahnreibefläche von außen nach innen, so umgeben die einzelnen Zahnhartsubstanzen die Kunde ringförmig. Dem Zementring folgt ein äußerer Schmelzring, dem Dentin nachfolgt. Diesem Dentin schließt sich weiter in Richtung Kunde ein innerer Schmelzring an, auf welchen abschließend Zement folgt (Abb. 3.2.2 A). Da sich Dentin und Zement schneller als Schmelz abnutzen entsteht ein charakteristisches Bild auf der Kauoberfläche, in dem die beiden Schmelzringe sich auf Grund langsamerer Abnutzung erhaben darstellen (BOLTE, 1995). Die Kunde selbst weist zu Beginn eine mesiodistale Form auf, die der des Zahnes ähnelt. Nach Inreibungtreten wird sie schmaler, runder und wandert in linguale Richtung, bis die Kunde auf ihren schmelzgefüllten Boden, die Kundenspur abgerieben ist (HABERMEHL, 1975).

Die Kundenspur

Die Kundenspur erscheint auf der Zahnkaufäche, wenn die Kunde bis auf den Kundenboden abgerieben wurde (HABERMEHL, 1975; RIEGER, 1987; MUYLLE, 2000). Der verbleibende Schmelzring, die Kundenspur, ist zunächst quereoval. Im Laufe der Abnutzung wird sie dann zunehmend rund und verschwindet schließlich ganz. Parallel zur Kundenspur ist die Kernspur zu sehen (Abb. 3.2.2 B) (HABERMEHL, 1975). Da die Kundenspur aus Schmelz besteht und dieser sich langsamer als das umgebende Dentin abnutzt stellt sich der Schmelzring erhaben dar. Dieser Ring kann zur Abgrenzung der Kundenspur von der Kernspur mit dem Fingernagel ertastet werden (KROON, 1929; HABERMEHL, 1975).

Einige ältere Literaturstellen bezeichnen das Auftauchen der Kundenspur mit dem Ausdruck der „gefüllten Schneidezähne“ oder „gefüllten Kunden“ (HIBMA, 1921a; KROON, 1929).

Die Kernspur, das Zahnsternchen

Die Kernspur, das Zahnsternchen erscheint auf der Zahnkaufäche während des fortgeschrittenen Kundenabriebs labial der Kunde (Abb. 3.2.2 C). Es besteht aus Sekundärdentin, welches zum Schutz

vor einer Eröffnung der Zahnpulpa, in diese eingelagert wurde (RICHARDSON, 1997). Das Sekundärdentin grenzt sich vom umgebenden Primärdentin durch seine gelblich bis braune Färbung sichtbar ab.

Die Farbabweichung des Sekundärdentins zum Primärdentin begründet sich in seinem Aufbau. Das Sekundärdentin besteht aus einem geringeren Anteil an intratubulärem Dentin, daraus resultiert eine geringere Mineralisation und die gelbliche Farbe (Kapitel 2.1.2) (MUYLLE et al., 2002a). Die bräunliche Färbung entsteht durch Einlagerungen von Pigmenten in die Dentintubuli. Da die Tubuli im Sekundärdentin einen größeren Durchmesser als im Primärdentin aufweisen und einige von ihnen senkrecht zur Zahnkauffläche enden, können hier Futterpigmente eindringen und zu Verfärbungen führen (KILIC et al., 1997b; MUYLLE et al., 2002a).

Im Verlauf der Zahnabnutzung nimmt die Kernspur eine zunehmend ovale Form an und rückt, gemäß dem Verlauf der Zahnpulpa, nach dem Verschwinden der Kante mehr zum Zentrum des Zahnes. Zudem erscheint zentral im Sekundärdentin der Kernspur ein weißer Punkt aus Tertiärdentin, der in der englischen Literatur als „white spot“ bezeichnet wird (Abbildung 3.2.1). Er soll ebenfalls altersbezogen auftreten (MUYLLE et al., 2002b).

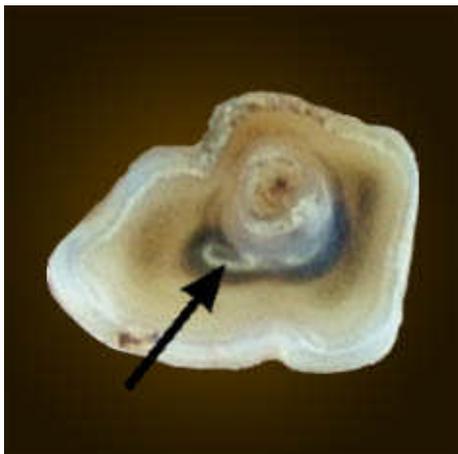


Abbildung 3.2.1: Zahnsternchen mit „white spot“ im Zentrum.

Reibflächenform, Kauflächenform

Die Reibflächen- bzw. Kauflächenform der Schneidezähne verändert sich ebenfalls in Abhängigkeit vom Zahnalter. Entsprechend der Abreibung wird der Schneidezahn aus dem Zahnfach gleichmäßig nachgeschoben. Da sich die Zahnform von der Zahnkrone zu Zahnwurzel ändert, ändert sich auch der Zahnquerschnitt. So weist die Zahnoberfläche zu Beginn eine querovale Kaufläche (Abb. 3.1 A) auf, welche sich über eine runde bzw. trapezoide Form (Abb.3.2.2 B) zur dreieckig geformten Reibfläche (Abb.3.2.2 C) und schließlich zur längsovalen Reibflächenform umgestaltet (Abb. 3.2.2 D) (BUTZ und BÖTTGER, 1946; HABERMEHL, 1975). Die längsovale Form wird in der älteren Literatur auch als zweieckig bezeichnet (VON HÖGELMÜLLER, 1810; MÜLLER, 1901).

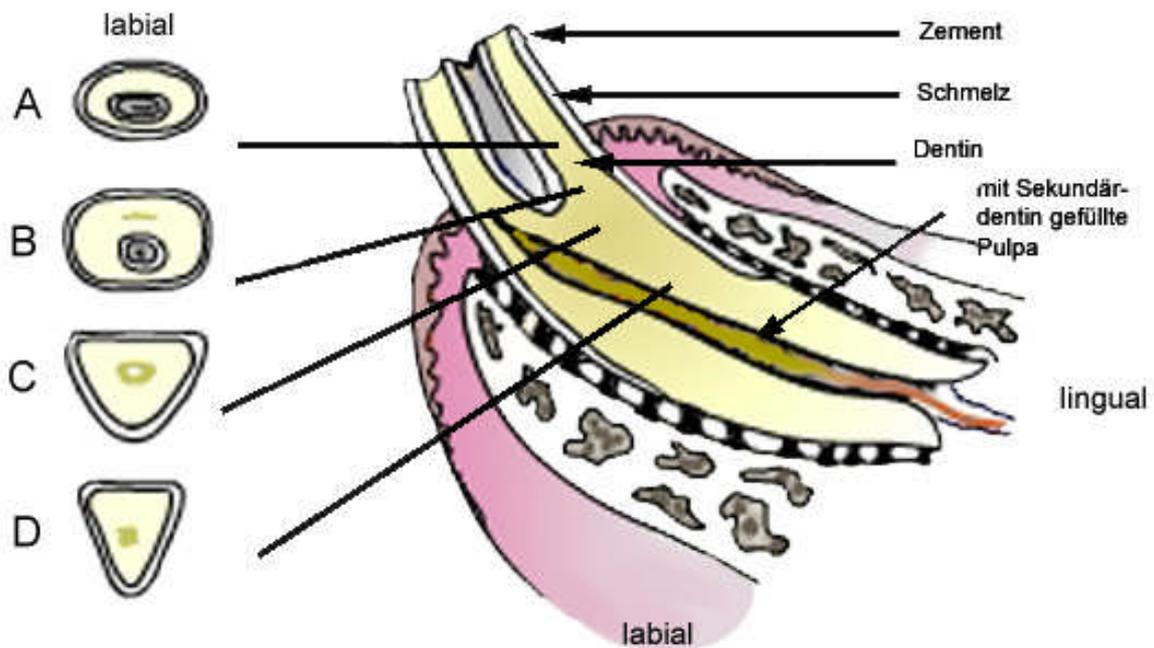


Abbildung 3.2.2: Längsschnitt eines Unterkieferschneidezahns mit Kauflächenbildern der verschiedenen Altersstadien (modifiziert nach BECKER (1970) und WISSDORF et al. (2002)).

Zahnbogen, Zahnbogenform

Die Schneidezähne der linken und rechten Kieferhälfte bilden zusammen den Zahnbogen. Betrachtet man die Reibflächen eines Zahnbogens in der Aufsicht, so bildet er beim jungen Pferd einen Halbkreis, (VON MÜLLER, 1908) der auch als halbmondförmig bezeichnet wird (Abb. 3.2.3 A) (KROON, 1929; BUTZ und BÖTTGER, 1946; HABERMEHL, 1975). Durch die Umgestaltung der Reibflächenform der Zähne verändert sich auch der Zahnbogen, im Unterkiefer stärker als im Oberkiefer (HABERMEHL, 1975). Im Laufe der Verformung der Reibflächen von queroval zu rund wird der Zahnbogen zunehmend flacher (Abb. 3.2.3 B) (HABERMEHL, 1975). Wenn die Zangen beginnen eine dreieckige Form anzunehmen bilden sie mit den Mittelzähnen fast eine Gerade (Abb. 3.2.3 C). Schließlich bildet der ursprüngliche Schneidezahnbogen eine Gerade (Abb. 3.2.3 D) (BUTZ und BÖTTGER, 1946). Das Abflachen des Zahnbogens geht mit einer Längenabnahme einher. Laut BUTZ und BÖTTGER (1946) beträgt die Differenz der Zahnlänge zwischen einem 6jährigen und einem 24jährigen Pferd 2 cm.

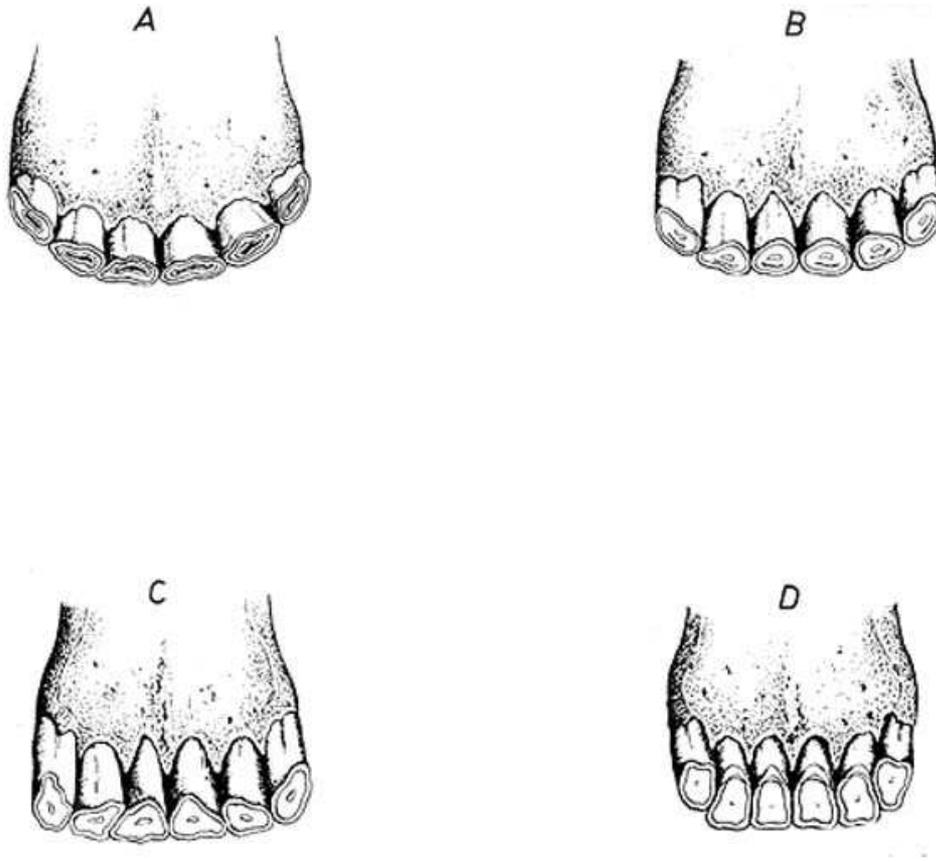


Abbildung 3.2.3: Veränderungen des Unterkieferschneidezahnbogens (nach HABERMEHL, 1975). A: halbmondförmiger Zahnbogen; B: zunehmend flacher Zahnbogen; C: annähernd gerader Zahnbogen; D: gerader Zahnbogen.

Schneidezahnwinkel

Betrachtet man die Schneidezähne bei geschlossenem Gebiss von der Seite, so bildet die Stellung der Schneidezähne beider Kiefer zueinander einen Winkel. Da die Schneidezähne des Pferdes in sich gebogen sind verändert sich dieser Winkel im Laufe der Zahnabnutzung. Zu Beginn stehen die Zähne fast senkrecht in einem Winkel von etwa 180 Grad, aufeinander (MUYLLE, 2000). Man spricht vom Zangengebiss (siehe Abb.3.2.4) (HABERMEHL, 1975). Mit dem Alter wird dieser Winkel spitzer (AAEP, 1966; MUYLLE, 2000). Da die Schneidezähne des Oberkiefers kürzer und stärker gebogen sind, als die des Unterkiefers erreichen sie später als die Unterkieferschneidezähne eine gestreckte Form. Das Gebiss dieser Übergangszeit wird als halbes Winkelgebiss bezeichnet (siehe Abb.3.2.5) (VON MÜLLER, 1908). Die frühere Umformung im Unterkiefer begründet VON MÜLLER (1908) unter anderem mit einer 2 – 3 mm geringeren Biegung der Zähne. Beim anschließenden Winkelgebiss sind die Schneidezähne beider Kiefer gestreckt (siehe Abb. 3.2.6) (HABERMEHL, 1975; MUYLLE, 2000).



Abbildung 3.2.4: *Zangengebiss.*

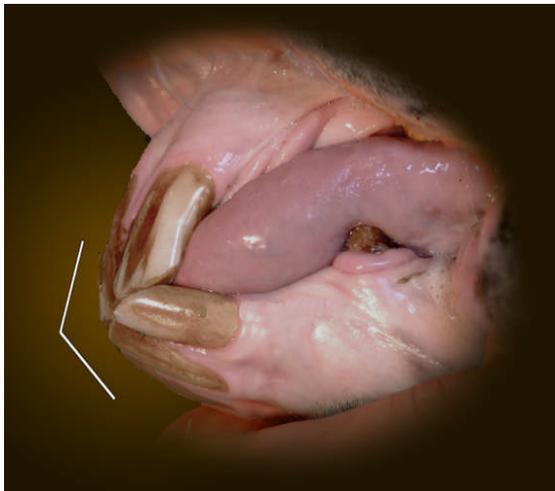


Abbildung 3.2.5: *angehendes halbes Winkelgebiss.*



Abbildung 3.2.6: *Winkelgebiss.*

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen

Unter der Galvayne-Rinne versteht man eine longitudinal verlaufende Furche, die an der labialen Seite der Oberkiefer Eckzähne (I3) auftreten kann (Abb.3.2.7) (HABERMEHL, 1975; RICHARDSON, 1997; MUYLLE, 2000). Sie wurde erstmals von dem Australier Sydney Galvayne in seinem Werk „*Horse Dentition: Showing how to Tell Exactly the Age of a Horse up to Thirty Years*“ aus dem Jahre 1886 als ein altersabhängiges Merkmal beschrieben (MC CARTHY, 1987). Die Rinne wird im proximalen Drittel der labialen Zahnseite sichtbar. Durch Nachschieben des Zahnes aus seinem Zahnfach erstreckt sie sich zeitweise über den ganzen Zahn. Später ist sie nur noch am distalen Drittel des Zahnes sichtbar und verschwindet schließlich ganz. Sie wird vor allem durch aufliegende bräunliche Ablagerungen deutlich. HABACHER (1932) ließ im Rahmen seiner „*Forschungen zur Furche und Zahnbelag der Pferdeckzähne*“ diesen Belag von Dr. H. David untersuchen. Außer „deformierten zelligen Elementen“ fanden sich „fast ausschließlich grampositive schlanke Stäbchen vom Typus Bac. subtilis“ (HABACHER, 1932). Rinnen der beschriebenen Art fand HABACHER (1932) im Rahmen seiner Untersuchung auch an den Eckschneidezähnen des Unterkiefers.

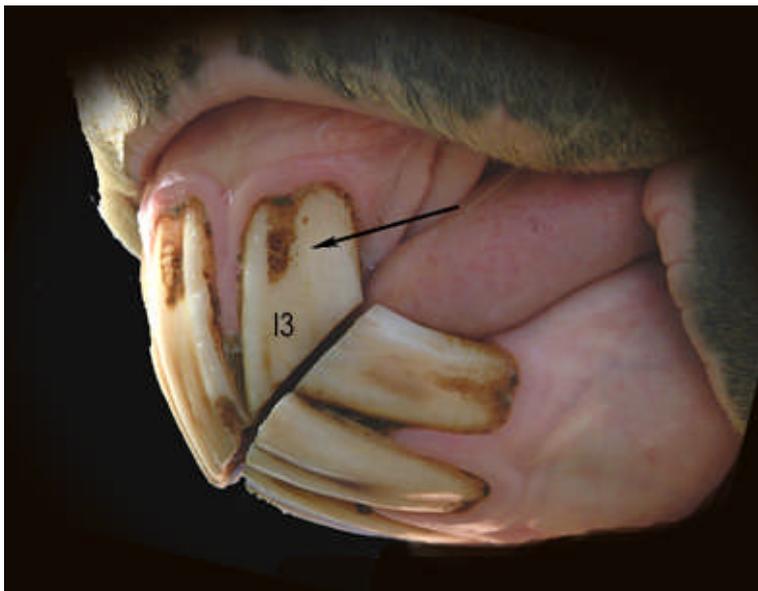


Abbildung 3.2.7: Galvayne-Rinne am oberen Drittel des Eckschneidezahns im Oberkiefer.

Einbiss, Einschliff

Unter dem Einbiss bzw. Einschliff (LEUE, 1939) versteht man einen hakenförmigen Überstand am Oberkiefer Eckschneidezahn, bedingt durch einen mangelnden Abrieb des Zahnes (siehe Abb.3.2.8). Ursache ist eine Zahnstellung, bei der der laterale Anteil des Eckschneidezahns keinen Kontakt zur Kaufläche seines Antagonisten im Unterkiefer hat (KROON, 1929; SASSEN, 1950; HABERMEHL, 1975).



Abbildung 3.2.8: Einbiss am Eckschneidezahn des Oberkiefers.

3.2.5 Altersbedingte Veränderungen der Hakenzähne, *Dentes canini*

Die 4 Hakenzähne, *Dentes canini*, treten zumeist nur bei männlichen Pferden auf. Ihre vollständige Entwicklung kann bis in das 10. Lebensjahr eines Tieres andauern (KROON, 1929). Im Gegensatz zu allen anderen Zahnarten des Pferdes treten, auf Grund der stark kaudalen Ausrichtung und der unterschiedlichen Lage in Unter- und Oberkiefer, die Hakenzähne nicht miteinander in Reibung. Somit wird ihr Abrieb allein durch das Futter und die Nutzungsart des Pferdes bestimmt (KROON, 1929). Dabei rundet sich im Laufe der Zeit zuerst der Vorder-, dann der Hinterrand der Zahnschmelzspitzen ab, bis bei älteren Pferden nur noch kurze Stümpfe des Zahnes zu erkennen sind (KROON, 1929). Durch den fehlenden Kontakt mit anderen Zähnen neigen die Hakenzähne zu starker Zahnstein- und Kariesbildung (MUYLLE, 2000). VON MÜLLER (1908) und SCHWERDT (1909) untersuchten Hakenzähne auf das Auftreten altersabhängiger Merkmale hin, konnten jedoch keine Gesetzmäßigkeiten erkennen. Somit fanden die Hakenzähne keinen Einzug in die gängige Zahnaltersschätzung und werden im Folgenden nicht weiter Gegenstand dieser Arbeit sein.

3.2.6 Altersbedingte Veränderungen der Backenzähne, Dentes praemolares und Dentes molares

Die Backenzähne besitzen einige Merkmale, die zur Altersbestimmung herangezogen werden können. Das Pferd besitzt 12 vordere, Dentes praemolares, und 12 hintere Backenzähne, Dentes molares. Nur die Dentes praemolares haben Milchzahnvorläufer (Kapitel 2.1.3). Ihre Untersuchung ist jedoch auf Grund ihrer tiefen Lage in der Maulhöhle aufwendig, und für eine Betrachtung der Backenzähne muss das Maul des Tieres, meist unter Zuhilfenahme eines Maulkeils, geöffnet werden. Parameter der Altersschätzung sind neben dem Zahnwechsel und dem Durchbruch Veränderungen des Kauflächenbilds der Backenzähne (BECKER, 1970). BECKER (1970) und seine Mitarbeiter untersuchten an einer unbekanntem Zahl von Kalt- und Warmblutpferden den Abrieb an den Backenzähnen. Sie ermittelten den Substanzverlust von Gussfüllungen, die in Zahnkavitäten eingesetzt waren. Die Tiefe der Füllungen war bekannt und der Grad ihres Abriebs entsprach dem des umgebenden Zahngewebes. Sie schlossen daraus, dass der Abrieb an den Backenzähnen dem an den Füllungen entspricht und zwischen 3 bis 4 Millimeter im Jahr beträgt (BECKER, 1970). Bis etwa zum 6. Lebensjahr wird der Verlust durch Wachstum des Zahnkörpers, später bis zum 15. Lebensjahr durch stetiges Nachschieben des Zahnes aus dem Zahnfach ausgeglichen. Danach werden die Schmelzhöcker und das Dentin zunehmend abgenutzt bis schließlich Wurzelanteile und die mit Sekundärdentin und Wurzelzement ausgefüllte Zahnpulpa zum Vorschein kommen. Dieser Prozess der „senilen Glättung und Excavation“ beginnt beim Pferd mit etwa 18 Jahren (BECKER, 1970).

Eine weitere Möglichkeit der Altersschätzung anhand der Backenzähne am lebenden Pferd ist die Messung der im Kiefer befindlichen Zahnabschnitte mit Hilfe von Röntgenaufnahmen. PÖRSCHMANN (1966) fertigte zu diesem Zweck Aufnahmen von 9 Pferdeunterkiefern im Alter bis zu 38 Monaten an. Jeder Unterkiefer wurde sowohl in einer laterolateralen als auch in einer Schrägaufnahme beurteilt. Einen Überblick seiner Beobachtungen gibt Tabelle 3.2.1.

WESTHUES (1942) untersuchte Röntgenaufnahmen von etwa 100 Pferden (Oberländer und Rheinisch-Belgischer Schlag) im Alter zwischen 4 und 20 Jahren auf ihre Aussagekraft zur Altersschätzung. In seiner Studie benutzte WESTHUES (1942) die Bezeichnungen P1, P2, P3. Allerdings ist davon auszugehen, dass es sich eigentlich um P2, P3 und P4 handelt, weshalb seine Ergebnisse in Tabelle 3.2.2 in dieser Form zusammengestellt wurden. Demnach nimmt die Länge der Wurzeläste bis zu einem Alter von etwa 15 Jahren stetig zu, während sich der Abstand zum Unterkieferrand vergrößert. Er weist jedoch deutlich auf individuelle Abweichungen in Größe und Richtung der Backenzähne hin und schränkt deshalb die Aussagekraft von Röntgenbildern auf eine Zuordnung zu einer gewissen Altersgruppe ein (WESTHUES, 1942).

Als ein weiterer Weg zur Altersbeurteilung beim toten Pferd wird von Joest die Längenmessung an den Unterkieferbackenzähnen angegeben. Die von ihm ermittelten Werte (Tab. 3.2.3) betreffen die

Gesamtlänge der Zähne einschließlich Wurzeln, bei physiologischem Zahnabrieb (HABERMEHL, 1975).

Tabelle 3.2.1: Röntgenologisch darstellbare Veränderungen an den Unterkieferbackenzähnen bis zu einem Alter von drei Jahren (PÖRSCHMANN, 1966).

Alter	Röntgenbild
praepartal	<ul style="list-style-type: none"> Anlage des M1 sichtbar
zum Zeitpunkt der Geburt	<ul style="list-style-type: none"> Pd2, Pd3, Pd4 sichtbar
8 Monate	<ul style="list-style-type: none"> Anlage des M2 sichtbar
10 Monate	<ul style="list-style-type: none"> Anlage des P2 als Knochenstrukturauflockerung sichtbar
8. bis 12. Monat	<ul style="list-style-type: none"> Pd2, Pd3 Wurzeläste sichtbar, Foramina apicalici erkennbar, Pulpakanalwandung stellenweise angedeutet Pd4 Wurzeläste noch nicht deutlich sichtbar
20 Monate	<ul style="list-style-type: none"> P2, P3 (verkalkte) Anlagen sichtbar M3 Anlage sichtbar
26 Monate	<ul style="list-style-type: none"> P4 (verkalkte) Anlage sichtbar
3 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> Alle P sind zu langen Säulen gewachsen P2 weist einen verkalkten proximalen Zahnabschluss mit Wurzelästen auf

Tabelle 3.2.2: Röntgenologisch darstellbare Veränderungen an den Unterkieferbackenzähnen im Alter zwischen 4 und 20 Jahren (WESTHUES, 1942).

Alter	Röntgenbild
4 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • P2 proximales Ende unvollständig verkalkt • P3, P4 proximales Ende zeigt sich als dichter Schatten • P2, P3 proximales Ende von großen Zahnsäckchenresten umgeben • P2 1 cm Abstand bis zur Unterkieferkortikalis (UK Kortikalis) • P3 1½ cm Abstand zur UK Kortikalis • M1 2 cm Abstand zur UK Kortikalis • M1 1½ cm lange Wurzeläste mit 5 mm breiten Wurzelkanal
6 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • P2 Zahnsäulen runden sich ab und reichen bis in die UK Kortikalis • P3 1 cm lange Wurzeläste • P3 1½ - 2 cm Abstand zur UK Kortikalis • P4 1 cm lange Wurzeläste • P4 3- 4 cm Abstand zur UK Kortikalis
8 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • P2 1 - 1½ cm lange Wurzeläste mit 5mm breiten Wurzelkanal • P2 1½ - 3 cm Abstand von UK Kortikalis • P3 2 cm lange Wurzeläste • P3 2 - 3 cm Abstand UK Kortikalis • M1 3 - 4 cm lange Wurzeläste • M1 4 - 5 cm Abstand UK Kortikalis
10 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • P2 3 - 4 cm lange Wurzeläste • P2 3 - 4 cm Abstand zur UK Kortikalis • P3 3 - 3½ cm lange Wurzeläste • P3 ~4 cm Abstand zur UK Kortikalis • P4 2 - 2½ cm lange Wurzeläste • P4 ~5 cm Abstand zur UK Kortikalis • M1 3 cm lange Wurzeläste • M1 bis 5½ cm zur UK Kortikalis
12 bis 14 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • P2 3 - 5 cm lange Wurzeläste • P2 2 - 4 cm Abstand zur UK Kortikalis • P3 4 - 5 cm lange Wurzeläste • P3 3 - 4 cm Abstand zur UK Kortikalis • P4 kurze konische Wurzeläste • P4 bis zu 6 cm Abstand zur UK Kortikalis

Fortsetzung **Tabelle 3.2.2**

Alter	Röntgenbild
15 bis 20 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> Die Wurzeläste werden spitzer und kürzer und der Abstand zur Unterkieferkortikalis vergrößert sich; sie werden zunehmend kalkärmer und zeichnen sich auf Grund dessen weniger im Röntgenbild von dem umgebenden Knochengewebe der Alveolen ab.

Tabelle 3.2.3: Länge der Backenzähne im Unterkiefers nach Joest (HABERMEHL, 1975).

Alter	P2	P3	P4	M1	M2	M3
6 Jahre	62 mm	70 mm	76 mm	80 mm	86 mm	75 mm
8 Jahre	56 mm	69 mm	72 mm	79 mm	82 mm	73 mm
10 Jahre	59 mm	70 mm	83 mm	78 mm	82 mm	70 mm
12 Jahre	50 mm	69 mm	70 mm	72 mm	78 mm	69 mm
14 Jahre	47 mm	69 mm	79 mm	73 mm	74 mm	72 mm
16 Jahre	43 mm	63 mm	70 mm	52 mm	60 mm	61 mm
18 Jahre	40 mm	50 mm	61 mm	51 mm	58 mm	49 mm
20 Jahre	-	32 mm	41 mm	40 mm	42 mm	38 mm

3.3 Die allgemeine Zahnaltersschätzung

Das folgende Kapitel gibt eine Übersicht über die verfügbare Literatur zur Zahnaltersschätzung beim Großpferd seit dem Werk von PESSINA (1810). In der Hauptsache handelt es sich bei den genannten Studien um Untersuchungen an Warmblutpferden, jedoch werden auch Angaben aus Lehrbüchern, denen häufig Bezeichnungen zur Pferderasse fehlen, miteinbezogen. Spezielle rassebezogene Erkenntnisse werden im Anschluss aufgeführt.

3.3.1 Zusammensetzung des Gebisses und Erscheinen der Zähne

Das Milchzahngewiss des Pferdes entwickelt sich in den ersten 9 Lebensmonaten. Es setzt sich aus 28 Zähnen, 12 Milchschneidezähnen (Jd), 12 vorderen Milchbackenzähnen (Pd) und 4 Milhhakenzähnen (Cd) zusammen. Damit ergibt sich folgende Zahnformel für das Milchzahngewiss:

$$\begin{array}{ccc} 3Jd & 1Cd & 3Pd \\ \hline 3Jd & 1Cd & 3Pd \end{array}$$

Zahnformel Milchzahngewiss Pferd

Zum Zeitpunkt der Geburt sind bei einem Fohlen üblicherweise 3 Milchbackenzähne (Pd₂, Pd₃, Pd₄) in Ober- und Unterkiefer sichtbar (HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975). Selten brechen sie erst nach der Geburt, spätestens aber bis zur 2. Lebenswoche durch (PESSINA, 1810; SISSON und GROSSMAN, 1950; WISSDORF et al., 2002). In den ersten 14 Lebenstagen erscheinen auch die Milchzangen (Id₁) (PESSINA, 1810; SCHWERDT, 1909; KROON, 1929; OPPERMANN, 1975). Als Zeitpunkt des Durchbruchs der Milchmittelzähne (Id₂) werden die zweite (OPPERMANN, 1975), 6. (PESSINA, 1810; SISSON und GROSSMAN, 1950) bzw. 8. Lebenswoche (SCHWERDT, 1909; WISSDORF et al., 2002) angegeben. Die Eckmilchzähne (Id₃) erscheinen bis zum 8. (PESSINA, 1810) bzw. zwischen dem 5. und 9. Lebensmonat (SCHWERDT, 1909; KROON, 1929; HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975; WISSDORF et al., 2002). Häufig treten die Zähne des Oberkiefers vor denen des Unterkiefers durch (KROON, 1929; HABERMEHL, 1975). Die molaren Backenzähne unterliegen nicht dem Zahnwechsel. Die Milhhakenzähne sind zwar angelegt, treten aber nur sehr selten aus dem Zahnfleisch hervor. Einen Überblick über die Angaben zum Milchzahndurchbruch gibt Tabelle 3.3.1.

Tabelle 3.3.1: Durchbruch der Milchschnidezähne.

Autor	Durchbruch der Milchzähne
PESSINA (1810)	<ul style="list-style-type: none"> • bis zum 14. T: Id1 • bis zur 6. W: Id2 • bis zum 8. M: Id3 • Geburt bis zur 2. W: Pd2, Pd3, Pd4
SCHWERDT (1909)	<ul style="list-style-type: none"> • kurz vor der Geburt bis zum 14. T: Id1 • 2. – 4.W (selten 4. bis 8.): Id2 • 5. – 9. M: Id3
KROON (1929)	<ul style="list-style-type: none"> • 8. – 14. T: Id1 • 3. – 4. W: Id2 • 5. – 9. M: Id3
SISSON und GROSSMAN (1950)	<ul style="list-style-type: none"> • bei Geburt bis zur 1.W: Id1 • 4. – 6. W : Id2 • 6. – 9. M: Id3 • Geburt bis zur 2.W: Pd2, Pd3, Pd4
OPPERMANN (1975)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 T (1. – 2. W): Id1 • 5 W (2. – 4. W): Id2 • 5 M (5. – 9. M): Id3 • Geburt: Pd2, Pd3, Pd4
HABERMEHL (1975)	<ul style="list-style-type: none"> • in der 1. W: Id1 • 3. – 8. W: Id2 • 5. – 9. M: Id3 • Geburt: Pd2, Pd3, Pd4
WISSDORF et al. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • 5. – 8. T: Id1 • 5. – 8. W: Id2 • 5. – 9. M: Id3 • Geburt – 14 T: Pd2, Pd3, Pd4

3.3.2 Veränderungen an den Milchschnidezähnen

Die Phase der Milchzähne beginnt um den Geburtstermin des Fohlens und endet mit dem Durchbruch der ersten bleibenden Schneidezähne, mit etwa 30 Monaten. Zur Abnutzung schreiben BUTZ und BÖTTGER (1946), HABERMEHL (1975) und WISSDORF et al. (2002), dass mit 12 Monaten die Milchzangen und mit 18 Monaten die Milchkittelzähne kundenfrei sind, bis schließlich mit 24

Monaten auch an den Milcheckzähnen die Kunden abgerieben sind. SANNEMANN (1949), AAEP (1966) und OPPERMANN (1975) weichen mit ihren Angaben von den oben genannten Zahlen ab. SANNEMANN (1949), der Bonfert zitiert, gibt an, dass im Zeitraum zwischen dem 16. und 20. Lebensmonat die Zangen- und Mittelmilchschneidezähne des Unterkiefers und zwischen dem 20. und 24. Lebensmonat die des Oberkiefers kundenfrei werden. OPPERMANN (1975) dagegen schreibt, dass die Milchzangen mit 10 Monaten ohne Kunde sind, die Milchmittelzähne 2 Monate später (12. Lebensmonat) und die Milcheckzähne 8 bis 14 Monate (18. bis 24. Lebensmonat) später darauf folgen. Die AAEP (1966) nennt als zusätzliche Kennzeichen das in Reibung treten der Zahnränder und das Erscheinen des Zahnsternchens. Einen Überblick über die Angaben zu den Veränderungen an den Milchschnidezähnen gibt Tabelle 3.3.2.

Autoren, wie KROON (1929), BUTZ und BÖTTGER (1946) und HABERMEHL (1981) halten den Abrieb der Milchschnidezähne für ein wenig bedeutungsvolles Merkmal der Zahnaltersschätzung.

Tabelle 3.3.2: *Abrieb der Milchschnidezähne.*

Autor	Abrieb
MÜLLER (1901)	<ul style="list-style-type: none"> • 12 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 UK kundenfrei - Id2 in Reibung - Id3 buccaler Rand in Reibung • 18 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1, Id2 kundenfrei - Id3 in Reibung • 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id3 kundenfrei
KROON (1929)	<ul style="list-style-type: none"> • 10 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 kundenfrei • 12 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id2 kundenfrei • 15 – 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id3 kundenfrei
Bonfert (SANNEMANN, 1949)	<ul style="list-style-type: none"> • 16 – 20 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1, Id2 UK kundenfrei • 20 – 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1, Id2 OK kundenfrei

Autor	Abrieb
<p>BUTZ und BÖTTGER (1946)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 6 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 stark in Reibung - Id2 buccaler Rand in Reibung • 12 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 kundenfrei - Id3 buccaler Rand in Reibung • 18 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id2 meist kundenfrei • 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id3 meist kundenfrei
<p>AAEP (1966)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 6 – 10 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1, Id2 in Reibung • 12 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 stark in Reibung - Id1 Zahnsternchen sichtbar • 20 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id3 in Reibung - Id1, Id2 stark abgenutzt • 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 glatt - Alle UK Incisivi Zahnsternchen sichtbar • 30 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id2 glatt - Id3 stark in Reibung
<p>HABERMEHL (1975)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 6 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 stark in Reibung • 12 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 kundenfrei • 18 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id2 kundenfrei • 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id3 kundenfrei

Autor	Abrieb
<p style="text-align: center;">OPPERMANN (1975)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 10 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 kundenfrei • 12 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id2 kundenfrei • 18 – 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id3 kundenfrei
<p style="text-align: center;">WISSDORF et al. (2002)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 12 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id1 kundenfrei • 18 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id2 kundenfrei • 24 M: <ul style="list-style-type: none"> - Id3 kundenfrei

3.3.3 Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

Das bleibende Gebiss des Pferdes besteht, nach dem Wechsel der Milchzähne und dem Durchbruch der bleibenden Zähne, aus 36 – 44 Zähnen. Die genaue Zahl ist abhängig vom Auftreten der Dentes canini und des ersten Dens praemolaris. Es ergibt sich folgende Zahnformel:

$$\begin{array}{r} 3J \ (1C) \ 3P \ (4P) \ 3M \\ \hline 3J \ (1C) \ 3P \ (4P) \ 3M \end{array}$$

Zahnformel bleibendes Gebiss Pferd

Der Wechsel zum bleibenden Gebiss beginnt mit den Dentes incisivi. Die bleibenden Schneidezähne erscheinen im Alter zwischen 2½ und 5 Jahren. Zuerst brechen im Alter von 2½ (VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909; KROON, 1929; SISSON und GROSSMAN, 1950; HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975; LOWDER und MUELLER, 1998) bzw. 2 bis 3 Jahren (PESSINA, 1810;

WISSDORF et al., 2002) die Zangen (I1) durch. Sie treten im Oberkiefer früher als im Unterkiefer in Erscheinung (VON MÜLLER, 1908; KROON, 1929; HABERMEHL, 1975). Die Mittelschneidezähne (I2) werden mit 3½ (MÜLLER, 1901; VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909; KROON, 1929; SISSON und GROSSMAN, 1950; HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975; LOWDER und MUELLER, 1998) bzw. 3 bis 4 Jahren (PESSINA, 1810; WISSDORF et al., 2002) gewechselt. Die letzten Dentis incisivi, die Eckschneidezähne werden mit 4½ (MÜLLER, 1901; VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909; KROON, 1929; SISSON und GROSSMAN, 1950; HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975; DYCE et al., 1991; LOWDER und MUELLER, 1998) bzw. im Zeitraum zwischen dem 4. und 5. Jahr (PESSINA, 1810; WISSDORF et al., 2002) gewechselt. Für das Erscheinen der 3 Dentis praemolares (P2, P3, P4) wird ein Zeitraum zwischen 1½ und 5 Jahren angegeben. Zeitgleich mit den Zangen, bricht mit 2½ (KROON, 1929; HABERMEHL, 1975; WISSDORF et al., 2002) bzw. 3 Jahren (OPPERMANN, 1975) der zweite Dens praemolaris (P2) durch. PESSINA (1810) nennt als frühesten Zeitpunkt des Erscheinens 1½ Jahre. Das Erscheinen des dritten Dens praemolaris gibt er mit 2 bis 4 Jahren an. KROON (1929), HABERMEHL (1975), OPPERMANN (1975) und WISSDORF et al. (2002) beschränken ihre Angaben darauf, dass der dritte Dens praemolaris mit 2½ Jahren gewechselt wird.

Mit 2 bis 5 Jahren erscheint laut PESSINA (1810) der letzte Dens praemolaris (P4). Die Angaben der anderer Autoren liegen mit 2½ (OPPERMANN, 1975), 3 (KROON, 1929) und 3½ Jahren (SISSON und GROSSMAN, 1950; HABERMEHL, 1975; LOWDER und MUELLER, 1998; WISSDORF et al., 2002) in dieser Zeitspanne.

Zusätzlich, jedoch selten, und zumeist nur im Oberkiefer, bricht vor dem zweiten Dens praemolaris noch der rudimentäre erste Dens praemolaris (P1) durch. Er erscheint im Zeitraum zwischen dem 5. und 6. (SISSON und GROSSMAN, 1950; WISSDORF et al., 2002) oder 6. und 9. Monat (LOWDER und MUELLER, 1998).

Die hinteren Backenzähne, Dentis molares, besitzen keine Milchzahnvorläufer. Sie erscheinen im Zeitraum zwischen dem 6. Monat und 5 Jahren. Der erste Dens molaris (M1) kommt, als erster bleibender Zahn zwischen dem 6. (WISSDORF et al., 2002) und 12. Monat (HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975) zum Vorschein. Andere Autoren datieren das Erscheinen des M1 auf die Zeit zwischen dem 9. und 12. Lebensmonat (PESSINA, 1810; MÜLLER, 1901; SISSON und GROSSMAN, 1950; LOWDER und MUELLER, 1998) bzw. auf den 10. Monat (KROON, 1929). Der zweite Dens molaris (M2) erscheint etwa ein Jahr nach dem M1, mit 20 (KROON, 1929) bzw. 24 Monaten (SISSON und GROSSMAN, 1950; HABERMEHL, 1975; WISSDORF et al., 2002). PESSINA (1810) und LOWDER und MUELLER (1998) geben einen Zeitraum zwischen dem 24. Monat und dem 3. Lebensjahr (36. Monat) an. Den frühesten Zeitpunkt nennt mit 1½ Jahren OPPERMANN (1975). Der letzte Dens molaris (M3) bricht, je nach Autor mit 3 bis 5 (KROON, 1929; OPPERMANN, 1975) bzw. 4 bis 5 Jahren (PESSINA, 1810; HABERMEHL, 1975) durch. Die

Daten von SISSON und GROSSMAN (1950), LOWDER und MUELLER (1998) und WISSDORF et al. (2002) liegen mit 3½ und 4 Jahren in dieser Zeitspanne.

Der Hakenzahn (C) ist zumeist nur beim Wallach oder Hengst angelegt. Er erscheint zwischen dem 3. und 5. (PESSINA, 1810; LOWDER und MUELLER, 1998) bzw. 4. und 5. Lebensjahr (SISSON und GROSSMAN, 1950; HABERMEHL, 1975; WISSDORF et al., 2002). Einen Überblick über die Daten zum Wechsel und Durchbruch der bleibenden Zähne gibt Tabelle 3.3.3.

Mit dem 5. Lebensjahr ist das Gebiss des Pferdes vollständig und der Zahnwechsel beendet (MÜLLER, 1901; VON MÜLLER, 1908). SCHWERDT (1909) überprüfte im Rahmen seiner Untersuchungen zum Zahnalter des Pferdes diese Aussage für die Schneidezähne mit dem Ergebnis, dass von den 55 von ihm untersuchten 4 ½-jährigen Pferden, darunter 4 schwere Zugpferde, 36 (66%) alle Schneidezähne gewechselt hatten. In der Gruppe der Pferde über 5½ Jahre (477 Tiere) waren bei allen Pferden die bleibenden Schneidezähne durchgebrochen. Der Zahnwechsel wird als zuverlässiges Mittel zur Zahnaltersschätzung der Pferde bis zum 5. Lebensjahr gesehen (OHM, 1908; HABERMEHL, 1981; RICHARDSON et al., 1994).

Tabelle 3.3.3: Durchbruch der bleibenden Zähne.

Autor	Durchbruch der bleibenden Zähne
PESSINA (1810)	I1: 2 – 3 J I2: 3 – 4 J I3: 4 – 5 J P2: 1½ - 2 J P3: 2 – 4 J (mit den I1 oder I2 zusammen) P4: 2 – 5 J (mit den I2 oder I3 zusammen) M1: 9 – 12 M M2: 24 – 36 M M3: 4 – 5 J C: 3 – 5 J
KROON (1929)	I1: 2½ J I2: 3½ J I3: 4½ J P2: 2½ J P3: 2½ J P4: 3 J M1: 10 M M2: 20 M M3: 3 – 5 J

Autor	Durchbruch der bleibenden Zähne
<p style="text-align: center;">SISSON und GROSSMAN (1950)</p>	<p>I1: 2½ J I2: 3½ J I3: 4½ J P1: 5 – 6 M P2: 2½ J P3: 3 J P4: 4 J M1: 9 – 12 M M2: 24 M M3: 3½ - 4 J C: 4 – 5 J</p>
<p style="text-align: center;">HABERMEHL (1975)</p>	<p>I1: 2½ J I2: 3½ J I3: 4½ J P2: 2½ J P3: 2½ J P4: 3½ J M1: 12 M M2: 24 M M3: 4 J C: 4 J</p>
<p style="text-align: center;">OPPERMANN (1975)</p>	<p>I1: 2½ J I2: 3½ J I3: 4½ J P2: 3 J P3: 2½ J P4: 2½ J M1: 12 M M2: 18 M M3: 3 – 5 J</p>

Autor	Durchbruch der bleibenden Zähne
WISSDORF et al. (2002)	I1: 2½ - 3 J I2: 3½ - 4 J I3: 4½ - 5 J P1: 5. – 6. M P2: 2½ J P3: 2½ J P4: 3½ J M1: 6 – 9 M M2: 24 – 30 M M3: 3½ – 4½ J

3.3.4 Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen

Kundenabrieb

Durch den physiologischen Abrieb der Schneidezähne verschwinden im Laufe der Zeit die Kunden von den Schneidezahnkauf Flächen. Bevor sich jedoch die Schneidezahnantagonisten von Ober- und Unterkiefer an ihren labialen Kauf Flächenrändern treffen vergeht etwa ein halbes Jahr. Nach einem weiteren halben Jahr treffen auch die lingualen Ränder aufeinander (KROON, 1929; BUTZ, 1946; HABERMEHL, 1975; OPPERMAN, 1975). Der Zeitraum, der für das Verschwinden der Kunden benötigt wird ist abhängig von ihrer jeweiligen Tiefe und der Stärke des Zahnabriebs. PESSINA (1810) gibt als Einheit für den jährlich am Zahn stattfindenden Abrieb eine Linie „Wiener Maß“ an. Eine Linie „Wiener Maß“ entsprechen 2,1950 mm (VON MÜLLER, 1908).

UNTERKIEFERSCHNEIDEZÄHNE

Die Gesamttiefe der Kunden in den Unterkieferschneidezähnen wurde von Pessina (VON HÖGELMÜLLER, 1810) mit 4 bis 6 Linien (entsprechen etwa 8,8 – 13,14 mm) angegeben. Auf dieser Grundlage simulierte (PESSINA, 1810) den Kundenabrieb durch künstliches Abschleifen der Schneidezähne und kam zu dem Ergebnis, dass die Kunden des ersten Unterkieferschneidezahns im Laufe des 6., die des zweiten im Laufe des 7. und die des dritten im 8. Lebensjahr erloschen sind. KROON (1929), BUTZ und BÖTTGER (1946), HABERMEHL (1975), OPPERMAN (1975) und WISSDORF et al. (2002) geben in ihren Lehrbüchern einen jährlichen Abrieb von 2 mm und eine durchschnittliche Kundentiefe der Unterkieferschneidezähne von 6 mm an. HABERMEHL (1981) hält die Abriebsrate von 2 mm pro Jahr vor allem im Unterkiefer für ziemlich beständig. Demzufolge

verschwinden die Kunden an den Zangen mit 6 Jahren, an den Mittelzähnen mit 7 und an den Eckzähnen mit 8 Jahren (KROON, 1929; BUTZ und BÖTTGER, 1946; HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975; WISSDORF et al., 2002). LOWDER und MUELLER (1998) nennen einen größeren Zeitraum von bis zu 10 Jahren bis alle Kunden im Unterkiefer abgenutzt sind.

OBERKIEFERSCHNEIDEZÄHNE

Mit der Annahme von Pessina, dass die Kunden der Oberkieferschneidezähne 8 Linien (etwa 17,52 mm) tief sind, verschwinden sie an den Zangen im 9., an den Mittelzähnen im 10. und zuletzt an den Eckschneidezähnen im 11. Lebensjahr (VON HÖGELMÜLLER, 1810). BUTZ und BÖTTGER (1946), HABERMEHL (1975), OPPERMANN (1975) sowie LOWDER und MUELLER (1998) machen dieselben Zeitangaben, gehen jedoch von einer durchschnittlichen Kundentiefe von 12 mm aus.

Das Erlöschen der Kunden des Oberkiefers wird als ein inkonstantes Merkmal bewertet (KROON, 1929; BUTZ und BÖTTGER, 1946; AAEP, 1966; HABERMEHL, 1975; OPPERMANN, 1975; LOWDER und MUELLER, 1998). KROON (1929), HABERMEHL (1975) und OPPERMANN (1975) begründen diese Bewertung damit, dass die Kundentiefe im Oberkiefer unregelmäßig ist.

UNTERSUCHUNGEN ZUR ÜBERPRÜFUNG DES ZAHNABRIEBS

Die Kundenlehre von PESSINA (1810) wurde in zahlreichen Studien überprüft. VON MÜLLER (1908) untersuchte Anfang des 20. Jahrhunderts 202 Dienstpferde der Sächsischen Feldartillerie und 92 Pferdeschädel aus einer Pferdeschlachtereier sowie der Sammlung der Universität Leipzig. Die Militärpferde wurden ab der so genannten Remontierung, mit 4 bis 5 Jahren, unter vergleichbaren Bedingungen gehalten. Es handelte sich durchgehend um Warmblutpferde, in der Hauptsache Ostpreußen (heute Trakehner (NISSEN, 1965)), Hannoveraner, Holsteiner und Pferde aus sächsischer Zucht (VON MÜLLER, 1908). VON MÜLLER (1908) fand bei einer Gesamtheit von 88 untersuchten Pferde im Alter zwischen 5 bis 8 Jahren bei 42 Pferden (48%) eine Übereinstimmung mit Pessinas Regeln (Abrieb der Kunden des Unterkiefers). Bei den Tieren zwischen dem 9. und 11. Lebensjahr deckten sich die Ergebnisse bei 30 von 76 (39%) mit Pessinas Angaben (Abrieb der Kunden des Oberkiefers). Die Ursache für die Abweichungen zu den Daten Pessinas sieht VON MÜLLER (1908) insbesondere darin, dass dieser bei seinen Berechnungen von einer durchschnittlichen Tiefe der Kunden ausging. Nach seinen Messungen an 40 Gebissen und deren Wachsabdrücken lassen sich jedoch keine Durchschnittszahlen für die Kundentiefe der beiden Kiefer angeben. Die Tabelle 3.3.4 gibt die von ihm durchschnittlich gemessene Kundentiefe an den Zangen (I1), Mittel (I2)- und Eckschneidezähnen (I3) wieder. Neben diesen Zahlenangaben betont VON MÜLLER (1908) ausdrücklich, dass die Zahnkronen erst beim Durchbruch und damit auch die Kunden voll ausgebildet sind und die exakte Kundentiefe sich nur vor dem Kontakt der Schneidezahnantagonisten und nach

Entfernung eventueller Futterreste bestimmen lässt. Zusätzlich weist er auf die Beobachtungen von HIBMA (1921b) hin, dass die Zementmenge am Boden der Kunde unterschiedlich sein kann.

Weitere Gründe für seine von den Regeln abweichenden Ergebnisse sieht VON MÜLLER (1908) darin, dass die vorderen und hinteren Ränder der Schneidezähne häufig einen sehr starken Höhenunterschied aufweisen und damit erst später miteinander in Reibung treten als mit einem halben bzw. einem Jahr. Zusätzlich zweifelt er die Annahme von einer konstanten Stärke des Abriebs, ohne dass die äußeren Verhältnisse sowie Beschaffenheit des Futters und der Krippe Beachtung finden, an (VON MÜLLER, 1908). Zusammenfassend bewertet er die Kundenlehre Pessinas zwar als unzuverlässig, sieht dennoch in ihr ein „wertvolles Mittel“ zur Schätzung der Pferde im mittleren Alter. Dazu schreibt er u.a.: „Als zuverlässige Regel kann dabei gelten, dass Pferde mit regelmäßiger Zahnstellung, welche noch Kunden in den Unterkieferzähnen besitzen, das 9. Lebensjahr nicht überschritten haben.“ (VON MÜLLER, 1908). Das Verschwinden der Kunden in den Schneidezähnen des Oberkiefers erfolgt jedoch so unregelmäßig, dass sie keine wertvollen Hinweise auf das Alter eines Pferdes liefern (VON MÜLLER, 1908).

Auch SCHWERDT (1909) überprüfte im Rahmen seiner Studien die Angaben Pessinas zum Kundenabrieb. Er untersuchte insgesamt 476 mittelschwere Artillerie- und leichte Dragonerpferde sowie 56 schwere Zugpferde der Fußartillerie. In der Gruppe der 4½ bis 8½jährigen Pferde stimmte bei 130 von 277 (47%) Tieren der Befund der Kunden mit dem tatsächlichen Alter überein. Bei den 9½ bis 11½jährigen traf bei 6 von 127 (5%) untersuchten Pferden der Befund das eigentliche Alter. Von den 128 Pferden zwischen 12½ und 22½ Jahren, waren bei 11 Pferden (8,6%) alle Kunden in Unter- und Oberkiefer erloschen. Von diesen 11 waren 4 Krippensetzer und ein Weber. Sie zeigten auf Grund der Stereotypien einen unphysiologisch starken Abrieb (SCHWERDT, 1909). Somit kommt auch SCHWERDT (1909) zu dem Ergebnis, dass die Kunden im Oberkiefer ein ungeeignetes Merkmal zur Altersbestimmung sind. Im Rahmen seiner Untersuchungen maß er auch die Tiefe der Kunden. Allerdings konnte er nur für die Eckzähne die absolute Tiefe, das heißt bevor die Zähne in Reibung getreten sind, ermitteln. Sie betrug im Unterkiefer zwischen 7 und 11 Millimeter und im Oberkiefer zwischen 12 und 14 Millimeter. Auf Grund seiner Ergebnisse kam er ebenso wie VON MÜLLER (1908) zu dem Schluss, dass die bei den einzelnen Schneidezähnen voneinander abweichenden Kundentiefen Durchschnittsangaben nicht zulassen. Bei seiner Überprüfung der Regel Pessinas, wonach der vordere Rand der Kronen der Ersatzschneidezähne nach einem halben Jahr und der hinter Rand nach einem Jahr in Reibung tritt, stieß SCHWERDT (1909) ebenfalls auf Abweichungen. Unter den 4 ½jährigen (bei denen die Mittelzähne mit ihrem hinteren Rand in Reibung getreten sein sollten) traf die Aussage von Pessina bei 25 von 55 Pferden (45%) zu. Bei den 5 ½jährigen waren bei 37 von 58 Pferden (64%) die Eckzähne mit ihrem hinteren Rand in Reibung getreten (SCHWERDT, 1909). SCHWERDT (1909) hält die Beurteilung der Zahnränder für hilfreich, um Pferde im Alter unter 6 Jahren bei denen bereits Kunden erloschen sind vor einer falschen Beurteilung zu schützen.

HEINZE (1899), PROELSZ (1903), OHM (1908), und GRESSEL (1931) überprüften ebenfalls die Zuverlässigkeit der Kundenlehre an Pferden des Militärs. Auch bei diesen Untersuchungen werden in allen Altersstufen Abweichungen von den Regeln Pessinas gefunden. Die Untersuchung der Kunden wird, unter Beachtung anderer Zahnaltersmerkmale, wie z.B. dem Zahndurchbruch und der Zahnreibflächenform, als aussagekräftig eingestuft (HEINZE, 1899; PROELSZ, 1903; OHM, 1908; GRESSEL, 1931). Disselhorst (ZIETZSCHMANN, 1915) resümiert auf Grund seiner Befunde, an einer nicht genannten Gruppe von Pferden, dass die Kundentiefe sehr unterschiedlich ist und damit auch die Abnutzung der Kunden nicht immer den Regeln entspricht.

Tabelle 3.3.4: *Durchschnittliche Kundentiefe der Schneidezähne des Ober- und Unterkiefers (VON MÜLLER, 1908).*

durchschnittliche Kundentiefe für I1 im Unterkiefer	durchschnittliche Kundentiefe für I2 im Unterkiefer	durchschnittliche Kundentiefe für I3 im Unterkiefer
2,5 – 21mm	8 – 13 mm	11 – 17 mm

durchschnittliche Kundentiefe für I1 im Oberkiefer	durchschnittliche Kundentiefe für I2 im Oberkiefer	durchschnittliche Kundentiefe für I3 im Oberkiefer
24 – 30 mm (Schwankungen zwischen 5 – 35 mm)	20 – 25 mm (Schwankungen zwischen 15 – 29 mm)	14 – 19 mm

Die Kundenspur

Die Kundenspur erscheint auf der Zahnkaufäche, nachdem die Kunde bis auf ihren schmelzgefüllten Boden abgerieben wurde (HABERMEHL, 1975). PESSINA (1810), dem dieses Phänomen zwar bekannt war, machte zu der Kundenspur keine näheren Angaben. KROON (1929) datiert das Erscheinen der Kundenspur zusammen mit dem Verschwinden der Kunden der Unterkieferschneidezähne auf das 8. Lebensjahr. Die Kundenspur ist zu diesem Zeitpunkt oval und groß. Laut HABERMEHL (1975) erscheint an den Zangen schon mit 6 Jahren die querovale Kundenspur, mit 7 Jahren an den Mittelzähnen und schließlich mit 8 Jahren an den Eckzähnen. Im Laufe der Zeit wechselt die Form von queroval zu rund und schließlich zu punktförmig. Die Kundenspur verkleinert sich nicht nur, sondern wandert auch in Richtung des hinteren Zahnrandes (KROON, 1929). Mit 15 Jahren ist sie an allen Schneidezähnen verschwunden und auf

der Zahnreibefläche verbleibt nur noch die Kernspur, das Zahnsternchen (KROON, 1929; BUTZ und BÖTTGER, 1946; HABERMEHL, 1975). Die Angaben der Autoren sind in der Tabelle 3.3.5 zusammengefasst.

Tabelle 3.3.5: Die Kundenspur an den Schneidezähnen.

Kundenspur	KROON (1929)	BUTZ und BÖTTGER (1946)	HABERMEHL (1975)
<i>Erscheinen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • I1 8 Jahre • I2 8 Jahre • I3 8 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • k. A. 	<ul style="list-style-type: none"> • I1 6 Jahre • I2 7 Jahre • I3 8 Jahre
<i>rundliche Form</i>	<ul style="list-style-type: none"> • I1 10 Jahre • I2 11 Jahre • I3 k.A. 	<ul style="list-style-type: none"> • I1 9 Jahre • I2 10 Jahre • I3 11 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • I1 9 Jahre • I2 10 Jahre • I3 11 Jahre
<i>runde Form</i>	<ul style="list-style-type: none"> • I1 11 Jahre • I2 12 Jahre • I3 13 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • k. A. 	<ul style="list-style-type: none"> • k. A.
<i>punktförmige Gestalt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • I1 12 Jahre • I2 13 Jahre • I3 14 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • I1 12 Jahre • I2 13 Jahre • I3 14 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • k. A.
<i>Verswinden</i>	<ul style="list-style-type: none"> • I1 13 Jahre • I2 14 Jahre • I3 15 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • I1 13 Jahre • I2 14 Jahre • I3 15 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • I1 13 Jahre • I2 14 Jahre • I3 15 Jahre

Die Kernspur, das Zahnsternchen

Die Kernspur, das Zahnsternchen, erscheint zunächst als dunkelbrauner oder glasig-weißer Streifen labial der Kundenspur. Später wird sie zunehmend oval und schließlich nimmt sie punktförmige Gestalt an. Dabei rückt sie in Richtung der Reibeflächenmitte (MUYLLE et al., 2002b). Das Zahnsternchen erscheint meistens im Alter von 7 bis 8 Jahren (KROON, 1929; MUYLLE et al., 2002b). KROON (1929) gibt genaue Zeitangaben zu den Formveränderungen der Kernspur an. Demnach ist sie im Alter zwischen 10 und 12 Jahren kurz und oval und wird mit 13 Jahren an den

Zangen runder. Mit 14 Jahren wird sie an den Mittelschneidezähnen runder und schließlich mit 15 Jahren an den Zangen rund bzw. punktförmig. An den Eckschneidezähnen tritt die runde Form nie deutlich auf (KROON, 1929). Pferde, die auf der Reibefläche sowohl Kundenspur als auch Kernspur aufweisen sind jünger als 15 Jahre und Tiere, bei denen nur noch das Zahnsternchen sichtbar ist, älter als 15 Jahre (HABERMEHL, 1975).

Veränderung der Reibflächenform

Die Veränderung der Reibflächenform wird von PESSINA (1810) als weiteres Merkmal zur Bestimmung des Zahnalters, vor allem nach dem 8. Lebensjahr herangezogen.

Für jede der Formperiode queroval, rund, dreieckig oder längsoval veranschlagt Pessina einen Zeitraum von 5 Jahren, wobei die ersten zwei Jahre davon als Übergangszeit anzusehen sind (VON HÖGELMÜLLER, 1810). Die Zangen wechseln ihre Form zuerst, die Mittel- und Eckschneidezähne folgen jeweils ein Jahr später. Bei Tieren mit unregelmäßigen Zahnabrieb und Zahnnachschub, hält PESSINA (1810) die Formen der Reibflächen für unzuverlässig und rät die Länge der Schneidezähne als Merkmal hinzuzuziehen. Pessina gibt folgende Zeiträume für die einzelnen Formen der Reibflächen an (Tabelle 3.3.6 und 3.3.7):

Tabelle 3.3.6: Zeitangaben von Pessina über die Veränderungen der Reibflächenform an den Schneidezähnen des Unterkiefers (VON HÖGELMÜLLER, 1810).

UNTERKIEFER

Form	Zangen (I1)	Mittelzähne (I2)	Eckzähne (I3)
<i>queroval</i>	• bis zum 8. Jahr	• bis zum 9. Jahr	• bis zum 10. Jahr
<i>rund</i>	• 9. – 13. Jahr	• 10. – 14. Jahr	• 11. – 15. Jahr
<i>dreieckig</i>	• 14. – 18. Jahr	• 15. bis 19. Jahr	• 16. – 20. Jahr
<i>längsoval</i>	• über 9 Jahre	• über 20 Jahre	• über 21 Jahre

Tabelle 3.3.7: Zeitangaben von Pessina über die Veränderungen der Reibflächenform der Schneidezähne des Oberkiefers (VON HÖGELMÜLLER, 1810).

OBERKIEFER

Form	Zangen (I1)	Mittelzähne (I2)	Eckzähne (I3)
<i>queroval</i>	• bis zum 11. Jahr	• bis zum 12. Jahr	• bis zum 13. Jahr
<i>rund</i>	• 12. – 16. Jahr	• 13. – 17. Jahr	• 14. – 18. Jahr
<i>dreieckig</i>	• 17. – 21. Jahr	• 18. – 22. Jahr	• 19. – 23. Jahr
<i>längsoval</i>	• über 22 Jahre	• über 23 Jahre	• über 24 Jahre

VON MÜLLER (1908) griff die Ergebnisse Pessinas zu den Reibflächen auf und prüfte sie an 185 Warmblutpferden zwischen 5 und 19 Jahren. Er untersuchte nur Tiere mit physiologischer Gebissstellung. Von Pferden, deren Zahnform schwer zu beurteilen war fertigte er Wachsabdrücke der Zahnreihen an und maß deren Reibflächen. Zur Beurteilung teilte er die 4 Formperioden in jeweils zwei Phasen von 3 Jahren. Die Formperioden wurden auf Grund der Zahnbreite zur -tiefe definiert. Der Zeitraum der querovalen Reibflächenform beginnt mit 6 Jahren an den Zangen, ein Jahr später an den Mittelzähnen und wiederum ein Jahr darauf an den Eckschneidezähnen. Die Tabelle 3.3.8 zeigt die Einteilung der Formperioden, die VON MÜLLER (1908) der Überprüfung an oben genannter Tiergruppe zu Grunde legte.

VON MÜLLER (1908) kam zu dem Ergebnis, dass in der Alterstufe der 5 – 7jährigen bei 65 von 67 (97%) der untersuchten Zähne die querovale Form vorlag. In der Altersklasse bis 12 Jahre, der Übergangsform von queroval zu rund, wurden 22 von 85 Tiere (25,9%), zumeist um ein Jahr, zu alt geschätzt. In der Periode der dreieckigen Form fand VON MÜLLER (1908) bei 13 von 32 (43,4%) Abweichungen von der Regel. Er fasste zusammen, dass nach Eintreten der runden Reibflächen die Altersschätzung auf Grund der Reibflächenformen immer mit einem 2 – 3jährigen Spielraum anzugeben sei. Weiter stellte er fest, dass die Reibflächen der Eckzähne allgemein schwer zu bewerten sind, da sie, in jedem Alter, eine zu längliche Form haben (VON MÜLLER, 1908).

SCHWERDT (1909) überprüfte ebenfalls die Regel Pessinas zur Veränderung der Reibflächenform. Er erstellte Abdrücke der Zahnreihen von 280 Pferden, darunter mittelschwere Artilleriepferde, leichte

Dragonerpferde und schwere Zugpferde. Im Gegensatz zu VON MÜLLER (1908) benutze er dazu kein Wachs, sondern eine schnell aushärtende Masse aus Guttapercha, Stearin, Talcum und Zinkweiß (Stent'sche Abdruckmasse). Zur Beurteilung der Abdrücke orientiert er sich an der von VON MÜLLER (1908) gemachten Einteilung (Tabelle 3.3.8). Bei den Messungen von SCHWERDT (1909) erwies sich die bestehende Regel von der querovalen Form zwischen dem 6. bis 11. Lebensjahr als zuverlässig. Er beobachtete, dass die Abnahme des Querdurchmessers schon mit 6 Jahren beginnt, jedoch die Zunahme des Tiefendurchmessers und die Abnahme des Querdurchmessers bei den Pferden über 12 Jahren sehr viel langsamer als angenommen verläuft. Die Formveränderungen in diesen Altersgruppen wurden mit einer 3 – 4jährigen Verzögerung beobachtet und nach bestehender Regel während diese Pferde zu jung geschätzt worden. Die Reibeflächen des Oberkiefers ließen keinerlei Regelmäßigkeit erkennen.

KROON (1929) diskutiert in seinem Buch Messergebnisse der Kauflächen von unterschiedlichen Autoren, unter anderem von PESSINA (1810), VON MÜLLER (1908) und SCHWERDT (1909). Auf Grund zu starker Abweichungen schließt KROON (1929) eine zuverlässige Definition der Formen durch Messung der Reibeflächen aus. Er zitiert die Ergebnisse von Girard, demnach die Reibeflächen bis zum 9. Lebensjahr oval, von 9 bis 13 Jahren rund, von 14 bis 18 Jahren dreieckig und zuletzt bei Pferden über 18 Jahren längsoval sind (KROON, 1929). Die AAEP (1966) machen folgende Angaben für die Unterkieferzangen: im Alter bis 6 Jahre sind Kauflächen queroval, von 9 bis 12 Jahren rund und von 14 bis 17 Jahren dreieckig. Die Form ab dem 20. Lebensjahr ist als längsoval anzusehen. Die von HABERMEHL (1975) genannten Richtzahlen für die Unterkieferschneidezähne sind in Tabelle 3.3.9 dargestellt.

Die Umwandlung von queroval zu rundlich beginnt an den Zangen mit 8 Jahren, an den Mittelzähnen mit 9 Jahren und ein Jahr später an den Eckzähnen (HABERMEHL, 1975).

Tabelle 3.3.8: Einteilung der 4 Formperioden, am Beispiel der Zangen (I1) nach VON MÜLLER (1908).

Form	Breite : Tiefe	Alter am Beispiel des I1
<i>queroval</i>	- 6 : 3	- 6. – 8. Jahr
	- 5½ : 3½	- 9. – 11. Jahr
<i>rund</i>	- 5 : 4	- 12. – 14. Jahr
	- 4½ : 4½	- 15. – 17. Jahr
<i>dreieckig</i>	- 4 : 5	- 18. – 20. Jahr
	- 3½ : 5½	- 21. – 23. Jahr
<i>längsoval</i>	- 3 : 6	- ab 24 Jahren

Tabelle 3.3.9: Formen an den Reibeflächen der Unterkieferscheidezähne (HABERMEHL, 1975).

Form	Zangen (I1)	Mittelzähne (I2)	Eckzähne (I3)
<i>queroval</i>	• 6. – 11. Jahr	• 7. – 12. Jahr	• 8. – 13. Jahr
<i>rund</i>	• 12. – 17. Jahr	• 13. – 18. Jahr	• 14. – 19. Jahr
<i>dreieckig</i>	• 18. – 23. Jahr	• 19. – 24. Jahr	• 20. – 25. Jahr
<i>längsoval</i>	• über 23 Jahre	• über 24 Jahre	• über 25 Jahre

Einbiss, Einschlifff

Mit dem Begriff „Einbiss“ wird der Zahnhaken am Eckschneidezahn des Oberkiefers bezeichnet. Er tritt in Abhängigkeit von Abflachung und Verkürzung des Unterkiefers in bestimmten Altersstufen auf. Die Zeitangaben für das Erscheinen des ersten Einbisses mit 9 Jahren, des zweiten mit dem 15. und des dritten mit dem 20. Lebensjahr (KROON, 1929; HABERMEHL, 1975; OPPERMAN, 1975) wurden mehrfach in Studien einer Prüfung unterzogen. Schon Pessina schreibt, dass der Einbiss häufig nicht vorhanden ist und daher als Merkmal zur Altersbestimmung nur bedingt herangezogen werden kann (VON HÖGELMÜLLER, 1810). VON MÜLLER (1908) findet bei seinen Untersuchungen an insgesamt 75 von 202 Pferden (37%) im Alter von 5 bis 17 Jahren sowohl beidseitig als auch einseitig einen Einbiss. Im Alter von 8 bis 11 Jahren zeigte sich dieses Merkmal an 45 von 97 untersuchten Tieren (46,4%). Von diesen 75 Pferden wurde in 26 Fällen (34,6%) der Einbiss nur einseitig, davon 11 rechts (42,3%) und 15 links (57,7%), vorgefunden (VON MÜLLER, 1908). SCHWERDT (1909) weist bei seinen Studien zur Zahnalterslehre bei 219 von 532 Pferden (41%) einen Einbiss nach, darunter Tiere im Alter zwischen 4½ und 22 Jahren. Auch OHM (1908) und GRESSEL (1931) fanden in ihren Forschungen den Einbiss bei Pferden in allen Altersstufen. SASSEN (1950) bestätigt einige Jahre später nochmals diese Ergebnisse. Er untersuchte 122 Schädel und 200 lebende Pferde, in der Hauptsache Kaltblüter, und fand den Einbiss sowohl ein- als auch beidseitig bei Tieren zwischen dem 7. und 27. Lebensjahr. Bei den untersuchten Gebissen konnte er in 55 Fällen (45%) nachgewiesen werden, während bei den Pferden 50 von 200 (25%) dieses Merkmal zeigten. Von den insgesamt 322 untersuchten Zahnreihen war der Einbiss bei 36 nur rechtsseitig (11,2%) und bei 12 nur linksseitig

(3,7%) vorhanden (SASSEN, 1950). OHM (1908), VON MÜLLER (1908), SCHWERDT (1909), GRESSEL (1931) und SASSEN (1950) kommen zu dem übereinstimmenden Ergebnis, dass sich für den so genannten Einbiss keine zuverlässige, Regelmäßigkeit erkennen lässt. LEUE (1939) geht sogar soweit den von ihm als Einschliff benannten Einbiss nicht als ein altersabhängiges Merkmal anzuerkennen, sondern als einen Hinweis auf eine vorliegende Zahnerkrankung, die einer Korrektur bedarf. Demnach entsteht der Zahnhaken am Eckzahn des Oberkiefers nicht durch die Zahnstreckung sondern durch eine Druckveränderung, die häufig von Zahnerhöhungen im Bereich der letzten Molaren hervorgerufen wird. Daraus folgt eine Fehlstellung des Oberkiefers und die Bildung eines Einschliffs am oberen Eckzahn (LEUE, 1939).

Galvayne-Rinne, Furche, -Zeichen

Die Galvayne-Rinne, Galvayne-Furche oder -Zeichen, bezeichnet einen dunklen Längsstreifen an der labialen Fläche der Eckschneidezähne des Oberkiefers. Die Furche kann ein- oder beidseitig auftreten. Ihre Aussagekraft für die Altersbestimmung wurde in zahlreichen Studien geprüft. So untersuchte HABACHER (1932) 923 Klinik- und 52 Gestütpferde (älter als 10 Jahre). Er ging davon aus, dass die Rinne sich mit 12 bis 13 Jahren über das obere Drittel, mit 16 bis 17 Jahren über die Hälfte und mit 20 bis 21 Jahren über die gesamte Länge des Eckzahns erstreckt. Von 490 untersuchten Patienten stimmte bei 219 (45%) das Alter mit der Länge der Galvayne-Rinne überein. Bei der Überprüfung dieses Merkmals an den Gestütpferden zeigten 30 von 52 Gebissen (58%) das erwartete Ergebnis. Da auch am Unterkiefereckzahn Rinnen, ähnlich der Galvayne-Rinne auftreten können, verglich HABACHER (1932) an 433 weiteren Pferden die Aussagekraft der Rinnen am Unterkiefereckschneidezahn mit denen des Oberkiefers. In 20 – 35% der Fälle ließen auch die Furchen des Unterkiefers auf das richtige Alter schließen (HABACHER, 1932). DECHAMBRE (1928) und CAMPUS (1926) stellten fest, dass die Rinne häufiger auf der linken als auf der rechten Seite zu finden war. Diese Beobachtung wurde später durch SASSEN (1950) bestätigt. SASSEN (1950) untersuchte 122 Schädel und 200 lebende Pferde, davon über die Hälfte rheinisch-deutsches Kaltblut, auf die Aussagekraft der Furche am Oberkiefereckzahn. Demnach erwies sich die Furche beim rheinisch-deutschen Kaltblut bei 50 von 110 (45%) Tieren, beim Warmblut bei 26 von 49 (53%) und bei den Pferden unbekannter Abstammung bei 41 von 11 (27%) Tieren als ungeeignet zur Altersbestimmung (SASSEN, 1950). SANNEMANN (1949) zitiert die Ergebnisse Weekenstroos, der bei 515 untersuchten Pferden in 259 Fällen (50%) eine Furche fand. Bei 283 der 10 – 13jährigen Tieren verlief sie 28mal (10%) über das obere Drittel an den oberen Eckschneidezähnen, bei 131 der 14 – 16 Jahre alten Pferden 33mal (25%) über die Hälfte und bei 57 der 17 – 18jährigen 8mal (25%) über $\frac{3}{4}$ des Zahnes. Bei 9 von 34 Tieren (26,5%) im Alter zwischen 19 – 22 war eine Furche über die ganze Länge des Eckzahns zu erkennen (SANNEMANN, 1949).

KROON (1929), AAEP (1966), HABERMEHL (1975) und OPPERMANN (1975) machen in ihren Lehrbüchern folgende einheitliche Altersangaben zur Galvayne-Rinne: mit 10 Jahren erscheint die Furche am proximalen Rand des Zahnes, mit 15 Jahren erstreckt sie sich über die proximale Hälfte des

Zahnes, um sich schließlich mit dem 20. Lebensjahr über die ganze Zahnlänge auszuweiten. KROON (1929) ergänzt, dass mit dem 25. Lebensjahr die Furche nur noch über die distale Hälfte verläuft und, wie auch HABERMEHL (1975) beschreibt, ungefähr mit dem 30. Lebensjahr nur noch am distalen Rand sichtbar ist. KROON (1929), OPPERMANN (1975) und RICHARDSON (1997) sprechen dem Galvayne-Zeichen wenig Aussagekraft für die Zahnaltersschätzung zu. Da die Galvayne-Rinne nur etwa bei jedem zweiten Pferd mit dem Alter auftritt bewertet auch HABERMEHL (1975) dieses Kennzeichen als unregelmäßig und unzuverlässig.

Schneidezahnlänge

Die Länge des sichtbaren Schneidezahnkronenteils wird von PESSINA (1810) als Hilfsmittel zur Zahnaltersschätzung herangezogen. Pferde mit einem regelmäßigem Zahnabrieb und Nachschub haben eine konstante Zahnkronenlänge. Diese beträgt nach PESSINA (1810) durchschnittlich 8 Linien (17,6 mm)¹ für die Zangen, 6 Linien (13,2 mm)¹ für die Mittel- und 4 Linien (8,8 mm)¹ für die Eckschneidezähne. OPPERMANN (1975) gibt als Durchschnittswerte für die Zangen 18 mm, für die Mittelschneidezähne 14 mm und für die Eckschneidezähne eine Länge von 10 mm an. Bei Pferden, mit irregulärem Zahnabrieb kann von der Reibefläche nicht auf das Alter geschlossen werden. Pferde mit zu langen Schneidezähnen werden als zu jung beurteilt, jene mit zu kurzen als zu alt (PESSINA, 1810). PESSINA (1810) empfiehlt die Zahnlänge zu messen und dementsprechend das geschätzte Zahnalter zu korrigieren. Bei Pferden deren Zähne über der Durchschnittslänge liegen soll für jede Linie (2,195 mm) ein Jahr zum geschätzten Alter hinzuzurechnen werden. Pferde, deren Zahnängen unter dem Durchschnittswert liegen soll für jede Linie ein Jahr vom geschätzten Alter abgezogen werden (VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909). VON MÜLLER (1908) und SCHWERDT (1909) berechneten ebenfalls auf Grund ihrer Messungen Durchschnittswerte für die Zahnängen. VON MÜLLER (1908) maß bei 202 Warmblutpferden die Strecke von der Mitte des Zahnfleischrandes bis zur Reibefläche auf der labialen Seite des Zahnes. Die durchschnittliche Länge für die Zangen der Gruppe der 5 – 11jährigen betrug im Oberkiefer 26,5 mm und im Unterkiefer 24 mm. Für die Mittelschneidezähne im Oberkiefer 23 mm und im Unterkiefer 20 mm und für die Eckschneidezähne im Oberkiefer 15 mm und im Unterkiefer 14 mm. Beim Vergleich der Kronenlänge der einzelnen Pferdejahrgänge untereinander stieg die Länge der Kronen mit dem Alter kontinuierlich an. Dies bestätigte sich auch bei einer weiteren Untersuchung von 19 Pferdeschädeln, die von über 11jährigen Tieren stammten. Innerhalb eines Jahrgangs traten jedoch, zum Beispiel in der Gruppe der 8jährigen, teilweise Schwankungen von 10 mm im Unterkiefer (18 – 30 mm im Oberkiefer) auf. Auch SCHWERDT (1909) fand bei seinen Messungen an 532 Pferden eine stetige Zunahme der Kronenlänge mit dem Alter, aber auch starke individuelle Abweichungen. Er erhielt ähnliche Durchschnittswerte wie VON MÜLLER (1908). Die Ergebnisse von VON MÜLLER (1908) und SCHWERDT (1909) sind in der Tabelle 3.3.10 vergleichend mit den Zahlen von Pessina und

¹ Für die Umrechnung der Linie Wiener Maß wurde die Angabe von VON MÜLLER (1908), wonach eine Linie 2,195 mm entsprechen, genutzt.

OPPERMANN (1975) dargestellt. Auf Grund der Divergenz der Messergebnisse in den Jahrgängen halten VON MÜLLER (1908) und SCHWERDT (1909) die Zahnlänge als Hilfsmittel zur Altersbestimmung für ungeeignet. Zudem kritisieren sie die Praktikabilität einer millimetergenauen Ausmessung der Zähne (VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909)

Tabelle 3.3.10: *Länge der sichtbaren Schneidezahnkronen.*

	Pessina (VON MÜLLER, 1908)	VON MÜLLER (1908) Pferde 5 bis 11 Jahre		SCHWERDT (1909) Pferde 5 bis 11 Jahre		OPPERMANN (1975)
	UK + OK	UK:	OK:	UK:	OK:	UK + OK
I1	8 Linien (17,6 mm)	24 mm	26,5 mm	23 mm	25 mm	18 mm
I2	6 Linien (13,2 mm)	20 mm	23 mm	19 mm	21 mm	14 mm
I3	4 Linien (8,8 mm)	14 mm	15 mm	14 mm	14 mm	10 mm

Veränderung des Schneidezahnwinkels

Die Bestimmung der Zahnwinkelform eignet sich zur groben Einordnung des Alters eines Pferdes in jung, mittelalt und alt (VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909; KROON, 1929). Bis zu einem Alter von 7 (SCHWERDT, 1909; KROON, 1929) bzw. 8 (HABERMEHL, 1975) bis 9 (VON MÜLLER, 1908) Jahren stehen die Oberkiefer- zu Unterkieferschneidezähne im Winkelgebiss zueinander. Das Zangengebiss tritt nach dem 15. Lebensjahr auf. Im Zeitraum zwischen dem Zangen- und Winkelgebiss wird der Zahnwinkel halbes Winkelgebiss genannt (VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909; KROON, 1929; HABERMEHL, 1975).

Veränderung des Schneidezahn Bogens

Mit dem Alter des Pferdes wird der Zahnbogen zunehmend flacher. Sowohl VON MÜLLER (1908) als auch SCHWERDT (1909) versuchten, auf Grund ihrer Untersuchungen Gesetzmäßigkeiten für diesen Prozess zu finden. VON MÜLLER (1908) ordnete 194 untersuchte Schneidezahnbögen den Formen „halbkreisförmig“, „flacher Bogen“ und „gerade Linie“ zu. Da SCHWERDT (1909) zu keinem Zeitpunkt alle drei Schneidezahnpaare in einer Linie antraf ersetzte er bei den 532 von ihm begutachteten Pferden das Merkmal „gerade Linie“ durch das Merkmal „fast gerade Linie“. Im Alter zwischen 4½ und 8 (VON MÜLLER, 1908) bzw. 9 Jahren (SCHWERDT, 1909) herrscht die halbkreisbildende Form vor. Sie trat jedoch auch im Alter von 11 Jahren auf und war erst nach dem 17. Lebensjahr bei keinem Pferd mehr zu beobachten (SCHWERDT, 1909). Der flache Zahnbogen schließt sich der Halbkreisform an und besteht bis zum 17. Lebensjahr (VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909). Bei 23 von 532 Tieren (4,3%) trat diese Form früher auf. Die Stellung „fast gerade Linie“ konnte zwischen dem 12. und 19. Lebensjahr bei 14 Tieren von 121 (11,6%) gefunden werden und war ab dem 19. Jahr bei allen deutlich (SCHWERDT, 1909). Eine „gerade Linie“ bilden die Schneidezähne ab dem 17. Lebensjahr, wobei VON MÜLLER (1908) offen lässt, welche Zähne in gerader Linie zueinander stehen müssen.

Die ermittelten Werte aus den Untersuchungen werden in Tabelle 3.3.11 zusammen mit den Angaben von KROON (1929) und HABERMEHL (1975) dargestellt. SCHWERDT (1909) konnte bei seinen Studien keine altersabhängigen Veränderungen an der Stellung der Oberkieferschneidezähne erkennen, weshalb er nur Werte für den Unterkiefer angibt. Die Angaben von KROON (1929) und HABERMEHL (1975) beziehen sich ebenfalls auf den Unterkiefer.

Tabelle 3.3.11: Zahnbogenformen in den unterschiedlichen Altersgruppen.

Zahnbogenform	VON MÜLLER (1908) UK + OK	SCHWERDT (1909) UK	KROON (1929) UK	HABERMEHL (1975) UK
<i>halbkreisförmig</i>	5 – 11 Jahre	4 – 10 Jahre	5 – 9 Jahre	bis 11 Jahre
<i>flacher Bogen</i>	12 – 17 Jahre	11 – 18 Jahre	10 – 17 Jahre	11 – 17 Jahre
<i>fast gerade Linie</i>	k. A.	über 18 Jahre	über 17 Jahre	17 – 23 Jahre
<i>gerade Linie</i>	über 17 Jahre	k. A.	k. A.	über 23 Jahre

3.4 Die Zahnaltersschätzung beim Englischen Vollblutpferd

RIEGER (1987) überprüfte die Grundsätze zu allgemeinen Zahnaltersschätzung für das Englische Vollblutpferd (Galopper). Hierfür untersuchte sie 1124 Galopper von Galopprennbahnen und Gestüten aus Deutschland. Die Pferde hatten ein Alter zwischen 7 Tagen und 12 Jahren und teilten sich in 560 Stuten (50%), 486 Hengste (43%) und 78 Wallache (7%) auf. Das genaue Geburtsdatum der Tiere war bekannt.

Die Schneidezähne wurden ohne Zwangsmittel bei Fohlen, Jährlingen und 6 – 12jährigen Pferden einmalig untersucht. Bei den 2 – 5jährigen wurden die Schneidezähne ein Jahr lang in Abständen von jeweils 4 bis 6 Wochen kontrolliert (RIEGER, 1987). Zusätzlich zur Adspektion der Schneidezähne notierte RIEGER (1987) noch Durchbruch und Vorkommen der Dentes canini und maß von 744 frisch durchgebrochenen Ersatzschneidezähnen die Kundentiefe. Die Ergebnisse werden in diesem Kapitel vorgestellt.

3.4.1 Erscheinen der Milchzähne

In ihren Untersuchungen beobachtete RIEGER (1987) dass die Milchzangen der Englischen Vollblutfohlen im Alter zwischen der 1. und 3. Lebenswoche erschienen. Im Alter zwischen 4 und 7 Wochen waren bei allen 25 untersuchten Tieren die Milchzangen vollständig durchgebrochen und wenigstens mit dem Labialrand in Reibung getreten. Die Milchmittelzähne erschienen im Zeitraum zwischen 5 und 7 Wochen und waren mit 3 Monaten bei allen Tieren vollständig durch das Zahnfleisch getreten. Die Milcheckschneidezähne brachen bei fast allen untersuchten Pferden im Alter von 5 bis 9 Monaten durch (RIEGER, 1987). Sie verglich ihre Daten zum Durchbruch der Milchschnidezähne beim Englischen Vollblutpferd mit den Daten von HABERMEHL (1975) (Kapitel 3.3.1). Die These, dass Pferde vom „frühreifen“ Typ, zu denen die Vollblutpferde zählen, einen früheren Zahndurchbruch als andere Großpferde zeigen, bestätigte sich nicht. Im Gegensatz dazu wiesen die untersuchten Pferde an den Milchzangen und Milchmittelzähnen einen etwa 2 Wochen verzögerten Zahndurchbruch auf (RIEGER, 1987).

3.4.2 Veränderungen an den Milchschnidezähnen

Zum Abrieb der Milchschnidezähne gibt RIEGER (1987) an, dass spätestens mit 8 Wochen die Milchzangen vollständig in Reibung getreten sind. Mit dem 2. Lebensmonat traten einige, ab dem 6. Monat regelmäßig erloschene Kunden an den Id1 auf und zwischen 12 und 15 Monaten waren alle Kunden abgerieben. Die Milchmittelzähne waren mit dem 3. bis 8. Lebensmonat vollständig in Reibung getreten und mit 15 Monaten ihre Kunden abgerieben (RIEGER, 1987). Bei den

Milcheckzähnen traten beide Zahnränder mit 15 Monaten in Reibung und die Kunden waren mit 2 Jahren erloschen. Die Reibeflächenform war an allen Milchschnidezähnen zu jedem Zeitpunkt queroval (RIEGER, 1987).

3.4.3 Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

Den Wechsel und Durchbruch der Ersatzzangen konnte RIEGER (1987) bei ihren Studien an 209 2- und 3jährigen Englischen Vollblutpferden 370mal beobachten. Bei 169 der Tiere (81%) wechselten die Oberkieferzangen vor den Unterkieferzangen. Die I1 traten frühestens mit 2 Jahren 1 Monat und spätestens mit 3 Jahren 4 Monaten zum Vorschein. Bei etwa 188 der untersuchten Pferde (90%) beobachtete RIEGER (1987) den Zahnwechsel im Zeitraum zwischen 2 Jahren 4 Monaten und 2 Jahren 11 Monaten. Der Median betrug 2 Jahre und 8 Monate.

Die Angaben zum Wechsel der Mittelschnidezähne stützte sie auf die Untersuchung von 147 2-, 3- und 4jährige Englischen Vollblutpferden, bei denen sie den Zahnwechsel 258mal erfasste. Den frühesten Zeitpunkt notierte sie bei 5 Pferden im Alter von 3 Jahren und 2 Monaten und der späteste bei einem Pferd mit 4 Jahren und 6 Monaten. 132 Tiere (90%) wechselten die I2 zwischen 3 Jahren 4 Monaten und 4 Jahren. Der Medianwert lag bei 3 Jahren und 8 Monaten (RIEGER, 1987).

Zum Wechsel der Eckschnidezähne untersuchte RIEGER (1987) 2 3jährige, 90 4jährige und 23 5jährige. Bei den insgesamt 115 Englischen Vollblutpferden konnte sie 199mal den Zahnwechsel beobachten. Bei 92 Pferden (80%) brachen die I3 im Zeitraum zwischen 4 Jahren 3 Monaten und 4 Jahren 11 Monaten durch. Das jüngste Tier, dessen Eckzahnwechsel RIEGER (1987) notierte, war 4 Jahre alt, das älteste 5 Jahre und 6 Monate. Der Wechsel begann bei 62 Tieren (54%) zuerst im Oberkiefer. Die ermittelten Daten zum Durchbruch der Ersatzschnidezähne beim Englischen Vollblutpferd sind in Tabelle 3.3.12 vergleichend mit den Werten von HABERMEHL (1975) dargestellt. Demnach wechseln die Galopper ihre Zähne 2 bis 3 Monate später. Vergleicht man die Angaben von RIEGER (1987) mit den Daten von PESSINA (1810) (siehe Kapitel 3.3.3), dann stimmen sie miteinander überein. Aus den genannten Ergebnissen folgerte RIEGER (1987), dass der Zeitpunkt des Zahnwechsels nicht mit der Frühreife in Zusammenhang gebracht werden kann. Auch die These, dass die Fütterung einen Einfluss auf den Zahnwechsel nimmt, wird durch ihre Studienergebnisse nicht bestätigt. Die von ihr untersuchten Pferde aus den Rennbahnställen wurden alle mit großen Mengen an hochwertigem Futter versorgt und hätten demzufolge einen vergleichsweise früheren Zahnwechsel zeigen müssen.

Die Hakenzähne brachen im Unterkiefer im Alter von 4 Jahren und im Oberkiefer etwa ein Jahr später durch (RIEGER, 1987).

Tabelle 3.3.12: *Wechsel der Schneidezähne beim Englischen Vollblutpferd und bei anderen Großpferden.*

	I1	I2	I3
RIEGER (1987) (Englisches Vollblutpferd)	2 J 4 M – 2 J 11 M <i>Medianwert:</i> 2 J 8 M	3 J 4 M – 4 J <i>Medianwert:</i> 3 J 8 M	4 J 3 M - 5 J 2 M <i>Medianwert:</i> 4 J 7 M
HABERMEHL (1975)	2 J 6 M	3 J 6 M	4 J 6 M

3.4.4 Altersbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen

Kundenabrieb und Kundenspur

ZANGEN

Der Kundenabrieb beginnt, wenn der Zahn vollständig in Reibung getreten ist. Zuvor treten erst die labialen Ränder der Antagonisten miteinander in Kontakt. RIEGER (1987) untersuchte das Eintreten der labialen Reibung an Zangen von 121 2jährigen und 54 3jährigen Englischen Vollblutpferden. Davon traten die I1 von 33 Pferden (76%) im Zeitraum zwischen 2 Jahren 9 Monate und 3 Jahren 1 Monat in Reibung. Da einige der Pferde zuvor schon von RIEGER (1987) zum Durchbruch der Zangen untersucht wurden ergab sich eine mittlere Zeitspanne von 3 Monaten und maximal 6 Monaten zwischen Durchbruch und Inreibungtreten der labialen Ränder. Zur Ermittlung des Zeitpunkts der vollständigen Reibung prüfte RIEGER (1987) 72 2jährige und 119 3jährige Englische Vollblutpferde. Bei 149 Pferden (78%) trat die Zangen zwischen 2 Jahren 11 Monaten und 3 Jahren 4 Monaten beidseitig in Reibung. Die Zeitspanne zwischen Einsetzen der Reibung labial und der Reibung lingual betrug 3 Monate. Die Kunden waren bei allen Pferden im Unterkiefer mit 6 Jahren abgerieben. Mit 5 Jahren hatten fast alle Zangen querovale Kundenspuren und ab dem 10. Lebensjahr überwog die runde Form bei der Kundenspur. Am Oberkiefer trat die querovale Kundenspur frühestens mit dem 2. Lebensjahr auf. Die Hälfte der 4- und 5jährigen wies an den Zähnen eine Kundenspur auf. Die Anzahl der Kundenspuren stieg bis zum 9. Lebensjahr stetig an. Ab dem 12. Jahr zeigten 10 von 15 Galoppfern (70%) ovale Kundenspuren. Die durchschnittliche Kundentiefe betrug an den Zangen 5,7 mm im Unterkiefer und 12,0 mm im Oberkiefer (RIEGER, 1987).

MITTELZÄHNE

Zur Bestimmung des Zeitpunkts des Inreibungtretens der labialen Ränder der Mittelzähne untersuchte RIEGER (1987) 85 3jährige und 58 4jährige Englische Vollblutpferde. Die Mittelzähne traten zwischen 3 Jahren 4 Monaten und 4 Jahren 8 Monaten in Reibung. Der Medianwert lag bei 4 Jahren. Der Abstand zwischen dem Durchbruch der Mittelzähne und dem labialen Kontakt betrug im Mittel 3

Monate. Das vollständige Inreibringtreten der Zähne überprüfte RIEGER (1987) an 39 3jährigen und 125 4jährigen Galoppfern. Danach traten bei 123 Tieren (75%) im Alter zwischen 3 Jahren 11 Monaten und 4 Jahren 4 Monaten die Mittelzähne ganz in Reibung. Der Medianwert lag bei 4 Jahren 2 Monaten. Der mittlere Zeitabstand zwischen dem Beginn der labialen Reibung und der vollständigen Reibung betrug 3 Monate. Mit 8 Jahren waren bei allen Pferden die Kunden der Unterkiefermittelzähne erloschen und teilweise ovale Kundenspuren zu erkennen. Die Anzahl der Zähne mit rundlicher Kundenspur stieg bis einem Alter von 12 Jahren an. Am Oberkiefer fand RIEGER (1987) bis zum 10. Lebensjahr querovale Kundenspuren und ab dem 12. Lebensjahr bei einem Viertel der Mittelzähne rundliche Kundenspuren. Die Tiefe der Kunden betrug im Unterkiefer durchschnittlich 6,4 mm und im Oberkiefer 15,8 mm (RIEGER, 1987).

ECKZÄHNE, I3

Die labialen Ränder der Eckschneidezähne traten bei den 53 4jährigen und 61 5jährigen, von RIEGER (1987) untersuchten, Englischen Vollblutpferden zwischen 4 Jahren 2 Monaten und 5 Jahren 11 Monaten in Reibung. Bei 84 Pferden (74%) trat der labiale Kontakt im Zeitraum zwischen 4 Jahren 8 Monaten und 5 Jahren 4 Monaten ein. Der Medianwert lag bei 5 Jahren. Es vergingen im Durchschnitt drei Monate zwischen dem Zahndurchbruch und dem labialen Kontakt der Eckschneidezähne. 103 Tiere (90%) benötigten dafür einen Zeitraum von 2 bis 5 Monaten.

Zur Ermittlung des Zeitpunkts der vollständigen Reibung prüfte RIEGER (1987) die Eckschneidezähne von 25 4jährigen und 96 5jährigen. Im Durchschnitt traten beide Zahnblätter 4 Monate nach Eintreten der labialen Reibung in Kontakt. 99 Pferde (82%) befanden sich dabei im Alter zwischen 4 Jahren 11 Monaten und 5 Jahren 8 Monaten. Der Median lag bei 5 Jahren und 2 Monaten. Mit 10 Jahren waren alle Kunden der I3 im Unterkiefer verschwunden und mit 12 Jahren trat überwiegend die rundliche Kundenspur auf. Im Oberkiefer traten ab dem 8. Lebensjahr querovale Kundenspuren auf und bei den 11- und 12jährigen wiesen die Hälfte der untersuchten Pferde querovale Kundenspuren auf. Rundliche Kundenspuren wurden nicht beobachtet. Die durchschnittliche Kundentiefe betrug im Unterkiefer 6,5 mm und im Oberkiefer 15,7 mm (RIEGER, 1987).

VERGLEICH DER ERGEBNISSE

RIEGER (1987) verglich ihre Ergebnisse zu Kundentiefe und Kundenabrieb mit den Angaben zur allgemeinen Zahnalterslehre. Demnach traten vor allem die Zangen und Mittelzähne ein halbes Jahr früher vollständig in Reibung als dies von KROON (1929), BUTZ und BÖTTGER (1946), HABERMEHL (1975) und OPPERMANN (1975) angegeben wird. Die von RIEGER (1987) gemessene Kundentiefe deckt sich mit den Daten von HABERMEHL (1975), demzufolge sind die Kunden im Unterkiefer durchschnittlich 6 mm und im Oberkiefer 12 mm tief. Bei einem jährlichen Abrieb von 2 mm hätten die Dentes incisivi der Englischen Vollblutpferde nach 3 bzw. 6 Jahren kundenfrei sein müssen. Die Studienergebnisse zeigen jedoch, dass die Zangen schon in der Hälfte der angenommenen Zeit abgerieben sind während die Eckzähne erst ein Jahr später kundenfrei sind. Die

Angaben zu den Mittelzähnen stimmen überein. RIEGER (1987) gibt an, dass von den insgesamt 1124 untersuchten Vollblütern 310 Tiere (27,6%) ein geringgradiges Karpfengebiss aufwiesen, nennt aber nicht die Verteilung auf die einzelnen Jahrgänge. Die Abriebsgeschwindigkeit dieser Tiere deckte sich jedoch mit der von Pferden mit physiologischer Gebissstellung, so dass RIEGER (1987) dieser Kieferfehlstellung keinen Einfluss auf ihre Ergebnisse zuspricht. Weiter verglich RIEGER (1987) die Abriebsgeschwindigkeit der Pferde aus den Gestüten (täglicher Weidegang) mit denen aus Rennställen (Stallhaltung), konnte jedoch keine Unterschiede zwischen den Haltungsformen feststellen. Schließlich stellt sie die These auf, dass die Abriebsgeschwindigkeit von der Zahnhärte abhängt. Demnach machen die Vollblüter zu Beginn des Zahnwechsels eine schnelle körperliche Entwicklung durch und die Härtequalität der Zangen könnte durch das überschießende Wachstum beeinträchtigt sein. Während das Wachstum später verlangsamt ist und die Mittel- und Eckschneidezähne stetig härter werden. Diese Vermutung wurde nicht weiter überprüft (RIEGER, 1987).

Kernspur, Zahnsternchen

Bezogen auf das Auftreten des Zahnsternchens beim Englischen Vollblutpferd ließ sich keine Regelmäßigkeit erkennen (RIEGER, 1987). Seine Gestalt war stets streifenförmig oder queroval. Es trat an den Zangen und Mittelzähnen zusammen mit der querovalen bis rundlichen Kundenspur auf und war an den Eckschneidezähnen nur selten zu sehen. Da die Kernspur erst nach dem Verschwinden der Kundenspur aussagekräftig ist, die von RIEGER (1987) untersuchten Pferde jedoch nicht dieses Alter erreichten, kann im Rahmen ihrer Studie keine Aussage über das Zahnsternchen beim Englischen Vollblutpferd gemacht werden.

Veränderung der Reibflächenform

Die Reibflächenform der Zangen und Mittelschneidezähne beim Englischen Vollblutpferd war bei den Untersuchungen von RIEGER (1987) bis zu einem Alter von 10 Jahren in Unter- und Oberkiefer queroval bis halbmondförmig. Die Eckschneidezähne hatten auch die Tiere, die älter als 10 Jahre waren, queroval bis halbmondförmige Reibflächen. Die Unterkieferzangen bei den 10 – 12jährigen Pferden (42 Tiere) hatten bei 10 Pferden (24%) eine rundliche und bei 8 Pferden (19%) eine angehend dreieckige Form. Bei den Mittelschneidezähnen wiesen 4 Tiere (9,5%) am Unterkiefer und 7 Tiere (16,7%) am Oberkiefer eine rundliche Form auf. RIEGER (1987) fasst ihre Ergebnisse wie folgt zusammen: bei Auftreten anderer als der querovalen Formen an den Reibflächen der I1 und I2 kann ein Alter von 10 Jahren und älter angegeben werden. Da das untersuchte Höchstalter bei 12 Jahren lag konnte keine weitere Aussage über die Veränderungen der Reibflächenformen zu einem späteren Zeitpunkt gemacht werden (RIEGER, 1987).

Einbiss, Einschleiß

Einen Einbiss konnte RIEGER (1987) bei 26 von insgesamt 905 Galoppfern (2,9%) im Alter zwischen 4 und 12 Jahren beobachten. Bei 11 Tieren trat er einseitig und bei 15 beidseitig auf. Von den Pferden mit einseitig auftretendem Einbiss zeigten 4 ein geringgradiges Karpfengebiss. Mit 6 Pferden (22%) lag das Maximum seines Auftretens bei einem Alter von 9 Jahren. RIEGER (1987) bewertet den Einbiss für wenig aussagekräftig zur Altersbestimmung beim Englischen Vollblut.

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen

Eine Galvayne-Rinne konnte RIEGER (1987) bei 69 von 217 untersuchten Englischen Vollblutpferden (31,8%) im Alter zwischen 6 und 12 Jahren feststellen. Bei den 9jährigen wiesen 19 von 37 Pferden (31,4%) eine Rinne im proximalen Drittel des Oberkieferreckschneidezahns auf und bei den 10- und 11jährigen hatten insgesamt 23 von 27 untersuchten Tieren (96,3%) eine Rinne im proximalen Drittel. Bei den 12jährigen verlief die Galvayne-Rinne bei 6 von 15 über das proximale Drittel und bei den restlichen über die ganze obere Hälfte des Eckschneidezahnes. Aus ihren Ergebnissen leitet RIEGER (1987) ab, dass Englische Vollblutpferde, die ein Rinne im proximalen Drittel des Oberkieferreckschneidezahnes aufweisen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf etwa 10 Jahre geschätzt werden können und dass Pferde, deren Rinne sich über die Hälfte des Zahnes ausdehnt 12 Jahre und älter sind.

Veränderung des Schneidezahnwinkels

Bis zum Alter von 8 bzw. 9 Jahren überwog bei den von RIEGER (1987) untersuchten Pferden das Zangengebiss. Anschließend ging dieses fließend in das halbe Zangengebiss über.

Veränderung des Schneidezahnbogens

Der Schneidezahnbogen der Englischen Vollblutpferde war am Unterkiefer im Alter bis zum 9. bzw. 10. Lebensjahr halbmondförmig und flachte danach ab (RIEGER, 1987). Die Angaben decken sich mit jenen von HABERMEHL (1975), zur Altersschätzung anderer Großpferde.

3.5 Die Zahnaltersschätzung beim Araber

Die Regeln zur Zahnaltersschätzung beim Araber wurde gegen Ende des 20. Jahrhundert von BOLTE (1995) und von MUYLLE et al. (1998) näher untersucht.

BOLTE (1995) untersuchte insgesamt 1378 Arabische Vollblutpferde im Alter bis zu 28 Jahren. Diese stammten aus verschiedenen deutschen und polnischen Gestüten, aus überwiegend polnischer, ägyptischer und zu einem geringen Teil Weil-Marbacher oder russischer Blutführung. Unter den untersuchten Pferden waren 872 Stuten, 506 männliche Vollblutaraber, davon 491 Hengste und 15 Wallache. BOLTE (1995) untersuchte alle Pferde ohne weitere Hilfsmittel, wie Zwangsstand oder Maulkeil und notierte seine Beobachtungen an den Schneidezähnen bevor ihm das Alter des Tieres bekannt gegeben wurde.

Die Ergebnisse von MUYLLE et al. (1998) beziehen sich auf die Untersuchung von 170 Arabischen Pferden (ohne weitere Angaben über die Zuchtlinie) im Alter zwischen 2 und 28 Jahren. Die Pferde wurden unter vergleichbaren Bedingungen aufgezogen und gehalten, hatten täglichen Weidegang und bekamen Heu und Kraftfutter. Im Gegensatz zu BOLTE (1995) wurden die Tiere vor der Untersuchung in Altersgruppen eingeteilt und die Befunde mit denen von Gruppen anderer Rassen verglichen (MUYLLE et al., 1998). Die Ergebnisse der genannten Studien werden im nachfolgenden Text beschrieben.

3.5.1 Erscheinen der Milchschnidezähne

Zum Durchbruch der Milchschnidezähne machte BOLTE (1995) folgende Beobachtungen an 40 Fohlen im Alter zwischen 3 Tagen und 11 Monaten: die Milchzangen erschienen im Zeitraum zwischen dem 3. und 14. Tag, der Medianwert lag am 10. Tag. Die Mittelmilchzähne brachen frühestens in der 4. und spätestens in der 8. Lebenswoche, im Median in der 6. Woche durch. Zwischen dem 6. und 8. Monat traten die Eckschnidezähne durch. Der Medianwert liegt hier bei 6 Monaten, jedoch konnte BOLTE (1995) den Zahndurchbruch am häufigsten im 7. Lebensmonat beobachten. MUYLLE et al. (1998) machen in ihrer Studie keine Angaben zum Erscheinen der Milchschnidezähne, da die untersuchten Tiere alle schon älter als 2 Jahre waren. Der Durchbruch der Milchschnidezähne beim Araber zeigt keine wesentlichen Abweichungen zu den Angaben von HABERMEHL (1975) für andere Großpferde. Dies zeigt auch folgende Übersicht, die BOLTES (1995) Ergebnisse den Daten von HABERMEHL (1975) gegenübergestellt:

Tabelle 3.3.13: *Durchbruch der Milchschnidezähne.*

	HABERMEHL (1975)	Arabisches Vollblut BOLTE (1995)
<i>Id1</i>	• in der 1. W	• in den ersten 2 W
<i>Id2</i>	• 3. – 8. W	• 1. W – 3. M
<i>Id3</i>	• 5. – 9. M	• 6. – 8. M

3.5.2 Veränderungen an den Milchschnidezähnen

Den Abrieb der Milchschnidezähne untersuchte BOLTE (1995) an 114 Fohlen. Demnach traten die Milchzangen und Milchmittelzähne 2 Wochen und die Milcheckzähne einen Monat nach ihrem Durchbruch mit ihrem labialen Rand in Reibung. Mit etwa 8 Wochen waren die Zangen vollständig in Reibung. Die Mittelzähne folgten im Alter von 4 Monaten und die Eckschnidezähne mit 13 bis 14 Monaten. Die *Id1* zeigen mit 17 Monaten teilweise Kundenspuren, mit 24 Monaten ist die Kundenspur sichtbar und mit 36 Monaten sind Kernspur und Kundenspur an den Reibeflächen zu erkennen. Die *Id2* haben mit 24 Monaten teilweise eine Kundenspur. Von Anfang bis Ende des 2. Lebensjahres sind an allen Reibeflächen Kundenspuren zu sehen. Im letzten Viertel des 3. Lebensjahres tritt neben der Kundenspur auch die Kernspur auf. Die Kunden waren daher mit knapp 2 Jahren an den Zangen, mit 2 bis 2 $\frac{3}{4}$ Jahren an den Mittelzähnen und mit 3 bis 3 $\frac{1}{4}$ Jahren an den Eckzähnen verschwunden. Die Reibefläche der Milchschnidezähne war immer queroval (BOLTE, 1995).

3.5.3 Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

Zum Wechsel der Schnidezähne betrachtete BOLTE (1995) insgesamt 159 Ersatzschnidezähne von 98 Arabischen Vollblutpferden im Alter zwischen 2 und 5 Jahren. Er beobachtete dabei, dass die Zangen im Zeitraum zwischen 2 Jahre 1 Monat und 3 Jahre 1 Monat durchbrachen. Der Medianwert lag bei 2 Jahren und 10 Monaten. Die Mehrheit wechselten die Zangen im letzten Drittel des 3. Lebensjahres. Die Mittelschnidezähne wurden im Alter zwischen 3 Jahren 9 Monaten und 3 Jahren 11 Monaten gewechselt. Der Median lag bei 3 Jahren und 10 Monaten. Die Eckschnidezähne brachen zwischen 4 Jahren 7 Monaten und 5 Jahren 1 Monat durch. Der Median lag bei 4 Jahren und 9 Monaten. Bei der Mehrheit der untersuchten Pferde erschienen sie im Alter von 4 Jahren und 8 Monaten (BOLTE, 1995). In der Altersgruppe zwischen 2 Jahren 3 Monaten und 3 Jahren 5 Monaten hatten bei den Untersuchungen von MUYLLE et al. (1998) von 11 Pferden alle, bis auf eins, die Zangen gewechselt. Alle 17 Pferde der Gruppe zwischen 3 Jahren 6 Monaten bis 4 Jahre 3 Monate der Studie zeigten permanente I2. In der Gruppe der 4 Jahre 9 Monate bis 5 Jahre 3 Monate alten Pferde

hatten von 12 Pferden 11 alle Schneidezähne gewechselt Sie machen jedoch keine näheren Angaben zu den Zeitpunkten des Zahndurchbruchs (MUYLLE et al., 1998).

3.5.4 Alterbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen

Kundenabrieb

Der Abrieb der Kunden beginnt, wenn beide Ränder der Schneidezähne in Reibung getreten sind. So beobachtete BOLTE (1995) an 218 Vollblutarabern, dass 3 Monate nach dem Durchbruch der Schneidezähne, Anfang des 3., 4. und 5. Lebensjahres 328 der untersuchten 364 durchgebrochenen Ersatzschneidezähne (90,1%) (von 218 Vollblutaraberperde) mit ihrem Labialrand in Reibung waren. Nach weiteren 3 Monaten, mit 3 Jahren 3 Monaten, 4 Jahren 3 Monaten und 5 Jahren 3 Monaten waren sie vollständig in Reibung. Der Kundenabrieb begann sobald die Schneidezähne vollständig in Reibung waren. Die Kunden begannen an den Zangen im Unterkiefer mit 6 Jahren, im Oberkiefer mit 9 Jahren zu verschwinden. An den Mittelschneidezähnen waren sie mit 7 Jahren im Unterkiefer, und mit 10 Jahren im Oberkiefer nicht mehr nachzuweisen. Bei den Eckschneidezähnen fingen die Kunden mit 8 Jahren im Unterkiefer und 3 Jahre später, mit 11 Jahren im Oberkiefer zu verschwinden. Die Kunden waren jeweils ein Jahr später vollständig erloschen, im Unterkiefer mit 7, 8 und 9 Jahren und im Oberkiefer mit 9, 10 und 11 Jahren (BOLTE, 1995). Zu den Kundenformen bemerkt BOLTE (1995), dass sie überwiegend queroval und selten rund waren. Im Gegensatz zu den Angaben von HABERMEHL (1975) findet der Kundenabrieb beim Arabischen Vollblutpferd im Unterkiefer um ein Jahr und im Oberkiefer um 2 Jahre verzögert statt. BOLTE (1995) erwägt als Grund für diese Abweichungen die Zugehörigkeit der Arabischen Pferde zu den spätreifen Pferderassen und Fütterungseinflüsse. Er selbst verglich seine Ergebnisse mit den Angaben in der Literatur zu Untersuchungen an Pferden des frühreifen Typs, wie der Studie von RIEGER (1987) an Englischen Vollblutpferden (Kapitel 3.4), konnte jedoch keinen Zusammenhang zwischen dem Kundenabrieb und dem Reifetyp finden. Er kommt zu dem Schluss, dass es sich bei dem Kundenabrieb um ein Zahnaltersmerkmal mit großer „biologischer Streuung“ handelt (BOLTE, 1995). Auch MUYLLE et al. (1998) sehen auf Grund ihrer Ergebnisse im Kundenabrieb kein verlässliches Merkmal. Sie beobachteten das Verschwinden der Kunden an den Zangen im Alter zwischen 6 und 7 Jahren, an den Mittelschneidezähnen zwischen 7 und 11 Jahren und an den Eckschneidezähnen zwischen dem 9. und 15. Lebensjahr.

Kundenspur

Bei den von BOLTE (1995) untersuchten Vollblutarabern trat die Kundenspur mit dem Verschwinden der Kunden auf. Die Kundenspur war zunächst queroval geformt, nahm dann schnell punktförmige Gestalt an, um schließlich im Unterkiefer weitgehend mit 16 Jahren verschwunden zu sein. Im Oberkiefer wurde die Kundenspur noch über das 20. Lebensjahr hinaus beobachtet. Die Tabelle 3.3.14

gibt eine Übersicht über die von BOLTE (1995) ermittelten Medianwerte zur Kundenspur am Unter- und Oberkiefer. MUYLLE et al. (1998) geben an, dass die Kundenspur unregelmäßig verschwindet. Alle untersuchten Araber, die eine Kundenspur zeigten, hatten bis zum Alter von 18 Jahren Kundenspuren. Mit 18 Jahren verschwanden die Kundenspuren bei 2 von 7 Pferden (28,6%) und mit 19 Jahren bei 2 von 4 Pferden (50%). 9 von 15 untersuchten Arabern, die älter als 20 Jahre waren, wiesen an allen Unterkieferschneidezähnen noch Kundenspuren auf (MUYLLE et al., 1998).

Tabelle 3.3.14: Form der Kundenspur an den Ersatzschneidezähnen beim Arabischen Vollblutpferd (BOLTE, 1995).

Unterkiefer:	I1	I2	I3
<i>querovale Form</i>	• 6 Jahre	• 7 Jahre	• 9 Jahre
<i>punktförmige Gestalt</i>	• 9 Jahre	• 11 Jahre	• 12 Jahre
Oberkiefer:	I1	I2	I3
<i>querovale Form</i>	• 9 Jahre	• 11 Jahre	• 12 Jahre
<i>punktförmige Gestalt</i>	• 13 Jahre	• 14 Jahre	• 15 Jahre

Kernspur, Zahnsternchen

Die Kernspur erschien bei den von BOLTE (1995) untersuchten Arabischen Vollblutpferden weitgehend nach dem Verschwinden der Kunden als Streifen labial vor der Kundenspur. Als Zeitpunkt für ihr Auftreten nennt er im Unterkiefer zwischen 10 und 13 Jahren und im Oberkiefer an den Zangen und Mittelschneidezähnen zwischen 12 und 16 Jahren. Später nimmt die Kernspur eine runde Form an und rückt stärker in die Mitte der Reibefläche. An den Eckschneidezähnen des Oberkiefers beobachtete er eine lineare Gestalt bis zum Alter zwischen 17 und 20 Jahren (BOLTE, 1995). Nach MUYLLE et al. (1998) tritt die Kernspur im Alter von 5, 6 und 7 Jahren jeweils am ersten, zweiten und dritten Dens incisivus auf. Das Erscheinen des weißen Punktes im Zahnsternchen wird an den Zangen überwiegend zwischen dem 7. und 8. Lebensjahr oder später beobachtet; bei den Mittelzähnen hingegen zwischen dem 9. und 10. Lebensjahr oder später. Für die Eckschneidezähne machen MUYLLE et al. (1998) keine genauen Zeitangaben.

Im Vergleich zu den Angaben von KROON (1929) (Kapitel 3.3.4.) erschien die Kernspur an den Schneidezähnen bei Arabern ein Jahr früher als bei anderen Großpferden. Die Altersangaben von BOLTE (1995) zum Übergang von der linearen Form in die runde Form, decken sich mit den Angaben von KROON (1929).

Veränderung der Reibeflächenform

BOLTE (1995) untersuchte auch die Veränderungen der Reibeflächenformen bei Arabischen Vollblutpferden. Er ging bei seinen Untersuchungen von einem definierten Verhältnis von Breite zu

Tiefe für die einzelnen Reibflächenformen „queroval“, „rundlich“, „dreieckig“ und „längsoval“ aus. Bei den nachstehend aufgeführten Ergebnissen werden diese Bezugsgrößen in Klammern angeführt. Die Zangen im Unterkiefer zeigen bis zu einem Alter von 9 Jahren, die Mittelzähne bis zum Alter von 11 Jahren und die Eckschneidezähne bis zu 12 Jahren eine querovale Form (6:3 mm). Anschließend überwiegt an allen 3 Unterkieferschneidezähnen bis zum 16. Lebensjahr die rundliche Form (5:4 mm). Zwischen dem 17. und 20. Lebensjahr sind die Reibflächen dreieckig (4:5 mm) und später, bei Pferden die älter als 20 Jahre sind, längsoval (3:6 mm) geformt (BOLTE, 1995). Im Oberkiefer sind die Zangen und Mittelschneidezähne bis zum 12., und die Eckschneidezähne bis zum 13. Lebensjahr queroval. Die rundliche Form dominiert an den Zangen bis zum 16. Jahr, während sie an den I2 und I3 bis zum 17. Lebensjahr zu sehen ist. An allen 3 Schneidezähnen des Oberkiefers sind die Zahnreibflächen zwischen dem 17. und 21. Jahr dreieckig und anschließend längsoval geformt (BOLTE, 1995).

MUYLLE et al. (1998) beobachteten bei ihrer Untersuchung des Arabischen Pferdes ebenfalls die Reibflächen, geben den einzelnen Formen jedoch andere Bezeichnungen. Demnach sind die Reibflächen der Schneidezähne zu Beginn oval, werden dann trapezförmig und schließlich dreieckig. Bei den von ihnen betrachteten Pferden war die Reibfläche an den Zangen im Alter von 7 bis 9 Jahren und an den Mittelschneidezähnen zwischen 10 und 11 Jahren trapezförmig. Die Eckschneidezähne zeigten keine der genannten Formveränderungen, bildeten jedoch bei den Pferden, die älter als 12 Jahre waren, eine labiale Spitze bzw. Ausziehung aus (MUYLLE et al., 1998). Eine ähnliche Beobachtung machte VON MÜLLER (1908) auch in seiner Studie. Er stellte im Rahmen seiner Untersuchungen fest, dass die Eckschneidezähne allgemein schwer zu bewerten sind, da sie in jedem Alter eine zu längliche Form haben.

BOLTE (1995) verglich seine Untersuchungsergebnisse an Arabischen Vollblutpferden mit den Angaben, die HABERMEHL (1975) zu den Reibflächenformen bei Großpferden macht. Demnach findet der Formwechsel der Unterkieferschneidezähne von queroval zu längsoval beim Arabischen Vollblutpferd 3 bis 5 Jahre früher statt als bei anderen Großpferden. Die Daten beider Autoren sind in der Tabelle 3.3.15 vergleichend dargestellt.

Tabelle 3.3.15: Die Reibflächenformen der Unterkieferschneidezähne des Arabischen Vollblutpferdes (BOLTE, 1995), vergleichend mit den Angaben von HABERMEHL (1975) (kursiv dargestellt).

Form	Zangen	Mittelzähne	Eckzähne
<i>queroval</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 3. – 9. Jahr • 6. – 11. Jahr 	<ul style="list-style-type: none"> • 4. – 11. Jahr • 7. – 12. Jahr 	<ul style="list-style-type: none"> • 5. – 12. Jahr • 8. – 13. Jahr
<i>rundlich</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 10. – 16. Jahr • 12. – 17. Jahr 	<ul style="list-style-type: none"> • 12. – 16. Jahr • 13. – 18. Jahr 	<ul style="list-style-type: none"> • 13. – 16. Jahr • 14. – 19. Jahr
<i>dreieckig</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 17. – 20. Jahr • 18. – 23. Jahr 	<ul style="list-style-type: none"> • 17. – 20. Jahr • 19. – 24. Jahr 	<ul style="list-style-type: none"> • 17. – 20. Jahr • 20. – 25. Jahr
<i>längsoval</i>	<ul style="list-style-type: none"> • über 20 Jahre • über 23 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • über 20 Jahre • über 24 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • über 20 Jahre • über 25 Jahre

Einbiss, Einschliff

BOLTE (1995) konnte einen Einbiss an 149 von 519 (28,7%) Arabischen Vollblutpferden (älter als 5 Jahre) finden. Von den 149 trat er bei 19 Pferden (13%) einseitig und bei 130 (87%) Pferden beidseitig auf. Abgesehen von einer Häufung von 46 Tieren (53%) in der Gruppe der 9- und 10jährigen und 91 Tieren (77%) bei den 14- und 15jährigen Pferden wurde in allen Altersstufen zwischen 2 und 18 Jahren der Einbiss unterschiedlich oft angetroffen (BOLTE, 1995). Auch in den Untersuchungen von MUYLLE et al., (1998) wird von einem sehr unregelmäßiges Vorkommen bei Pferden zwischen 4 und 19 Jahren berichtet. BOLTE (1995) konnte eine Häufung des Einbisses in 2 Altersgruppen feststellen, jedoch lag die Häufigkeit bei der Altersgruppe zwischen 7 und 18 Jahren immerhin zwischen 18 bis 38%. Ein Grund weshalb BOLTE (1995), ebenso wie MUYLLE et al. (1998), dem Einbiss als Merkmal zur Altersbestimmung keinen großen Wert zuschreiben.

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen

Ähnlich den Erkenntnissen zum Einbiss kommt MUYLLE et al. (1998) zu dem Schluss, dass die Galvayne-Rinne auch beim Arabischen Pferd nicht zur Altersbestimmung nutzbar ist. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse der Studie von BOLTE (1995). Bei 253 von 431 (58,7%) untersuchten Arabischen Pferde (älter als 7 Jahre) war eine Galvayne-Furche vorhanden. Sie trat zum erstmals im Alter von 9 Jahren auf und war bei allen Pferden ab dem 14. Lebensjahr zu sehen. Zur Länge der Rinne gibt BOLTE (1995) die folgenden Medianwerte aus den Ergebnissen seiner Untersuchung an: mit 11 Jahren erscheint die Galvayne-Rinne am proximalen Viertel des Eckzahns, erstreckt sich mit 13 Jahren über die proximale Hälfte und verläuft mit 18 Jahren über die ganze Zahnkrone. Danach verschwindet sie langsam wieder und ist mit 21 Jahren in der proximalen Hälfte verschwunden (BOLTE, 1995). Im Gegensatz zur Meinung von HABERMEHL (1981) und anderen Autoren

(KROON, 1929; SASSEN, 1950; OPPERMANN, 1975; RICHARDSON, 1997) hält BOLTE (1995) die Galvayne-Rinne in der Zahnaltersschätzung des Arabischen Vollblutpferdes für ein zuverlässiges Merkmal.

Veränderung des Schneidezahnwinkels

Zur Veränderung des Schneidezahnwinkels beim Arabischen Vollblutpferd gibt BOLTE (1995) an, dass bei seinen Untersuchungen bis zu einem Alter von 11 Jahren das Zangengebiss überwog. Ab dem 11. Lebensjahr trat das halbe Winkelgebiss und mit etwa 17 Jahren das Winkelgebiss auf. MUYLLE et al. (1998) beschreiben zwar, dass der Winkel von Oberkiefer- und Unterkieferschneidezähnen mit dem Alter abflacht, machen jedoch zum Zeitpunkt des Erscheinens von Winkel- bzw. Zangengebisses keine Angaben.

3.6 Die Zahnaltersschätzung beim Traber

Zur Zahnaltersschätzung beim Traber gibt es zwei Arbeiten. WEGENER (1984) untersuchte 1062 deutsche Traber aus überwiegend amerikanischer Blutführung, die sich im Alter zwischen 6 Monaten und 12 Jahren befanden. Von den untersuchten Tieren waren 464 Stuten, 317 Hengste und 281 Wallache. Pferde, die sich im Alter des Schneidezahnwechsels befanden, wurden jeweils im Abstand von 4 Wochen bis zum Abschluss des Wechsels untersucht. Zusätzlich fertigte WEGENER (1984) von 44 Gebissen mittels eines Kunststoffabgusses Gipsmodelle der Schneidezähne an. MUYLLE et al. (1996) untersuchten insgesamt 212 Pferde, davon 164 Traber (77%) und 48 Warmblutpferde (33%). Die Tiere wurden unter vergleichbaren Bedingungen gehalten und ihr Alter zwischen 16 Monaten und 25 Jahren. Zur Untersuchung wurden die Tiere in Altersgruppen eingeteilt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Studien vorgestellt.

3.6.1 Erscheinen der Milchschnidezähne

Da nur Pferde in einem Alter von über 6 Monaten untersucht wurden, waren keine Angaben zum Erscheinen der Milchzangen und Mittelzähne gemacht. Einzig WEGENER (1984) beschreibt, dass die Eckschnidezähne frühestens im 6. und spätestens im 9. Lebensmonat durchbrechen. Diese Beobachtung stimmt mit den in Kapitel 3.3.1 aufgeführten Angaben zum Durchbruch der Milcheckzähne bei anderen Großpferden überein.

3.6.2 Veränderungen an den Milchschnidezähnen

Die Veränderungen an den Milchschnidezähnen finden ihren Ausdruck in der gegenseitigen Abnutzung durch Reibung. Zum Abrieb der Milchschnidezähne gibt WEGENER (1984) an, dass bei der jüngsten untersuchten Trabergruppe, mit 6 Monaten, alle Milchzangen vollständig und der Labialrand der Milchmittelzähne in Reibung waren. Mit frühestens 9 Monaten zeigten die ersten Tiere labiale Reibung an den Eckmilchschnidezähnen. Mit 10 Monaten waren die linguale Ränder der Mittel- und Eckschnidezähne noch nicht in Kontakt getreten. Bei der nächsten von ihm untersuchten Altersgruppe, von 16 – 22 Monaten, waren alle Milchschnidezähne vollständig in Reibung (WEGENER, 1984). Bei 104 untersuchten 1½-jährigen waren bei 72 (75%) die Zangen, 29 (30%) die Mittelzähne und 14 (15%) die Eckschnidezähne des Unterkiefers kundenfrei. In der Gruppe der 2- bis 3-jährigen hatten 35 von 69 männlichen Tieren (51%) und 23 von 65 Stuten (35%) kundenfreie Mittelzähne. Im Alter zwischen 3 und 4 Jahren waren bei allen untersuchten 161 Tieren die Eckzähne

kundenfrei. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von WEGENER (1984) fanden MUYLLE et al. (1996) bis zu einem Alter von 20 Monaten keinen Milcheckzahn, der vollständig in Reibung stand.

3.6.3 Wechsel der Milchschnidezähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

Zum Wechsel der Schneidezähne untersuchte WEGENER (1984) insgesamt 682 Traber im Alter zwischen 2 und 6 Jahren. Hierbei beobachtete er, dass die Zangen frühestens mit 2 Jahren 4 Monaten und spätestens mit 3 Jahren 2 Monaten gewechselt wurden. Die Mehrheit der Tiere hatten mit 2½ bis 3 Jahren Ersatzzangen ausgebildet. Der Mittelwert für die Zangen lag bei 2¾ Jahren und für die Mittelzähne ein Jahr später, um 3¾ Jahren. Die Mittelzähne der untersuchten Traber wurden alle im Zeitraum zwischen 3 Jahren 3 Monate und 4 Jahren 6 Monate, überwiegend jedoch zwischen 3 Jahren 5 Monaten und 4 Jahren gewechselt. Die Eckzähne brachen im Durchschnitt mit 4 Jahren 8 Monaten durch, frühestens jedoch mit 4 Jahren und spätestens mit 5 Jahren 7 Monaten. Bei allen Schneidezähnen traten mehrheitlich die Schneidezähne des Oberkiefers vor jenen des Unterkiefers in Erscheinung (WEGENER, 1984). Zum Durchbruch der Ersatzschneidezähne geben MUYLLE et al. (1996) in ihrer Studie keine eigenen Daten für Traber an. Zusammen mit den untersuchten Warmblutpferden zeigten alle untersuchten Pferde im Alter zwischen 3½ und 4 Jahren 2 Monaten 4 permanente I1. In der gleichen Altersgruppe zeigten 14 von 20 Pferden (70%) ebenfalls bleibende Mittelzähne. Im Alter zwischen 4 Jahren 7 Monaten und 5 Jahren 4 Monaten hatten 18 von 20 Untersuchten (90%) die Eckschneidezähne gewechselt (MUYLLE et al., 1996).

3.6.4 Alterbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen

Kundenabrieb

Zum Abrieb der Kunden untersuchte WEGENER (1984) insgesamt 463 Traber im Alter zwischen 4½ und 12 Jahren. Die Kunden an den Zangen des Unterkiefers schwanden vor den Kunden des Oberkiefers. Er beobachtete, dass das jüngste Tier mit kundenfreien Zangen 4½ Jahre alt war. 73 von 118 Pferden (62%) im Alter von 6 Jahren hatten abgeriebene Kunden an den I1. In dieser Altersgruppe zeigten auch 8 Pferde an den Mittelzähnen erloschene Kunden. Bei den 7jährigen waren bei 65 von 96 untersuchten Trabern (68%) die Zangen, und bei 17 Pferden (18%) die Mittelzähne kundenfrei. Bei 57 untersuchten 8jährigen hatten 49 an den I1 (86%), 31 an den I2 (54%) und 14 an den I3 (25%) die Kunden abgerieben. Von den 37 9½- bis 10jährigen Tieren, die WEGENER (1984) untersuchte, hatten 11 (30%) vollständig erloschene Kunden im Unterkiefer und 6 (16%) wiesen kundenfreie Zangen im Oberkiefer auf. Mit 11 Jahren hatten alle 7 Pferde an den Schneidezähnen des Unterkiefers erloschene Zangen. Bei den 3 ältesten untersuchten Trabern, mit 12 Jahren und 8 Monaten, waren zu den Zähnen

des Unterkiefers die Zangen und Mittelzähne des Oberkiefers kundenfrei (WEGENER, 1984). Bei den Untersuchungen von MUYLLE et al. (1996) waren im Alter von 7 Jahren alle Kunden an den Zangen und mit 10 Jahren die der Mittelzähne abgerieben. Vollständig erloschene Kunden an allen Schneidezähnen des Unterkiefers konnten bei 7 von 15 10jährigen Trabern und bei allen 45 Pferden über 14 Jahre beobachtet werden.

Kundenspur

MUYLLE et al. (1996) beschäftigten sich in ihrer Studie ebenfalls mit dem Auftreten und der Form der Kundenspur. Sie beobachtete, dass die Kundenspur, so vorhanden, bei den 6jährigen Pferden oval geformt war. Im Alter von 7 und 8 Jahren wurde sie an den Zangen und Mittelzähnen dreieckig. Ein Jahr später nahm die Kundenspur an den I1 und mit 10 Jahren an den I2 eine runde Form an. Mit 12 bzw. 13 Jahren befand sich die runde Kundenspur an den Zangen mehr in die Mitte der Zahnreibfläche. Mit 14 Jahren waren bei allen 4 untersuchten Pferden zentral gelegene, runde Kundenspuren an den Mittelzähnen zu beobachten. An den Eckschneidezähnen blieben die Kundenspuren bis zum 14. Lebensjahr oval geformt. Mit 15 bzw. 16 Jahren wiesen die Hälfte der 11 von MUYLLE et al. (1996) untersuchten Traber runde Kundenspuren auf. Mit 19 Jahren waren die Kundenspuren an den Zangen und Mittelzähnen verschwunden. Vollständig kundenspurfrei waren die Pferde ab dem 21. Lebensjahr (MUYLLE et al., 1996). Auch die Beobachtungen von WEGENER (1984) decken sich weitestgehend mit den Untersuchungsergebnissen von MUYLLE et al. (1996). WEGENER (1984) beschreibt erstmals die oval geformte Kundenspur an den Zangen von 6jährigen Trabern. Im Alter von 9 Jahren wird sie an den I1 und mit 10 Jahren an den I2 rund. Von den 4 ältesten in seiner Studie untersuchten Pferden zeigten mit 12 Jahren 2 an den Eckschneidezähnen runde Kundenspuren (WEGENER, 1984).

Kernspur, Zahnsternchen

Zum Erscheinen des Zahnsternchens machten MUYLLE et al. (1996) bei ihren Untersuchungen folgende Beobachtungen: bei 19 von 20 5jährigen war eine Kernspur an den Zangen zu erkennen. Alle 10 6jährigen hatten auch an den Mittelschneidezähnen Kernspuren. Bei 9 der 15 7jährigen Pferde (60%) war das Zahnsternchen an den Eckschneidezähnen ausgebildet und bei den 12 8jährigen hatte nur ein Pferd keine Kernspur an den I3. Bis zum 10. Lebensjahr erschien das Zahnsternchen streifenförmig. WEGENER (1984) machte dagegen die Beobachtung, dass das Zahnsternchen erstmals in der Gruppe der 8jährigen Traber auftritt. Dort trat es streifenförmig an den Zangen des Unterkiefers auf. In der Gruppe der 11jährigen war die Kernspur, ebenfalls streifenförmig, an allen Unterkieferschneidezähnen zu erkennen (WEGENER, 1984).

Veränderung der Reibflächenform

Zu den Veränderungen der Reibflächenformen beim Traber machten MUYLLE et al. (1996) bei ihren Untersuchungen folgende Beobachtung: alle Reibflächen waren bis zum Alter von 6 Jahren

oval geformt. Mit 7 und 8 Jahren nahmen die Reibflächen der Zangen und Mittelzähnen Trapezform an, um schließlich mit 14 Jahren an den Zangen und mit 14 bis 15 Jahren an den Mittelzähnen dreieckig zu werden. Bis zum einem Alter von 23 Jahren war eine eindeutige Einordnung der Reibflächenformen nicht möglich, danach herrschte die längsovale Form vor. Die Eckschneidezähne ließen sich nach MUYLLE et al. (1996) nur bedingt einer Form zuordnen. Bis zu einem Alter von 13 Jahren waren die Reibflächen der I3 oval, von da an bis zum 15. Lebensjahr trapezoid geformt, um dann in die dreieckige Form überzugehen (MUYLLE et al., 1996). WEGENER (1984) notiert bei seinen Beobachtungen, dass in der Gruppe der 8jährigen Traber die Zangen eine halbmondförmige bzw. dreieckige Reibfläche zeigten. Bei den 10jährigen waren die Zangen rund und mit 12¾ Jahren waren alle Reibflächen an den Schneidezähnen des Unterkiefers rund geformt. MUYLLE et al. (1996) hält die Beurteilung der Reibflächenformen für ein gutes Hilfsmittel der Zahnaltersschätzung, weißt jedoch darauf hin, dass die objektive Beurteilung der Formen schwierig ist. WEGENER (1984) dagegen sieht in den Reibflächenformen eine Zusatzinformation.

Einbiss, Einschliff

Ein Einbiss trat bei den von WEGENER (1984) untersuchten Trabern im Alter zwischen 6½ und 12 Jahren auf. Insgesamt trat er bei 62 von 347 Pferden (17,9%) auf, davon lag mit 15 von 36 (41,7%) Untersuchten das Maximum bei den 9jährigen. 46mal konnte der Einbiss beidseitig und 16mal einseitig beobachtet werden. Bei den einseitig vorhandenen Einbissen fiel mit 13mal eine Häufung auf der linken Seite auf. WEGENER (1984) schätzt den Einbiss, auf Grund seines unregelmäßigen Vorkommens, als Merkmal von geringer Aussagekraft für die Zahnaltersschätzung des Trabers ein. Dieser Beurteilung schließen sich MUYLLE et al. (1996) an, da auch bei ihren Untersuchungen der Einbiss vom 5. Lebensjahr an, überwiegend einseitig, in allen Altersstufen zu finden war.

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen

Zum Auftreten der Rinne am Eckschneidezahn des Oberkiefers beobachtete MUYLLE et al. (1996), dass die Galvayne-Rinne unregelmäßig in Anzahl und Form auftrat und keinen Hinweis für das Zahnalter liefert.

Veränderung des Schneidezahn Bogens

Zu den Veränderungen des Zahn Bogens wertete WEGENER (1984) Gipsmodelle von 41 Unterkiefer- und 12 Oberkieferzahnbögen von Trabern im Alter zwischen 3½ und 10½ Jahren aus. Da er die allgemeinen Kriterien, wie zum Beispiel „halbmondförmig“ und „fast gerade“ für zu subjektiv hält, versuchte er durch Messung von Breite und Höhe des Zahn Bogens eine geeignete Methode zu finden. Die Breite des Zahn Bogens wurde jeweils vom lateralen Rand der Eckschneidezähne gemessen und betrug im Unterkiefer im Mittel 66 mm und im Oberkiefer 68 mm. Der Mittelwert der Zahnhöhe lag im Unterkiefer bei 21 mm und im Oberkiefer bei 24 mm. WEGENER (1984) errechnete aus dem Verhältnis der beiden Zahlen (Zahnbogenbreite zu Zahnbogenhöhe) einen Index, der umso höher liegt

desto flacher der Zahnbogen ist. Jedoch ließen sich die von ihm untersuchten Pferde nicht in die ermittelten Grenzwerte von 2,0 und 4,92 ihrem Alter entsprechend einordnen. WEGENER (1984) beurteilte daher die Möglichkeit Veränderungen des Schneidezahnbogens mittels eines Rechenwertes zu bestimmen, ohne weitere Untersuchungen an Pferden älteren Alters, vorsichtig.

3.7 Die Zahnaltersschätzung beim Kaltblutpferd

Eine umfassende Studie zur Zahnaltersschätzung bei Kaltblutpferden wurde von MUYLLE et al. (1997) durchgeführt. Sie untersuchten die Schneidezähne von 189 Belgischen Kaltblutpferden im Alter zwischen 2 und 25 Jahren. Das genaue Geburtsdatum der Tiere war bekannt. Alle Pferde wurden unter vergleichbaren Bedingungen gehalten. Im Sommer kamen sie auf die Weide und im Winter wurden sie im Stall mit Kraftfutter und Heu gefüttert (MUYLLE et al., 1997). Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in diesem Kapitel vorgestellt.

3.7.1 Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

Die Zangen wurden beim Belgischen Kaltblutpferd mit annähernd 3 Jahren, die Mittelzähne ein Jahr später, mit annähernd 4 Jahren und die Eckzähne mit etwa 5 Jahren gewechselt. In der Altersgruppe zwischen 5 Jahren 5 Monaten und 6 Jahren hatten alle 25 untersuchten Pferde ihre Schneidezähne gewechselt (MUYLLE et al., 1997).

3.7.2 Alterbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen

Kundenabrieb

Das Verschwinden der Kunden wird von MUYLLE et al. (1997) als ein sehr variables Altersmerkmal angesehen. Bei 6 von 25 (24%) untersuchten 5jährigen Belgischen Kaltblutpferden waren die Kunden an den Zangen erloschen. An den Mittel- und Eckschneidezähnen traten erst bei Pferden über 10 Jahren erloschene Kunden auf. Bei den über 9 Jahre alten Tieren waren alle Zangen kundenfrei und bei über 11 Jahren alten Tieren schließlich zeigten die restlichen Dentes incisivi keine Kunden mehr. MUYLLE et al. (1997) führten die Schwankungsbreite für den Zeitpunkt des Verschwindens bei den untersuchten Tieren auf die unterschiedliche Kundentiefe zurück.

Kundenspur

MUYLLE et al. (1997) beobachteten, dass im Alter von 11, 12 und 13 Jahren bei mehr als der Hälfte der untersuchten Pferde die Kundenspur in den Zangen, Mittel- und Eckschneidezähnen verschwunden war. Mit 17 Jahren zeigte keines der herangezogenen Pferde noch eine Kundenspur an den Schneidezähnen (MUYLLE et al., 1997). Im Vergleich zu den Angaben von KROON (1929), BUTZ und BÖTTGER (1946) und HABERMEHL (1975), demzufolge die Kundenspur an den Zangen mit 13 Jahren, an den Mittelzähnen mit 14 und an den Eckzähnen mit 15 Jahren verschwindet,

trat dies beim Belgischen Kaltblutpferd 2 bis 4 Jahre später ein. Jedoch hatten von 8 13jährigen Pferden 5 Tiere (63%) an den Zangen keine Kundenspur mehr, mit 14 Jahre waren von 5 Pferden 3 (60%) kundenspurfrei an den Mittelzähnen. Von 4 15jährigen Pferden waren bei 3 Pferden (75%) keine Kundenspuren mehr zu sehen (MUYLLE et al., 1997). Das Verschwinden der Kundenspur besitzt in den Augen von MUYLLE et al. (1997) eine größere Aussagekraft für die Altersbestimmung des Kaltblutpferdes als das Verschwinden der Kunden.

Kernspur, Zahnsternchen

Das Zahnsternchen erschien in der Gruppe der 4 Jahre 5 Monate bis 4 Jahre 9 Monate alten Kaltblutpferden an allen Zangen. In der folgenden Altersgruppe zwischen 5 und 6 Jahren fanden MUYLLE et al. (1997) bei 20 von 24 Tieren (80%) auch Zahnsternchen an den Mittelzähnen. 7 von 14 Kaltblutpferden (50%) im Alter zwischen 6 Jahren 5 Monaten und 6 Jahren 10 Monaten wiesen an den Eckschneidezähnen Kernspuren auf. MUYLLE et al. (1997) geben auf Grund ihrer Ergebnisse als Regel für das Erscheinen der Kernspur beim Belgischen Kaltblutpferd für die Zangen-, Mittel- und Eckschneidezähne 4, 5 und 6 bis 7 Jahre an. Der so genannte weiße Punkt, ein zentral im Zahnsternchen weiß erscheinender Punkt aus Tertiärdentin (MUYLLE et al., 2002b), erschien bei 12 von 24 Kaltblutpferden (50%) im Alter von 5 Jahren an den II und war bei den 6jährigen bei 4 von 14 (32%) an den Mittelzähnen zu sehen (MUYLLE et al., 1997). Ab einem Alter von 6 bzw. 7 Jahren war der weiße Punkt an den Zangen immer zu sehen und ab dem 8. Lebensjahr überwog er auch an den Mittelzähnen (MUYLLE et al., 1997).

Veränderung der Reibflächenform

Die Formen der Reibflächen werden in der englischsprachigen Literatur anders angegeben als in der deutschen. Ersterer nach sind die Reibflächen anfangs oval, werden dann trapezoid und schließlich dreieckig. In der Studie von MUYLLE et al. (1997) wechselten die Zangen- und Mittelschneidezähne ihre Form im Alter zwischen 6 und 8 Jahren von oval zu trapezoid. An den Eckschneidezähnen konnten sie keine eindeutige Umformung beobachten. Hier entwickelte sich ab dem 9. Lebensjahr aus der ovalen Form heraus eine dreieckige Gestalt, deren Spitze zur labialen Zahnseite zeigt. MUYLLE (1997) und Mitarbeiter bewerten die Form der Reibflächen als nützliches Merkmal in der Zahnaltersschätzung des belgischen Kaltblutpferdes, weisen jedoch darauf hin, dass die Zuordnung der Reibflächen zu den genannten Formen schlecht zu objektivieren ist.

Einbiss, Einschliff

Der Einbiss trat bei allen untersuchten Altersgruppen der Belgischen Kaltblutpferde ab dem 5. Lebensjahr auf. Dieses Merkmal wurde daher von MUYLLE et al. (1997) als zu unregelmäßig für die Zahnaltersschätzung bewertet.

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen

Die Galvayne-Rinne wurde von MUYLLE et al. (1997) bei Kaltblutpferden zwar häufiger bei älteren Pferden, aber in Anzahl und Länge unregelmäßig beobachtet. Sie wurde als Merkmal von geringer Aussagekraft für die Zahnaltersschätzung beim Kaltblutpferd bewertet (MUYLLE et al., 1997).

3.8 Die Zahnaltersschätzung beim Kleinpferd und Pony

BRÖMLER (1954) sowie MUYLLE et al. (1999) prüften die Merkmale der Zahnaltersschätzung für das Kleinpferd und Pony. Zum Wechsel der Schneidezähne beim Haflinger untersuchte ROSENBERGER (1955) 8 4jährige Haflingerhengste aus Österreich.

BRÖMLER (1954) untersuchte insgesamt 377 Kleinpferde und Ponys unterschiedlicher Rassen und Herkunft im Alter zwischen 4 Wochen und 40 Jahren. Zwergpferde oder Ponys werden in seiner Studie als Pferde mit maximalem Stockmaß von 120 cm definiert. Die Kleinpferde im engeren Sinn besitzen ein Stockmaß zwischen 120 und 147,3 cm. Von insgesamt 377 untersuchten Tieren bildeten 256 Shetland Ponys die Mehrheit, gefolgt von 51 Haflingern. Die verbleibenden 70 setzten sich aus den Rassen Norweger, Isländer, 1 Panjepferd, 1 Fellpony und Kreuzungen zusammen. Zur Untersuchung der Schneidezähne benutzte BRÖMLER (1954) teilweise ein speziell für kleine Pferde angefertigtes Maulgatter.

MUYLLE et al. (1999) untersuchten 104 in Belgien gehaltene Mini-Shetland Ponys im Alter zwischen 1½ Monaten und 26 Jahren. Das Geburtsdatum der Tiere war bekannt und ihre Haltungsbedingungen vergleichbar. Die Schneidezähne wurden ohne Zwangsmittel untersucht und fotografiert. Im Folgenden werden die Ergebnisse der genannten Studien beschrieben.

3.8.1 Erscheinen der Zähne

Aus den Untersuchungen von BRÖMLER (1954) geht hervor, dass die Milchzangen im Zeitraum zwischen der 1. und 4. Lebenswoche erscheinen. Die Mittelzähne brechen überwiegend im 3. und 4., die Eckschneidezähne zwischen dem 7. und 11. Lebensmonat durch. Bis auf die Milchzangen traten die Zähne im Oberkiefer vor denen des Unterkiefers in Erscheinung. Bei den von MUYLLE et al. (1999) untersuchten Mini-Shetland Ponys brachen die Milchzangen bis zur 2. Lebenswoche durch. Das Erscheinen der Id2 wurde ab dem 4. Monat und der Id3 zwischen 1 und 1½ Jahren beobachtet. Die Milchschnidezähne brachen in beiden Studien beim Kleinpferd im Vergleich zum Großpferd verzögert durch. BRÖMLER (1954) verglich seine Ergebnisse mit den Angaben von SCHWERDT (1909). Demnach brechen die Zangen beim Kleinpferd bis zu 2 Wochen, die Mittelzähne und Eckschneidezähne bis zu 2 Monaten später als beim Großpferd durch.

3.8.2 Veränderungen an den Milchschnidezähnen

Nach dem Zahndurchbruch traten die von BRÖMLER (1954) untersuchten Mittelzähne ab dem 5. Lebensmonat in Reibung. Die Eckschnidezähne folgten in einem Alter von 12 Monaten. Für die Zeitspanne zwischen Inreibrungtreten des Vorderrandes und des Hinterrandes gibt BRÖMLER (1954) „ungefähr 2 bis 4 Monate“ an. Mit 1½ Jahren waren alle Milchschnidezähne in Reibung. Im Mittel waren das Milchgebiss der Kleinpferde mit 26 Monaten und das der Zwergpferde mit 27½ Monaten kundenfrei. BRÖMLER (1954) begründet die langsamere Abreibung bei den Zwergpferden damit, dass sie dauerhaft auf der Weide gehalten wurden.

3.8.3 Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

Der Wechsel der Zangen erfolgte in der Studie von BRÖMLER (1954) im Zeitraum von 2½ bis 2¾ Jahren. Die Mittelzähne brachen zwischen 3½ und 3¾ Jahren und die Eckschnidezähne zwischen 4½ und 4¾ Jahren durch. Bei den Untersuchungen von MUYLLE et al. (1999) wechselten die Mini-Shetland Ponys die Zangen im Alter von 3 und 3½ Jahren. Die Mittel- und Eckschnidezähne traten zwischen dem 4. und 5. Jahr bzw. mit 5½ Jahren durch. Damit zeigten die von MUYLLE et al. (1999) untersuchten Ponys einen im Vergleich zum Großpferd verzögerten Zahnwechsel. Diese Beobachtung konnte auch ROSENBERGER (1955) an Haflingern machen. Im Alter von 4 Jahren sollten laut HABERMEHL (1975) (Kapitel 3.3) die Mittelschnidezähne gewechselt sein. Von den 8 von ROSENBERGER (1955) untersuchten 4jährigen hatten jedoch nur 2 alle 4 Mittelzähne gewechselt. Der Autor führt dies auf die langsamere körperliche Entwicklung von Pferden der spätreifen Rasse zurück.

3.8.4 Alterbedingte Veränderungen an den Ersatzschnidezähnen

Kundenabrieb

Die Reibeflächen der einzelnen Schnidezähne traten im Alter von 3, 4 und 5 Jahren mit dem vorderen Rand in Reibung. Der hintere Rand kam jeweils etwa ein halbes Jahr später in Reibung. Zum Abrieb der Kunden schreibt BRÖMLER (1954), dass die Werte an allen Eckschnidezähnen und an den Schnidezähnen des Oberkiefers sehr starke Schwankungen unterlagen. Demnach verschwanden die Kunden an den Zangen des Unterkiefers mit 6½ Jahren, an den Mittelzähnen mit 8 und an den Eckzähnen mit ungefähr 9½ Jahren. An den Zangen des Oberkiefers verschwanden die Kunden mit circa 11 Jahren, an den Mittelzähnen mit ungefähr 15 und an den Eckzähnen mit etwa 18 Jahren. Beim Kundenabrieb des Oberkiefers wurden Abweichungen von 3 bis 4 Jahren von den oben genannten

Werten gefunden. In der Studie von MUYLLE et al. (1999) waren die Zangen zwischen 6 und 8 Jahren, die Mittelzähne zwischen 7 und 12 und die Eckschneidezähne zwischen 9 und 13 Jahren kundenfrei.

Kundenspur

Bei ihren Untersuchungen zu den Veränderungen der Kundenspur kommen MUYLLE et al. (1999) beim Mini-Shetland Pony zu folgendem Ergebnis: bis zu einem Alter von 8 Jahren war die Kundenspur oval geformt. Ab dem 10. Lebensjahr wurden an den Zangen ovale und dreieckig geformte Kundenspuren gefunden. Mit 13 bzw. 14 Jahren waren diese rund und mit 15 ganz verschwunden. An den Mittel- und Eckschneidezähnen waren die Kundenspuren bis zu einem Alter von 13 bzw. 14 Jahren oval geformt, wurden rund und verschwanden an den Mittelzähnen mit 16. An den Eckschneidezähnen waren mit 17 Jahren keine Kundenspuren mehr zu sehen. BRÖMLER (1954) gibt zu den Kundenspuren an, dass sie an den I1 und I2 bis zu einem Alter von 10 Jahren, an den I3 bis zum 13. Lebensjahr ovaler Gestalt waren. Anschließend werden sie zunehmend kleiner, um mit 17 bis 18 Jahren nur noch als Punkt vorhanden zu sein. Mit etwa 20 Jahren verschwanden die Kundenspuren ganz.

Kernspur, Zahnsternchen

Das Zahnsternchen erschien bei den von MUYLLE et al. (1999) untersuchten Mini-Shetland Ponys mit 4½ Jahren an den Zangen. Ein Jahr später, mit 5½ Jahren trat es an den Mittelschneidezähnen und mit 6½ bis 7 Jahren an den Eckschneidezähnen hervor. Der so genannte weiße Punkt erschien der Reihe nach an I1, I2 und I3 mit 6 bis 7, 8 und 9 bis 13 Jahren. BRÖMLER (1954) beobachtet zur Kernspur, dass sie bis zum 10. Lebensjahr im Unterkiefer streifenförmig gestaltet ist. Danach erschien sie zunehmend oval und mit 16 Jahren wurde sie rundlich.

Veränderung der Reibflächenform

Die Reibflächen der Unterkieferschneidezähne waren bei BRÖMLERS (1954) Untersuchungen am Pony bis zu einem Alter von 10 Jahren queroval geformt. Im Zeitraum vom 11. bis zum 17. Lebensjahr wurde die Form rund und anschließend mit dem 18. bis 21. Lebensjahr dreieckig. Nach dem 22. Lebensjahr traten laut BRÖMLER (1954) längsovale gestaltete Reibflächen auf. Die Veränderungen gingen der Reihe nach an I1, I2, I3 vor sich. Im Gegensatz dazu sehen MUYLLE et al. (1999) in den Formveränderungen der Reibflächen ein schwer zu beurteilendes Merkmal. Bei den von ihnen durchgeführten Studie veränderte sich die Gestalt an den Zangen und Mittelzähnen von oval, über dreieckig nach längsoval. Die Eckschneidezähne blieben bis zu einem Alter von 9 Jahren oval und entwickelten dann eine seitliche Ausziehung.

Einbiss, Einschliff

Beim Einbiss bei den Ponys kommen beide Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während MUYLLE et al. (1999) den Einbiss unregelmäßig in allen Altersstufen ab dem 6. Lebensjahr beobachten konnten, treten bei BRÖMLERS (1954) Untersuchung der Einbiss am Häufigsten im Alter von 9 und 16 Jahren auf. Jeweils in den Jahrgängen vor den Maxima, zwischen 5 und 9 Jahren und 13 und 28 Jahren, konnte er eine deutlich ansteigende Zahl der Einbisse beobachten.

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen

Zur Galvayne-Rinne beschreibt MUYLLE et al. (1999), dass sie variabel in Länge und Häufigkeit in allen Altersstufen ab dem 12. Lebensjahr vorkam.

Veränderung des Schneidezahnwinkels

Zu den Veränderungen des Schneidezahnwinkels beim Pony und Kleinpferd gibt BRÖMLER (1954) an, dass bis zu einem Alter von 11 Jahren das Zangengebiss vorherrschte. Zwischen dem 12. und 16. Lebensjahr war ein halbes Zangengebiss zu erkennen, dass bei Tieren über 17 Jahren in das Winkelgebiss überging.

Veränderung des Schneidezahnbogens

Zur Veränderung des Schneidezahnbogens beobachtete BRÖMLER (1954), dass eine deutliche Abflachung erst mit 18 Jahren erfolgt. Zuvor war der Zahnbogen halbkreisförmig.

3.9 Die Zahnaltersschätzung beim Przewalski Pferd

Die Zahnaltersschätzung wurde für das Przewalski Pferd durch RIES (1986) überprüft. Sie untersuchte 42 Schädel aus anatomischen Sammlungen sowie 20 Gebisse von immobilisierten Przewalski Pferden aus dem Tierpark Hellabrunn in München. Die Tiere waren zwischen 1 Tag und etwa 31 Jahren alt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im Folgenden aufgeführt.

3.9.1 Erscheinen der Zähne

Die Milchzangen erschienen zusammen mit den Milchbackenzähnen in der 1. Lebenswoche. Die Milchmittelzähne traten im Alter von 7 Wochen durch und die Milcheckschneidezähne erschienen zwischen 4½ und 7 Monaten (RIES, 1986).

3.9.2 Veränderungen an den Milchschnidezähnen

Der labiale Rand der Id1 trat mit 1 Monat in Reibung, der linguale Rand mit 8 Monaten. An den Id2 war mit 4 Monaten der labiale Rand in Reibung und mit 9 Monaten waren sie vollständig in Reibung. Die Id3 traten mit 12 Monaten vollständig in Reibung. Mit 1½ bis 2 Jahren sind die Kunden der Milchschnidezähne abgerieben (RIES, 1986).

3.9.3 Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

Die Zangen wechselten in der Studie von RIES (1986) durchschnittlich mit 2 Jahren und 4 Monaten. Die Mittelschnidezähne traten mit 3 Jahren und 4 Monaten, die Eckschnidezähne mit 4 Jahren und 1 Monat in Erscheinung. Die Hakenzähne brachen im Alter von 4¼ und 4½ Jahren durch. Der 2. und 3. permanente Dens praemolaris erschien zwischen 2 Jahren 4 Monaten und 2 Jahren 9 Monaten. Mit 3½ Jahren wechselte der letzte Dens praemolaris. Einen P1 im Oberkiefer fand RIES (1986) an insgesamt 8 Gebissen ab einem Alter von 7 Monaten. Die molaren Backenzähne erschienen in der Reihenfolge von M1, M2 und M3 mit 10 Monaten, 1½ Jahren und 3½ Jahren (RIES, 1986).

3.9.4 Alterbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen

Kundenabrieb

Der Kundenabrieb beginnt nach vollständigem Reibungskontakt der Schneidezahnantagonisten. Die lingualen Ränder der Zangen traten in der Studie von RIES (1986) mit 3 Jahren 4 Monaten in Reibung. Die Mittelschneidezähne waren mit 4 Jahren, die Eckschneidezähne mit fast 5 Jahren vollständig in Reibung. Die Abriebsgeschwindigkeit der Kunden ist abhängig von deren Tiefe. RIES (1986) maß an den Schneidezähnen des Oberkiefers eine Kundentiefe von 8 – 14 mm und an jenen des Unterkiefers von 6 – 10 mm. Die Kunden der Unterkieferschneidezähne waren an den Zangen ab dem 7., an den Mittelzähnen ab dem 8. und an den Eckschneidezähnen ab dem 9. Lebensjahr abgerieben. Die Kunden des Oberkiefers folgten mit 10, 12 und 14 Jahren. RIES (1986) beobachtete, dass die Zahnbilder gleichaltriger Pferde variierten und führt dies auf die unterschiedliche Kundentiefe zurück. Die im Vergleich zum Großpferd langsamere Abnutzung der Zähne sieht sie, da alle untersuchten Tiere in Zoos gehalten wurden und ähnliche Futtermittel wie Hauspferde erhielten, in einer härteren Konsistenz der Zähne des Przewalski Pferdes begründet.

Kundenspur

Die Kundenspur erschien in der Studie von RIES (1986) nachdem die Kunden abgerieben wurden. Sie waren zunächst queroval geformt und nahmen dann punktförmige Gestalt an. Die Kundenspuren verschwanden am Unterkiefer der Reihe nach an den I1, I2 und I3 zwischen 19 und 23 Jahren. Im Oberkiefer war ab dem 25. Lebensjahr keine Kundenspur mehr zu beobachten.

Kernspur, Zahnsternchen

Das Zahnsternchen wurde von RIES (1986) erstmals bei einem 7jährigen Przewalski Pferd beobachtet.

Veränderung der Reibflächenform

Die Beurteilung der Reibflächenform beim Przewalski Pferd beschreibt RIES (1986) als schwierig, da die einzelnen Formen fließend ineinander übergehen. Im Unterkiefer waren die Reibflächen bis zu einem Alter von 12 Jahren queroval, zwischen 14 und 20 Jahren rund und zwischen dem 21. und 27. Lebensjahr dreieckig geformt. Ab dem 28. Jahr konnten längsovale Formen beobachtet werden. Die einzelnen Formen erschienen im Oberkiefer 2 – 3 Jahre später als im Unterkiefer.

Einbiss, Einschliff

Einen Einschliff konnte RIES (1986) bei 6 von 11 Pferden im Alter zwischen 7 und 18 Jahren erkennen.

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen

Die Galvayne-Rinne trat in der Studie von RIES (1986) ohne erkennbare Regelmäßigkeit zwischen dem 15. und 25. Lebensjahr auf.

Veränderung des Schneidezahnwinkels

Im Gegensatz zu anderen Pferderassen überwog beim Przewalski Pferd bis zu einem Alter von 19 Jahren stets das Zangengebiss. Danach konnte RIES (1986) ein halbes Zangengebiss beobachten. Die Ursache hierfür sieht sie in der Anpassung an den ursprünglichen Lebensraum der Przewalski Pferde. Die kargen Steppengebiete der Mongolei erforderten eine gleichbleibende Gebiss-Stellung, die das Abweiden von kurzem Gras lebenslang möglich macht. Dabei bewährt sich das Zangengebiss im Gegensatz zum Winkelgebiss.

Veränderung des Schneidezahnbogens

Bei den untersuchten Przewalski Pferden war der Schneidezahnbogen bis zu einem Alter von 20 Jahren halbmondförmig geformt. Anschließend flachte der Zahnbogen ab, ohne jedoch die Form einer Geraden zu erreichen (RIES, 1986).

3.10 Die Zahnaltersschätzung beim Esel

BÜNGER und HERTSCH (1981) sowie MUYLLE et al. (1999) prüften die Merkmale der Zahnaltersschätzung für den Hausesel. MUYLLE et al. (1999) untersuchten 63 in Belgien gehaltene Esel im Alter zwischen 2 Tagen und 20 Jahren. Das Geburtsdatum der Tiere war bekannt, die Haltungsbedingungen vergleichbar. Bei der Arbeit von BÜNGER und HERTSCH (1981) wurden zum einen 3 Eselfohlen von Geburt an in regelmäßigen Abständen bis zum Alter von 2 bzw. 5½ Jahren, zum anderen 29 Esel verschiedener Herkunft und bekannten Alters untersucht. Zusätzlich zur Adspektion und Palpation der Zähne fertigten sie Röntgenaufnahmen der Schneidezähne und der Backenzähne an. Eine ungenannte Zahl an Tieren wurde getötet, die Schädel mazeriert und an ihnen die Länge der Zahnwurzeln, Zahnkronen und Reibflächen gemessen. Die Ergebnisse werden im Folgenden aufgeführt.

3.10.1 Erscheinen der Milchzähne, *Dentes decidui*

Auf den von BÜNGER und HERTSCH (1981) angefertigten Röntgenaufnahmen waren zum Zeitpunkt der Geburt alle *Dentes incisivi* sichtbar. Weiter beobachteten sie, dass die Milchzangen zusammen mit den *Dentes praemolares* vor der Geburt oder in den ersten Lebenstagen durchbrachen. Die Mittelzähne erschienen zwischen dem 9. und 50. Tag und die Eckzähne zwischen dem 6. und 14. Monat. Die Milchhakenzähne brachen wie beim Großpferd nicht sichtbar hervor. Bei den Untersuchungen von MUYLLE et al. (1999) traten die Milchzangen bis zum Alter von 14 Tagen in Erscheinung. Die Id2 wurden ab dem 2. Lebensmonat und die Id3 mit 12 Monaten sichtbar.

3.10.2 Wechsel der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne

BÜNGER und HERTSCH (1981) beobachteten bei ihren Untersuchungen an Eseln den Wechsel der Zangen im Alter zwischen 2 Jahren 8 Monaten und 3 Jahren 3 Monaten. Die Mittelzähne folgten ein Jahr darauf, 3 Jahre 8 Monate und 4 Jahre 3 Monate. Die Eckschneidezähne wechselten 2 Jahre später, zwischen 4 Jahren 8 Monaten und 5 Jahren 3 Monaten. Zeitgleich mit den Zangen beobachteten sie den Wechsel des zweiten und dritten *Dens praemolaris*; 2 Jahre 8 Monate und 3 Jahre. Der P4 erschien zusammen mit den Mittelzähnen im Alter zwischen 3 Jahren 8 Monaten und 4 Jahren. Die 3 *Dentes molaris* erschienen der Reihe nach im Alter von 12, 27 und 44 Monaten. Der Hakenzahn brach zwischen 4 ¼ und 5 Jahren durch (BÜNGER und HERTSCH, 1981). MUYLLE et al. (1999)

beobachteten dagegen das Erscheinen der Zangen mit 3 bis 3½ Jahren. Die Mittel- und Eckschneidezähne brachen im Alter zwischen 4 und 5 bzw. 5½ Jahren durch. Zwischen 4½ und 5 Jahren erschienen die Hakenzähne (MUYLLE et al., 1999b).

3.10.3 Alterbedingte Veränderungen an den Ersatzschneidezähnen

Kundenabrieb

Der Kundenabrieb ist abhängig von der Form und Tiefe der Kunde. Die Kunden am Gebiss des Esels werden von BÜNGER und HERTSCH (1981) im Vergleich zu denen des Pferdes als weitlumiger geformt beschrieben. Ihre Messungen ergaben eine durchschnittliche Kundentiefe von 6 mm im Unterkiefer und 12-17 mm im Oberkiefer. Die Eckschneidezähne des Unterkiefers besaßen fast nie einen geschlossenen Schmelzbecher, sondern meistens eine nach lingual geöffnete Mulde. Diese Eigenheit wird ebenfalls von MUYLLE et al. (1999) an den von ihnen untersuchten I3 beobachtet. Aus diesem Grund fand in beiden Studien keine weitere Beschreibung des Kundenabribs der Eckschneidezähne statt. BÜNGER und HERTSCH (1981) datieren das Verschwinden der Kunden an Zangen und Mittelschneidezähne, beginnend am Unterkiefer, auf etwa 12 Jahre. MUYLLE et al. (1999) beobachteten damit übereinstimmend, dass die Zangen ab dem 11. und die Eckschneidezähne ab dem 12. Lebensjahr verschwinden. Im Vergleich zu den Angaben von HABERMEHL (1975) zum Kundenabrieb beim Warmblut (Kapitel 3.3.4) verschwinden die Kunden beim Esel im Unterkiefer 5 bis 6 Jahre später.

Kundenspur

Bedingt durch den späteren Kundenabrieb erscheinen die Kundenspuren beim Esel erst im Alter von 12 bis 14 Jahren. Sie treten dann mit Ausnahme der kundenspurlosen Eckschneidezähne immer klein und rund geformt auf (MUYLLE et al., 1999b).

Kernspur, Zahnsternchen

Zum Erscheinen des Zahnsternchens beim Esel geben MUYLLE et al. (1999) an, dass es erstmals im Alter von 3½ bis 4 Jahren an den Zangen auftrat. Ein halbes Jahr später, mit 4 bis 4½ Jahren erschien an den Mittelzähnen, mit 5½ bis 7 Jahren an den Eckschneidezähnen die Kernspur. Zum Zeitpunkt des Erscheinens des weißen Punktes im Zahnsternchen machen MUYLLE et al. (1999) mit dem Hinweis, dass in der betreffenden Altersstufe wenige Tiere untersucht werden konnten, folgende Angaben: der jüngste mit einem so genannten „white spot“ an den Zangen beobachtete Esel war 6 Jahre und 1 Monat alt. Bei Tieren, die älter als 7 Jahre und 8 Monate waren, trat der weiße Punkt in der Kernspur der Mittelschneidezähne und bei Tieren älter als 10 Jahre an den Eckschneidezähnen auf.

Veränderung der Reibflächenform

BÜNGER und HERTSCH (1981) maßen im Rahmen ihrer Studie zum Gebiss des Hausesels die Reibflächen der Schneidezähne im Unterkiefer. Sie verglichen ihre Daten mit den Maßen von KROON (1929) und kamen zu dem Ergebnis, dass bei einem 5jährigen Esel die Zangen 5 mm schmaler als bei einem Großpferd sind. Dafür ist der Verlust über die Jahre geringer. So nimmt die Breite im Laufe der Zeit bis zum 20. Lebensjahr beim Esel 3 – 4 mm ab, während die Tiefe 2 mm zunimmt. Beim Pferd beträgt der Verlust in dieser Zeit 9 mm und der Zugewinn an Reibflächentiefe 4 mm. Aus diesem Grund verändern sich die Reibflächenformen mit dem Alter weniger deutlich als beim Pferd und sind die meiste Zeit rund oder dreieckig geformt (BÜNGER und HERTSCH, 1981). Auch MUYLLE et al. (1999) machen, auf Grund der geringen Ausprägung der einzelnen Formen, keine näheren Angaben.

Galvayne-Rinne, -Furche, -Zeichen und Einbiss, Einschliff

Die Galvayne-Rinne wurde von MUYLLE et al. (1999) bei einigen Tieren über 12 Jahren in unterschiedlicher Ausprägung und Länge beobachtet. Der Einbiss kam in allen Altersstufen ab dem 6. Lebensjahr vor. Beide Merkmale werden von MUYLLE et al. (1999) und Mitarbeitern als wertlos für die Zahnaltersschätzung eingestuft.

Veränderung des Schneidezahnwinkels

Da beim Esel die Schneidezähne des Oberkiefers gleich stark gekrümmt sind, wie die des Unterkiefers, zeigen junge Tiere ein ausgeprägtes Zangengebiss. Eine vermehrte Winkelung konnten BÜNGER und HERTSCH (1981) erst ab dem 15. Lebensjahr beobachten. MUYLLE et al. (1999) beschreiben, dass auch der Schneidezahnbogen überwiegend halbmondförmig war und nie ganz gerade wurde.

4 Diskussion

4.1 Durchbruch und Wechsel der Zähne

Die Merkmale Durchbruch und Wechsel der Zähne gelten bis zum Alter von 5 Jahren als Hauptkriterien für die Zahnalterslehre und damit für die Altersschätzung der Pferde. Bei der Auswertung der Literatur zu den Grundregeln der Zahnaltersschätzung finden sich jedoch zum Zahndurchbruch voneinander abweichende Angaben (Tab. 3.3.1 u. 3.3.3). So differieren die Daten zum Erscheinen der Milchzähne um einen Monat, jene zum Erscheinen der bleibenden Backenzähne sogar bis zu einem Jahr. Die größten Zeitspannen gibt PESSINA (1810) mit jeweils einem Jahr an. Er gilt als der Begründer der heutigen Zahnalterslehre.

Da es sich um Daten aus älteren Literaturstellen handelt und meist Angaben zum Ursprung fehlen, können zur Ursache der abweichenden Zeitangaben nur Vermutungen geäußert werden. HABERMEHL (1975) schreibt, dass ein Teil der widersprüchlichen Literaturangaben auf die unterschiedliche Definition des Begriffs „Zahnwechsel“ zurückzuführen ist. Demnach wurde der Zeitpunkt des Zahnwechsels nicht immer mit dem Sichtbarwerden des jeweiligen Ersatzzahns gleichgesetzt, sondern auch mit dem Zeitpunkt des Ausfallens der Milchzähne oder dem Zeitpunkt, zu dem die Ersatzzähne hochgewachsen sind. Formal begründete Fehler, wie Überlieferungs- und Übertragungsfehler, die auf die vereinfachte Darstellung in älteren Quellen zurückzuführen sind, können ebenfalls nicht ausgeschlossen werden.

PESSINA (1810), der seine Angaben auf eigene Untersuchungen stützt, beobachtete, dass selbst beim physiologischen Zahnwechsel Abweichungen auftreten. Er spekuliert hierüber: „Es ist wahrscheinlich, dass die ganze Verschiedenheit der Zeit, im Zahnen sowohl als im Zahnwechsel in der Verschiedenheit der Rasse begründet sey, und dass sich bey unseren Pferden darum keine vollkommene Übereinstimmung in dieser Hinsicht findet, da sie fast lauter ungleichartige Bastardprodukte sind. Vermutlich würde sich dann das Resultat ergeben, dass bey Individuen einer und derselben Rasse keine Verschiedenheit, wohl aber eine zwischen den verschiedenen Rassen obwalte“. Auch andere Autoren, wie KROON (1929), BRÖMLER (1954), ROSENBERGER (1955) und HABERMEHL (1975), sehen Rasseunterschiede als Ursache für die Abweichungen. Der Grund wird in den rassespezifischen Entwicklungstypen gesehen. Bei spätreifen Rassen (z.B. Araber) soll der Zahnwechsel verzögert, bei frühreifen Rassen (z.B. Vollblut, Traber, Kaltblut) hingegen früher stattfinden.

In älteren Publikationen (KROON, 1929; SANNEMANN, 1949; BRÖMLER, 1954) wird weiter über den Einfluss der Haltungsbedingungen spekuliert. Demnach sollen optimale Fütterung, Pflege und Training den Zahnwechsel beschleunigen bzw. mangelnde Fütterung ihn verzögern.

Beim Vergleich der Untersuchungsergebnisse zum Durchbruch der Milchschnidezähne fällt auf, dass bei Kleinpferd, Mini-Shetlandpony und Esel die Zähne später als bei den anderen Rassen erscheinen, während beim Przewalski Pferd vor allem die Id3 früher durchbrechen. Auch der Zahnwechsel findet beim Esel und Mini-Shetlandpony später statt. BÜNGER und HERTSCH (1981) beobachteten zusätzlich, dass sich die Dentis molares der untersuchten Esel 2 bis 3 Monate später als beim Warmblutpferd auf dem Röntgenbild erkennen ließen. Die Befunde von RIES (1986) zum Przewalski Pferd zeigen dagegen eher einen früheren Zahnwechsel. Beim Vergleich der „frühreifen“ Rassen Englisches Vollblutpferd und Traber mit der „spätreifen“ Rasse Arabisches Vollblutpferd wurden jedoch die zu erwartenden Unterschiede nicht gefunden. Die Befunde sprechen gegen die Theorie, dass der Zeitpunkt des Zahndurchbruchs vom Entwicklungstypen der Rasse abhängt (WEGENER, 1984; RIEGER, 1987; BOLTE, 1995). WEGENER (1984) und RIEGER (1987) schließen auch den Einfluss der Fütterung bzw. der Haltungsbedingungen auf den Zahnwechsel aus. Die von ihnen untersuchten Traber und Galopper wurden, um eine möglichst frühe und hohe Rennleistung zu erzielen, unter optimalen Bedingungen gehalten. Trotzdem konnte bei keiner der beiden Rassen ein früherer Zahnwechsel bemerkt werden. Auch MUYLLE et al. (1999) sowie BÜNGER und HERTSCH (1981) konnten bei den von ihnen untersuchten Eseln keinen Zusammenhang erkennen. Vielmehr sehen BÜNGER und HERTSCH (1981) sowie BOLTE (1995) im Durchbruch und Wechsel der Zähne ein genetisch fixiertes Rassemerkmal. Die ähnlichen Untersuchungsergebnisse von Traber, Vollblutpferden und Arabischen Vollblutpferden begründet BOLTE (1995) mit dem hohen Anteil an arabischem Blut dieser Rassen.

Trotz abweichender Angaben in der Literatur wird die Zahnaltersschätzung anhand des Zahndurchbruchs und Zahnwechsels bis zum 5. Lebensjahr als zuverlässige Methode bewertet (HABERMEHL, 1981). RICHARDSON et al. (1995a, b, c) überprüften in einer Reihe von Studien die Aussagekraft der Zahnaltersschätzung. Sie ließen die Schneidezähne von 434 Vollblutpferden fotografieren und die Bilder durch 4 erfahrene praktische Tierärzte und durch ein Computerprogramm beurteilen. Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, dass die Übereinstimmungen zwischen geschätztem Alter und realem Alter bis zum 5. Lebensjahr höher sind als bei älteren Tieren. Es traten jedoch auch in dieser Altersgruppe Fehlschätzungen von bis zu 2 Jahren und 9 Monaten auf (RICHARDSON et al., 1995c).

4.2 Kundenabrieb

Nach dem Wechsel der Schneidezähne werden die abriebsbedingten Veränderungen an den Zahnoberflächen, wie das Verschwinden der Kunden, Erscheinen und Form der Kundenspur und der Kernspur, zur Zahnaltersschätzung genutzt.

Bevor jedoch der Kundenabrieb beginnt, müssen die beiden Zahnantagonisten von Ober- und Unterkiefer miteinander in Kontakt treten und deren labiale Schmelzkante abgerieben sein. Für diesen Prozess wird von KROON (1929), BUTZ und BÖTTGER (1946), HABERMEHL (1975) und OPPERMANN (1975) ein Zeitraum von etwa einem Jahr berechnet. VON MÜLLER (1908) und SCHWERDT (1909) überprüften dies in ihren Studien und fanden erhebliche Abweichungen hierzu (Kapitel 3.3.4).

Nach Kontakt der Okklusalfächen wird die Abnutzung der Kunden als Merkmal zur Zahnaltersschätzung verwendet. Der dafür benötigte Zeitraum ist vom Zahnabrieb und der Kundentiefe abhängig.

Für den Zahnabrieb gibt PESSINA (1810) eine jährliche Abnutzungsrate von etwa 1 Linie an. Dies entspricht, davon ausgehend, dass es sich um das Wiener Maß Linie handelt, 2,1950 mm (VON MÜLLER, 1908). HABERMEHL (1981) hält diese Abriebquote von etwa 2 mm für die Schneidezähne des Unterkiefers für konstant. MUYLLE et al. (1999a) untersuchten in einer Studie (Kapitel 3.2.4) das Wurzelwachstum der Schneidezähne, welches mit 5 Jahren beginnen soll, und schlossen daraus auf einen jährlichen Abrieb von etwa 2,5 mm.

Für die Kundentiefe ermittelte PESSINA (1810) Durchschnittswerte für die Schneidezähne des Ober- und Unterkiefers. Seine Annahme, dass die Kundentiefe konstant ist, hielt jedoch der Überprüfung durch VON MÜLLER (1908), SCHWERDT (1909) und Disselhorst (ZIETZSCHMANN, 1915) nicht stand. In ihren Studien beobachteten sie, neben individuellen Schwankungen der Kundentiefe, dass Zangen, Mittel- und Eckschneidezähne unterschiedlich tiefe Kunden aufweisen und demzufolge keine Durchschnittswerte für die Kunden eines Zahnbogens angegeben werden können. Im Oberkiefer wich die Kundentiefe von verschiedenen Pferden so stark voneinander ab, dass in der Literatur übereinstimmend deren Beurteilung für die Zahnalterslehre als unzuverlässig eingestuft wird.

Zum Zeitpunkt des Verschwindens der Kunden im Unterkiefer findet man in der allgemeinen Zahnaltersschätzung widersprüchliche Angaben, die bis zu 2 Jahre voneinander abweichen. Trotzdem wird die Beurteilung der Unterkieferkunden von HEINZE (1899), PROELSZ (1903), OHM (1908), VON MÜLLER (1908), SCHWERDT (1909) und GRESSEL (1931) als wertvolles Mittel zur Altersschätzung bewertet. Auch HABERMEHL (1981) bescheinigt der Altersschätzung nach dem Kundenabrieb der Unterkieferschneidezähne einen „hohen Grad an Sicherheit“. Hierzu gegensätzlich beurteilen RICHARDSON et al. (1995a; c) die Aussagekraft des Kundenabriebs (siehe Seite 93). Im Alter zwischen 5 Jahren und 10 Jahren stimmte das geschätzte Alter in 25,6 – 75,5% mit dem wahren Alter überein. Es konnten Fehlschätzungen von bis zu 6 Jahren festgestellt werden. Die Auswertung

durch ein Computerprogramm ergab nur geringfügig bessere Ergebnisse. In einer weiteren Veröffentlichung kommen RICHARDSON et al. (1995b) daher zu dem Schluss, dass zwar eine Korrelation zwischen Kundentiefe und Alter besteht, die Zeitspannen jedoch so stark variieren, dass sie keine Aussage zum Alter zulassen. MUYLLE et al. (1996) schließen sich, nach Überprüfung des Zahnalters von 212 Pferden, dieser Aussage an.

Als Grund für die starken Abweichungen von den Regeln der allgemeinen Zahnaltersschätzung diskutierte schon PESSINA (1810) rassespezifische Unterschiede. Auf Grund der Vermutung, dass sich der Zahnabrieb bei verschiedenen Rassen unterschiedlich verhält, überprüften BRÖMLER (1954), BÜNGER und HERTSCH (1981), WEGENER (1984), RIES (1986), RIEGER (1987), BOLTE (1995) und MUYLLE et al. (1999a) in ihren Studien die Zahnaltersschätzung für einzelne Pferderassen und für den Esel. Die von ihnen gefundenen Abweichungen lassen sich jedoch schwer miteinander vergleichen, da die untersuchten Tiere der Studien nicht aus vergleichbaren Haltungsbedingungen stammten. Denn auch das Futter und die Art der Futteraufnahme beeinflussen den Zahnabrieb, obwohl noch wenig darüber bekannt ist in welchem Maße (Kapitel 3.2.2).

MUYLLE et al. (1997, 1998) wiederholten daher nochmals die Untersuchungen an Tiergruppen der Rassen Traber, Araber und Belgische Kaltblutpferde, die alle aus ähnlichen Haltungsbedingungen stammten. Demzufolge ist die Abnutzung der Schneidezähne beim Kaltblutpferd stärker als beim Traber, während der Abrieb beim Araber vergleichsweise langsamer von statten geht. Als Ursache für diese Ergebnisse wurden Unterschiede in der Zahnhärte diskutiert. Tatsächlich konnten MUYLLE et al. (1999c) in einer Folgeuntersuchung feststellen, dass der Zahnschmelz und das Sekundärdentin bei Pferden der Arabischen Rasse härter als bei Trabern und Belgischen Kaltblutpferden ist (Kapitel 3.2.2). Zwischen Trabern und Kaltblutpferden war jedoch kein signifikanter Unterschied festzustellen. Demnach sind Unterschiede in der Zahnhärte nicht der alleinige Grund für die Abweichungen.

Eine Besonderheit an den Kunden wurde bei den Untersuchungen von BÜNGER und HERTSCH (1981) und MUYLLE et al. (1999a) zum Zahnalter des Esels erfasst. Sie beobachteten, dass die Kunden der Eckschneidezähne beim Esel keine geschlossenen Schmelzbecher aufweisen. Daher ist die Beurteilung der Eckschneidezähne beim Esel von der Altersschätzung auszuschließen.

4.3 Schneidezahnwinkel und Schneidezahnbogen

Der Schneidezahnwinkel, der Schneidezahnbogen und die Reibflächenform sind so genannte Hilfsmittel der Zahnaltersschätzung. Sie ermöglichen die grobe Einschätzung der Altersstufe eines Pferdes. Die Regeln der allgemeinen Zahnalterslehre zum Schneidezahnwinkel geben an, dass das Zangengebiss maximal bis zu einem Alter von 9 Jahren (VON MÜLLER, 1908) besteht, danach das halbe Winkelgebiss und anschließend nach dem 15. Lebensjahr, das Winkelgebiss. Außer der Angabe, dass die Zähne beim Zangengebiss im senkrechten Winkel von annähernd 180° zueinander stehen (MUYLLE, 2000), unterliegen die einzelnen Winkelformen der subjektiven Einteilung durch den Betrachter. Beim Vergleich der rassespezifischen Studien fiel auf, dass beim Arabischen Vollblutpferd (BOLTE, 1995), Kleinpferd (BRÖMLER, 1954), Przewalski Pferd (RIES, 1986) und Esel (BÜNGER und HERTSCH, 1981) das Zangengebiss sehr viel länger als bis zum 9. Lebensjahr bestehen bleibt. Beim Przewalski Pferd konnte RIES (1986) bis zum 19. Lebensjahr die senkrechte Stellung der Schneidezähne beobachten. Sie begründet dies damit, dass sich das Zangengebiss für die ursprünglich in der Steppe der Mongolei lebenden Pferde zum Abgrasen von kurzem Gras bewährt hat. BÜNGER und HERTSCH (1981), die beim Esel das Zangengebiss bis zum 15. Lebensjahr beobachteten, haben eine andere Erklärung. Sie sehen in der anatomischen Besonderheit des Esels, bei dem die Zähne des Oberkiefers gleich stark gekrümmt sind wie die des Unterkiefers, die Ursache für die verspätete Abflachung des Zahnwinkels. Inwiefern auch bei anderen Pferderassen die Ursache in anatomischen Besonderheiten liegt, wurde nicht weiter untersucht.

Parallel zum Schneidezahnwinkel und den Reibflächenformen verändert sich auch die Form des Schneidezahnbogens. Da die Reibflächen anfangs queroval sind, bildet der Zahnbogen einen halbmondförmigen Halbkreis. Später entwickeln sich die Reibflächen über verschiedene Zwischenformen zur längsovalen Form und der Zahnbogen verkürzt sich, bis er annähernd eine Gerade bildet. Das Auftreten der Formen soll altersabhängig sein. In der Literatur werden jedoch abweichende Angaben gemacht (Kap.3.3.4). Bei den Studien zu den einzelnen Rassen wurde beim Kleinpferd, beim Przewalski Pferd und beim Esel eine verzögerte Umformung des Zahnbogens beobachtet. Die Pferdearten, welche eine verspätete Abflachung des Zahnbogens zeigen, weisen demnach auch eine verzögerte Umformung des Schneidezahnbogens auf. Wie bei den Formen des Schneidezahnwinkels, sind auch die Kennzeichen am Zahnbogen schwierig objektiv zu beurteilen. Die Versuche, zum einen von KRÜGER (1952) durch Messungen der Krümmung der Schneidezähne, und zum anderen von WEGENER (1984) durch Messungen von Höhe und Breite des Zahnbogens definierte Maße für den Zahnwinkel- bzw. Zahnbogenformen zu ermitteln, lieferten keine nutzbaren Ergebnisse.

4.4 Galvayne-Rinne

Die dunkelbraune Rinne am Eckschneidezahn des Oberkiefers wurde erstmals von Sydney Galvayne als altersabhängiges Merkmal beschrieben und später nach ihm benannt. Ihr Auftreten und die Länge der Rinne sollen einen Hinweis auf das Zahnalter des Pferdes liefern. Sie kann ein- oder beidseitig vorhanden sein. CAMPUS (1926), DECHAMBRE (1928) und SASSEN (1950) beobachteten bei ihren Untersuchungen ein gehäuftes Auftreten auf der linken Seite. Sowohl in der älteren Literatur (CAMPUS, 1926; DECHAMBRE, 1928; KROON, 1929; SASSEN, 1950; HABERMEHL, 1975) als auch in den neueren Studien zur Zahnaltersschätzung verschiedener Pferderassen und Esel wurde die Aussagekraft der Galvayne-Rinne in Frage gestellt. Zum einem ist sie nur bei etwa der Hälfte der Tiere vorhanden (HABERMEHL, 1975), zum anderen tritt sie, wenn bilateral, teilweise in unterschiedlicher Länge auf (MUYLLE et al., 1996). Nur RIEGER (1987), die Englische Vollblutpferde, und BOLTE (1995), der Arabische Vollblutpferde untersuchte, konnten eine gewisse Regelmäßigkeit im Auftreten der Galvayne-Rinne ab dem 9. Lebensjahr erkennen. Von den untersuchten Pferden wiesen jedoch bei RIEGERS (1987) Untersuchungen nur 31,8 %, bei BOLTES (1995) hingegen 58,7 % eine Rinne auf. MUYLLE et al. (1998), die die Zahnaltersschätzung für das Arabische Pferd überprüften, konnten die Ergebnisse von BOLTE (1995) nicht bestätigen. Zusammenfassend konnte für die Galvayne-Rinne kein aussagekräftiger Zusammenhang zwischen Alter und Auftreten bewiesen werden.

4.5 Einbiss, Einschliff

Der so genannte Einbiss bzw. Einschliff stellt einen hakenförmigen Überstand am Eckschneidezahn des Oberkiefers dar. KROON (1929), HABERMEHL (1975) und OPPERMANN (1975) geben an, dass der erste Einbiss mit 9 Jahren, der zweiten mit dem 15. und der dritten mit dem 20. Lebensjahr auftreten. Schon in den älteren Quellen zur allgemeinen Zahnalterslehre (VON HÖGELMÜLLER, 1810; OHM, 1908; VON MÜLLER, 1908; SCHWERDT, 1909; SASSEN, 1950) wird, auf Grund seines unregelmäßigen ein- oder beidseitigem Vorkommens, die Aussagekraft des Einbisses angezweifelt. Dies bestätigt sich auch bei den Untersuchungen zum Einbiss bei den verschiedenen Pferderassen und Esel, so dass auch keine rasseabhängigen Unterschiede erarbeitet werden konnten. Einzig BRÖMLER (1954), der Ponys und Kleinpferde untersuchte, konnte eine Häufung der Einbissanzahl mit 9 Jahren und 16 Jahren beobachten. MUYLLE et al. (1999), die die Zahnaltersschätzung für das Mini-Shetland Pony überprüften, konnten diese Beobachtung jedoch nicht bestätigen. Die Annahme von LEUE (1939), dass der Einschliff eine Folge von veränderten Druckverhältnissen ist, die durch Zahnschmerzen an den Dentes molares entstehen, wurde nicht weiter überprüft. Überzeugender scheint, dass sich der Haken am Eckzahn nicht auf Grund pathologischer

Veränderungen bildet, sondern durch die Abflachung des Unterkieferzahnbogens, die im Laufe der Umbildung vom Zangen- zum Winkelgebiss entsteht (HABERMEHL, 1975; RICHARDSON, 1997; MUYLLE, 2000). Zusammenfassend kann dem Einbiss keine Aussagekraft als Merkmal für die Altersbestimmung nachgewiesen werden.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Literaturstudie wird eine Übersicht über die Literatur zur Zahnaltersschätzung beim Pferd seit dem Erscheinen des Werks von PESSINA (1810) erstellt.

In einem einleitenden Kapitel werden die Grundlagen zum Aufbau und der Entwicklung des Pferdegebisses genannt.

Daran anschließend wird ein historischer Überblick über die Literatur zur Zahnaltersbestimmung beim Pferd von der Griechischen Antike bis in die heutige Zeit gegeben.

Nach einer Einleitung über die Entstehung und das Aussehen der zur Zahnaltersschätzung genutzten Kriterien an den Milch- und Ersatzschneidezähnen sowie den altersabhängigen Veränderungen an den Haken- und Backenzähnen, wird die Zahnaltersbestimmung beim Großpferd zusammengefasst dargestellt. In der Hauptsache handelt es sich bei den genannten Studien um Untersuchungen an Warmblutpferden, jedoch werden auch Angaben aus Lehrbüchern, denen häufig Bezeichnungen zur Pferderasse fehlen, miteinbezogen.

Im Anschluss daran werden die rasseabhängigen Studien zum Englischen Vollblutpferd, Araber, Traber, Kaltblutpferd, Kleinpferd, Przewalski Pferd und Esel aufgeführt.

Danach haben sich von den zur Altersbestimmung genutzten Kennzeichen der Durchbruch und der Wechsel der Schneidezähne als aussagekräftigste Merkmale erwiesen. PESSINAS (1810) Angaben für den Wechsel der Schneidezähne, wonach I1 mit 2 – 3 Jahren, I2 mit 3 – 4 Jahren und I3 mit 4 – 5 Jahren erscheinen, treffen, bis auf wenige Ausnahmen, auf alle Rassen zu. Beim Mini-Shetlandpony kann der Wechsel bis zu einem halben Jahr, beim Esel zwischen einem viertel und einem halben Jahr, später stattfinden. Bei beiden brechen auch die Milchzähne später durch.

Nach dem Schneidezahnwechsel nimmt die Genauigkeit der Altersbestimmung anhand der Merkmale an den Zähnen ab. Für die Merkmale Kundenabrieb, Kundenspur, Kernspur, Reibflächenform, Zahnbogenform und Zahnwinkel wurden in der Literatur durchweg ein Zusammenhang zwischen Alter und Auftreten bestätigt. Ihre Beurteilung lässt jedoch auf Grund großer Variabilität nur die Zuordnung zu einem Altersabschnitt und keine genaue Angabe des Alters zu.

Zum einen finden sich für diese Kennzeichen in der Literatur widersprüchliche Zeitangaben und zum anderen traten bei Überprüfung dieser starke Diskrepanzen auf. Grund für diese Abweichungen ist die Vielzahl der den Zahnabrieb beeinflussende Faktoren, deren Wirkung und Ursache größtenteils noch unbekannt sind. Bei den zahlreichen Untersuchungen zum Faktor Rasse wurden zwar Unterschiede festgestellt, da jedoch häufig andere Faktoren in den Studien nicht beachtet wurden, können diese nur mit Vorbehalt der Rasse zugeordnet werden. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Rasse und Geschwindigkeit der Zahnabnutzung konnte für den Araber nachgewiesen werden, dessen Zahnschmelz und Sekundärdentin von einer härteren Konsistenz ist. Auf Grund dessen findet der

Zahnabrieb langsamer als bei den zum Vergleich herangezogenen Trabern und Belgischen Kaltblutpferden statt und die oben genannten Merkmale treten verzögert auf.

Die Kennzeichen Galvayne-Rinne und Einbiss dürften ihre Bedeutung vollständig verloren haben und sollten nur noch der Vollständigkeit halber angegeben werden. Ein aussagekräftiger Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Auftreten dieser beiden Merkmale konnte in der bearbeiteten Literatur nicht gefunden werden.

Abschließend muss die Zahnaltersschätzung als eine Methode mit erheblichen Schwächen beurteilt werden. Diese liegen in der Ungenauigkeit und hohen Fehlerquote. Die Tatsache, dass sie immer noch die einzige praktikable Methode ist, die ohne weitere Hilfsmittel am Tier eine Schätzung zulässt, und dass sie in den meisten Fällen, z.B. im Rahmen einer Aussage zu Therapie und Prognose eines Patienten, ausreichend Information liefert, spricht für ihren weiteren Einsatz. In Fällen, in denen das genaue Alter eines Tieres nicht ermittelt werden kann, sollte, unter Berücksichtigung aller genannten Faktoren, vermerkt werden, dass es sich bei dem angegebenen Alter um eine Schätzung handelt, die auf einer Beurteilung der Zähne beruht.

6 Summary

Ageing horses based on morphological alteration of teeth

- a study of the literature with a teaching program about dental ageing -

The study presented here is a survey of the current literature about age determination by examining teeth in horses since the publication of PESSINA (1810).

The introductory chapter serves to give an overview of the anatomic structure and development of equine teeth.

It is followed by a histographic literature summary of dental aging in horses from Greek antiquity to the present.

The short introduction about the origin and the appearance of the criteria used for the determination of dental age according to the deciduous and permanent teeth, as well as the age related changes of canine, premolar and molar teeth, will be followed by an overall summary of dental age determination in horses.

The majority of the named studies deals with the examination of Warmblood horses, however data from textbooks which do not specify the breed of the horses examined are also included.

Following this analysis, the breed-related studies about English Thoroughbred horse, Arab, Trotter, Belgian draft, Ponies, Przewalski horse and donkeys are listed.

According to these studies, the most useful and reliable signs to determine dental age in horses are the eruption of the deciduous and permanent incisors. PESSINAS (1810) comments about the change of incisors, according to which the age between 2 – 3 years for I1, 3 – 4 years for I2 and 4 – 5 years for I3, is correct except for some races.

The change can be up to half a year late in the Mini-Shetland ponies and between a quarter and half a year in donkeys. In both these races the deciduous teeth also appear later.

After the eruption of permanent incisors age determination by dental changes gets increasingly inaccurate.

Literature confirms a constant correlation for the dental signs disappearance of cups, dental star, disappearance of marks, changes of shape of occlusal surfaces, direction of upper and lower incisor and changes of the occlusal arrow.

Judging these characteristics can, because of high variability, only provide an approximate guess rather than an exact evaluation of the age.

On the one hand there are inconsistent time frames given for these criteria, on the other hand there are often discrepancies where revisions are performed.

There can be multiple factors responsible for the deviations that affect dental abrasion, the cause and the effect of which are still unknown to a large extend. Numerous studies were able to reveal racial

differences but as other factors are often neglected in those studies it is difficult to associate factors and races.

A clear connection between breed and the grade of dental shedding could be shown for Arab horses whose adamantine and secondary dentine consists of a harder grade.

Therefore the dental wear is slower as in the Trotters and Belgium drafts which have been used for this comparison.

The Galvayne's groove and the hock in the upper corner incisor should have completely lost their meaning for the estimation of age in horses and shell only be mentioned for completeness.

A reliable connection between age and appearance of both signs could not be confirmed in the surveyed literature.

In conclusion, dental age determination in horses should be considered a method with considerable weaknesses. These shortcomings are inaccuracy and a high margin of error.

The fact that it remains the only practicable method which can aid in the age determination of an animal and that the obtained information is sufficient in most cases to be used in therapy and prognosis in a patient supports its further use.

Considering all the previously mentioned factors it should be mentioned that the determination of the horses' age is an estimation based on dental markers.

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1.1: Zahnformel nach dem anatomischen Nomenklatursystem für das Milch- und Ersatzgebiss.....	6
Abbildung 2.1.2: Anatomische Zahnomenklatur: bleibendes Gebiss.....	7
Abbildung 2.1.3: Zahnomenklatur nach Triadan: bleibendes Gebiss.....	8
Abbildung 2.1.4: Schematische Darstellung des Zahnaufbaus: Längsschnitt Schneidezahn (modifiziert nach WISSDORF et al., 2002).....	9
Abbildung 2.2.1: schematische Zeichnung der Zahnknospe (modifiziert nach DIXON, 2000).....	17
Abbildung 2.2.2: schematische Zeichnung des Kappenstadiums (modifiziert nach DIXON, 2000)....	17
Abbildung 2.2.3: schematische Zeichnung des Glockenstadiums (modifiziert nach DIXON, 2000)...	18
Abbildung 3.1.1: Titelblatt des Buches „Über die Erkenntniß des Pferdealters aus den Zähnen“ von PESSINA (1810).....	26
Abbildung 3.1.2: Kupfertafeln über die Veränderungen an den Schneidezähnen aus dem Buch von PESSINA (1810).....	26
Abbildung 3.2.1: Zahnsternchen mit „white spot“ im Zentrum.....	31
Abbildung 3.2.2: Längsschnitt eines Unterkieferschneidezahns mit Kauflächenbildern der verschiedenen Altersstadien (modifiziert nach BECKER (1970) und WISSDORF et al. (2002))......	32
Abbildung 3.2.3: Veränderungen des Unterkieferschneidezahnbogens (nach HABERMEHL, 1975).....	33
Abbildung 3.2.4: Zangengebiss.....	34
Abbildung 3.2.5: angehendes halbes Winkelgebiss.....	34
Abbildung 3.2.6: Winkelgebiss.....	34
Abbildung 3.2.7: Galvayne-Rinne am oberen Drittel des Eckschneidezahns im Oberkiefer.....	35
Abbildung 3.2.8: Einbiss am Eckschneidezahn des Oberkiefers.....	36

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.2.1: <i>Röntgenologisch darstellbare Veränderungen an den Unterkieferbackenzähnen bis zu einem Alter von drei Jahren (PÖRSCHMANN, 1966)</i>	36
Tabelle 3.2.2: <i>Röntgenologisch darstellbare Veränderungen an den Unterkieferbackenzähnen im Alter zwischen 4 und 20 Jahren (WESTHUES, 1942)</i>	37
Tabelle 3.2.3: <i>Länge der Backenzähne im Unterkiefer nach Joest (HABERMEHL, 1975)</i>	38
Tabelle 3.3.1: <i>Durchbruch der Milchschnidezähne</i>	40
Tabelle 3.3.2: <i>Abrieb der Milchschnidezähne</i>	41
Tabelle 3.3.3: <i>Durchbruch der bleibenden Zähne</i>	45
Tabelle 3.3.4: <i>Durchschnittliche Kundentiefe der Schneidezähne des Ober- und Unterkiefers (VON MÜLLER, 1908)</i>	50
Tabelle 3.3.5: <i>Die Kundenspur an den Schneidezähnen</i>	51
Tabelle 3.3.6: <i>Zeitangaben von Pessina über die Veränderungen der Reibflächenform an den Schneidezähnen des Unterkiefers (VON HÖGELMÜLLER, 1810)</i>	52
Tabelle 3.3.7: <i>Zeitangaben von Pessina über die Veränderungen der Reibflächenform der Schneidezähne des Oberkiefers (VON HÖGELMÜLLER, 1810)</i>	53
Tabelle 3.3.8: <i>Einteilung der 4 Formperioden, am Beispiel der Zangen (II) nach VON MÜLLER (1908)</i>	54
Tabelle 3.3.9: <i>Formen an den Reibflächen der Unterkieferscheidezähne (HABERMEHL, 1975)</i>	55
Tabelle 3.3.10: <i>Länge der sichtbaren Schneidezahnkronen</i>	58
Tabelle 3.3.11: <i>Zahnbogenformen in den unterschiedlichen Altersgruppen</i>	60
Tabelle 3.3.12: <i>Wechsel der Schneidezähne beim Englischen Vollblutpferd und bei anderen Großpferden</i>	63

Tabelle 3.3.13: Durchbruch der Milchschnidezähne.....	68
Tabelle 3.3.14: <i>Form der Kundenspur an den Ersatzschnidezähnen beim Arabischen Vollblutpferd (BOLTE, 1995).....</i>	70
Tabelle 3.3.15: <i>Die Reibflächenformen der Unterkieferschnidezähne des Arabischen Vollblutpferdes (BOLTE, 1995), vergleichend mit den Angaben von HABERMEHL (1975) (kursiv dargestellt).....</i>	72

9 Literaturverzeichnis

AAEP (AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS) (1966):

Official Guide for Determining the Age of the Horse.

(5. Aufl.), Fort Dodge Laboratories (Fort Dodge, Iowa).

BARGMANN, W. (1977):

Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen.

(7. Aufl.), Thieme Verlag (Stuttgart).

BECKER, E. (1970):

Zähne.

In: J. Dobberstein, G. Pallaske und H. Stünzi (Hrsg.), Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere (begründet von E. Joest) (3. Aufl., Bd. 5 Digestionsapparat I. Teil, S. 83-308), Paul Parey Verlag (Berlin und Hamburg).

BOLTE, A. (1995):

Untersuchungen zur Zahnaltersbestimmung beim Arabischen Vollblutpferd.

Diss. med. vet., Freie Universität Berlin (Berlin).

BONFERT, M. (1919):

Beiträge zur Zahnaltersbestimmung des Pferdes.

Diss. med. vet., Universität Budapest (Budapest).

BOYDE, A. und L.B. MARTIN (1982):

Enamel microstructure determination in hominoid and cercopithecoid primates.

Anatomia Histologia Embryologia, 165: 193-212.

BRÖMLER, K. (1954):

Die Altersbestimmung beim Kleinpferd auf Grund der Zahnentwicklung und- abnutzung.

Diss. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität (München).

BÜNGER, I. und B. HERTSCH (1981):

*Das Gebiß des Hausesels (*Equus asinus asinus* L.)*

Morphologische und röntgenologische Untersuchungen.

Zbl. Vet. Med. C. Anat. Histol. Embryol., 10: 61-86.

BUSCHER, G. (1991):

Zur Nomenklatur der Zahnformen der Wirbeltiere.

Diss. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität (München).

BUTZ, H. und TH. BÖTTGER (1946):

Das Zahnalter des Pferdes.

Schaper Verlag (Hannover).

CAMPUS, A. (1926):

L'importance del cosiddetti segno di Galvayne nella de terminazione dell 'età del cavallo.

Nouva veterin., (Ref. in Jahresb. Vet. med. 46: 75, 1926): 20-25.

DANIELSON, D.R. und K.J. REINHARD (1998):

Human dental microwear caused by calcium oxalate phytoliths in prehistoric diet of the lower Pecos region, Texas.

Am. J. Phys. Anthropol., 107 (3): 297-304.

DECHAMBRE, P. (1928):

Un nouveau signe de l' âge du cheval.

Rev. Zootechn., 8 (Ref. in Jahresb. Vet. med. 48: 58, 1928): 227-233.

DIXON, P.M. (2000):

Dental Anatomy.

In: G.J. Baker und J. Easley, Equine Dentistry (S. 1-28), W.B. Saunders).

DIXON, P.M. (2003):

Anatomie der Zähne.

In: G.J. Baker & J. Easley (Hrsg.), Zahnheilkunde in der Pferdepraxis (S.5), Schlütersche GmbH & Co.KG (Hannover)

DYCE, K.M.; W.O. SACK und C.J.G. WENSING (1991):

Anatomie der Haustiere: Lehrbuch für Studium und Praxis.

Enke Verlag (Stuttgart).

FORTELIUS, M. (1985):

Ungulate cheek teeth: developmental, functional, and evolutionary interrelations.

Academic dissertation, Acta Zoologica Fennica Nr.180, Department of Geology, Division Geology and Paleontology University of Helsinki (Helsinki).

GRESSEL (1931):

Die Zuverlässigkeit der Altersbestimmung beim Pferde nach den Merkmalen an den Zähnen.

Zeitschrift für Veterinärkunde, 43: 416.

HABACHER, F. (1932):

Über die Bedeutung der Furchen und des Zahnbelages an den Eckzähnen des Pferdes für dessen Altersbestimmung.

Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 14: 417-420.

HABERMEHL, K.-H. (1961):

Die Altersbestimmung bei Haustieren, Pelztieren und beim jagdbaren Wild.

(1. Aufl.), Verlag Paul Parey (Berlin, Hamburg).

HABERMEHL, K.-H. (1975):

Die Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren.

(2. Aufl.), Verlag Paul Parey (Berlin, Hamburg).

HABERMEHL, K.-H. (1981):

Wie sicher ist die Altersbestimmung beim Pferd?

Berl.Münch.Tierärztl.Wschr, 94: 167-171.

HEES, H. und F. SINOWATZ (1992):

Histologie, (Bd. 2, S. 122-125; 229), Deutscher Ärzte-Verlag (Köln).

HEINZE (1899):

Beurteilung des Alters der Pferde nach der Abreibung der Schneidezähne.

Zeitschrift für Veterinärkunde, 11: 369-374.

HENKELS, P. (1921):

Beiträge zur Lehre vom Zahnalter des Pferdes.

Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover (Hannover).

HIBMA, A.M. (1921a):

Die Füllung der Schneidezähne im Unterkiefer als Kennzeichen für die Altersbestimmung beim Pferde.

Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 28: 349-350.

HIBMA, A.M. (1921b):

Etwas über den Boden der Kundenhöhle.

Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 16: 18.

HILLSON, S. (1986):

Dental microstructure. Teeth (Cambridge Manuals in Archaeology) (S. 107-160), G.B. Cambridge (Cambridge).

JAHN, W. (1966):

Die röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen im Bereich der maxillären Backenzähne des Pferdes in den verschiedenen Altersstufen.

Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover (Hannover).

KERTESZ, P. (1993):

In search of Mr Bishop.

The Veterinary Record, 133: 608-610.

KILIC, S.; P.M. DIXON und S.A. KEMPSON (1997a):

A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues of horses: 2. Ultrastructural enamel findings.

Equine Veterinary Journal, 29 (3): 198-205.

KILIC, S.; P.M. DIXON und S.A. KEMPSON (1997b):

A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues of horses: 3. Dentine.

Equine Veterinary Journal, 29 (3): 206-212.

KILIC, S.; P.M. DIXON und S.A. KEMPSON (1997c):

A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues of horses: 4. Cement and the amelocemental junction.

Equine Veterinary Journal, 29 (3): 213-219.

KLINGEL, H. und U. KLINGEL (1965):

Tooth Development and Ageing Criteria in the Plains Zebra.

East African Wildlife Journal, 3: 127-129.

KLINGEL, H. und U. KLINGEL (1966):

Tooth Development and Age Determination in the Plains Zebra (Equus quagga boehmi Matschie).

Der Zoologische Garten, 33 (1/3): 34-54.

KROON, H.M. (1929):

Die Lehre der Altersbestimmung der Haustiere.

(3. Aufl.), (Hannover).

KRÜGER, G. (1952):

Der Zahnbogen der Traber als Hilfsmittel zur Altersfeststellung.

Monatsheft für Veterinärmedizin, 7: 51-54.

- LAUNER, P.; J. MILL und W. RICHTER** (1990):
Krankheiten der Reitpferde.
(1. Aufl.), Verlag Eugen Ulmer (Stuttgart).
- LEUE, P.** (1939):
Einbiß oder Einschliff?
Tierärztliche Rundschau, 45: 150-151.
- LIEBICH, H.-G.** (2004):
Zähne.
In: H.-G. Liebich, Funktionelle Histologie der Haussäugetiere (4. Aufl., S. 193-195), Schattauer (Stuttgart, New York).
- LOWDER, M.Q.** (1998):
Current nomenclature for the equine dental arcade.
Veterinary Medicine, 2: 754-755.
- LOWDER, M.Q. und E. MUELLER** (1998):
Dental embryology, anatomy, development and ageing.
Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, 14 (2): 227-247.
- MC CARTHY, P.H.** (1987):
Galvayne: The mystery surrounding the man and the eponym.
Anatomia Histologia Embryologia, 16 (4): 330-336.
- MÜLLER, F.** (1901):
Lehre vom Exterieur des Pferdes.
(6. Aufl.), (Wien).
- MUYLLE, S.** (2000):
Ageing.
In: G.J. Baker und J. Easley, Equine Dentistry (S. 35-46), W.B. Saunders.
- MUYLLE, S.; P. SIMOENS und H. LAUWERS** (1996):
Ageing horses by examination of their incisor teeth: an (im)possible task?
The Veterinary Record, 138 (13): 117-121.
- MUYLLE, S.; P. SIMOENS und H. LAUWERS** (1999a):
Age-related Morphometry of Equine Incisors.
Journal of Veterinary Medicine, A 46: 633-643.
- MUYLLE, S. ; P. SIMOENS und H. LAUWERS** (2002a):
The distribution of intratubular dentine in equine incisors: a scanning electron microscopic study.
Equine Veterinary Journal, 34 (3): 230-234.
- MUYLLE, S.; P. SIMOENS und H. LAUWERS** (2002b):
A study of ultrastructure and staining characteristics of the "dental star" of equine incisors.
Equine Veterinary Journal, 34 (3): 230-234.
- MUYLLE, S.; P. SIMOENS; H. LAUWERS und G. VAN LOON** (1997):
Ageing draft and trotter horses by their dentition.
The Veterinary Record, 141 (1): 17-20.

- MUYLLE, S.; P. SIMOENS; H. LAUWERS und G. VAN LOON** (1998):
Ageing Arab horses by their dentition.
The Veterinary Record, 142 (24): 659-662.
- MUYLLE, S.; P. SIMOENS; H. LAUWERS und G. VAN LOON** (1999b):
Age Determination in Mini-Shetland Ponies and Donkeys.
Journal of Veterinary Medicine, A 46: 421-429.
- MUYLLE, S.; P. SIMOENS; R. VERBEECK; M.T. YSEBAERT und H. LAUWERS** (1999c):
Dental wear in horses in relation to the microhardness of enamel and dentine.
The Veterinary Record, 144: 558-561.
- NISSEN, J.** (1965):
Welches Pferd ist das?
Franckh'sche Verlagshandlung W. Keller & Co. (Stuttgart).
- NOHL, V. und H.E. KÖNIG** (2000):
Der Anatom Ignaz Josef Pessina (1766 - 1808)- eine herausragende Persönlichkeit der Wiener Tierarzneischule.
Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 87: 142-146.
- OHM** (1908):
Die Lehre vom Zahnalter.
Zeitschrift für Veterinärkunde, 20: 356-365.
- OPPERMANN, Th.** (1975):
Zahn- und Alterslehre beim Pferd.
M. & H. Schaper (Hannover).
- PESSINA, J.J.** (1810):
Über die Erkenntniß des Pferdealters aus den Zähnen.
Anton Strauß (Wien).
- PETERS, J.** (1998):
Römische Tierhaltung und Tierzucht- Eine Synthese aus archäozoologischer Untersuchung und schriftlich bildlicher Überlieferung.
(Bd. 5), Verlag Marie Leidorf GmbH (Rahden/ Westf.).
- PIRILÄ, H.** (1933):
Untersuchungen an 16 Pferdeschädeln über die Formveränderungen der Zähne und ihre Lage im Kiefer in den verschiedenen Altersstadien.
Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover (Hannover).
- PÖNTZSCH** (1930):
Beitrag zur Beurteilung des Einbisses am Eckzahn des Pferdes.
Zeitschrift für Veterinärkunde, 42: 334-340.
- PÖRSCHMANN, F.** (1966):
Zur röntgenologischen Darstellung der mandibulären Backenzähne des Pferdes unter Berücksichtigung verschiedener Altersstufen bis zum 3. Lebensjahr.
Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover (Hannover).

PROELSZ (1903):

Die Beurteilung der Pferde nach der Abreibung der Schneidezähne.
Zeitschrift für Veterinärkunde, 15: 161-163.

RICHARDSON, J.D. (1997):

Ageing horses - an illustrated guide.
In Practice, 19: 486-489.

RICHARDSON, J.D.; P.J. CRIPPS und J.G. LANE (1995a):

An evaluation of the accuracy of ageing horses by their dentition: can a computer model be accurate?
The Veterinary Record, 137 (6): 139-140.

RICHARDSON, J.D.; P.J. CRIPPS und J.G. LANE (1995b):

An evaluation of the accuracy of ageing horses by their dentition: changes of dental morphology with age.
The Veterinary Record, 137: 117-121.

RICHARDSON, J.D.; J.D. LANE und K.R. WALDRON (1994):

Is dentition an accurate indication of the age of a horse?
The Veterinary Record, 135 (2): 31-34.

RICHARDSON, J.D.; P.J. CRIPPS; M.H. HILLER; J.K. O'BRIEN; P.J.N. PINSENT und J.G. LANE (1995c):

An evaluation of the accuracy of ageing horses by their dentition: a matter of experience?
The Veterinary Record, 137 (4): 88-90.

RIEGEL, R.J. und S.E. HAKOLA (2002):

Bild-Text-Atlas zur Anatomie und Klinik des Pferdes.
(Bd. 2.), Schlütersche (Hannover).

RIEGER, I. (1987):

Untersuchungen zur Zahnaltersbestimmung beim Englischen Vollblut (Galopper).
Diss. med. vet., Freie Universität Berlin (Berlin).

RIES, M. (1986):

Die Zahnaltersbestimmung beim Przewalski - Pferd.
Diss. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität (München).

ROSENBERGER, F. (1955):

Irregularitäten im Zahnwechsel bei spätreifen Pferderassen.
Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 42: 549-533.

SANNEMANN, H.-O. (1949):

Grundlagen der Altersbestimmung des Pferdes, eine Literaturstudie.
Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover (Hannover).

SASSEN, W. (1950):

Beitrag zur Beurteilung der Furche und des Einbisses an den Eckzähnen des Pferdes für dessen Altersbestimmung.
Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover (Hannover).

SCHNORR, B. und M. KRESSIN (2001):

Embryologie der Haustiere.
(4. Aufl.), Enke Verlag (Stuttgart).

SCHUMMER, A. und K.-H. HABERMEHL (1995):

Zähne und Gebiß.

In: R. Nickel, A. Schummer und E. Seiferle, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Band II Eingeweide (7. Aufl., S. 77-100), Blackwell Wissenschaftsverlag (Berlin, Wien).

SCHWARZ, K. (1979):

Tierquälerische chirurgische Eingriffe am Maul und an den Backen des Pferdes in der Stallmeisterzeit.

Diss. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität (München).

SCHWERDT, H. (1909):

Beiträge zur Lehre vom Zahnalter des Pferdes.

Diss. med. vet., Universität Bern (Bern).

SINOWATZ, F (1991):

Zähne.

In: I. Rüsse und F. Sinowatz, Lehrbuch der Embryologie der Haustiere (2. Aufl., S. 346-348), Paul Parey Verlag (Berlin, Hamburg).

SISSON, S. und J.D. GROSSMAN (1950):

The Anatomy of the Domestic Animals.

W.B. Saunders (Philadelphia).

SOANA, S.; G. GNUDI und G. BERTONI (1999):

The Teeth of the Horse. Evolution and Anatomo-Morphological and Radiographic Study of Their Development in the Foetus.

Anatomia Histologia Embryologia, 28: 273-280.

THOMÉ, H. (2004):

Zähne und Gebiß.

In: R. Nickel, A. Schummer & E. Seiferle, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Band II Eingeweide (9. Aufl., S. 79-102), Parey Verlag (Stuttgart).

VOLLMERHAUS, B.; H. ROOS und C. KNOSPE (2002):

Zur Entstehung und Funktion der Kunde, Infundibulum dentis, an den Schneidezähnen der Pferde.

Anatomia Histologia Embryologia, 31: 53-59.

VON HÖGELMÜLLER, RITTER (1810):

Anleitung zur Erkenntniß des Pferdealters aus den natürlichen Veränderungen der Zähne nach Doctor von Pessina Vorlesungen.

Anton Strauß (Wien).

VON MÜLLER, L. (1908):

Beiträge zur Lehre vom Zahnalter des Pferdes.

Diss., Hohe Philosophische Fakultät, (Leipzig).

WEGENER, M. (1984):

Untersuchung zur Zahnaltersbestimmung beim Traber.

Diss. med. vet., Freie Universität Berlin (Berlin).

WESTHUES, M. (1942):

Die Altersschätzung des Pferdes durch das Röntgenbild der Backzähne.

Tierärztliche Rundschau, 48 (27/28): 232-234.

WISSDORF, H.; C.P. BARTMANN; B. OTTO und H. GERHARDS (2002):

Zähne, Dentes.

In: H. Wissdorf, H. Gerhards, B. Huskamp und E. Deegen, Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes (2. Aufl., S. 163-182), Schaper Verlag (Alfeld Hannover).

ZEHETMEIER, C. (1997):

Zur mikroskopischen Anatomie der Zähne von Hund und Katze, Pferd, Wiederkäuer und Schwein.

Diss. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität (München).

ZIETZSCHMANN, O. (1915):

Beitrag zu den Untersuchungen von Disselhorst.

Jb. f. Vet. med., 36 116: 112.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. mult. H.-G. Liebich für die Überlassung des Themas und die Durchsicht dieser Arbeit.

Mein herzlichster Dank geht an meine Betreuerin Frau Dr. Jutta Friker, die mir zuverlässig, mit Geduld und aufbauender Kritik beim Anfertigen der Dissertationsschrift und des Lernprogramms geholfen hat.

Den Mitarbeitern der Gestüte Schwaiganger und Marbach sowie den Besitzern der Privatpferde danke ich vielmals für die Bereitstellung ihrer Pferde und die Hilfe bei der Erstellung des umfangreichen Bildmaterials.

Zudem möchte ich mich bei Dagmar, Julia, Christina und Theresa bedanken, die Ihre Zeit geopfert haben, um diesen Pferden ein bildschönes „Lächeln“ zu entlocken sowie bei Anja Schütte und Steffen Schwarz für das Korrekturlesen und die Übersetzung.

Ein zusätzlicher Dank geht an die Familie Seefelder, Dottore Babieri-Mack und Frau Dr. Kerstin Schales, die mir die Möglichkeit gegeben haben neben der Doktorarbeit meine ersten Schritte als praktische Tierärztin zu gehen, wodurch es ein ganzes Stück leichter wurde die Zeit am Schreibtisch durchzuhalten.

Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern und Freunden für ihre Unterstützung und Hilfe, auch in Form von Ablenkung und „Zerstreuung“, über die ganze Zeit.

Schlussendlich danke ich allen namentlich nicht Genannten, die mit Ideen, hilfreichen Tipps und Hilfe bei EDV, Bildbearbeitung und Literatursuche zum Gelingen dieser Arbeit einen Beitrag geleistet haben.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Nachname: Possmann Dias
Vorname: Dominique
Geburtsdatum: 07. September 1975
Geburtsort: Agadir/ Marokko

Mutter: Ursula Dias-Possmann, geb. Possmann
Vater: Rogélio de Oliveira Dias

Schulbildung

1982 – 1986 Grundschule Nieder-Olm
1986 – 1995 Staatliches Gymnasium Nieder-Olm
1995 Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Hochschulstudium

1996 Studium der Biologie an der Johannes-Gutenberg Universität Mainz
1996 bis 2001 Studium der Veterinärmedizin an der
Ludwig-Maximilians-Universität München
August 2002 Approbation
seit Januar 2003 Promotionsstudium am Institut für Tieranatomie

Praktische Tätigkeiten

April 2003 – Oktober 2004 Assistentin in einer Gemischtpraxis (Siegenburg)

Lern-CD: Die Zahnaltersschätzung des Pferdes

Systemvoraussetzung:

Betriebssystem Windows 2000/XP

(optimale Bildschirmauflösung: 1024 x 768)

Installationsanleitung:

1. Legen Sie die CD-ROM in das Laufwerk ihres PCs
2. Installationsprogramm startet automatisch
(ansonsten über setup.ex aufrufen)
3. Gehen Sie entsprechend den Anweisungen am Bildschirm vor
4. Öffnen Sie das Programm über den Start-Button;
im Menu Programme „DIE ZAHNALTERSSCHÄTZUNG DES PFERDES“