



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Jungpleistozäne Pferde in Österreich am Beispiel der
Teufelslucke (NÖ): Zahnmorphologie“

verfasst von / submitted by

Kevin Planker

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2020 / Vienna, 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 190 313 445

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UniStG
UF Geschichte, Sozialkunde, Polit. Bildg. UniStg
UF Biologie und Umweltkunde UniStg

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Doris Nagel

Inhalt

Zusammenfassung	1
Abstract	3
1. Einleitung	4
Das Jungpleistozän in Österreich	4
Die „Teufelslucke“	6
<i>Crocota crocuta spelaea</i>	9
Datierungsmethoden	10
Relative Chronologie	10
Absolute Chronologie	12
Pleistozäne Equidae in Europa und das Systematikproblem	13
<i>Equus hydruntinus</i>	20
Verbreitung und Lebensweise	21
Äußeres Erscheinungsbild	22
Funktion und Morphologie der Pferde Zähne	24
Material	26
Methoden	29
Analyse der Oberkiefer-Backenzähne	31
Analyse der Unterkiefer-Backenzähne	34
2. Systematische Bearbeitung	36
3. Diskussion	47
Conclusio	51
Literatur	52
Onlinequellen	55
Abbildungsverzeichnis	55
Tabellenverzeichnis	56
Appendix	58
Teufelslucke	58
Pinzgauer (rezent)	66
Švédův stůl	70

Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie meiner Betreuerin, Frau Dr. Doris Nagel, die mir dieses Thema zur Verfügung stellte und mich mit ihrem Fachwissen unterstützte. Durch ihre Vorlesungen und speziell ihre Exkursionen, entdeckte ich ein seit meiner Kindheit bestehendes Interesse an der Paläontologie wieder, weshalb ich mir kein besseres Thema zum Studienabschluss wünschen konnte.

Zudem möchte ich allen Leuten danken, die mir mit Material und fachlichem Rat zur Seite standen. Besonders Herrn Dr. Johannes Tuzar aus dem Krahuletz Museum in Eggenburg für die Bereitstellung der Fossilien, sowie dem Team der 1. Zoologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien, Herrn Dr. Frank Zachos, sowie Frau Dr. Konstantina Saliari für die schnelle und unkomplizierte Kommunikation und Unterstützung bei der Forschung.

Weiters meinem guten Freund und Kollegen Jakob Czettel, der die postcranialen Skelettelemente untersuchte und ohne den die Forschung und das Schreiben der Arbeit wohl nur halb so unterhaltsam und motivierend gewesen wäre.

Ebenso danke ich meinem „Bio-Stammtisch“ für die einmalige Studienzeit und die tiefe, bestehende Freundschaft. Bessere Freunde kann man sich kaum wünschen. Speziell meiner Partnerin und Freundin Eva Gotschim will ich für den Beistand in fachlicher, aber auch emotionaler Hinsicht danken!

Zuletzt gilt mein Dank meiner Familie, für die jegliche Art von Unterstützung und die Geduld, die auch sie für mein Studium aufbringen musste.

Zusammenfassung

Die Teufelslucke, eine Kalksandhöhle bei Roggendorf, Nähe Eggenburg, Niederösterreich, ist bekannt für ihre umfangreiche Fossilfülle aus dem Jungpleistozän, die schon im 19. Jahrhundert erstmals wissenschaftlich bearbeitet wurde. Es zeigte sich eine große Menge an eiszeitlichen Säugetieren, allen voran Höhlenbären (*Ursus spelaeus*), Höhlenhyänen (*Crocota crocuta spelaea*) und Pferden (*Equus sp.*), die die Nahrung der Hyänen darstellten.

Das Krahuletz-Museum in Eggenburg, das über einen Großteil dieser Funde verfügt, stellte das Material zur wissenschaftlichen Bearbeitung schon mehrmals zur Verfügung. Die Pferde Zähne sowie postcraniale Elemente wurden in einigen Werken stichprobenartig vermessen. Die hier vorliegende Arbeit soll allerdings durch die morphometrische Analyse an einer Vielzahl von Molaren und Prämolaren zu einem statistisch aussagekräftigeren Ergebnis führen.

In einer umfassenden Einleitung wird die Fundstelle inklusive der Höhlenhyäne, ohne die uns diese Funde heute nicht in diesem Ausmaß und geographisch so gebündelt zur Verfügung stehen würden, näher beschrieben. Zudem wird auf das pleistozäne Klima in Österreich eingegangen.

Nach einer Übersicht über die der Paläontologie zur Verfügung stehenden Datierungsmethoden, rücken die Pferde des wärmzeitlichen Europas mehr in den Fokus. Eine Übersicht über jungpleistozäne Pferdearten, inklusive eines Unterkapitels zum Europäischen Wildesel, *Equus hydruntinus*, wird ergänzt durch einen Exkurs zu dem in der Hippologie leidigen Problems der systematischen Einordnung. Eine Beschreibung des Aussehens und der Lebensweise soll den nachher folgenden Tabellen und Diagrammen zu mehr Anschaulichkeit verhelfen.

Anschließend führt eine Darstellung des Equiden-Gebisses näher an das Hauptthema der Arbeit, der Analyse und des Vergleichs der gewonnenen Daten aus der Teufelslucke heran, bevor noch das von mir verwendete Material und die Methoden beschrieben werden.

Beim eigentlichen Auswertungsteil werden die Teufelslucken-Daten mit denen rezenter Pferde der Adametz-Sammlung des NHM Wien, sowie mit denen aus Švédův stůl, ebenfalls einer jungpleistozänen Hyänenhöhle, verglichen. Auf diese Weise wird versucht, eine Aussage zu Größe und Artzusammengehörigkeit treffen zu können.

Daneben wurden einige Unterkiefer-Backenzähne der Teufelslucke isoliert betrachtet, da diese unter Verdacht stehen, von der stenoninen Pferdeart *Equus hydruntinus* zu stammen. Dieser Verdacht hat sich bestätigt.

Ziel dieser Arbeit ist es, Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen dem Material der verschiedenen Sammlungen zu finden, um so im besten Fall eine Aussage zur Systematik treffen zu können. Das Auftreten von *E. hydruntinus* sowie großer Pferdearten würde die aktuellen Thesen untermauern, die für ein wärmeres, kontinentales Klima im Würm, kurz vor dem Zeitpunkt der letzten großen Vereisung vor 22.000 Jahren, sprechen. Zudem sollen die von mir durchgeführten Messungen die Datenbank pleistozäner Equiden-Reste erweitern, um so hoffentlich zukünftige Forschungen zu unterstützen.

Abstract

The *Teufelslucke*, a sandy limestone cave near Roggendorf, close to Eggenburg, Lower Austria, is known for its extensive fossil-richness from the Pleistocene, which has been scientifically analysed for the first time in the 19th century. A vast number of mammals from the Würm occurred, first and foremost cave bears (*Ursus spelaeus*), cave hyena (*Crocota crocuta spelaea*) and horses (*Equus* sp.), which constituted the nutriment of the hyena.

The Krahuletz Museum in Eggenburg, in which the majority of the findings is stored, provided the material for several scientific analysis. Some horse-teeth, as well as some of the postcranial elements, have been measured in previous works. In this study, the horse teeth from Teufelslucke were measured and through morphometric analysis lead to a statistically significant result.

In a comprehensive introduction, the site, including its glacial inhabitant, the cave hyena, is described in more detail. In addition, the Pleistocene climate in Austria is discussed. After an overview of the dating methods available to palaeontology, Upper-Pleistocene horses of Europe are discussed as well as the problem of systematic classification which is tedious in hippology. A description of the appearance and way of life should help the following tables and diagrams to be more descriptive.

An overview of the equid set of teeth leads to the main topic of this paper, the analysis and comparison of the data. Prior to this, material and methods are being described.

The data of Teufelslucke will be compared to recent horses (Adametz-Sammlung) and to the data from Švédův stůl in the Czech Republic. The latter is also a Upper-Pleistocene hyaena cave. Some of the teeth from Teufelslucke have been described to *Equus hydruntinus*. The comparison will lead to the attempt of a species assignment.

Purpose of this paper is to prove similarities and differences between the material of the different collections to make a statement on the systematics. The appearance of *E. hydruntinus* as much as larger equid species would substantiate current assumptions, which speak for a warmer, continental climate in the Würm glaciation the moment before the last great glaciation 22,000 years ago. In addition, the measurements made by me shall expand the database of Pleistocene Equids, to, hopefully, support future research.

1. Einleitung

Das Jungpleistozän in Österreich

Zum Klima zwischen den beiden Kaltzeiten Riß und Würm gibt es nur sehr spärliche Daten, Aufschluss über klimatische Verhältnisse können jedoch unter anderem Bodenprofile geben. Speziell in Höhlen, in denen geschütztere Bedingungen herrschen, so etwa in der Schwabenreithöhle sowie in der Schusterlucke, haben sich diese besonders gut erhalten. Sie zeigen Temperaturschwankungen während des Früh-Würms, sagen allerdings nichts über deren Intensität aus (FRANK & RABEDER 1997).

Ende des 20. Jahrhunderts fand man heraus, dass sich das Klima des Pleistozäns vor der letzten großen Vereisungsphase doch wärmer gestaltete als bisher angenommen. Erkannt wurde dies durch die Datierung von Höhlenbärenresten, die ein Alter zwischen 64.000 und 31.000 Jahren ergab. Höhlenbären suchen die Pflanzen, von denen sie sich ernähren, in der Umgebung ihrer Wohnhöhlen. Da in der Höhle, in der sich die Bärenreste befanden, Pollen von Pflanzen niedriger Höhenlagen gefunden wurden, gilt es als gesichert, dass die heute in karger Umgebung befindliche Höhle dereinst von dichter Vegetation umgeben war. Die Baumgrenze lag also etwa 200-300 Meter

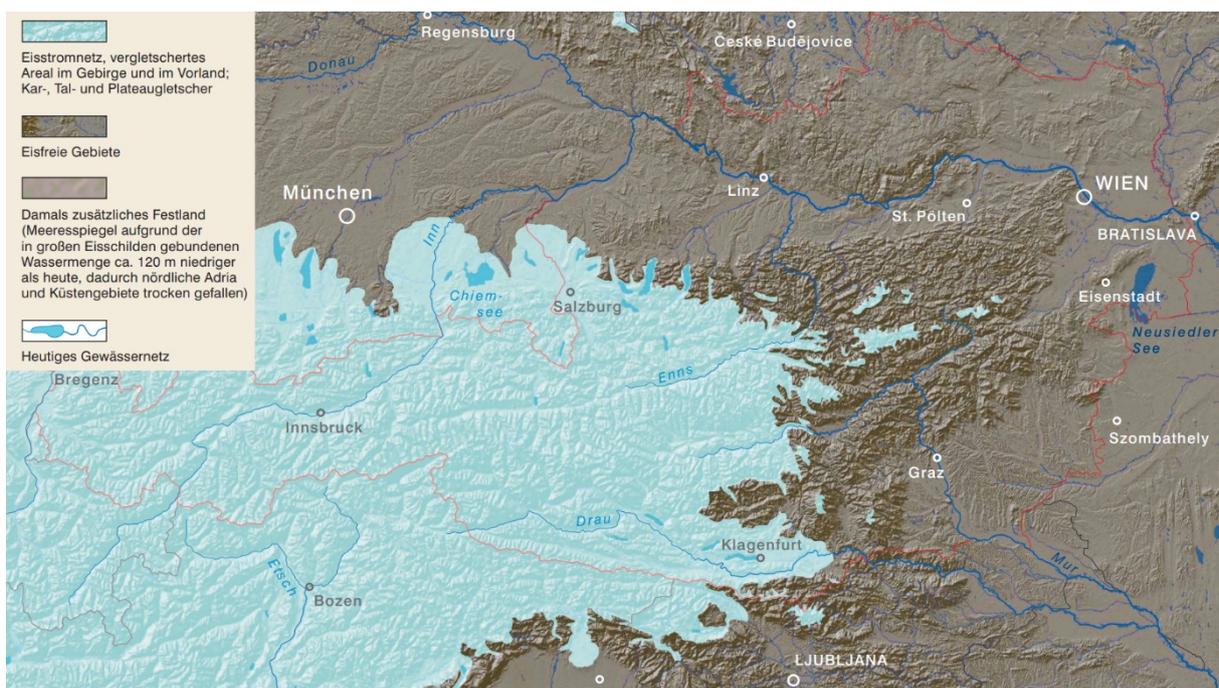


Abbildung 1: Österreich zum Zeitpunkt des letzten glazialen Maximums (Verändert nach SCHUSTER 2015).

höher, was für ein wärmeres Klima als dem Heutigen spricht. (FRANK & RABEDER 1997).

Auch Bodenprofile mit, wärmere klimatische Verhältnisse bevorzugenden, Gastropoden-Faunen, sprechen gegen ein kaltes Klima im Mittel-Würm. Jüngere Schichten weisen dann immer mehr auf eine Verschiebung des Klimas in Richtung mittelfeucht, mäßig-kühl hin. Die Vegetation gestaltete sich als recht vielseitig. So geht man von Ahorn-Eschen-Mischwäldern, lokal gut entwickelten Kraut- und Strauchschichten auf feuchtem Oberboden, sowie teils offenem Grasland aus. (FRANK & RABEDER 1997) Für den Zeitraum, den diese Arbeit behandelt, liegen jüngere Paper vor, die allesamt darauf hindeuten, dass vor dem Zeitpunkt der größten Vereisung ein subtropisches Klima herrschte, die Landschaft von Grassteppen und Savannen geprägt war (NAGEL et. al 2018, NIGST et al. 2014).

Im Spät-Würm veränderte sich das Klima schließlich immer mehr in Richtung kühlerer Temperaturen, die erst zu Beginn des Holozäns wieder langsam anstiegen (Abb. 1 & Abb. 2). Es wird aufgrund seiner diversen Fauna in „Mammutsteppenzeit“ sowie „Spätglazial“ eingeteilt. Zum Zeitpunkt des glazialen Maximums vor etwa 22.000 Jahren füllten Eisströme die Täler dann so weit, dass nur noch die Bergspitzen aus den Plateaus herausragten (VAN HUSEN 1987, VON KÖNIGSWALD 2014).

Die Mammutsteppenzeit zeichnet sich durch kaltes, mittelfeuchtes Klima und offene Landschaften mit Gebüsch und Kraut- und Hochstaudenfluren aus. Jüngere Schichten zeigen später eine Tendenz zum Vorkommen von Koniferen sowie einer Zunahme von Bodenfeuchtigkeit. Im Spätglazial vor etwa 13.000 Jahren beginnen die Würm-Gletscher allmählich abzuschmelzen (FRANK & RABEDER 1997).

Einleitung

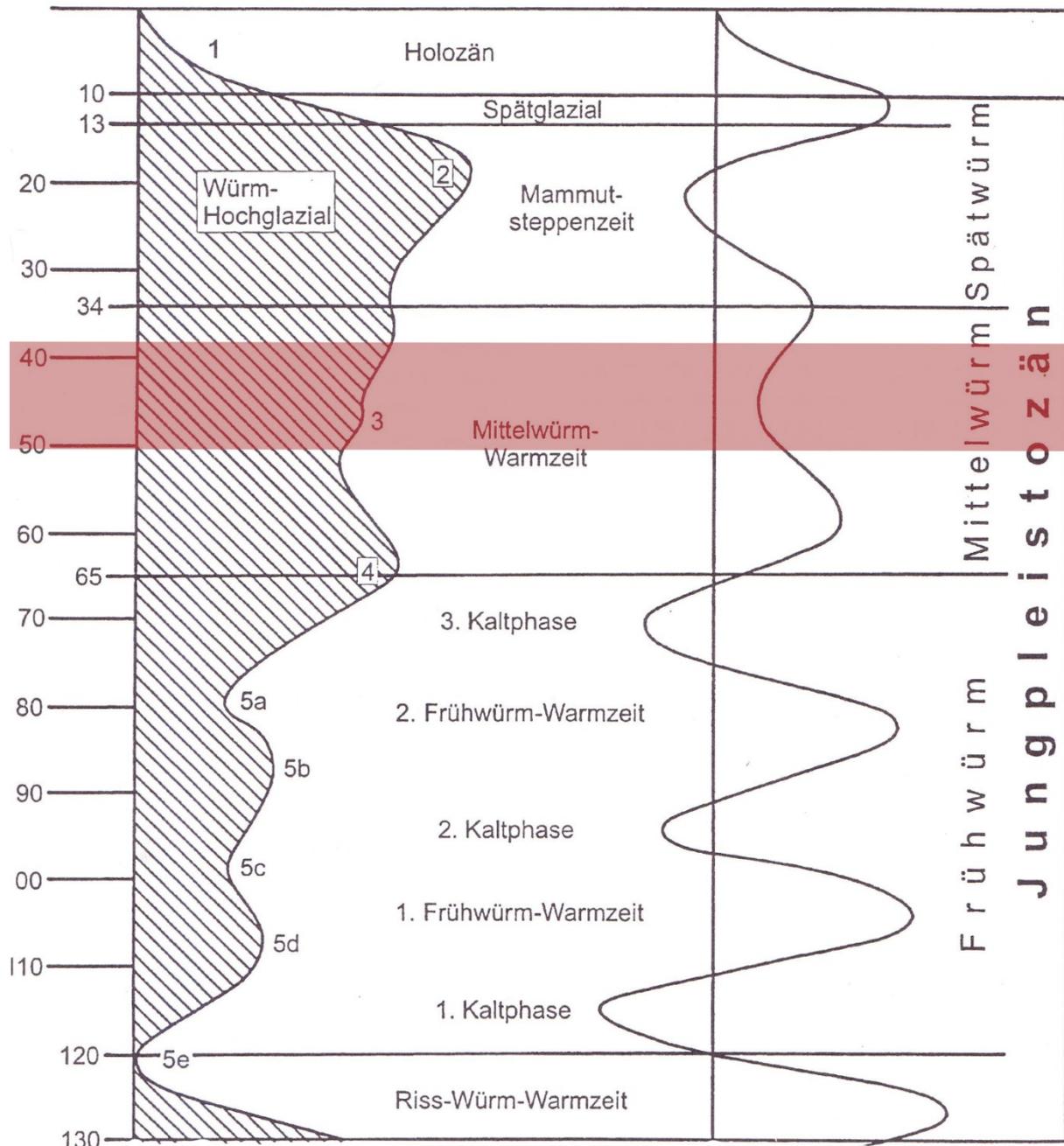


Abbildung 2: Das Klima im Jung- und Mittelpleistozän. Die gestreifte Fläche beschreibt den Vereisungsgrad der Gletscher. Die Funde der Teufelslucke stammen aus der Mittelwürm-Warmzeit, noch bevor es zu einem Sinken der Temperaturen kam. Die rote Linie markiert das Vorkommen von *Crocuta crocuta spelaea*, die *Equus*-Funde der Teufelslucke stammen aus der Zeit vor etwa 38.000 Jahren (Verändert nach RABEDER 1997).

Die „Teufelslucke“

Bei der „Teufelslucke“ handelt es sich um eine kleine, heute auf 314 Höhenmetern gelegene Kalksandsteinhöhle in der unmittelbaren Nähe von Roggendorf bei Eggenburg. Im unteren Miozän lagerten sich, durch Transgression, über Graniten und Gneisen (heute als Böhmisches Massiv bekannt), marine Sande und Sandsteine an. Die Höhle entstand durch Erosion der weicherer Sande, sodass letztendlich die

entschied sich Ende des 19. Jahrhunderts der ortsansässige Geologe Johann Krahuletz dazu, erstmals wissenschaftliche Grabungen in der Höhle durchzuführen. Im Laufe des 20. Jahrhunderts folgten zahlreiche weitere Grabungen, die teils beachtliches Fossilmaterial zutage förderten (RABEDER 1997).

Aufgrund der langen Nutzung der *Teufelslucke* durch verschiedenste Tierarten haben sich kontinuierlich seit tausenden von Jahren sowohl deren Fraß-Reste als auch die Überreste der darin verendeten Tiere angesammelt. Die Datierung dieser Fossilien wird durch die zuvor erwähnten, gestörten Sedimente erschwert. Daher wurde in den 60er Jahren versucht, durch Einteilung nach Erhaltungszustand, zeitlicher Verbreitung sowie dem Klimacharakter eine Zuordnung zu treffen. Dies wurde 1997 von RABEDER et al. durch Miteinbeziehung von Erkenntnissen aus anderen Höhlen mit ähnlich gestörten Sedimenten nochmals überarbeitet (RABEDER 1997).

So finden sich aus dem Hochglazial ausschließlich Säugetierreste. Dies mag einerseits auf die Größe der Knochen zurückzuführen sein, die in diesem langen Zeitraum wohl einfach verwitterten, andererseits darauf, dass die Höhle im Pleistozän als Höhlenhyänenhort fungierte, deren Fraß-Reste die fossile Fauna zum größten Teil ausmacht. In großer Zahl wurden hier *Crocota crocuta spelaea* Überreste gefunden, also die der Höhlenhyäne. Aber auch Wollnashorn-, Höhlenbären-, Mammut-, Wolf-, Höhlenlöwen- und Pferdereste waren unter anderem in der Höhle abgelagert. Da diese Tiere (bis auf den Höhlenbären und die Höhlenhyäne) keine Höhlenbewohner waren, kann davon ausgegangen werden, dass sie von den Hyänen dorthin gebracht wurden, um sie in Sicherheit zu verspeisen. Nahm man bisher anhand der Säugetierfunde an, dass die Hyänen während des letzten Glazials vor etwa 25.000 Jahren lebten, so zeigen neueste Untersuchungen, dass die Teufelslucke bis vor etwa 38.000 Jahren von ihnen bewohnt wurde, also noch vor dem letzten glazialen Maximum (NAGEL et al. 2018). Die jüngeren Funde setzen sich eher aus Kleinsäugetern und Vögeln zusammen, die wohl Opfer eines Fuchses oder einer Eule wurden (RABEDER 1997).

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass sich die Teufelslucke aus archäologischer Sicht als nicht besonders ergiebig herausstellte. Lediglich neun von 18 Steinartefakten haben sich nach dem Zweiten Weltkrieg erhalten, in der Literatur erwähnte, menschliche Knochenfunde traurigerweise überhaupt nicht. So ist nur eine grobe Zuordnung zum Jungpaläolithikum durch die verbliebenen Stücke möglich (RABEDER 1997).

Andere Pleistozäne *Equus*-Fundstellen in Österreich

Die Teufelslucke ist nicht die einzige Fundstelle in Österreich, aus der pleistozäne Pferdereste bekannt sind. Hyänenhöhlen machen allerdings nur einen kleinen Teil davon aus. Erwähnenswert ist neben der Mehlwurmhöhle in Scheiblingkirchen in Niederösterreich (RABEDER 1997) noch Klein St. Paul in der gleichnamigen Gemeinde in Kärnten (RABEDER 1997). In beiden Fällen sind die Funde jedoch bei weitem nicht so zahlreich wie in der Teufelslucke. Ansonsten finden sich die meisten *Equus* Funde des Jungpleistozäns in paläolithischen Jagdstationen und teilweise, wie in Marchegg, sogar in fluvialen Schottern (RABEDER 1997).

Crocota crocuta spelaea

Bei der Teufelslucke bei Eggenburg handelt es sich um einen ehemaligen Höhlenhyänen-Horst, weshalb an dieser Stelle ein kurzer biologischer Steckbrief dieser jungpleistozänen Steppenbewohner angebracht erscheint.

Die im Pleistozän in Europa heimische *Crocota crocuta spelaea* war eine Unterart der heute noch in Afrika vorkommenden Fleckenhyaäne (Abb. 4), jedoch deutlich größer (VON KÖNIGSWALD 2002). Da Hyänen, anders als Herbivoren, nicht zwingend an warme Klimaphasen gebunden sind, erstreckte sich ihr Verbreitungsgebiet bis weit in den Norden. So wurden Überreste selbst an der Südküste Englands gefunden. Nach dem Hochglazial verschwanden diese jedoch aus Mitteleuropa. Es gibt Hinweise, dass noch vereinzelte Populationen, beispielsweise in Frankreich, etwas länger überdauert haben, der genaue Zeitpunkt, an dem *Crocota crocuta spelaea* aus Europa verschwand ist allerdings ungewiss (VON KÖNIGSWALD 2002).



Abbildung 4: Eine rezente Tüpfelhyaäne (*Crocota crocuta*). Ihre pleistozänen Verwandten dürften sich äußerlich wohl kaum von ihr unterschieden haben (GOLDBY 2010).

Während der Mittelwürm-Warmzeit vor etwa 38.000 Jahren wurde auch die Teufelslucke von Höhlenhyänen bewohnt. Diese Raubtiere waren geschickte Jäger, begnügten sich jedoch auch mit Fraß-Resten größerer Fleischfresser. Da sie mit ihren

kräftigen Kiefern und kegelförmigen Zähnen Knochen mühelos knacken konnten, um mithilfe ihrer langen Zungen an das nahrhafte Knochenmark zu gelangen, konnten sie noch verwerten, was anderen Carnivoren verwehrt blieb. Die Nahrung wurde jedoch nicht direkt vor Ort verzehrt, sondern zunächst in den Bau geschafft, wo bereits die Jungtiere auf ihre Mahlzeit warteten. Diesem Umstand verdanken wir heute zahlreiche Fossilfunde, da die Knochen von den Hyänen in oder vor der Höhle vergraben wurden. Somit bietet sich einem ein Querschnitt durch alle größeren Steppensäuger der Würm-Kaltzeit, selbst die der von Zeit zu Zeit kannibalistisch veranlagten *Crocuta crocuta spelaea* (VON KÖNIGSWALD 2002).

Die kräftige Kaumuskelatur war in einem starken Knochenkamm verankert. Die kegelförmigen Vorbackenzähne verfügten über tiefsitzende Wurzeln, durch heftigen Gebrauch sind ihre Spitzen flach abgekaut. Durch die immer gleiche Technik beim Verzehren der Beute entstanden charakteristische Merkmale: Auch heute noch zeugen geknackte Knochen und kreisrunde Löcher, verursacht durch massive Zähne, von der schraubstockartigen Bisskraft der Tiere (VON KÖNIGSWALD 2002).

Datierungsmethoden

Ohne eine möglichst exakte zeitliche Einordnung fossiler Funde sind diese für die Wissenschaft beinahe wertlos. Doch wie ist es möglich, das Alter toter, versteinertes Objekte zu bestimmen und welcher Zeitpunkt wird als Ausgangspunkt genommen? Hierzu gibt es zwei Möglichkeiten: Eine **relative** Einteilung in die geologische Zeitskala und eine **absolute**.

Relative Chronologie

Lange war die relative geologische Zeiteinteilung die einzige, die zur Verfügung stand, da die technischen Möglichkeiten zu begrenzt waren. Im 18. Jahrhundert wurde erstmals erkannt, dass verschiedene Lebewesen zu verschiedenen Zeiten die Erde bevölkert haben mussten. Zuvor wurde das aus religiösen Überzeugungen der Geistlichkeit, aber auch der Wissenschaftler, als nicht möglich angesehen, da, der Bibel nach, der Mensch am Anfang der Zeit erschaffen wurde. Dies legte den Grundstein für die Erkenntnis der Faunenfolge, der Biostratigraphie, sowie der Korrelation und der Synchronität auf denen die relative Chronologie beruht. Mit dieser Methode lassen sich also, wie der Name schon verrät, nur relative Zeitangaben machen. Es ist möglich, zeitliche Ereignisse gegenüberzustellen, um so eine Abfolge

zu erkennen. Es ist jedoch nicht möglich zu sagen, wie lange vor einem gewissen Zeitpunkt etwas passiert ist (MACFADDEN 1992).

Paläomagnetik und Schichtenkorrelation

Im Laufe der Erdgeschichte kam es immer wieder in unregelmäßigen Abständen zur Umpolung des erdmagnetischen Feldes. Da viele Sedimente, aber auch Schmelze und Sinter (CLAUSER 2016) magnetische Mineralkörner beinhalten, kann in diesen eine Nord-Süd-Ausrichtung erkannt werden. Allerdings müssen die Ablagerungsbedingungen hierzu ruhig und die Sedimente sehr fein sein, wie etwa am Meeresgrund. Zu turbulente Bedingungen würden zu einer ungerichteten Schichtung führen, die keine Bedeutung für die paläomagnetische Datierung hat. Durch Miteinbeziehung radiometrischer Daten ist mittlerweile ein Standardprofil entstanden, mit dem die Proben in ein Schwarz-Weiß Muster umgesetzt und (in Diagrammen) verglichen werden können. Ähnlich der Dendrochronologie, bei der die Jahresringe der Bäume mit den Klimadaten der arktischen Eisbohrkerne verglichen werden, kann so eine zeitliche Zuordnung der Sedimente erfolgen, sofern diese genügend Umpolungen enthalten. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass die Daten von Ort zu Ort übertragen, und so mögliche Korrelationen in Schichten erkannt werden können. Ähnlich funktionieren Methoden, bei denen der mengenmäßige Anteil bestimmter Elemente, die zu verschiedenen Zeiten in unterschiedlicher Intensität vorkamen (z.B. durch den Einschlag von Riesenmeteoriten etc.), in Profilen bestimmt wird. Dadurch erhofft man sich unter anderem, weltweite Vergleiche ziehen zu können und so Genaueres über das Auftreten der Pferde auf den verschiedenen Kontinenten sowie deren Wanderbewegungen herausfinden zu können (FRANZEN 2007).

Molekulare Uhr

Hier wird anhand von Mutationen im Genom eines Individuums versucht, den Zeitpunkt der Abspaltung von seinem Vorfahren zu bestimmen. Kalibriert wird die Uhr an absolut eingemessenen Fossilien (KUSMA 2015). Die Schwierigkeit liegt hierbei darin, die konstant bleibende Mutationsrate korrekt zu berücksichtigen. Je mehr Mutationen im Vergleich zur chronologisch älteren Form vorliegen, desto mehr Zeit ist zwischen beider Leben vergangen (FRANZEN 2007). Somit ist es möglich festzustellen, welches der verglichenen Fossilien chronologisch zuerst entstand.

Evolution der Pferde als Zeitmaßstab

Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Pferde ist mittlerweile so gut datiert, dass sie sich selbst zur Schichtdatierung eignet. Je älter die zu untersuchende Schicht, desto ungenauer kann sie durch den Vergleich mit der Pferdeevolution chronologisch bestimmt werden. Im Paläogen beträgt die Schwankungsbreite etwa eine Million, im Pleistozän etwa 100.000 Jahre (FRANZEN 2007).

Absolute Chronologie

Grundlage für diese Methode bildet das Wissen über die sogenannte Halbwertszeit, also jener Zeit, in der die Hälfte eines radioaktiven Elements zerfallen ist. Da diese Zeitspanne für jedes Element charakteristisch und unveränderlich ist, eignet sie sich hervorragend zur Datierung, indem das Verhältnis von zerfallenen zu nicht zerfallenen Teilchen berechnet wird. Je nach dem Alter des zu untersuchenden Objekts eignen sich verschiedene Elemente besonders gut. Die Uran-Blei Datierung beispielsweise für Datierungen bis zu 10 Millionen und Uran-Thorium bis 350.000 Jahren (FRANZEN 2007).

Ergänzend dazu existiert noch das sogenannte *Fission Track Dating*, auch Spaltspurdatering genannt. Durch dauerhafte Bestrahlung, die auf der Erde allgegenwärtig ist, nehmen Kristalle oder Gläser kleinste Schäden, die deren physikalische Eigenschaften beeinflussen. Unter anderem für die Equiden-Datierung sind diese, mehr oder weniger linear zunehmenden, Schädigungen von Bedeutung, da über einen gewissen Zeitraum ein Muster abgelesen werden kann (FRANZEN 2007).

¹⁴C-Datierung

Die für die Altersbestimmung der fossilen Überreste aus der Teufelslucke ist die ¹⁴C -Datierung oder auch Radiocarbonmethode, die eine Datierung bis zu 50.000 Jahren zulässt. ¹⁴C ist ein Isotop des Kohlenstoffs, das im Vergleich zu anderen Kohlenstoffisotopen allerdings sehr selten vorkommt. Das in der Stratosphäre durch Zusammenstoß von Neutronen der kosmischen Strahlung mit ¹⁴N-Atomen entstehende ¹⁴C wird zu ¹⁴CO₂ oxidiert und durch Photosynthese von Pflanzen aufgenommen. Die Tiere, die diese nun fressen, nehmen das gebundene ¹⁴C regelmäßig Zeit ihres Lebens auf. Nach deren Tod stoppt somit der Austausch von ¹⁴C mit der Atmosphäre und die Isotope beginnen mit einer Halbwertszeit von 5.730 Jahren

zu zerfallen. Untersucht man nun die Fossilien, so kann entweder mittels Zerfallszählung oder, schneller, mittels Beschleuniger-Massenspektrometrie das Alter ermittelt werden (Abb. 5) (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 2015).

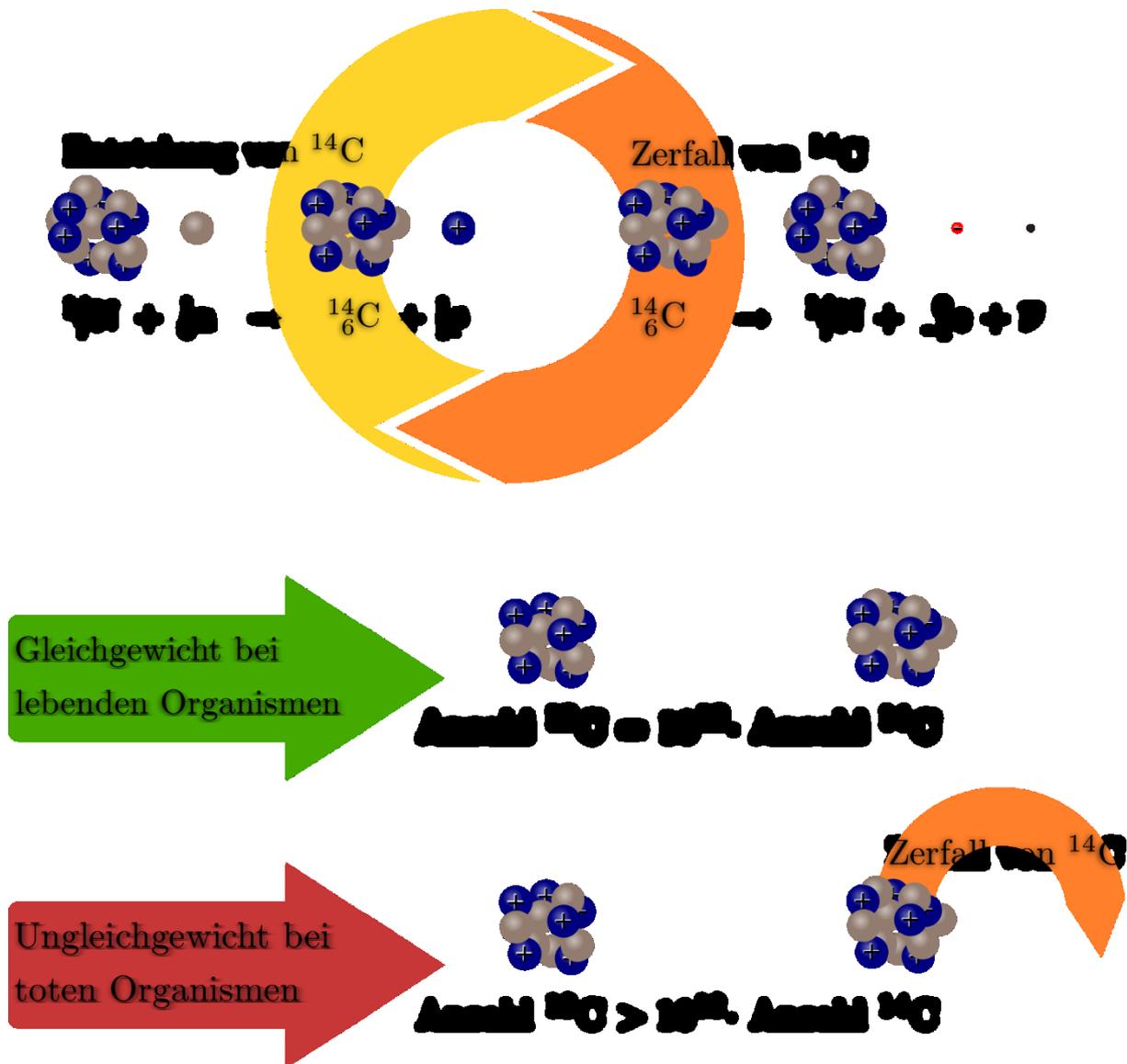


Abbildung 5: Bei der Zerfallszählung werden die ^{14}C -Atome gezählt, die während einer festgelegten Zeitspanne zerfallen. Die Beschleuniger-Massenspektrometrie zeigt das Verhältnis der in der Probe vorhandenen ^{12}C und ^{14}C Isotope. Der Wert wird anschließend mit Standards verglichen (nach Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 2015).

Pleistozäne Equidae in Europa und das Systematikproblem

Bis sich Pferde in Europa dauerhaft etablieren konnten, war es ein weiter Weg. Die Urform unserer heutigen Pferde war *Sifrhippus* (FROEHLICH 2002), ein Tier, bei dessen Betrachtung heute wohl niemand auf die Idee kommen würde, es in einen

evolutionären Zusammenhang mit Pferden zu bringen. Mit einer Schulterhöhe von unter 20 cm, vier Zehen an den Vorderextremitäten und niederkronigen Zähnen hatte es wenig Ähnlichkeit mit rezenten *Equus*-Vertretern. Auf dem weiteren Entwicklungsweg waren zwei fundamentale Änderungen nötig: Die Ausbildung hypsodonter, also hochkroniger, Zähne, um Gras als Nahrungsmittel effektiv nutzen zu können, sowie die Reduktion der Zehenanzahl, die schnelles Laufen auf festem Grund ermöglichte (CRAMER 2002).

Nachdem diese evolutionären Schritte vollzogen waren, wanderten Vertreter der damals noch jungen Gattung *Equus* schließlich in mehreren Zeitaltern der Erdgeschichte über die, durch einen niedrigeren Meeresspiegel trockengelegte, Beringstraße von Amerika über Asien ein. Sie starben jedoch in ihrer neuen Heimat mehrmals wieder aus (VON KÖNIGSWALD 2002). Zunächst beschränkten sich diese Einwanderungswellen noch auf eine bestimmte Gruppe, nämlich den stenoninen Pferden. Denn Equidae lassen sich in zwei Gruppen einteilen: in „echte“ (caballine), sowie Zebras und Esel, die stenoninen Pferde (VON KÖNIGSWALD 2002). Zunächst lebten in Europa mehrere stenonine Pferdearten nebeneinander, wurden jedoch schlussendlich ab dem frühen Mittelpleistozän durch caballine Arten mehr und mehr abgelöst und schließlich durch *Equus ferus* verdrängt. Lediglich *Equus hydruntinus*, der Europäische Wildesel, konnte sich aus dieser Gruppe über einen längeren Zeitraum, zumindest lokal, erhalten (mehr dazu im gleichnamigen Kapitel) (CRAMER 2002).

Über die genaue Artzusammensetzung und Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb der caballinen Pferde im Pleistozän herrscht alles andere als Klarheit. In der Literatur ist von einer unglaublichen Anzahl an Arten die Rede. FRANZEN (2007) spricht von bis zu 50 verschiedenen Taxa, die erwähnt werden. Als Abgrenzungsmerkmal zu anderen Arten wurden von den Erstbeschreibern hierbei meist die Größe und der Fundort zu Hilfe genommen. Gerade die Größe ist jedoch ein Merkmal, das auch innerartlich sehr stark variieren kann. Dies führt zu einem schier unüberblickbaren Gewirr aus neu geschaffenen Art- und Unterartnamen, das in der Systematik seinesgleichen sucht (FRANZEN 2007).

Erschwert dürfte diesen Umstand laut NOBIS (1971) dadurch geworden sein, dass die Primärfunde selten aus stratigraphisch gesicherten Horizonten stammen und oft sehr heterogen zusammengesetzt sind. Dies machte eine Alterseinschätzung und eine

darauf aufbauende Abgrenzung in systematische Kategorien in Zeiten, in denen noch keine isotopenchemischen Analysemethoden zur Verfügung standen, schwierig. Zudem finden sich laut ihm recht selten gut erhaltene Exemplare, eine morphometrische Untersuchung würde dadurch erschwert. Als Beispiel dafür, wie schwierig und chaotisch eine systematische Zuordnung der Equus-Funde sein kann, dient die unklare Zugehörigkeit und zeitliche Einordnung von *Equus abeli*. Manche Autoren neigten dazu, dieses zum Mosbachensis-Formenkreis zu zählen und als *E. mosbachensis-abeli* zu bezeichnen. Sie argumentieren damit, dass Körpergröße, Proportionen sowie das Gebiss den Funden aus Mosbach stark ähneln. Dies wird jedoch von NOBIS nicht akzeptiert. Die Funde stammen aus einer Sumpfschicht bei Heiligenstadt (Wien) deren Alter unbestimmt ist. Dass die Zuordnungsmöglichkeiten von einer pleistozänen *E. mosbachensis*-Unterart bis hin zu einem mittelalterlichen Schlachtross reichen, zeigt, wie schwierig es ist, genaue Aussagen zu treffen (CRAMER 2002). In NOBIS (1971) mittlerweile fast 50-jährigen, allerdings immer noch viel zitierten und diskutierten Werk „Vom Wildpferd zum Hauspferd“ untersucht er umfangreiches Primärmaterial vom Beginn der Eiszeit bis hin zum Neolithikum, um so einen Versuch zu wagen, Ordnung in die zu diesem Zeitpunkt sogar noch diffuser als heute anmutende Systematik der Equiden zu bringen.

Während nämlich heute weitgehend Einigkeit darüber herrscht, dass das Hauspferd ein Monophylum darstellt, wurde zu Beginn des letzten Jahrhunderts noch von 2, 5, oder 6 verschiedenen Vorfahren ausgegangen. Diese Sichtweise zog unter anderem ihre Spuren noch bis weit in das 20. Jahrhundert hinein, da viele Autoren darauf aufbauten. NOBIS (1971) Versuch, dies zu entwirren und so eine Basis für weitere Forschungen zu schaffen, gelingt jedoch nur teilweise. Auch er neigt letzten Endes wieder dazu, neue Arten und Unterarten zu schaffen, die er aufgrund morphologischer Unterschiede zu erkennen glaubt. Jedoch gibt er schlussendlich zu, dass die Abgrenzung von Spezies und Subspezies auch für ihn unbefriedigend bleibt (NOBIS 1971).

In einer 2002 erschienenen Dissertation von CRAMER wird diese alte Vorgehensweise der „Erschaffung“ neuer Arten kritisiert und diskutiert. So hält sie es für ungerechtfertigt, dass unterschiedlich große, in ganz Europa vorkommende *Equus ferus*-Knochen neuen Artnamen zugeordnet werden. Für sie ist eindeutig, dass es sich bei den Größenunterschieden schlichtweg um Merkmale eines Artkontinuums handelt. Aus diesem Grund müsse auch ein einheitlicher Name verwendet werden, was bei

pleistozänen Pferden absolut nicht der Fall sei. So ist es, im Gegensatz zu der Literatur von vor 40 Jahren, bei jüngeren Autoren heute üblich, Funde nicht mehr bestimmten Arten zuzuordnen, sondern sich auf die (vage) Bezeichnung *Equus sp.* zu beschränken (CRAMER 2002).

In einem Punkt sind sich die meisten Autoren, auch älterer Literatur, jedoch einig. Nämlich darin, dass *Equus mosbachensis* die Stammform der späteren europäischen Pferde(arten) darstellt (Tab. 1) (FRANZEN 2007, NOBIS 1971, CRAMER 2002). Es handelt sich hierbei um ein Hochterrassenpferd aus dem Mittel-Quartär, mit einer Widerristhöhe von 1,58 m, vergleichbar mit der Größe heutiger Trakehner (NOBIS 1971), von dem umfangreiche Messungen der Schmelzfalten und Schädel vorliegen (CRAMER 2002). Obwohl anfangs noch systematisch zu *E. caballus* gestellt (NOBIS 1971), handelt es sich hierbei um die älteste bekannte Equus-Form in Europa und die wohl auf den amerikanischen Einwanderer *E. scotti* zurückgeht und nicht, wie lange angenommen, auf eurasische Arten wie beispielsweise *E. suessenbornensis* oder *E. granatensis*. (FRANZEN 2007) Im Folgenden sollen einige (teils vermeintliche) pleistozäne Arten kurz vorgestellt werden.

Equus taubachensis wird von VON KÖNIGSWALD (2002) als letzt-interglaziales Pferd bezeichnet, gilt laut NOBIS (1971) jedoch aufgrund der wenigen Funde als schwierig systematisch einzuteilen. Von Wilhelm VON REICHENAU (1915) wird dieses lediglich schwerer als *E. mosbachensis* beschrieben. (CRAMER 2002, 138)

Weiters nennt Nobis (1971) noch *Equus steinheimensis*, einen breitstirnigen Equus-Vertreter, aus der Mindel-Riß bis frühe Saale-Riß-Zeit (FRANZEN 2007), also zwischen der Mosbacher und der Taubacher Fauna (NOBIS 1971), sowie *E. achenheimensis*. Diese Art gestaltete sich als mittelgroß, mit einer Widerristhöhe von etwa 155-165 cm (NOBIS 1971).

Einleitung

Zeit	West- und Zentraleuropa	Ost- und Südosteuropa	Asien
Neolithikum	(Domestikation?)	Domestikation	(Domestikation ?)
Mesolithikum	<i>Equus ferus solutreensis</i> (Zwergformen in Andernach und Lausnitz/Orla)	<i>Equus ferus gmelini</i> (=Tarpan) Sungir	<i>Equus ferus przewalskii</i> (=Przewalskipferd)
Jungpleistozän	<i>Equus ferus solutreensis</i> (Solutré, Achenheim)	<i>Equus ferus ferus</i> (Mezin)	
	<i>Equus remagensis ramagensis</i> (Remagen, Aachen)	<i>Equus remagensis latipes</i> (u. a. Kostjenki IV und Mezin)	
	<i>Equus achenheimensis</i> (Achenheim)	(ungarische Funde)	
	<i>Equus taubachensis</i> (Taubach) (Zeitstellung ?)	„ <i>Equus caballus missi</i> “ (Zeitstellung ?)	
Mittelpleistozän	<i>Equus steinheimensis</i> (Steinheim)	„ <i>Equus caballus chosaricus</i> “ (Zeitstellung ?)	
	Chatillonpferde		
	<i>Equus mosbachensis</i>	<i>Equus mosbachensis</i>	<i>Equus mosbachensis</i>
	<i>E. (Allohippus) suessenbornensis</i>	<i>Equus mosbachensis</i>	<i>E. (Allohippus) valeriani</i>
		<i>E. (Allohippus) stenonis</i> (Gombasek)	
	<i>E. (Allohippus) marxi</i>		
	<i>E. (Allohippus) altidens</i> (u.a.Süßenborn)		
		<i>E. (Allohippus) stenonis</i> (Villány)	
Altpleistozän	<i>E. (Allohippus) stenonis stehlini</i> (?) (Valderno – obere Fazies)	<i>E. (Allohippus) stenonis</i> (Kisláng, Villány – B)	
	<i>E. (Allohippus) stenonis senezensis</i> (Senèze)		
	<i>E. (Allohippus) vireti</i> (St. Vallier)		
	<i>E. (Allohippus) sylvarum</i>		<i>E. (Allohippus) stenonis Sanmeniensis</i> (Zeitstreckung?)

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen Pferderassen des Pleistozäns bis heute, wie NOBIS (1971) sie in seinem Werk „Vom Wildpferd zum Hauspferd“ darstellte. Heute würden die Arten des Jungpleistozän meist unter *E. ferus* zusammengefasst. Auch die *E. caballus* Bezeichnungen sind irreführend und werden heute nichtmehr gebraucht (Verändert nach NOBIS 1971).

Die Art, die an dieser Stelle wohl besonderer Aufmerksamkeit bedarf, ist *Equus germanicus*. Diese wird von mehreren Autoren als die weitverbreitetste Pferdeart des Jungpleistozäns beschrieben (NOBIS 1971, CRAMER 2002). Es gilt als mittelgroß, schmalstirnig, sowie mit breiten Hufbeinen (Phalanx III), die es als Bewohner weicherer Böden, der Moossteppe, auszeichnen. (CRAMER 2002) Doch auch hier finden sich in verschiedensten Werken diverse systematische Zuordnungen und

Bezeichnungen. NOBIS (1971) beschreibt KAHLKES (1961) Annahme, dass das Taubachpferd, das geologisch eigentlich älter als *E. germanicus* ist, als *E. germanicus taubachensis* bezeichnet werden sollte. Er versuchte daraufhin, wenig erfolgreich, das relative Alter von *E. taubachensis* anhand von Zahngrößen zu bestimmen (NOBIS 1971). Zudem bezeichnet er *E. germanicus* in Folge, aufgrund der Funde aus Remagen (Deutschland), als *E. remagensis* (NOBIS 1971). In der Regel wird dieses in der weiteren Literatur als Synonym für *E. germanicus* gebraucht (CRAMER 2002). FRANZEN (2007) hingegen führt als weiteres Synonym *Equus gallicus* an. Sein Vorfahr dürfte laut NOBIS (1971) *E. achenheimensis* gewesen sein. Nachdem dieses an Größe abnahm, wurde es in der Literatur zu einer neuen Art erklärt, mit einer Widerristhöhe von 141 – 145,5 cm. (NOBIS 1971).

Das Solutrépferd, *E. ferus solutreensis*, war ein kleines, robustes Pferd mit einer durchschnittlichen Widerristhöhe von 136 – 137,5 cm. Die Zähne waren in Proportion zum Körper überdurchschnittlich groß. Es stammt aus der Zeit des Magdaléniens und ist somit etwa 18.000 – 12.000 Jahre alt (CRAMER 2002). Diese können als einheitliche Population angesprochen werden. Ihre Entstehung verdanken diese der progressiven Größenminderung mittelgroßer Wildpferde aus dem *E. germanicus*-Formenkreis (NOBIS 1971, 48). Zeitgleich lebte laut Nobis (1971) mit *E. ferus ferus* (Mezinpferd) ein weiteres europäisches Wildpferd. (NOBIS keine Seite) Durch die Beschreibung, dass das Solutrépferd durch Größenminderung von *E. germanicus* entstand, spricht Nobis hier allerdings (unbewusst) indirekt von einem Artkontinuum, weshalb die taxonomische Stellung von *E. germanicus* in Frage gestellt wird. Richtige wäre demnach *E. ferus germanicus*.

Weiters ist für diese Arbeit erwähnenswert, dass die hier bearbeiteten Fundstücke aus dem Krahuletzmuseum zum Großteil als *Equus* cfr. *chosaricus* beschriftet sind. Dies geht auf die Werke NOBIS (1971) und THENIUS (1966) zurück, die in den Fossilien große Ähnlichkeiten zu den Messdaten GROMOVAS (1949/55), die Überreste asiatischer Steppenpferde aus dem Wolgagebiet aus der Riss-Würm Zwischeneiszeit bearbeitet hatte, gefunden hatten. Allerdings muss hier gesagt werden, dass GROMOVA ursprünglich den Namen *Equus caballus chosaricus* vergeben hatte und THENIUS durch seine Benennung (laut NOBIS vermutlich unbeabsichtigt) diese zu einer eigenständigen Spezies gemacht hätte. Allerdings birgt auch GROMOVAS Bezeichnung systematische Unstimmigkeiten, da *Equus caballus* die von Linné, der keine Wildpferde kannte, eingeführte Bezeichnung für Hauspferde ist. (NOBIS 1971,

35)Die zoologische Bezeichnung für Wildpferde lautet richtig *Equus ferus* (CRAMER)

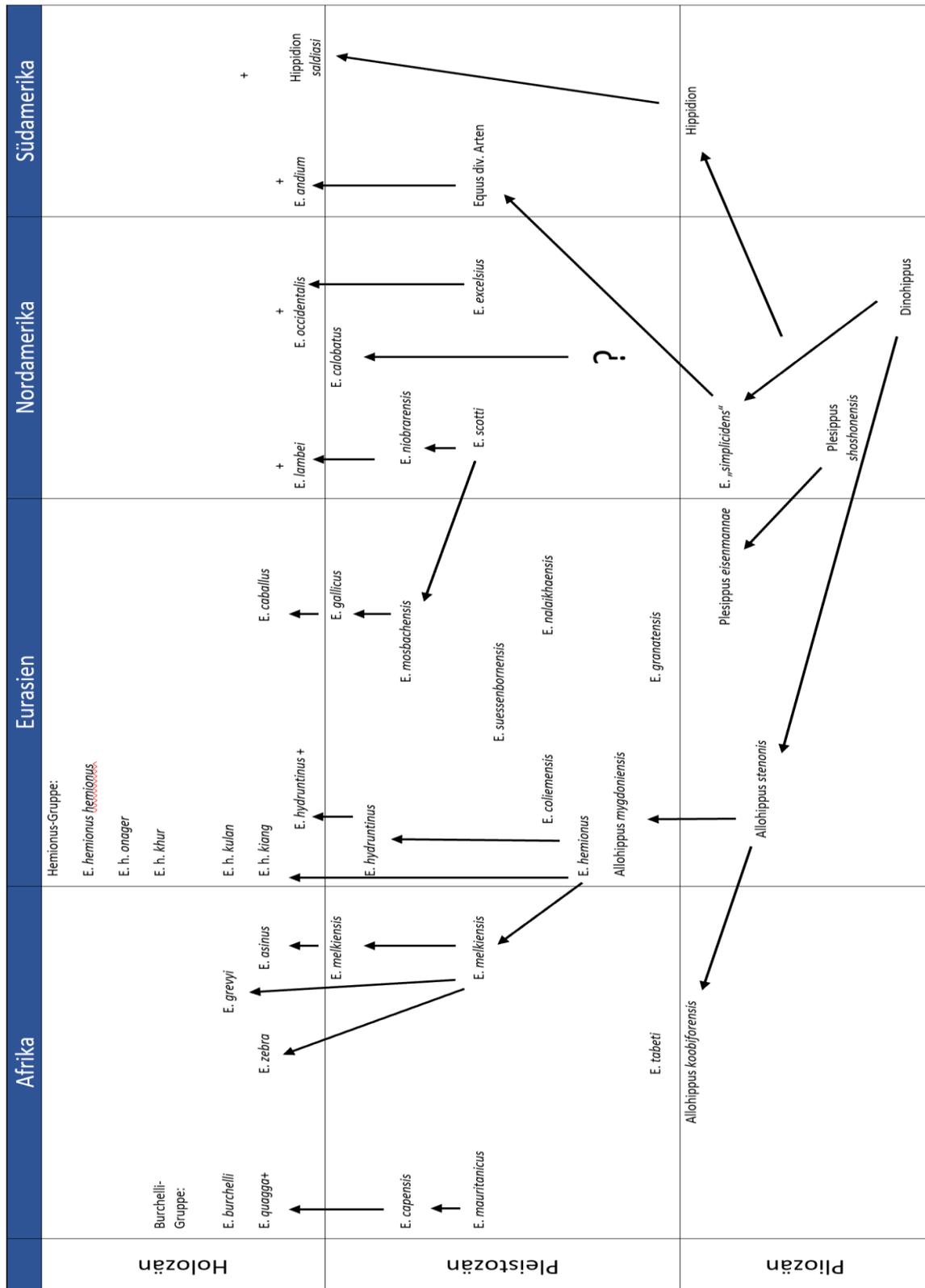


Tabelle 2: Die evolutionäre Entwicklung der Pferde nach FRANZEN (2007). Auffällig ist hier, im Gegensatz zu NOBIS (1971), dass auf E. mosbachensis in Eurasien lediglich E. gallicus und E. caballus folgen (Zum Vergleich siehe Tabelle 1).

2002). Demnach wären die Teufelsluckenpferde als *E. ferus* cfr. *chosaricus* zu bezeichnen.

Wie und aus welchen Arten bzw. Unterarten genau letzten Endes unsere heute bekannten Hauspferde entstanden, ist nach wie vor nicht genau geklärt. Laut FRANZEN (2007) ist dies auch kaum mehr rekonstruierbar, da es zu einer zu starken Vermischung verschiedener Rassen kam (FRANZEN 2007). Nach dem Ende des Pleistozäns sank die Zahl der wildlebenden Pferde in Europa, bis diese schließlich komplett ausstarben. In den Steppen Asiens konnten sie jedoch überleben. Erst Jahrtausende später wurde das Hauspferd integraler Bestandteil der europäischen Fauna (VON KÖNIGSWALD 2002). Lange Zeit galt das Przewalski-Pferd (*E. ferus przewalski*) als letztes noch lebendes Wildpferd in Eurasien und als möglicher Vorfahr von *Equus caballus*. Neue, auf genetischen Analysen beruhende, Studien haben jedoch ergeben, dass es sich auch bei diesen um, vor zirka 5.000 Jahren sekundär verwilderte, Hauspferde handelt (GAUNITZ et al. 2018).

Heute lebende Pferde gliedern sich in drei Zebra-Arten, zwei- oder drei Esel-Arten sowie die Caballinen auf (CRAMER 2002).

Familie:	Equidae
Gattung:	Equus
Arten:	<i>Equus ferus</i> (caballin) <i>Equus hemionus</i> (stenonin) <i>Equus africanus</i> (stenonin) <i>Equus grevi</i> (stenonin) <i>Equus zebra</i> (stenonin) <i>Equus quagga</i> (stenonin)

Equus hydruntinus

Da einiges des fossilen Equiden-Materials aus der Teufelslucke als *E. hydruntinus* bezeichnet wird, lohnt es sich, zumindest einen kurzen Überblick über diese Art zu geben. Hierbei handelt es sich um eine frühe Abspaltung aus der Gruppe der Halbesel (FRANZEN 2007) und um eine recht schlanke Equidenart, die bis ins Holozän in Europa und Westasien existierte. Die Erstbeschreibung basierte auf Funden aus

Italien, eine erste ausführliche wissenschaftliche Auseinandersetzung erfolgte 1935. Hier wurden morphologische Ähnlichkeiten sowohl zu Zebras, aber auch zu Halbeseln beschrieben, weshalb seine genaue taxonomische Stellung ebenfalls unklar war. Heute wird er als Unterart von *E. hemionus* gesehen (ORLANDO et al. 2009) und müsste demnach eigentlich als *E. hemionus hydruntinus* bezeichnet werden. Zwischen *E. hydruntinus* und *E. ferus* differenzierten sich in verschiedene ökologische Nischen. Hierbei war *E. ferus* besser an kalte Klimata angepasst als sein stenoniner Gegenpart, beide koexistierten jedoch in breiten Überlappungszonen. *E. hydruntinus* findet sich in diesen Zonen jedoch meist weit weniger häufig, wenn das Klima kühler war, was wohl auf seine geringere Körpergröße und der damit verbundenen Unterlegenheit beim Behaupten um Weideplätze zusammenhängt (UERPMANN 2005).

Verbreitung und Lebensweise

Fossile Überreste lassen darauf schließen, dass die eiszeitlichen Pferde keine reinen Steppenbewohner waren, wie im Hinblick auf das Verbreitungsgebiet rezenter Wildpferde angenommen werden könnte. Während des Pleistozäns gab es immer wieder abwechselnde Warm- und Kaltzeiten. Somit veränderte sich auch die vorherrschende Vegetation von bewaldeten Gebieten zu trockenen Steppen. Da jedoch diverse Funde davon zeugen, dass Europa während des gesamten Pleistozäns von Pferden besiedelt wurde, müssen diese auch in den unterschiedlichen Biotopen ge- und überlebt haben (VON KÖNIGSWALD 2002). Pferde sind jedoch von Natur aus eine sehr mobile Tierart. Sie bewohnen offene und halboffene Landschaften und schrecken auch nicht vor höher gelegenen Biotopen zurück. Sind die Bedingungen günstig, bleiben sie oft über einen längeren Zeitraum an dieser Stelle, sie sind jedoch in der Regel zu größeren Wanderungen gezwungen, um die Versorgung mit Nahrung und Trinkwasser gewährleisten zu können. Sie fressen hauptsächlich Gras, aber auch andere Pflanzenteile, wenn die Not sie dazu treibt und auch an Trinkwasser stellen sie keine hohen Ansprüche (CRAMER 2002).

Pferde sind soziale Herdentiere, die eine strenge Rangordnung befolgen. Ein Hengst bewacht seinen Stutenharem, eine Leitstute führt die Herde. Der Harem ist eine stabile Gruppe ohne ständigen Wechsel der Mitglieder, im Normalfall besteht dieser aus weniger als zehn Tieren. Männliche Jungtiere bilden ebenfalls eigene kleinere Gruppen mit einer strengen Hierarchie, jedoch mit oft wechselnden Mitgliedern.

Über die Lebensweise der pleistozänen Pferde lassen sich nur schwer Aussagen treffen. Als Vergleich bieten sich nur rezente Pferde, Esel und Zebras an. Doch selbst deren Lebensweisen können stark variieren. In der Literatur wurde bisher oftmals auf die Gewohnheiten von *E. przewalski* verwiesen, da diese als die letzten noch lebenden Wildpferde galten (CRAMER 2002). Seit der Erkenntnis, dass es sich hierbei jedoch um verwilderte Hauspferde handelte, ist dieser Vergleich jedoch sehr fragwürdig (ORLANDO et al. 2009).

Äußeres Erscheinungsbild

Doch wie kann man sich pleistozäne Pferde in etwa vorstellen? Paläolithische Höhlenmalereien waren lange Zeit die einzige Quelle in Europa, die zur Beantwortung dieser Frage zur Verfügung stand. Pferde wurden generell überdurchschnittlich oft gemalt. Etwa 30% aller Tierbildnisse in paläolithischen Höhlen stellen Pferde dar. So finden sich auch in der Höhle von Pech-Merle unter anderem jungpaläolithische Darstellungen von Pferden. Diese sind braun, schwarz und gescheckt („Tigerschecken-Komplex“) dargestellt. Speziell letztere stellten die Wissenschaftler lange vor die Frage, ob diese Tiere tatsächlich so ausgesehen hatten, oder ob die Darstellungen nicht vielleicht doch eher Fantasiegebilde der Künstler widerspiegelten, da das Auftreten gescheckter prädomestizierter Pferde als eher unwahrscheinlich galt. Tiere mit einer Tigerschecken-Zeichnung neigen oft zu Sehschwächen im Dunkeln, was sie zur leichten Beute machen würde und daher ein Selektionskriterium darstellt. Speziell in der Höhle von Pech-Merle sind die Pferdezeichnungen von abstrakten Mustern und Linien umgeben, was eine nicht-wirklichkeitsgetreue Abbildung nahelegen lässt. Zudem werden die Tiere oftmals mit comichaften Proportionen dargestellt, wie etwa überdimensionierten Köpfen. Ebenso wäre möglich, dass hier eine schamanistische Bedeutung eine Rolle spielt.

In einer Studie von PRUVOST et al. (2011) wurden 31 prä-domestizierte Pferdeknochen genetisch untersucht. Die Proben entstammten Fundstellen aus Ost- und Westeuropa, und umfassen eine Zeitspanne, die vom Aurignacien (31.000 Jahre) bis ins Magdalénien (11.000 Jahre) reichen. Um eine ungefähre Vorstellung von Pferden des Zeitalters, das in dieser Arbeit behandelt wird, in Europa zu bekommen, sind vor allem erstere interessant. Der Phänotyp „Brauner“ und „Rappe“ wurden bereits genetisch in früheren Studien nachgewiesen, für das Auftreten des Tigerscheckengens wurden bisher keine Beweise gefunden. Die Studie von PRUVOST et al. (2011) konnte durch genetische Analysen zeigen, dass vier von zehn untersuchten, westeuropäischen, pleistozänen Pferden über das Tigerschecken-Gen verfügten. Die Grundfarbe der untersuchten Tiere war ausnahmslos braun. Zuvor erfolgte Untersuchungen sprachen für das Aussehen eines *Falben*, ähnlich dem, des Przewalski-Pferdes

(*Equus ferus przewalskii*)

(PRUVOST et al. 2011). Jedoch dürften sie sich von diesen durch ein anderes Schädelprofil und relativ kurze Mittelfußknochen, und vom Tarpan durch einen kurzen Schädel

unterschieden

haben (FRANZEN 2007).

Equus ferus ferus

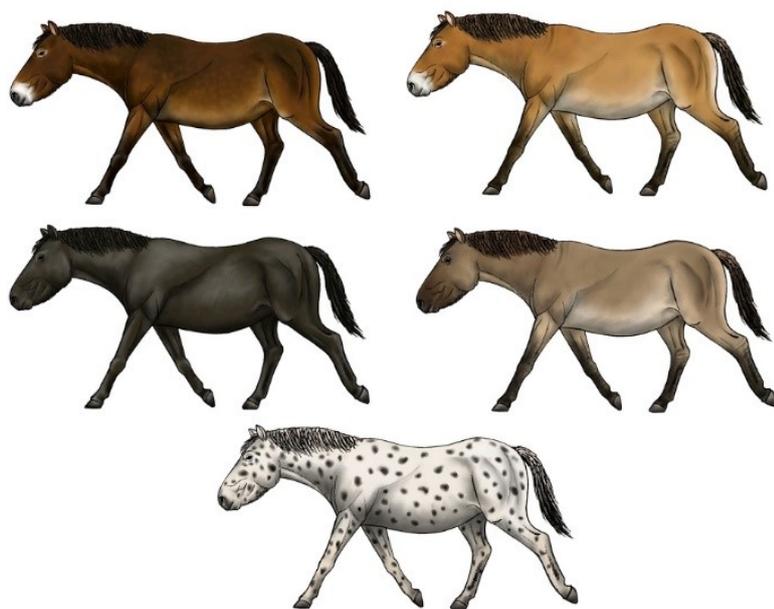


Abbildung 6: Die verschiedenen Farbmorphen des Tarpans (*Equus ferus ferus*). Die pleistozänen Equiden dürften wohl ähnlich ausgesehen haben (FOIDL, 2013).

Funktion und Morphologie der Pferdezähne

Aufbau

Pferdezähne können grob in zwei Abschnitte unterteilt werden: in die Krone und die Wurzel. Die Krone ist hierbei der Teil, der komplett in die Mundhöhle ragt, die Wurzel ist fest im Kiefer verankert. Pferde Zähne sind hypsodont. Das bedeutet, dass die Zähne extrem hochkronig sind und die sich spät schließenden Wurzeln nur einen kleinen Teil der Gesamtlänge einnehmen. Neben den Wurzeln sind auch die Kronen zum größten Teil im Knochen verankert (HILLSON 1996).

Wie bei Menschen, sind auch die Zähne der Pferde aus drei Grundbausteinen aufgebaut: dem Zahnschmelz (*Adamantin*), Zement (*Cementum*) und dem Zahnbein (*Dentin*). Letzteres bildet die Hauptstruktur des Zahns und umschließt die Pulpa, die Zahnhöhle, in der Nerven und Blutgefäße liegen, die für eine Nährstoffversorgung sorgen.



Abbildung 7: Ein rezenter Oberkiefermolar aus der Adametz-Sammlung des NHM Wien. Gut erkennbar ist das caballine Protoconid, die rechteckige Form, sowie die Schmelzfalten in der Mitte © Kevin Planker

Diese Elemente sind in allen Pferde Zähnen vorhanden, sei es Equus oder Hipparion. Lediglich im Verhältnis finden sich Unterschiede. In manchen Fällen ist der Schmelz dicker, in anderen finden sich mehr Hügel auf der Okklusionsebene. Auch der Zement kann sowohl die Krone als auch die Wurzeln bedecken, deren Anzahl ebenfalls variieren kann. Ein veränderliches, jedoch für bestimmte Arten typisches Merkmal ist die Beschaffenheit der Schmelzfalten (Abb. 7) (HILLSON 1996).

Die Zahnformel der bis heute existierenden Gattung *Equus*, der auch sämtliche in dieser Arbeit untersuchten Elemente angehören, zeigt folgende Zusammensetzung (HILLSON 1996).

$$\frac{I1 \ I2 \ I3 \ C1 \ (P1)P2 \ P3 \ P4 \ M1 \ M2 \ M3}{I1 \ I2 \ I3 \ C1 \ (P1)P2 \ P3 \ P4 \ M1 \ M2 \ M3}$$

Das Pferdegebiss ist heterodont, die einzelnen Zähne lassen sich also nach ihrer Funktion und Morphologie gruppieren. Die Incisivi sind konisch und haben keinen

wirklichen Hals. Lediglich ein einziges Infundibulum, das in Zement eingelassen ist. Anhand dieser kann auch eine Aussage zum Alter des Tieres gemacht werden. Durch Abnutzung werden die Kunden genannten Infundibula sichtbar, mit fortschreitendem Alter verschwinden diese allerdings wieder (Abb. 8). Ausgeprägte Kunden sprechen also für junge Tiere. Ebenso ändert sich der Winkel, in dem die Okklusionsebenen der Ober- und Unterkiefer-Incisivi zueinanderstehen. Je abgenutzter, desto spitzer der Winkel.



Abbildung 8: Links - Die Incisivi eines etwa 9-jährigen Hengstes. Rechts - Die Incisivi einer etwa 16-jährigen Stute. Auffällig sind die Kunden des männlichen Exemplars links. Die dunklen Kreise auf den Incisivi der Stute sind keine Kunden, sondern Kernspuren, die ab dem sechsten Lebensjahr auftreten © Kevin Planker

Canine finden sich nur bei Hengsten, doch selbst hier nicht bei allen Individuen. Sie sind eher klein mit einer konischen Spitze. Sie eignen sich jedoch, ebenso wie die Incisivi, aufgrund ihres simplen Aufbaus und damit zusammenhängender geringer wissenschaftlicher Aussagekraft, nicht zur morphometrischen Untersuchung.

Die Backenzähne bilden isolierte, fortsetzende Reihen, die durch ein Diastema von den Incisivi getrennt sind. Die Molaren und Prämolaren des Oberkiefers sind allesamt selenodont mit markanten Schmelzinseln, verursacht durch die Abnutzung und das dadurch bedingte Sichtbarwerden der Infundibula. Die Form der Krone ist prismatisch bis rechteckig, mit Ausnahme der P2 und P3. Diese verfügen über eine dreieckige Form. Flache Falten auf der bukkalen Seite erzeugen schmale Pfeiler auf der Außenseite. Auf der Innenseite (lingual) sorgen zwei flache und eine tiefe Falte für ein komplexes Pfeilerset. Ab und zu finden sich zusätzlich noch rudimentäre Überbleibsel des P1, auch „Wolfszahn“ genannt, der im Laufe der Evolution weitestgehend verschwunden ist. In vielen Fällen fehlt dieser allerdings ganz (HILLSON 1996).

Funktion

Neben den hohen Kronen, die den dauerhaften Abrieb ausgleichen, verfügen Pferde über ein weiteres wichtiges Merkmal, das ihnen bei der Verwertung der minderwertigen Nahrung behilflich ist: speziell geformten Zahnschmelz. Dieser verfügt über andere Härtegrade als Dentin und Zahnzement. Durch Abnutzung von Dentin und Zement bleibt der härtere Zahnschmelz als scharfe Schneidekanten übrig. Dies wird dadurch ermöglicht, dass dieser die Zähne nicht wie bei uns Menschen nur außen umgibt, sondern stark eingefaltet ist. Durch das Reiben der Unterkieferzähne an die des Oberkiefers ergibt sich so ein Schereneffekt (VON KÖNIGSWALD 2002).

Material

Die Zähne, die im Zuge dieser Diplomarbeit vermessen wurden, stammen größtenteils aus der Sammlung des Krahuletz-Museums in Eggenburg. Es handelt sich hierbei um insgesamt 339 Stück. Dies ist jedoch nur ein Auszug der tatsächlich vorhandenen Zähne, über die das Museum verfügt. Viele eignen sich jedoch aufgrund ihres Zustands oder ihrer Identität (Incisivi, Canine, Milchzähne) nicht zur Vermessung. Zudem fanden sich einige Unterkiefer-Molaren und Prämolaren, die mit der taxonomisch unsicheren Beschriftung „*Equus hydruntinus?*“ versehen waren. Diese erschienen rein optisch um einiges kleiner und feiner als die restlichen Zähne. Insgesamt wurden hiervon 10 Stück vermessen. Einige andere, die mir ebenfalls dieser Art zugehörig erschienen, wurden nicht gesondert untersucht, sondern beim caballinen Equus-Material belassen. Der morphometrische Vergleich wird mehr Klarheit bringen.

Zusätzlich wurden von mir noch 144 Backenzähne rezenter Pferde aus der Adametz-Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien (NHM) morphometrisch bearbeitet. Die Sammlung wurde Anfang des 20. Jahrhunderts vom Inhaber des Lehrstuhls für Tierzucht an der damaligen Hochschule für Bodenkultur in Wien, Professor Leopold Adametz, angelegt und dient vor allem als Grundlage für vergleichend-morphologische Studien zur Nutztier-Phylogenetik. Die Sammlung befindet sich heute in der 1. Zoologischen Abteilung.

Um jungpleistozänes Vergleichsmaterial zu erhalten wurde eine Fundstelle gewählt, die eine geographische Nähe zur Teufelslucke aufweist. MUSIL (1961) veröffentliche

hierzu Maßtabellen aus der Höhle Švédův stůl in Tschechien, bei der es sich ebenfalls um eine Hyänenhöhle handelte. Dort finden sich Equidenfossilien aus mehreren Epochen der Erdgeschichte, teils in schlechtem Erhaltungszustand. Einige Zähne aus den sogenannten *Braunen Erden*, die auf Würm I/Würm II datiert sind, konnte er jedoch vermessen (MUSIL 1961). Das Alter entspricht somit in etwa dem der Teufelslucken-Funde und eignet sich damit hervorragend zum Vergleich.

Die untersuchten Molaren und Prämolaren aus der Teufelslucke bei Eggenburg sind in einem sehr unterschiedlichen Erhaltungszustand. Zum einen finden sich hervorragend erhaltene Exemplare, andere mussten mit größter Vorsicht behandelt werden, da das erhaltene Material bereits sehr spröde und brüchig geworden war. Einige waren wiederum so stark fragmentiert, dass eine genaue Zuordnung unmöglich war. Obwohl von mir nur möglichst intakte Zähne zur Vermessung ausgewählt wurden, konnten bei einigen wenigen bestimmte Werte nicht ermittelt werden. Dies lag zum einen daran, dass selbst bei insgesamt gut erhaltenen Molaren und Prämolaren teilweise Stücke fehlten. Insbesondere die Wurzeln waren sehr oft abgebrochen, sodass eine Gesamthöhe nur geschätzt werden konnte. Andererseits fanden sich auf den Okklusionsebenen von Zeit zu Zeit Rückstände des Einbettungssediments, welches zu entfernen wohl den Zahn beschädigt hätte. Aus diesem Grund wurde auf eine Reinigung verzichtet. Handelt es sich bei den fehlenden Werten um für diese Arbeit relevante, so wurden die entsprechenden Exemplare nicht in die Statistik aufgenommen.

In der Adametz-Sammlung hatte ich nur Zugriff auf ganze Pinzgauer-Schädel. Hierbei handelt es sich um eine rezente Rasse der Art *Equus caballus*. Das Todesalter lag maximal 100 Jahre zurück. Da keine isolierten Zähne vorlagen, konnte die Zahnhöhe, bis auf einige Ausnahmen, nicht ermittelt werden, da die Zähne noch im Kiefer verankert waren. Da die einzelnen Tiere jedoch ein recht hohes Alter erreicht hatten, kann bei den meisten von einer geringen Höhe ausgegangen werden. Ansonsten befanden sich die Molaren und Prämolaren in einem sehr guten Zustand. Die insgesamt 12 Schädel und 144 untersuchten Zähne stammten von folgenden Inventarnummern:

Einleitung

Inventarnummer	Geschlecht	Alter
E68	Hengst	8-9 Jahre
E71	Hengst	15-20 Jahre
E364	Hengst	20 Jahre
E367	Stute	etwa 20 Jahre
E930	Stute	15 Jahre
E931	Hengst	15 Jahre
E944	Stute	20 Jahre
E946	Stute	18 Jahre
E948	Stute	20 Jahre
E950	Hengst	13 Jahre
E1297	Hengst	5 Jahre
E1298	Hengst	15 Jahre

Tabelle 3: Übersicht über die Anzahl und Eigenschaften der Pinzgauer-Exemplare aus der Adametz Sammlung des NHM in Wien

Bei einigen der Schädel fanden sich tiefe Abnutzungserscheinungen der P2 (sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer), verursacht vermutlich durch die langjährige Nutzung von Trensen. Die betroffenen Zähne konnten nur schlecht bis gar nicht vermessen werden.

Lage	Bezeichnung	n
Unterkiefer	P2	26
	P3/P4	52
	M1/M2	60
	M3	29
Oberkiefer	P2	37
	P3/P4	51
	M1/M2	54
	M3	32

Tabelle 4: Übersicht über die Anzahl und Art der vermessenen Zähne aus dem Krahuletzmuseum in Eggenburg

Lage	Bezeichnung	n
Unterkiefer	P2	12
	P3/P4	24
	M1/M2	24
	M3	12
Oberkiefer	P2	12
	P3/P4	24
	M1/M2	24
	M3	12

Tabelle 5: Übersicht über die Anzahl und Art der vermessenen Zähne aus der Adametz-Sammlung des NHM in Wien

Methoden

Um überhaupt zu den Daten zu gelangen, die eine umfangreiche Vergleichbarkeit der Equiden-Zusammensetzung anderer Fundstellen gewährleisten, stellte sich die Frage nach den richtigen, standardisierten Vermessungstechniken. Eine Reihe von Autoren beschäftigte sich mit diesem Thema. Neben Vera GROMOVA (1949/1955) auf deren System (zunächst mit dem Ziel, Zebraresten vergleichen zu können) sämtliche spätere aufbauen, schlugen auch Günter NOBIS (1971) und Angela VON DEN DRIESCH (1976) eigene Messmethoden vor. In den 1980er Jahren nahm sich eine Reihe prominenter Hippologen in einer Tagung des Problems an, dass verschiedene Autoren mit verschiedenen Vermessungstechniken sowohl der cranialen, postcranialen, als auch dentalen Elemente, arbeiten. Die nun damals neu vereinheitlichten Messmethoden basieren größtenteils auf denen VON DEN DRIESCHS (1976), wurden jedoch auch ergänzt.

Diese erschienen erstmals 1988 in dem Werk *Studying Fossil Horses*, das eben dieser Tagung zugrunde liegt. Ziel war es „*Voraussetzungen für eine weltweit vergleichbare Datenbank verschiedenster Fundstellen und ihrer Eigenheiten und ein besseres Verständnis für Verwandtschaftsbeziehungen, Zusammenhänge und Biostratigraphie zu schaffen.*“ (EISENMANN 1988, Vorwort). Für die hier vorliegende Arbeit wurden diese Methoden angewendet. Die relevanten Daten lassen sich jedoch auch mit denen, die mithilfe VON DEN DRIESCHS Methoden vermessen wurden, vergleichen.

Der Vergleich fossiler Tierreste beschränkt sich jedoch nicht nur auf die reine Messung bestimmter Parameter. Um eine möglichst exakte Auswertung zu erlangen, sollten gewisse Merkmale auch gezählt oder optisch beurteilt werden. Vielfach ergibt sich aus reinen Messungen nur ein unzureichendes Gesamtbild. So spielen die Anzahl der Schmelzfalten eine ebenso große Rolle wie die Länge und Breite der Kaufläche, oder die Form des Protoconus (Abb. 10). Hierbei handelt es sich um eine charakteristische Schmelzfalte auf der lingualen Seite der Okklusionsebene in Oberkiefer-Backenzähnen (EISENMANN 1988).

Es empfiehlt sich, vorausgesetzt man verfügt über die erforderliche Anzahl an isolierten Zähnen, diese so gut wie möglich zu kategorisieren. Einerseits in Ober- und Unterkieferzähne, andererseits in Incisivi, Canine (sofern vorhanden), Prämolaren und Molaren. In dieser Arbeit wurden von mir nur Backenzähne begutachtet, da diese über die meiste analytische Aussagekraft verfügen. Die Unterscheidung zwischen den einzelnen Prämolaren (P2, P3, P4) und Molaren (M1, M2, M3) gestaltet sich teilweise recht schwierig. Während P2 und M3 sehr markante Merkmale aufweisen, die für sie charakteristisch sind, müssen für P3P4 sowie M1M2 mehrere Parameter zusammen überprüft werden, um zu einer Zuordnung zu kommen. Da selbst dann oft noch Unsicherheit herrscht, werden in der Praxis oft die zwei Prämolaren (ohne P2) sowie die beiden Molaren (ohne M3) gruppiert, so auch in dieser Arbeit.

Doch selbst bei dieser Unterteilung ergibt sich noch das Problem, dass die gewonnenen Daten abhängig vom Abnutzungsgrad der Zähne sind. Aus diesem Grund muss die Zahnlänge bei der Interpretation der Daten beachtet werden. Wenn möglich empfiehlt sich für Equus, die Messungen an nicht zu abgenutzten, aber auch nicht zu wenig gebrauchten Zähnen durchzuführen (EISENMANN 1988).

Die Vermessung selbst wurde in dieser Arbeit durch eine elektronische Schiebelehre durchgeführt. Mit dieser könnte auf Hundertstel-Millimeter genau gemessen werden. Da in der Praxis jedoch solch genaue Werte nicht händisch gemessen werden können und für die morphometrische Untersuchung fossiler Tierreste auch nicht notwendig sind, wurde eine Rundung auf Zehntel-Millimeter vorgezogen.

Analyse der Oberkiefer-Backenzähne

Bei Fundstellen wie der Teufelslucke, bei der eine Vielzahl an isolierten Zähnen vorliegt, von denen unklar ist, welche zum selben Individuum gehören und an welcher Position sie in der Zahnreihe lokalisiert waren, ist es schwierig, Molaren und Prämolaren zu unterscheiden. Einzelne Merkmale ermöglichen für sich allein gesehen noch keine genaue Zuordnung. Nur in Kombination kann eine halbwegs sichere Aussage getroffen werden.

Grundsätzlich gilt, dass Molaren meist kleiner als Prämolaren sind. Unterschiede finden sich auch in der Form der Kaufläche, also der Okklusionsebene. Bei größerem Abnutzungsgrad wird diese bei den Prämolaren eher rechteckig, während die der Molaren mehr breit als lang wird. Durch die Form des Zahnbogens ergeben sich ebenfalls verschiedene Formen der einzelnen Zähne. Nimmt man all diese Merkmale zusammen, so erhöhen sich die Chancen einer richtigen Zuordnung, absolute Gewissheit bieten diese allerdings nicht (EISENMANN 1988).

Molaren	Prämolaren
kleiner	größer
Kaufläche eher quadratisch	Kaufläche eher rechteckig
bei hohem Abnutzungsgrad mehr breit als lang	bei hohem Abnutzungsgrad eher quadratisch
posterior schmaler als anterior	
Kaufläche kippt durch Form der Zahnreihe eher nach hinten	Kaufläche kippt durch Form der Zahnreihe eher nach vorne

Tabelle 6: Optische Unterscheidungskriterien von Molaren und Prämolaren des Oberkiefers (nach EISENMANN 1988).

Messbare Merkmale

Bei den Oberkiefer-Backenzähnen können insgesamt nach EISENMANN (1988) vier Werte gemessen werden. Einerseits die **Zahnhöhe**. Hierbei wird am oberen Rand der anterioren Wurzel bis zum oberen Rand der Anterostyle bei P2, bzw. bis zu dem der Parastyle bei allen anderen Zähnen gemessen (Abb.9).

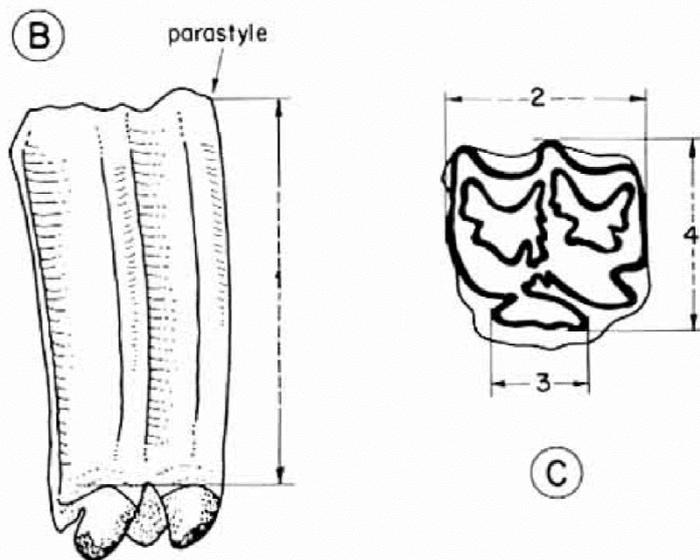


Abbildung 9: Messwerte für Oberkieferzähne. Links: Vestibuläre Ansicht eines Oberkiefer-Backenzahns. Rechts: Draufsicht der Okklusionsebene eines Oberkiefer-Backenzahns 1 - Ermittlung der Zahnhöhe 2 - Zahnlänge 3 - Länge des Protoconus - 4 - Zahnbreite (nach EISENMANN 1988).

Die **Zahnlänge und -breite** ergibt sich aus einer Messung des Schmelzes. Hierbei gilt zu beachten, dass der Zement nicht mit einbezogen wird, da dessen Breite schon allein aus Verwitterungsgründen sehr variieren kann. Die Schiebelehre wird hierbei direkt an den Schmelz-Außenkanten eingespannt (Abb. 9). Da der Abnutzungsgrad des Zahns die Werte beeinflusst, ist es von Bedeutung, die Ergebnisse entsprechend der zuvor erwähnten Abnutzungskategorien zu gruppieren.

Zur Ermittlung der **Länge des Protoconus** wird ebenfalls direkt an den Schmelzfalten gemessen (Abb. 10) Hierdurch kann der **Protoconindex (PI)** nach der Formel $L_{\text{prot}} \times 100 / L_{\text{okk}}$ berechnet werden. Dieser Wert ist für interspezifische Artunterscheidungen wichtig.

Zählbare Merkmale

Die Anzahl der sichtbaren **Falten der Innenseite der Prä- und Postfossetten** sind ebenfalls zur Artunterscheidung von Bedeutung. Ebenso das Vorhandensein des sogenannten „Plis caballin“ (Abb. 10). Dies ist nicht immer eindeutig, da die Schmelzleisten oft nicht gerade verlaufen und somit den Eindruck erwecken, es handle sich um Schmelzfalten. Es werden daher nur Falten gezählt, deren Tiefe größer ist als

Einleitung

die Dicke des Schmelzes. Zudem werden nur Vertiefungen, die in die Fossette sowie in Richtung des Protoconus ragen, gezählt. Ebenso waren viele Exemplare aus der Teufelslucke so verwittert oder verdeckt, dass ein genaues Zählen dieser feinen Strukturen nicht

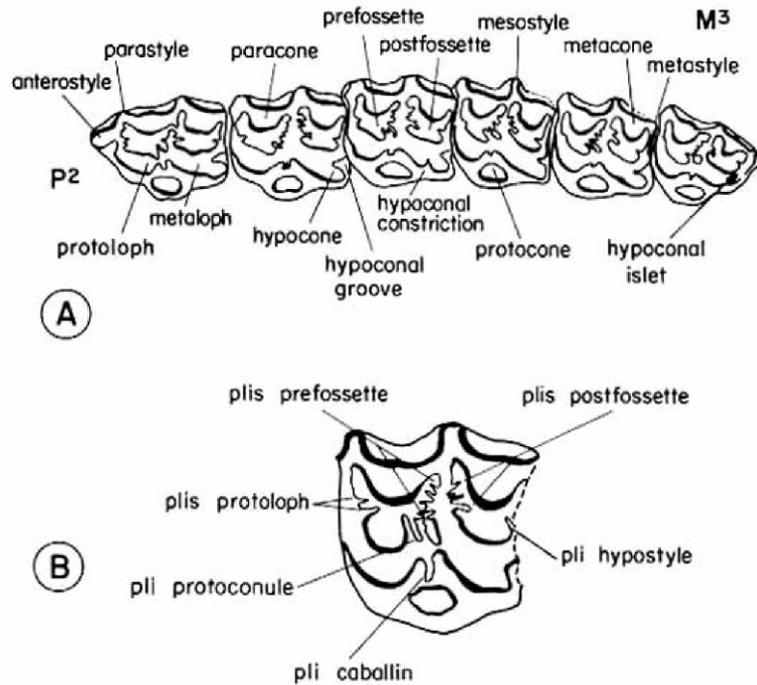


Abbildung 10: A - Draufsicht der Okklusionsebene einer Zahnreihe des Oberkiefers von Hipparion. Die beschrifteten Elemente finden sich auch bei Equus, allerdings in anderer Ausprägung. B - Okklusionsebene eines Oberkiefer-Backenzahns mit Hervorhebung der Schmelzfalten (nach EISENMANN 1988).

möglich war. Aus diesem Grund, und weil eine Schmelzfaltenanalyse den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, wurde bewusst darauf verzichtet.

Beschreibbare Merkmale

Es kann zudem notiert werden, ob die Fossetten miteinander verwachsen sind, sowie, ob sie mit einer posterioren Wand abschließen oder nicht. Ebenso finden sich am M3 teilweise Einschnürungen oder „Inseln“, die ebenfalls angemerkt werden können. Auch die Beschaffenheit der Para- und Mesostyle spielt eine Rolle.

Wohl wichtigstes beschreibbares Merkmal ist die Form des Protoconus. EISENMANN (1988) liefert hierzu eine Reihe an

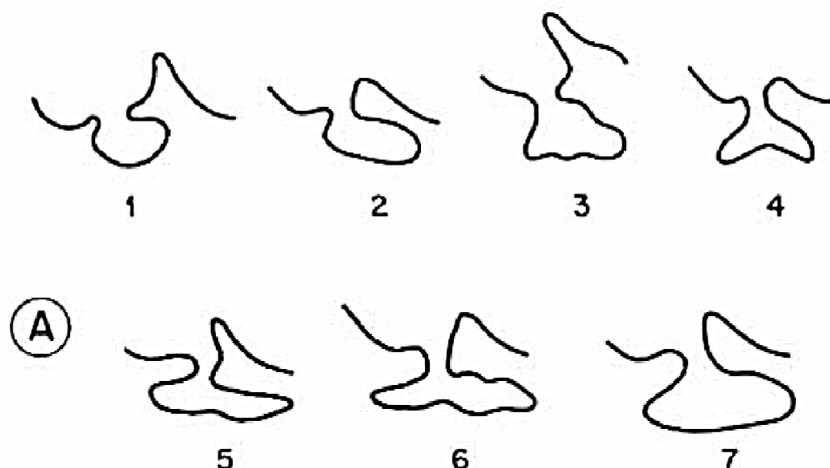


Abbildung 11: Protoconus-Formen (nach EISENMANN 1988).

Abbildungen, die eine Zuordnung zu bestimmten Gruppen (stenonin oder caballin) ermöglichen sollen (Abb. 11). Oftmals handelt es sich jedoch um Mischformen, eindeutige Zuordnungen sind seltener möglich. Dies sollte bei den Beobachtungen berücksichtigt und angegeben werden. Da es als gesichert gilt, dass die Pferde aus der Teufelslucke (bis auf eventuelle *E. hydruntinus*-Exemplare) caballin waren, wird auf eine genauere Analyse verzichtet. Die stenoninen Reste werden jedoch auf eventuelle Größen- und Protoconindex-Unterschiede untersucht.

Analyse der Unterkiefer-Backenzähne

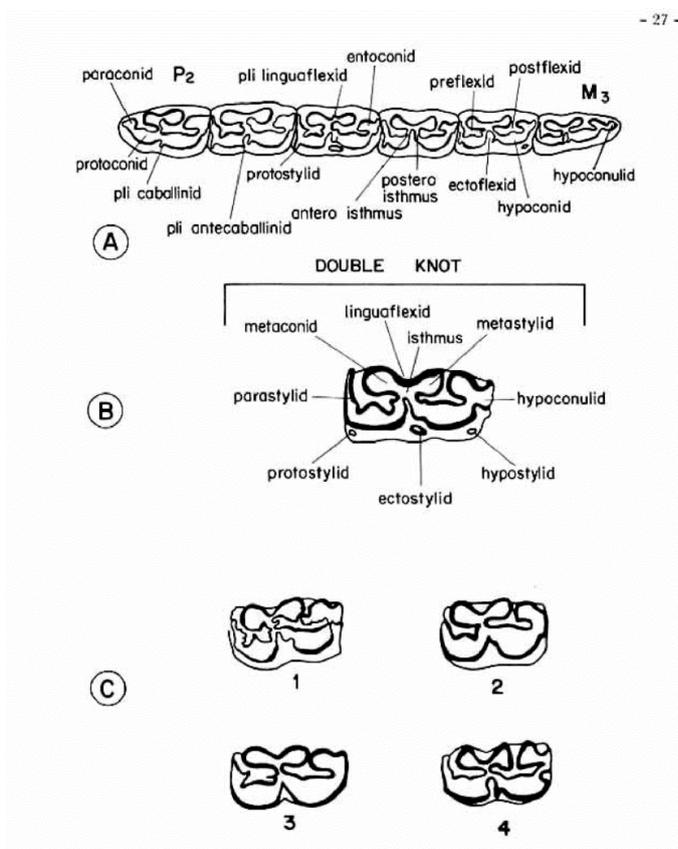


Abbildung 12: Struktur der Unterkiefer-Backenzähne von Equus (nach EISENMANN 1988).

Da sich die Unterkieferzähne eines Pferdes in ihrer Morphologie massiv von denen des Oberkiefers unterscheiden, müssen auch andere Merkmale berücksichtigt werden. Nicht umhin kommt man allerdings auch hier bei der Frage nach der Unterscheidung isolierter Zähne. Molaren sind im Normalfall vergleichsweise kleiner als Prämolaren. Aufgrund der Form des Zahnbogens unterschieden sich diese auch in ihrer Form. Das Hypoconulid der Prämolaren ist normalerweise weit und kurz und verfügt nicht

über dieselbe „Engstelle“ wie bei Molaren. Unterschiede finden sich auch bei der Form des Ektoflexids (Abb. 12).

Molaren	Prämolaren
Kleiner	größer
posterior schmaler	anterior schmaler
Krone nach hinten hin geschwungen	
Hypoconulid mit Engstelle	Hypoconulid eher weit und kurz, ohne Engstelle
Ektoflexid ausgeprägter	Ektoflexid eher kurz und flach

Tabelle 7: Optische Unterscheidungskriterien der Molaren und Prämolaren des Unterkiefers (nach EISENMANN 1988).

Die Zahnhöhe wird, wie bei den Oberkieferzähnen auch, von der Oberkante der Wurzel bis zur Oberkante des Paraconids (bei P2) bzw. des Parastylids der anderen Backenzähne gemessen. Auch hier ist eine Einteilung in Kategorien sinnvoll.

Zusätzlich zur Länge

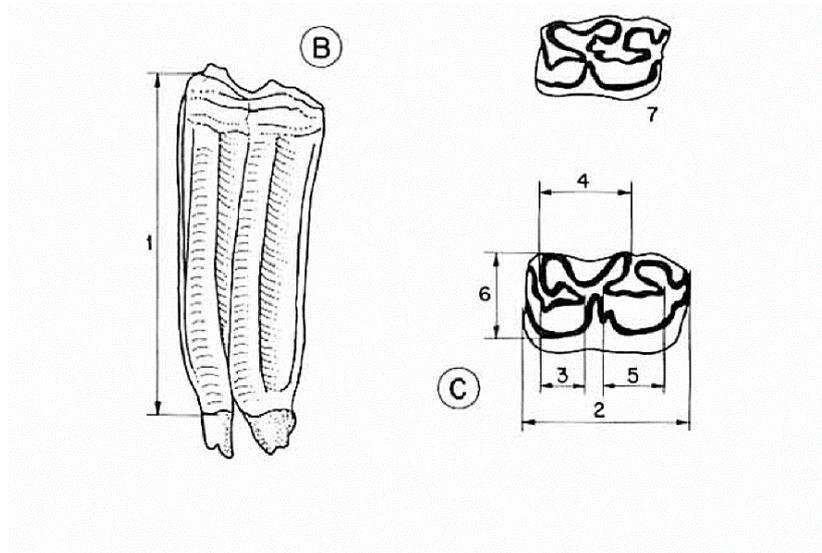


Abbildung 13: (1) - Ermittlung der Zahnhöhe, (2) - Zahnlänge, (3) - Präflexid, (4) - Innenpfeiler, (5) - Postflexid, (6) - Zahnbreite (nach EISENMANN 1988).

und Breites des Zahns werden bei den Unterkieferzähnen noch die Länge des Prä- sowie des Postflexids und des Innenpfeilers (*Double Knot*), einer Schleife bestehend aus Metaconid und Metastylid, gemessen (Abb. 13) (EISENMANN 1988).

2. Systematische Bearbeitung

Oberkiefer-Backenzähne

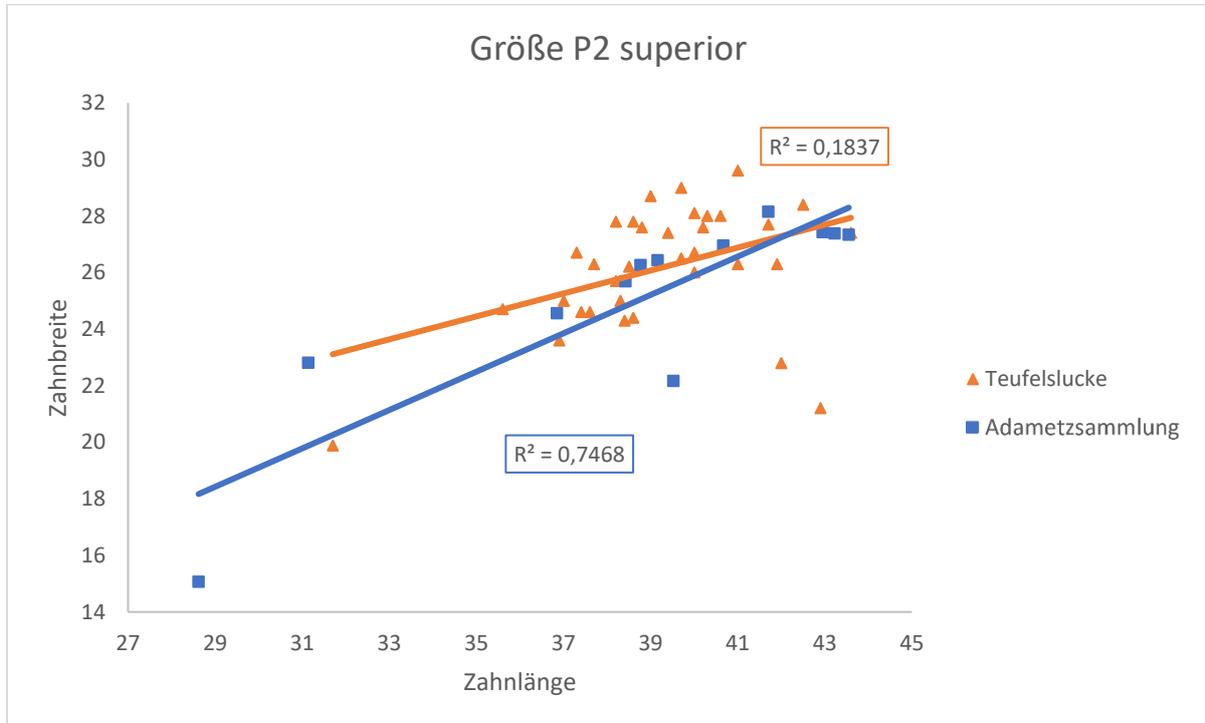


Abbildung 14: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim zweiten Oberkiefer-Prämolaren.

Aus der Teufelslucke konnten 36 und aus der Adametz-Sammlung 10 Zähne vermessen werden. Zur Fundstelle Švédův stůl wurden keine Größenangaben des P2 gemacht, daher finden sich im Diagramm nur die Werte der Teufelslucke und der Adametz-Sammlung. Die beiden Trendlinien des Bestimmtheitsmaßes überschneiden sich im oberen Längen-/Breitenbereich und liegen auch sonst recht nah zusammen. Auffällig ist ein Wert der Adametz-Sammlung im linken unteren Bereich (Zahnlänge 28,62, Zahnbreite 15,06). Ebenso ein deutlich abseits befindlicher Datenpunkt der Teufelslucke (ZL: 31,7, ZB: 19,88). Die meisten Daten befinden sich im rechten oberen Bereich zwischen 37 und 42 auf der x-Achse, sowie zwischen 23 und 28 auf der y-Achse, wobei die Daten der Teufelslucke konzentrierter erscheinen als die der Adametz-Sammlung (Abb. 14).

Systematische Bearbeitung

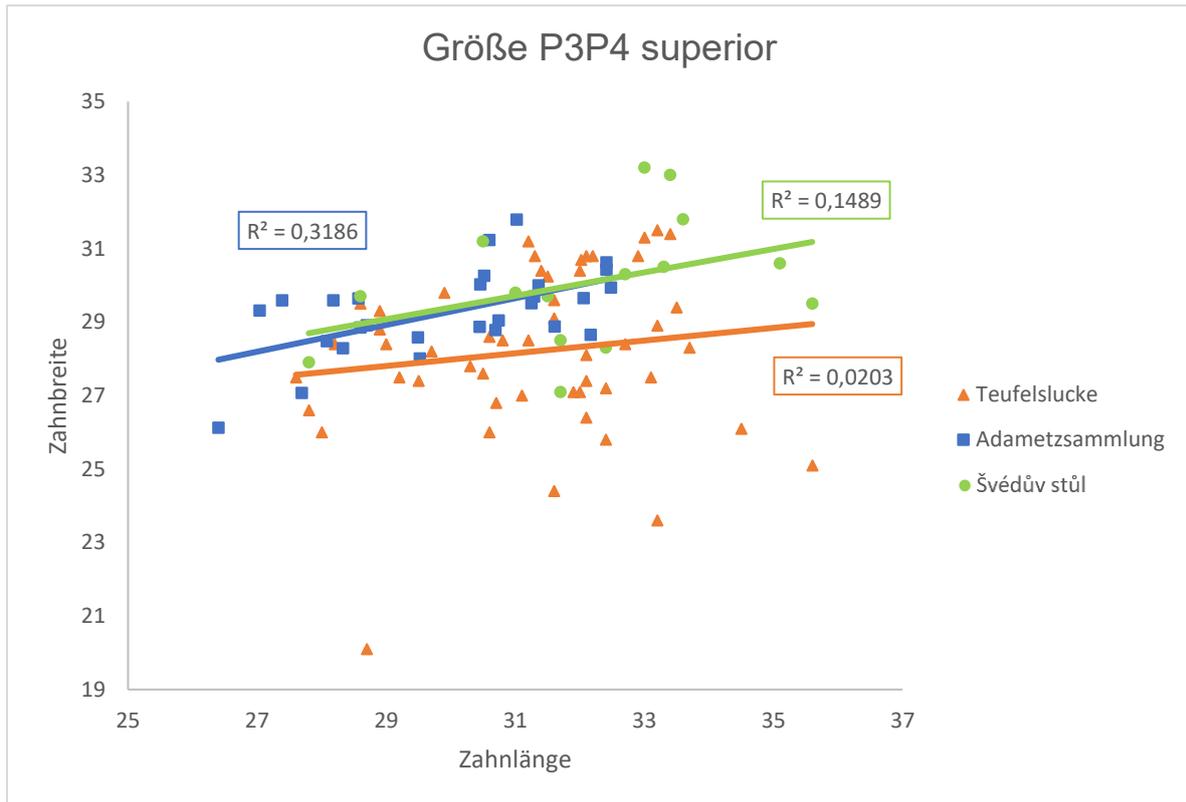


Abbildung 15: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite bei den dritten und vierten Oberkiefer-Prämolaren.

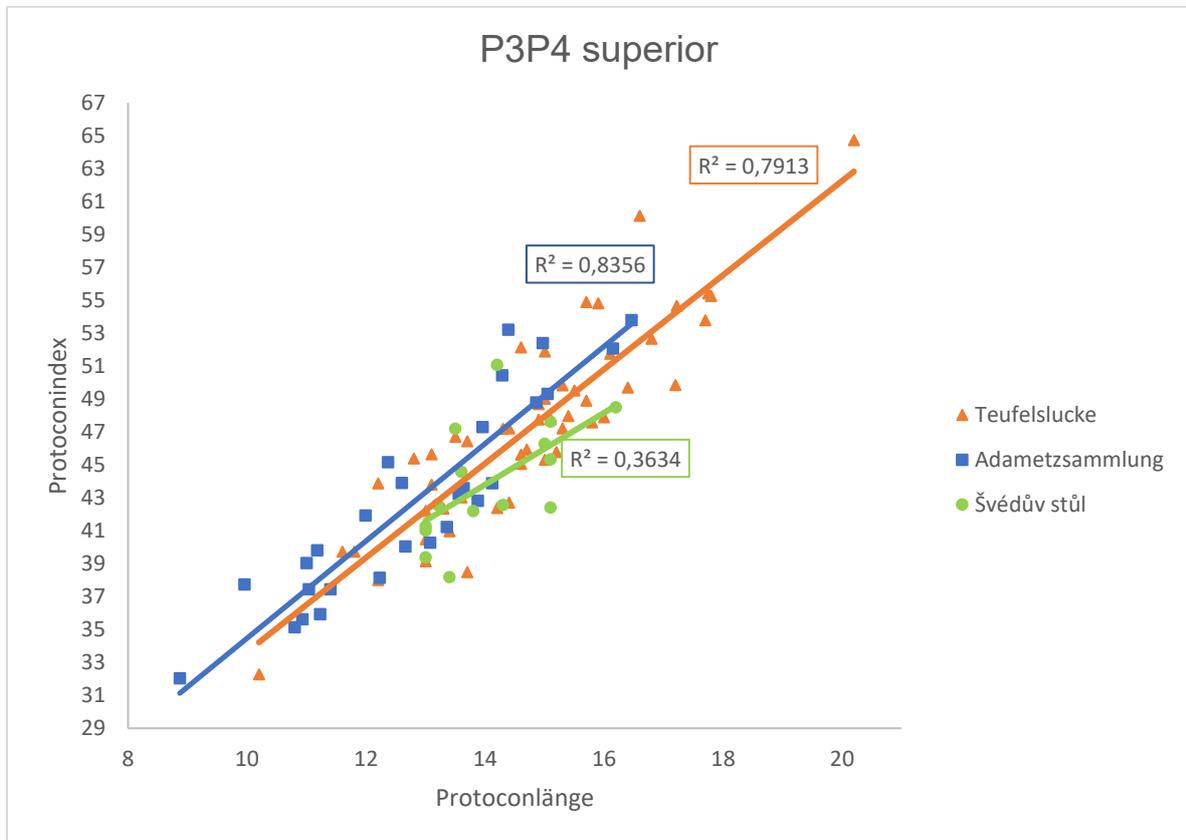


Abbildung 16: Das Verhältnis von Protoconlänge zu Protoconindex (PI) bei den dritten und vierten Prämolaren des Oberkiefers.

Von den P3P4 des Oberkiefers wurden aus der Teufelslucke 50 und aus der Adametz-Sammlung 12 vermessen. Für Švédův stůl lagen die Meßwerte von 15 Zähnen vor. Bei der Größe der dritten und vierten Prämolaren des Oberkiefers zeigt sich eine eher gesamtheitliche Wolke aus sämtlichen Werten, wobei die der Teufelslucke eher den unteren, die der Adametz-Sammlung den linken, und die von Švédův stůl den rechten Bereich bilden. Ein der Teufelslucke zugehöriger „Ausreißer“ findet sich bei den 28,7 auf der x-Achse und 20,1 auf der y-Achse. Die Trendlinien der Adametz-Sammlung und Švédův stůl überlappen sich über einen längeren Bereich, wobei die der Teufelslucke darunter liegt und eine ähnliche Steigung wie die von Švédův stůl aufweist (Abb. 15).

Das Verhältnis von Protoconindex zu Protoconlänge zeigt vor allem beim Vergleich von Teufelslucke und Adametz-Sammlung Ähnlichkeiten. So kommen sich die Werte des Bestimmtheitsmaßes sehr nahe, wobei die Daten der Teufelslucke eher in den rechten oberen Bereich ausscheren, die der Adametz-Sammlung jedoch in den linken unteren. Die Švédův stůl zugehörigen Punkte finden sich in der Mitte des Diagramms. Das Bestimmtheitsmaß weicht jedoch mehr von den anderen zwei Linien ab (Abb. 16).

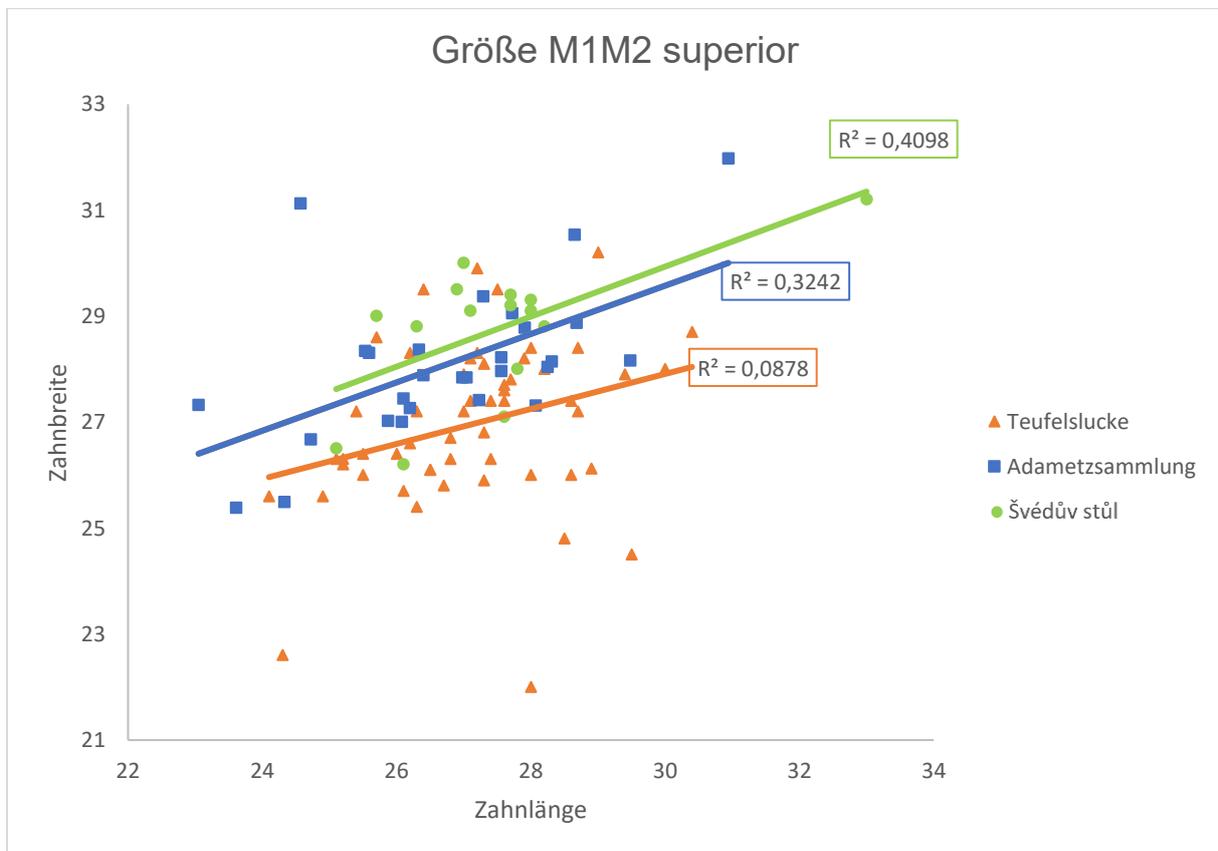


Abbildung 17: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten und vierten Oberkiefer-Molaren.

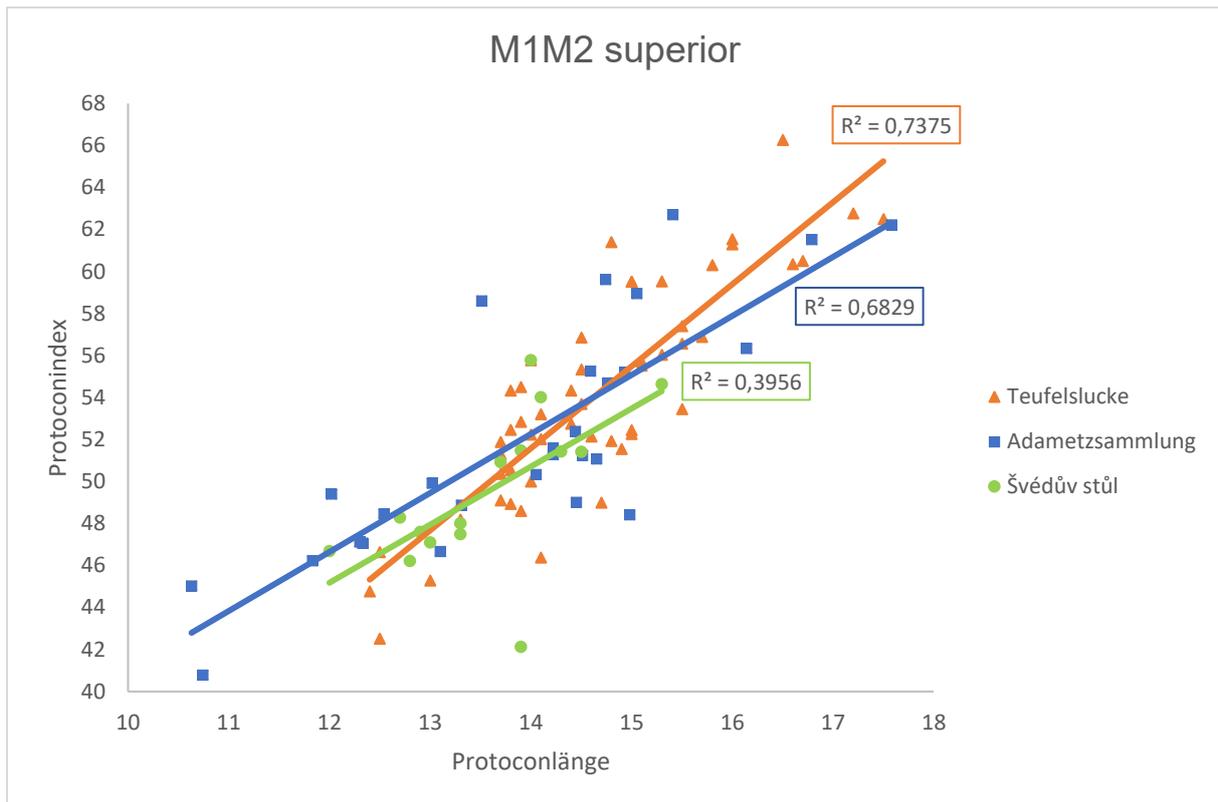


Abbildung 18: Das Verhältnis von Protoconlänge zu Protoconindex (PI) bei den ersten und zweiten Molaren des Oberkiefers.

Insgesamt wurden die Daten von 90 M1M2 abgebildet (Teufelslucke $n=51$, Adametz-Sammlung $n=24$, Švédův stůl $n=15$). Die M1M2 des Oberkiefers aus Švédův stůl zeigen eine konzentriertere Häufung als die der anderen Fundstellen. Deren Datenpunkte liegen, bis auf eine Ausnahme (33 31,2) auch größtenteils über denen der Teufelslucke und der Adametz-Sammlung. Die Daten der Teufelslucke siedeln sich eher im unteren Bereich des Diagramms an, wobei zwei sehr abseits befindliche Datenpunkte ersichtlich werden. Die Exemplare der Adametz-Sammlung fallen durch einige Punkte auf, die deutlich über den anderen liegen. Das Bestimmtheitsmaß der Teufelslucke weicht recht deutlicher von den anderen beiden ab (Abb. 17).

Bei Abbildung 18 zeigt sich eine Überschneidung der Linie der Teufelslucke sowohl mit der der Adametz-Sammlung als auch mit der von Švédův stůl. Die beiden letztgenannten sind mehr oder weniger parallel, wobei die der Adametz-Sammlung über der Švédův stůls liegt. Für erstere lassen sich zwei Häufungszentren erkennen: zum einen in den mittleren Wertbereichen, zum anderen eine weniger klare Wolke im rechten oberen Diagrammbereich. Im niedrigsten Längen-/Breitenbereich befindet

sich ein Datenpunkt der Adametz-Sammlung, im größten Bereich einer der Teufelslucke (Abb. 18).

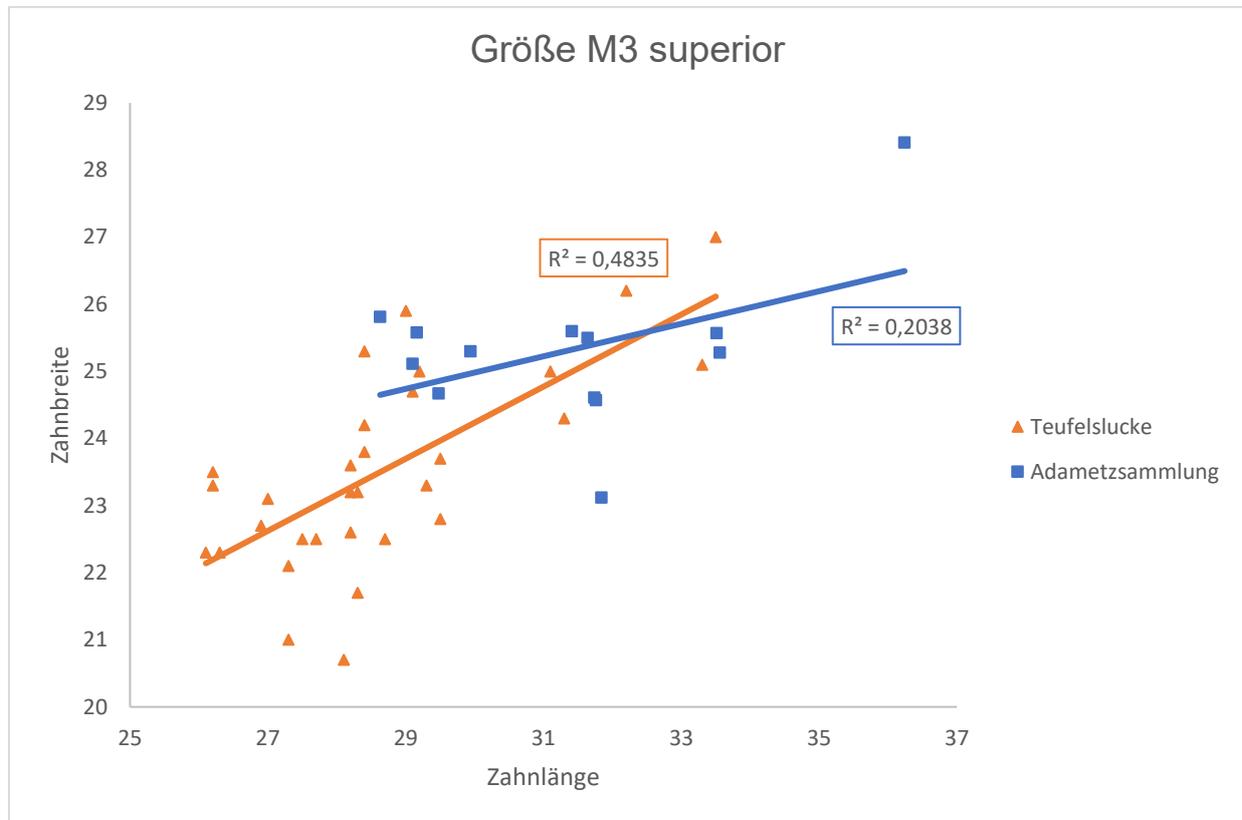


Abbildung 19: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten Oberkiefer-Molaren.

Aus der Teufelslucke konnten 30 und aus der Adametz-Sammlung 12 Zähne vermessen werden. Zur Fundstelle Švédův stůl wurden keine Größenangaben des Oberkiefer-M3 gemacht, weshalb diese im Diagramm nicht aufscheinen. Die Größen des oberen M3 der Teufelslucke und der Adametz-Sammlung unterscheiden sich recht deutlich. Der Großteil der Daten aus der Teufelslucke befindet sich im linken unteren Bereich des Diagramms, wobei der kleinste Wert in der Länge bei etwa 27,3 auf der x-Achse und bei 21 auf der y-Achse liegt. Ein außergewöhnlich großes Exemplar findet sich in der Datenreihe der rezenten Pferde. Es handelt sich hierbei um einen recht isoliert stehenden Zahn im rechten oberen Bereich. Die restlichen blauen Datenpunkte befinden sich im Zentrum des Diagramms, stehen jedoch nicht besonders eng zusammen. Die Linien beider Datenreihen überschneiden sich. Während die der Teufelslucke jedoch recht linear ansteigt, fällt die der Adametz-Sammlung flacher aus (Abb. 19).

Unterkiefer-Backenzähne

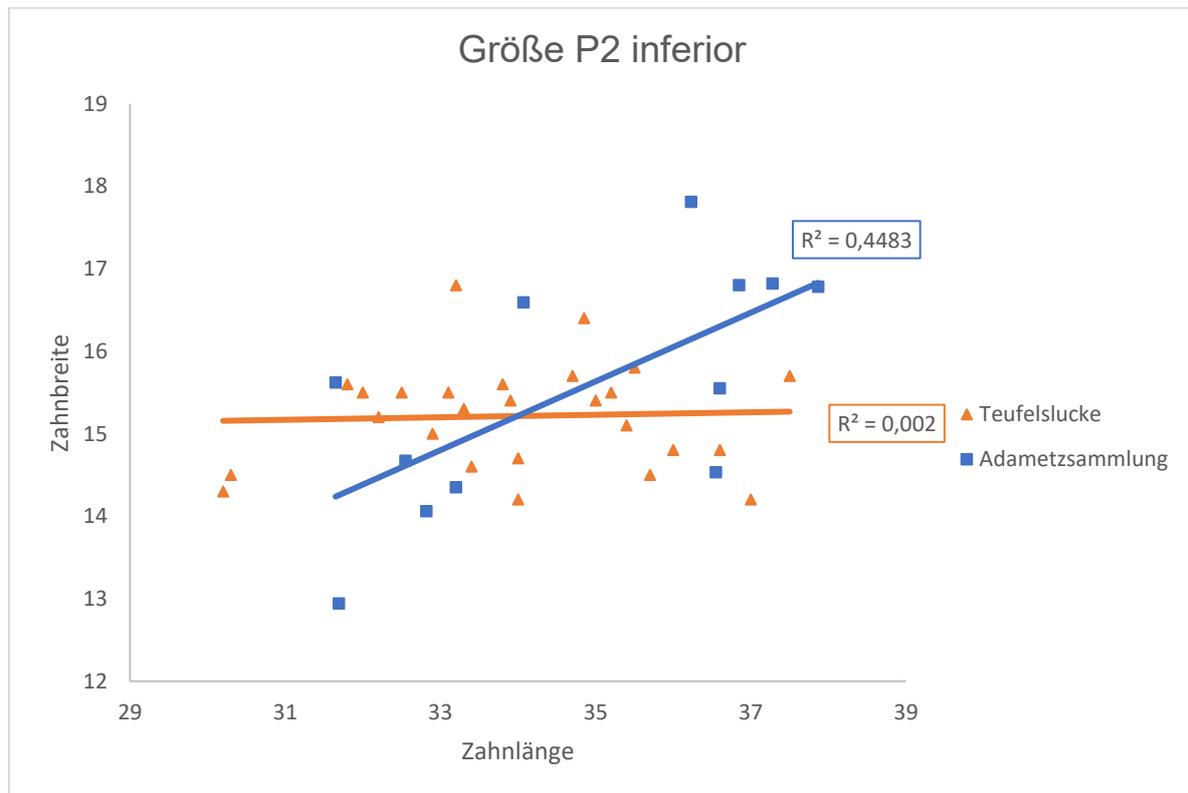


Abbildung 20: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim zweiten Unterkiefer-Prämolaren.

Für P2 des Unterkiefers lagen nur Daten aus der Teufelslucke ($n=25$) sowie der Adametz-Sammlung ($n=12$) vor. Eine anzahlmäßige Häufung in zwei Bereichen des Diagramms ist ersichtlich. So befindet sich eine Wolke bis zu einem x-Achsen-Wert von etwa 34, eine weitere ab etwa 35. Die Bestimmtheitsmaß-Linie der Teufelslucke ist beinahe komplett waagrecht, die der Adametz-Sammlung beinahe linear und schneidet die waagrechte in der Hälfte. Beide treffen sich etwa in der Mitte des Diagramms. Extrem aus der Reihe fallende Werte finden sich auch hier. Zwei Datenpunkte der Teufelslucke weisen einen recht geringen Längenwert auf, ein Zahn der Adametz-Sammlung ist vergleichsweise schmal. Eine Vierergruppe der Daten der rezenten Pferde fällt im rechten oberen Diagrammbereich auf (Abb. 20).

Systematische Bearbeitung

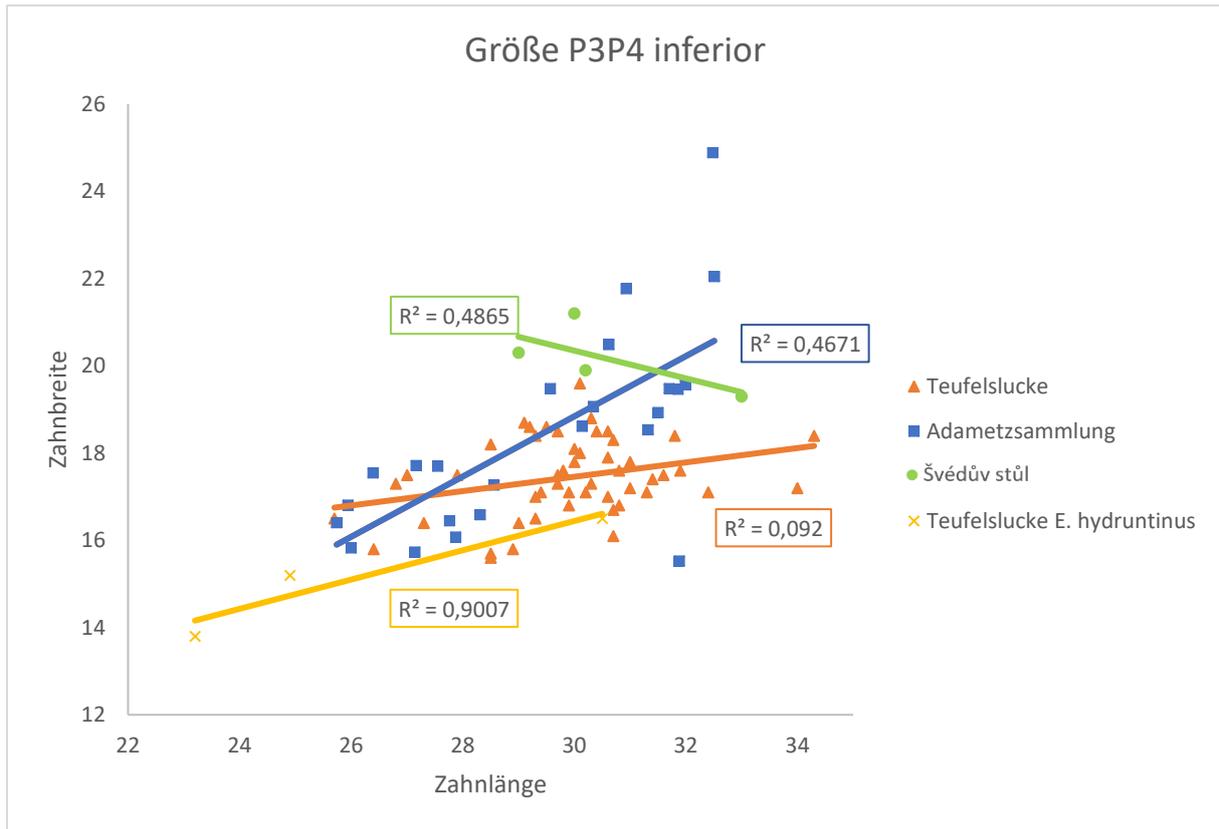


Abbildung 21: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten und vierten Unterkiefer-Prämolaren.

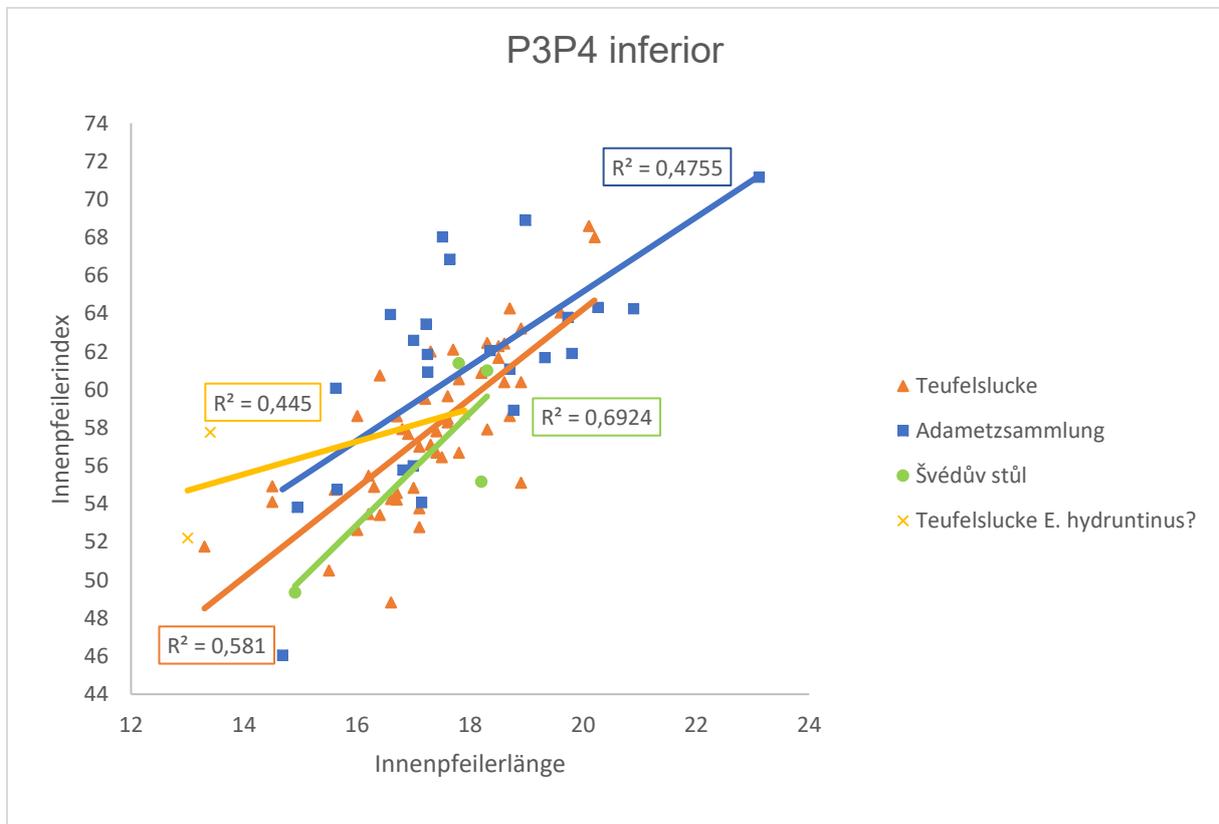


Abbildung 22: Das Verhältnis von Protoconlänge zu Protoconindex (PI) beim dritten und vierten Unterkiefer-Prämolaren.

Von den P3P4 des Unterkiefers finden sich 49 Datenpunkte aus der Teufelslucke (zusätzlich 3 mögliche *E. hydruntinus*-Exemplare), 24 aus der Adametz-Sammlung, sowie 4 aus Švédův stůl. Die Größen der dritten und vierten Unterkiefer-Prämolaren unterscheiden sich recht deutlich. Das Zentrum, mit Abweichungen nach links und rechts und einer Anhäufung in der Mitte, bildet der Datensatz aus der Teufelslucke. Seine Bestimmtheitsmaß-Linie verläuft flach ansteigend. Die der Adametz-Sammlung steigt steiler, sie kreuzen sich im niedrigeren Bereich der Daten. Bei dieser finden sich auch die Größten, von der Masse der Daten abweichenden, Punkte. Die Linie der Švédův stůl-Pferde fällt sogar vom oberen mittleren Diagrammbereich in den rechten mittleren ab und unterscheidet sich dadurch auffallend von den anderen. Zwei der drei vermeintlichen *E. hydruntinus*-Zähne befinden sich, abseits der anderen Daten, links unten. Der dritte liegt inmitten der anderen Teufelslucken-Daten (Abb. 21).

Das insgesamt größte Verhältnis von Innenpfeilerlänge zu Innenpfeilerindex zeigt sich auch wieder bei den Oberkiefer-Prämolaren der Adametz-Sammlung. Hier zeigt sich auch wieder das Größte Maß an Diversität, die Linie ist die mit Abstand längste, gefolgt von der der Teufelslucke. Die von Švédův stůl und dem vermeintlichen *E. hydruntinus* sind ähnlich lang, jedoch ist letztere flacher. Die Datenpunkte von „Teufelslucke *E. hydruntinus?*“ erscheinen im linken Diagrammbereich und grenzen sich dadurch von den anderen ab. Wie beim Längen-/Breitenverhältnis fällt auch hier wieder ein Datenpunkt der Adametz-Sammlung aus der Reihe: er zeichnet sich durch einen großen Innenpfeilerlängen- und Innenpfeilerindexwert aus und findet sich im rechten oberen Bereich. Doch auch ein niedriger Extremwert ist in dieser Sammlung vorhanden: Ein Punkt unter 15 auf der x-Achse und unter 46 auf der y-Achse. Darüber liegt ein „Ausreißer“ aus den Švédův stůl-Daten. Die Punktwolke der Teufelslucken-Prämolaren erstreckt sich beinahe über das gesamte Diagramm, die meisten Daten finden sich jedoch im mittleren Bereich (Abb. 22).

Systematische Bearbeitung

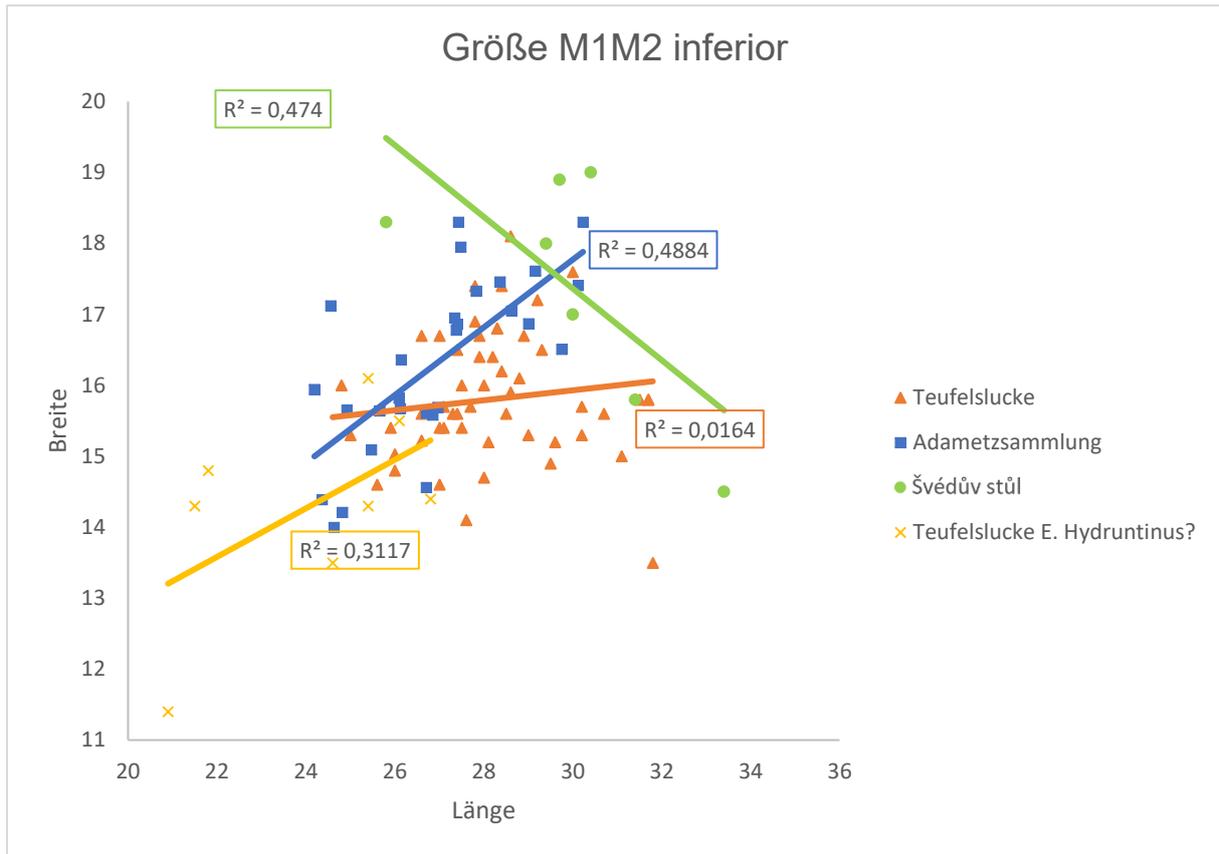


Abbildung 23: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim ersten und zweiten Unterkiefer-Molaren.

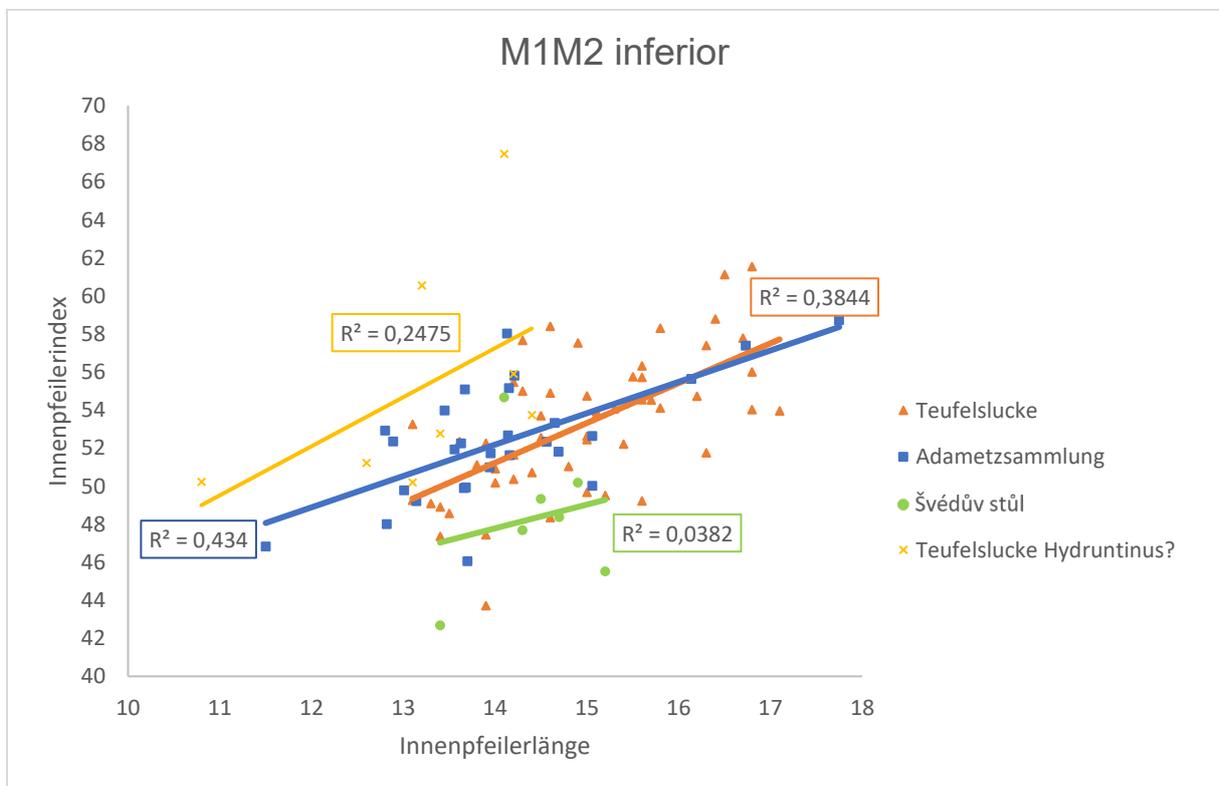


Abbildung 24: Das Verhältnis von Protoconllänge zu Protoconindex (PI) beim ersten und zweiten Unterkiefer-Molaren.

Von den ersten und zweiten Molaren des Unterkiefers liegen aus der Teufelslucke die Daten von 52, für die Adametz-Sammlung von 24 und für Švédův stůl von 7 Zähnen vor. Zudem finden sich noch acht Datenpunkte von möglichen *E. hydruntinus* aus der Teufelslucke. Beim Betrachten des Größenverhältnis-Diagramms der ersten und zweiten Unterkiefer-Molaren fällt die absteigende Trendlinie der Švédův stůl -Daten auf. Diese erstreckt sich vom linken oberen Bereich bis über die fast gesamte Länge und die Halbe Breite des Diagramms bis zum rechten Rand. Sie ist damit die einzige abfallende Linie. Die der Teufelslucke und der Adametz-Sammlung sind annähernd gleich lang und kreuzen sich im linken mittleren Diagrammbereich. Die meisten Daten der Adametz-Sammlung befinden sich jedoch über denen der Teufelslucke. Bei ersteren deutet sich wieder eine leichte Zweiteilung an, wobei die Grenze etwa bei 27 auf der x-Achse liegt. Die Daten, die die vermeintlichen *E. hydruntinus*-Zähne darstellen, finden sich ausschließlich im linken Diagrammbereich, drei davon sehr abseits und isoliert. Zu Švédův stůl lässt sich keine lokale Häufung von Datenpunkten feststellen, sie fallen allerdings durch hohe Werte sowohl auf der x-Achse als auch der y-Achse auf (Abb. 23).

Die als *E. hydruntinus* bezeichneten M1M2 Exemplare aus der Teufelslucke zeichnen sich durch, im Vergleich zu den anderen Datensätzen, große Innenpfeilerindizes aus. Hier findet sich auch der mit Abstand größte Wert von 67,46 auf der y-Achse. Sie befinden sich jedoch nie über einem Wert von 14,4 auf der x-Achse. Die kleinsten Indizes finden sich bei Švédův stůl. Die Datenpunkte sind hier im mittleren, unteren Diagrammbereich konzentriert. Sehr weit verteilt sind hingegen die Werte der Teufelslucke und der Adametz-Sammlung, wobei die Innenpfeilerlängen der Molaren der Teufelslucke die der Adametz-Sammlung zumeist übertreffen. Dementsprechend finden sich diese Werte auch gehäuft im rechten Diagrammbereich. Sämtliche Trendlinien steigen von links nach rechts an, die der vermeintlichen *E. hydruntinus* am stärksten, die von Švédův stůl am schwächsten (Abb. 24).

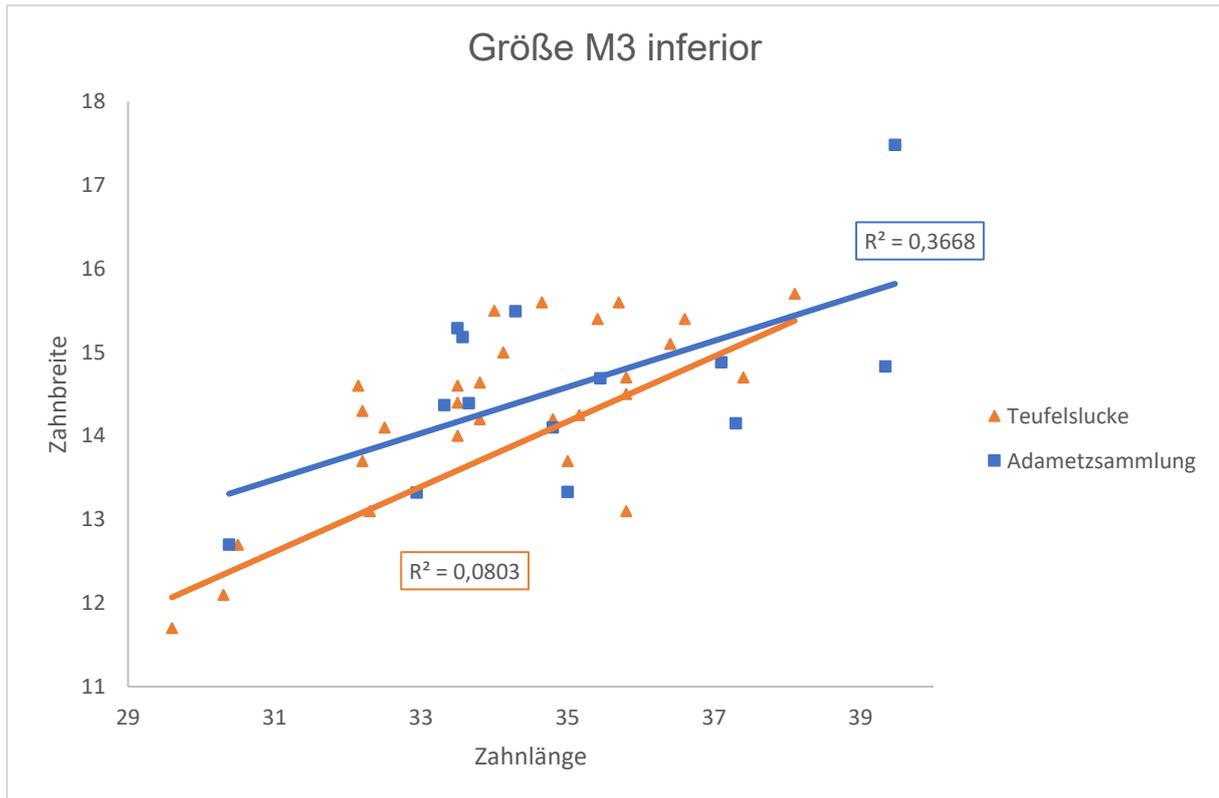


Abbildung 25: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten Unterkiefer-Molaren.

28 Größenwerte vom M3 des Unterkiefers liegen für die Teufelslucke und 12 für die Adametz-Sammlung vor. Die Datensätze der dritten Unterkiefer-Molaren liegen über den gesamten Diagrammbereich verteilt, es lässt sich keine besonders auffällige Häufung feststellen. Im rechten oberen Bereich befindet sich ein sehr auffälliger Datenpunkt aus der Adametz-Sammlung und einige kleinere Teufelslucken-Zähne links unten. Ansonsten finden sich die meisten Werte in größeren Abständen in der Mitte des Diagramms. Die Trendlinie der Adametz-Sammlung-Daten verläuft annähernd linear ansteigend und kreuzt die flacher verlaufende der Teufelslucke nur sehr knapp im höheren Zahnlängen-Bereich (Abb. 25).

3. Diskussion

Bei der Analyse der verschiedenen Zähne ergibt sich ein recht einheitliches Bild: in sämtlichen Fällen, sei es beim Vergleich von Längen-/Breitenwerten der Kauflächen oder dem Verhältnis von Protoconus-Länge zum Protocon-Index, überlappen sich die Daten der verschiedenen untersuchten Sammlungen.

Die rezenten Molaren und Prämolaren der Adametz-Sammlung weisen im Schnitt größere Längen-/Breitenwerte auf als die der Teufelslucke. Speziell bei den P3P4 sowie den M1M2 des Ober- sowie des Unterkiefers ergeben sich klar erkennbare Unterschiede. Die Trendlinie der von MUSIL (1961) angegebenen Werte für Švédův stůl in Mähren liegt beim Größenverhältnis stets über allen anderen. Bei den P3P4 und den M1M2 des Unterkiefers zeigen sie als einzige sogar eine abfallende Linie. Diese doch recht auffällige Unterscheidung ist jedoch mit Vorsicht zu genießen. MUSILs Datensätze setzten bei den Zahnhöhen sehr häufig aus stark abgekauten oder fast unbenutzten Exemplaren zusammen, zudem ist die Menge an Daten gering, weshalb sich kleinere Abweichungen einzelner Exemplare stark auf die Trendlinie auswirken.

So ist einer der Molaren des Unterkiefers unter 20 mm hoch, ein anderer über 80 mm. Aus diesem Grund wage ich an dieser Stelle nicht zu behaupten, dass sich die Zähne deutlich von denen aus der Teufelslucke oder der Adametz-Sammlung unterscheiden. Eine Übereinstimmung mit *Equus ferus* (bzw. *Equus caballus*, das dessen domestizierte Form darstellt) ist daher naheliegend. Auch das nah beieinander liegende geographische sowie zeitliche Auftreten der Funde spricht dafür, dass es sich hierbei maximal um Unterarten gehandelt haben muss. Ein weiteres Indiz dafür wäre die Häufung von Punkten einzelner Sammlungen in der Datenwolke in Abb. 15 und 19. Eine größere Datenmenge rezenter Zähne, sowie derer aus Švédův stůl würde eventuell ein klareres Bild zeichnen. Endgültige Gewissheit können allerdings wohl nur genetische Untersuchungen zeigen.

Die teilweise recht deutlichen Abweichungen einzelner Zähne erklärt sich in den meisten Fällen dadurch, dass die entsprechenden Exemplare entweder zu sehr alten oder sehr jungen Individuen gehörten. Speziell die Pferde aus der Adametz-Sammlung sind oftmals erst im hohen Alter gestorben, weshalb der Abnutzungsgrad der Zähne, recht hoch war, die Zahnhöhe selbst konnte ich nicht messen, mir ist somit nur ein indirekter Vergleich möglich. Speziell bei Molaren ergibt sich so ein verzerrtes Bild, da diese bei hohem Abnutzungsgrad in ihrer Breite zunehmen (EISENMANN 1988). Die

Pinzgauer-Stute (Inv.-Nr. E944), ein 20-jähriges Tier, sorgt in vielen Fällen für Extremwerte, die von anderen Exemplaren meist nicht erreicht werden. Besonders auffällig wird dies bei den Abbildungen 18, 20, 21 und 25. Ähnlich verhält es sich mit E930, einer 15-jährigen Stute.

Die scheinbare Aufspaltung der Datenpunkte in zwei Wolken in Abb. 19 und Abb. 20 ließe auf einen möglichen Geschlechtsdimorphismus schließen. Bei den Zähnen der Teufelslucke ist leider nicht klar, welchem Geschlecht sie angehören, bei denen der Adametz-Sammlung schon. Jedoch fanden sich bei anschließender Analyse keine Hinweise auf einen Dimorphismus. Die Maße männlicher und weiblicher Exemplare durchmischen sich in den gesamten Diagrammbereichen.

Einige Werte, wie beispielsweise von Inv.Nr. 766 der Teufelslucke (Abb. 23), lassen sich durch den Abnutzungsgrad nicht erklären. Der Zahn ist etwa 70 mm hoch, ist also gebraucht, aber noch nicht abgekaut. Allerdings sollte man im Hinterkopf behalten, dass die Individuengröße in der Biologie immer variabel ist. Abweichungen sind also immer möglich. Da diese allerdings nur vereinzelt in der Datenmenge auftreten und bei den Innenpfeiler/Protocon-Indizes keine Auffälligkeiten mehr zeigen spricht nichts für eine Zugehörigkeit zu anderen Arten, da sich laut CRAMER (2002) „*der Phänotyp in allen wesentlichen Merkmalen unterscheiden [müsse], um von einer neuen Art zu sprechen.*“ (CRAMER 2002, 5).

Das Verhältnis von Protocon-Index zu Protocon-Länge zeigt ebenfalls keine besonderen Unterschiede zwischen den drei caballinen Pferdearten. Zwar gibt es oftmals Schwankungen vor allem im Längenbereich des Protoconus, diese sind jedoch wieder auf den Abnutzungsgrad der Zähne und die kleinen Stichproben aus Švédův stůl und der Adametz-Sammlung erklärbar. Insgesamt überschneiden sich die Wertbereiche sämtlicher Sammlungen.

THENIUS (1966) selbst schreibt von einer Vielzahl an systematischen Zuordnungen der Teufelslucken-Equiden durch verschiedene Autoren, die sogar bis hin zu *E. ferus przewalskii* reichen. Aufgrund der stark schwankenden Werte der von mir vermessenen Zähne ist es meiner Meinung nach nicht möglich zu sagen, dass diese als *E. cfr. chosaricus* zu bezeichnen wären, wie THENIUS (1966) und NOBIS (1971) es vorschlagen. Obwohl die Vermessung von insgesamt über 339 Molaren und Prämolaren statistisch von Relevanz ist, würde es wohl dennoch zu Überschneidungen mit den Werten sämtlicher von den Autoren vorgeschlagenen

Arten kommen. Aufgrund der teils enormen Unstimmigkeiten bezüglich der taxonomischen Einordnung der Teufelslucken-Pferde stellt sich die Frage, ob diese durch morphometrische Untersuchungen, sofern es sich tatsächlich um *E. chosaricus handeln* sollte, möglich ist.

Eine ungefähre Abschätzung des Gewichts der Pferde anhand der Länge des M1 wäre laut EISENMANN (2009) möglich. An dieser Stelle wird jedoch bewusst darauf verzichtet, da M1 und M2 zu einer Gruppe zusammengefasst wurden, und die zu verwendende Formel, angewendet auf den zweiten Molaren, zu starken Abweichungen führt (EISENMANN 2009). Zudem ist die Berechnung anhand der Metapodien verlässlicher. Die Arbeit CZETTELS (2020) kommt durch Berechnung und Vergleich des Robustheitsindex zu dem Schluss, dass es sich um äußerst robuste und große Pferde gehandelt haben muss. Die von mir erarbeiteten Größenmaße der Zähne liegen nah an denen der rezenten Pinzgauer-Rasse und stützen damit die Ergebnisse CZETTELS (2020).

Bleibt noch die Frage zu klären, ob sich unter den Teufelslucken-Zähnen auch Exemplare von *E. hydruntinus* finden. Die meisten der gesondert untersuchten Unterkiefer-Molaren und Prämolaren zeigen starke Auffälligkeiten sowohl in Hinsicht auf die Größe der Okklusionsebene, als auch auf die Größe des Innenpfeilers im Verhältnis zur Zahnlänge. Für P3P4 lagen zwar nur drei Stück vor, zwei davon fielen jedoch durch besonders niedrige Zahnängen und -breiten auf. Ein Vergleich mit dem Innenpfeilerindex zeigt, dass sich diese auch hier eindeutig von den anderen Zähnen der Teufelslucke unterscheiden. Ein Stück jedoch (Inv.-Nr. T2896) fällt in keinem der beiden Diagramme besonders auf. Daher bin ich der Meinung, dass dieses fälschlicherweise *E. hydruntinus* zugeordnet wurde.

Mehr Exemplare waren für M1M2inf vorhanden (n=8). Hier siedeln sich die Punkte im Größendiagramm (Abb. 23) zwar in vielen Fällen im Bereich der niedrigen Längen/Breitenwerte an, überschneiden sich jedoch dennoch mit denen der caballinen Pferde. Drei Stück jedoch (Inv.-Nr. TL9W, 77, 280) zeigen Längenwerte unter 22 mm und bilden auch im Indexdiagramm die drei isolierten Werte im links-mittigen bis mittig-oberen Bereich. Ich halte es dafür für angemessen, diese der Art *E. hydruntinus* zuzuweisen. Die restlichen fünf, vermeintlich stenoninen, Stücke unterschieden sich allerdings zu wenig von den caballinen. Ein Vergleich des Schmelzfaltenbildes, in Verbindung mit den von mir durchgeführten Messungen, könnte mehr Klarheit bringen.

3. Diskussion

Das Vorhandensein von *E. hydruntinus* Material aus diesem Zeitraum (¹⁴C-Datierung der Hyänenreste: 38.000 Jahre, NAGEL et al 2018) spricht für ein vergleichsweise warmes Klima, da dieser stenonine Pferdevertreter mit kälteren Bedingungen nur schwer zurechtkam (PUCHER 1990). Auch die Größe der caballinen Equidenreste der Teufelslucke lassen auf deren Entstehung während einer Warmphase schließen, da Herbivoren bei kühlerem, kontinentalem Klima eher zu Niederwuchs neigen. Dies ist vermutlich durch den nicht mehr zu deckenden Futterbedarf zu erklären, der in den kalten Wintermonaten zu einem Bottleneck-Effekt führt (CRAMER 2002). All dies deckt sich mit einem aktuellen Paper von NAGEL et. al (2018), das, durch Analyse der Milanković-Zyklen, sowie Eisbohrkernen und dem Vergleich der klimatischen Bedingungen, unter denen rezente Vertreter der in der Teufelslucke vorkommenden Fauna, leben, zu dem Schluss kommt, dass die Sommer vor 38.000 Jahren wärmer und weniger niederschlagsreich als heute waren. Die Landschaft gestaltete sich als subtropische, savannenähnliche Steppe (NAGEL et al. 2018).

Conclusio

Die Zähne aus Švédův stůl, der Adametz-Sammlung sowie der Teufelslucke unterscheiden sich morphologisch so wenig voneinander, dass die Zuordnung zu verschiedenen Arten nicht möglich ist.

Die gewonnenen Erkenntnisse stützen den aktuellen Forschungskonsens, dass es sich bei den verschiedenen Equus-Vertretern vom Jungpleistozän bis heute um ein Artkontinuum (*Equus ferus*) handelt, da die Messwerte einander zu sehr ähneln, um für eigenständige Arten zu sprechen.

Die Daten der Adametz-Sammlung, aus Švédův stůl sowie die untersuchten *E. hydruntinus*-Zähne sind statistisch wenig relevant, da weniger als 25 Stück vermessen wurden.

Die Zähne der Teufelslucken-Pferde sowie die aus Švédův stůl sind ähnlich groß wie die eines rezenten Pinzgauers. Zusammen mit den Ergebnissen CZETTELS (2020) zeichnet sich so das Bild größer, robuster Pferde aus der Teufelslucke.

Die Zähne zeigen keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Die Zugehörigkeit der fossilen Pferdereste der Teufelslucke zur Unterart *chosaricus* konnte durch diese Arbeit nicht geklärt werden.

Das Alter der Individuen und der damit verbundene Abnutzungsgrad der Zähne führen zu einer Verfälschung der Ergebnisse, wobei sich selbst kleine Abweichungen auswirken. Morphometrische Untersuchungen der Backenzähne von Equus eignen sich daher maximal zur Unterscheidung von Arten, nicht jedoch von Unterarten.

Einige der als *E. hydruntinus* angenommenen Unterkieferzähne aus der Teufelslucke können dieser Art zugeordnet werden. In wenigen Fällen zeigten sie jedoch keine morphologischen Auffälligkeiten im Vergleich zu caballinen Equiden.

Das Auftreten von *E. hydruntinus* spricht für ein trockenes, vergleichsweise warmes Klima vor dem letzten glazialen Maximum, ebenso wie die Größe der caballinen Pferde.

Literatur

- Clauser, C. (2016). *Einführung in die Geophysik. Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Spektrum.
- Cramer, B. (2002). *Morphometrische Untersuchungen an quartären Pferden in Mitteleuropa* (Dissertation, Paläontologie). Eberhard-Karls-Universität, Tübingen.
- Czettel, J. (2020). *Jungpleistozäne Pferde in Österreich am Beispiel der Teufelslucke (NÖ). Postcraniale Elemente* (ungedruckte Diplomarbeit, Paläontologie). Universität Wien, Wien.
- Ehrenberg, K., Sickenberg, O. & Stifft-Gottlieb, A. (1938). Die Fuchs- oder Teufelslucken bei Eggenburg. Niederdonau. *Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 17(1), 1-130.
- Eisenmann, V., Alberdi, M. T., Giugli, C. d. & Staesche, U. (1988). Methodology. In: M. Woodburne, P. Sondaar (Eds.): *Studying Fossil Horses* (S. 1-71) Leiden: E. J. Brill.
- Frank, C. & Rabeder, G. (1997). Klimageschichte des österreichischen Plio-Pleistozäns. In: D. Döppes & G. Rabeder (Hrsg.), *Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs* (S. 375-380). Wien: VÖAW.
- Franzen, J. L. (2007). *Die Urpferde der Morgenröte. Ursprung und Evolution der Pferde*. Heidelberg: Elsevier.
- Froehlich, D. (2002). Quo vadis eohippus? The systematics and taxonomy of the early Eocene equids (Perissodactyla). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 134, 141–256. <https://doi-org.uaccess.univie.ac.at/10.1046/j.1096-3642.2002.00005.x>
- Gaunitz, C., Fages, A., Hanghøj, K., Albrechtsen, A., Khan, N., Schubert, M., ... Orlando, L. (2018). Ancient genomes revisit the ancestry of domestic and Przewalski's horses. *Science*, 360(6384), 111–114. <https://doi.org/10.1126/science.aao3297>
- Gromova, V. (1949/55). Die Geschichte der Pferde (Gattung Equus) in der Alten Welt. Teil I und II. *Arbeiten Paläont. Inst. Akad. Wiss. UdSSR*, 17, 1-374.
- Hillson, S. (1996). *Teeth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kahlke, H. D. (1961). Revision der Säugetierfaunen der klassischen deutschen Pleistozän-Fundstellen von Süßenborn, Mosbach und Taubach. *Geologie*, 10, 493-525.
- MacFadden, B. (1992). *Fossil Horses. Systematics, Paleobiology, and Evolution of the Family Equidae*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Musil, R. (1961). Die Höhle „Švédův stůl“. Ein typischer Höhlenhyänenhorst. *Anthropos*, 13, 97-160.
- Nagel, D., Lindenbauer, J., Kavcik-Graumann, N. & Rabeder, G. (2018). Subtropical steppe inhabitants in the late Pleistocene cave faunas of eastern middle Europe. *Slovenský Kras Acta Carsologica Slovaca*, 56(1), 15-25.

Literatur

- Nigst, P., Haesaerts, P., Damblon, F., Frank-Fellner, C., Mallol, C., Viola, B., Götzing, M., Niven, L., Trnka, G., Hublin, J. (2014). Early human settlement of Europe north of the Alps occurred 43,500 years ago in a cold steppe-type environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(40), 14394–14399. <https://doi-org.uaccess.univie.ac.at/10.1073/pnas.1412201111>
- Nobis, G. (1971). *Vom Wildpferd zum Hauspferd. Studien zur Phylogenie pleistozäner Equiden Eurasiens und das Domestikationsproblem unserer Hauspferde*. Köln: Böhlau.
- Orlando, L., Metcalf, J. L., Alberdi, M. T., Telles-Antunes, M., Bonjean, D., Otte, M., Cooper, A. (2009). Revising the recent evolutionary history of equids using ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(51), 21754–21759. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903672106>
- Pruvost, M., Bellone, R., Benecke, N., Sandoval-Castellanos, E., Cieslak, M., Kuznetsova, T., ... Ludwig, A. (2011). Genotypes of predomestic horses match phenotypes painted in Paleolithic works of cave art. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(46), 18626–18630. <https://doi.org/10.1073/pnas.1108982108>
- Pucher, E. (1991). Erstnachweis des Europäischen Wildesels (*Equus hydruntinus* REGALIA, 1907) im Holozän Österreichs. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 92(B), 31-48.
- Rabeder, G., (1997). *Marchegg*. In: D. Döppes & G. Rabeder (Hrsg.), *Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs* (S. 105-106). Wien: VÖAW.
- Rabeder, G. (1997). Mehlwurmhöhle In: D. Döppes & G. Rabeder (Hrsg.), *Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs* (S. 277-278). Wien: VÖAW.
- Rabeder, G. (1997). Klein St. Paul. In: D. Döppes & G. Rabeder (Hrsg.), *Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs* (S. 358-359). Wien: VÖAW.
- Rabeder, G. (1997). Teufelslucke bei Eggenburg. In: D. Döppes & G. Rabeder (Hrsg.), *Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs* (S. 61-65). Wien: VÖAW.
- Schuster, R., Daurer, A., Krenmayr, H. R., Linner, M., Mandl, G. W., Pestal, G., Reitner, J. M. (2015). *Rocky Austria: Geologie von Österreich - kurz und bunt* (4. Aufl.). Wien: Geolog. Bundesanst.
- Thenius, E. (1966). Die Teufels- oder Fuchsenlucke bei Eggenburg (N.Ö.). Die Cervidae und Perissodactyla (Equidae, Rhinocerotidae). *Denkschriften - Österr. Akad. Wiss. Math,-naturw. Klasse*, 112, 61-82.
- Uerpmann, H.-P. (2005). Betrachtungen zum Verhältnis zwischen Wildpferd (*Equus ferus*) und *Hydruntinus* (*Equus hydruntinus*) im Jungpleistozän und Holozän auf der Iberischen Halbinsel. *Munibe*, 57, 351-358.
- Van Husen, D. (1987). *Die Ostalpen in den Eiszeiten*. Wien: Geologische Bundesanstalt.
- Von den Driesch, A. (1976). A Guide To The Measurement Of Animal Bones From Archaeological Sites. *Peabody Museum Bulletin*, 1, 1-136.
- Von Königswald, W. (2002). *Lebendige Eiszeit. Klima und Tierwelt im Wandel*. Stuttgart: Theiss.

Literatur

- Von Königswald, W. (2014). Klima und Tierwelt im Eiszeitalter Mitteleuropas. In P. Rothe, V. Storch & C. von See (Hrsg.), *Lebensspuren im Stein. Ausflüge in die Erdgeschichte Mitteleuropas* (S. 238-247). Weinheim: Wiley-Blackwell.
- Von Reichenau, W. (1915). Beiträge zur näheren Kenntnis fossiler Pferde aus dem deutschen Pleistozän insbesondere über die Entwicklung und Abkaustadien des Gebisses vom Hochterrassenpferd (*Equus mosbachensis* v. R.). *Abhandlung der hessischen geologischen Landesanstalt*, 7, 1 – 155.

Onlinequellen

- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. (2015). *Radiokarbonmethode*. Abgerufen 17. Dezember 2019, von <https://www.leibniz.uni-kiel.de/de/ams-14c-labor/radiokarbonmethode>
- Foidl, D. (2013). *Reconstruction of the 5 possible phenotypes of European wild horses. The coat colors are based on genetic and historic evidence. The head shape, body shape and proportions are based on those of living wild horses and on historic descriptions*. Abgerufen 17. 01. 2020, von https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Wild_horse_reconstruction.jpg
- Eisenmann, V. (2009). *Weight Estimations*. Abgerufen 17. Dezember 2019, von <https://vera-eisenmann.com/weight-estimations>
- Goldby, J. (2010). *Spotted hyena in Kenya*. Abgerufen 11. Dezember 2019, von https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Spotted_hyena_in_Kenya.jpg
- Kusma, M., (2015). Jahrmillionen mit der DNA zurückgeblickt. Abgerufen am 17. 01. 2020, von <https://www.nzz.ch/wissenschaft/biologie/jahrmillionen-mit-der-dna-zurueckgeblickt-1.18660890>

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Österreich zum Zeitpunkt des letzten glazialen Maximums (Verändert nach SCHUSTER 2015)..... 4
- Abbildung 2: Das Klima im Jung- und Mittelpleistozän. Die gestreifte Fläche beschreibt den Vereisungsgrad der Gletscher. Die Funde der Teufelslucke stammen aus der Mittelwürm-Warmzeit, noch bevor es zu einem Sinken der Temperaturen kam. Die rote Linie markiert das Vorkommen von *Crocota crocuta spelaea*, die *Equus*-Funde der Teufelslucke stammen aus der Zeit vor etwa 38.000 Jahren (Verändert nach RABEDER 1997)..... 6
- Abbildung 3: Grundriss der Teufelslucke bei Eggenburg. Gut erkennbar sind die begehbaren Hauptgänge, sowie die nicht begehbaren Verzweigungen (nach EHRENBERG, SICKENBERG & GOTTLIEB 1938). 7
- Abbildung 4: Eine rezente Tüpfelhyäne (*Crocota crocuta*). Ihre pleistozänen Verwandten dürften sich äußerlich wohl kaum von ihr unterschieden haben (GOLDBY 2010). 9
- Abbildung 5: Bei der Zerfallszählung werden die ¹⁴C-Atome gezählt, die während einer festgelegten Zeitspanne zerfallen. Die Beschleuniger-Massenspektrometrie zeigt das Verhältnis der in der Probe vorhandenen ¹²C und ¹⁴C Isotope. Der Wert wird anschließend mit Standards verglichen (nach Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 2015).).....13
- Abbildung 6: Die verschiedenen Farbmorphen des Tarpans (*Equus ferus ferus*). Die pleistozänen Equiden dürften wohl ähnlich ausgesehen haben (FOIDL, 2013).23
- Abbildung 7: Ein rezenter Oberkiefermolar aus der Adametz-Sammlung des NHM Wien. Gut erkennbar ist das caballine Protoconid, die rechteckige Form, sowie die Schmelzfalten in der Mitte © Kevin Planker24
- Abbildung 8: Links - Die Incisivi eines etwa 9-jährigen Hengstes. Rechts - Die Incisivi einer etwa 16-jährigen Stute. Auffällig sind die Kunden des männlichen Exemplars links. Die

dunklen Kreise auf den Incisivi der Stute sind keine Kunden, sondern Kernspuren, die ab dem sechsten Lebensjahr auftreten © Kevin Planker25

Abbildung 9: Messwerte für Oberkieferzähne. Links: Vestibuläre Ansicht eines Oberkiefer-Backenzahns. Rechts: Draufsicht der Okklusionsebene eines Oberkiefer-Backenzahns 1 - Ermittlung der Zahnhöhe 2 - Zahnlänge 3 - Länge des Protoconus - 4 - Zahnbreite (nach EISENMANN 1988).32

Abbildung 10: A - Draufsicht der Okklusionsebene einer Zahnreihe des Oberkiefers von Hipparion. Die beschrifteten Elemente finden sich auch bei Equus, allerdings in anderer Ausprägung. B - Okklusionsebene eines Oberkiefer-Backenzahns mit Hervorhebung der Schmelzfalten (nach EISENMANN 1988).33

Abbildung 11: Protoconus-Formen (nach EISENMANN 1988).33

Abbildung 12: Struktur der Unterkiefer-Backenzähne von Equus (nach EISENMANN 1988).34

Abbildung 13: (1) - Ermittlung der Zahnhöhe, (2) - Zahnlänge, (3) - Präflexid, (4) - Innenpfeiler, (5) - Postflexid, (6) – Zahnbreite (nach EISENMANN 1988).35

Abbildung 14: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim zweiten Oberkiefer-Prämolaren.36

Abbildung 15: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite bei den dritten und vierten Oberkiefer-Prämolaren.37

Abbildung 16: Das Verhältnis von Protoconlänge zu Protoconindex (PI) bei den dritten und vierten Prämolaren des Oberkiefers.37

Abbildung 17: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten und vierten Oberkiefer-Molaren.38

Abbildung 18: Das Verhältnis von Protoconlänge zu Protoconindex (PI) bei den ersten und zweiten Molaren des Oberkiefers.39

Abbildung 19: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten Oberkiefer-Molaren.40

Abbildung 20: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim zweiten Unterkiefer-Prämolaren.41

Abbildung 21: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten und vierten Unterkiefer-Prämolaren.42

Abbildung 22: Das Verhältnis von Protoconlänge zu Protoconindex (PI) beim dritten und vierten Unterkiefer-Prämolaren.42

Abbildung 23: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim ersten und zweiten Unterkiefer-Molaren.44

Abbildung 24: Das Verhältnis von Protoconlänge zu Protoconindex (PI) beim ersten und zweiten Unterkiefer-Molaren.44

Abbildung 25: Das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite beim dritten Unterkiefer-Molaren.46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen Pferderassen des Pleistozäns bis heute, wie NOBIS (1971) sie in seinem Werk „Vom Wildpferd zum Hauspferd“ darstellte. Heute würden die Arten des Jungpleistozän meist unter *E. ferus* zusammengefasst. Auch die *E. caballus* Bezeichnungen sind irreführend und werden heute nichtmehr gebraucht (Verändert nach NOBIS 1971). 17

Tabelle 2: Die evolutionäre Entwicklung der Pferde nach FRANZEN (2007). Auffällig ist hier, im Gegensatz zu NOBIS (1971), dass auf *E. mosbachensis* in Eurasien lediglich *E. gallicus* und *E. caballus* folgen (Zum Vergleich siehe Tabelle 1). 19

Abbildungsverzeichnis

Tabelle 3: Übersicht über die Anzahl und Eigenschaften der Pinzgauer-Exemplare aus der Adametz Sammlung des NHM in Wien	28
Tabelle 4: Übersicht über die Anzahl und Art der vermessenen Zähne aus dem Krahuletzmuseum in Eggenburg	28
Tabelle 5: Übersicht über die Anzahl und Art der vermessenen Zähne aus der Adametz-Sammlung des NHM in Wien	29
Tabelle 6: Optische Unterscheidungskriterien von Molaren und Prämolaren des Oberkiefers (nach EISENMANN 1988)	31
Tabelle 7: Optische Unterscheidungskriterien der Molaren und Prämolaren des Unterkiefers (nach EISENMANN 1988)	35

Appendix

Teufelslucke

Oberkieferzähne

1 = Zahnhöhe in mm

2 = Zahnlänge in mm

3 = Länge des Protoconus in mm

4 = Zahnbreite in mm

M3 superior				
Inventarnummer	1	2	3	4
TL 49	45,8	31,3	/	24,3
TL 32	70,1	27,5	14	22,5
B	72,3	26,1	14,6	22,3
3	68,6	29,5	16,5	23,7
64	58,9	32,2	17,2	26,2
483	70,1	26,3	13,2	22,3
484	66	26,2	14,5	23,3
529	74,7	26,9	14,1	22,7
534	53,4	29	17,3	25,9
578	36,8	29,5	15,8	22,8
621	74,4	28,2	14,6	22,6
645	66	28,1	12,4	20,7
648	45,9	28,2	14,8	23,6
654	67	28,3	15,3	23,2
673	63,2	28,2	15,1	23,2
679	63	26,2	15,6	23,5
682	61,4	27,3	13,1	22,1
695	43	33,5	16,9	27
700	37,3	27	16	23,1
743	75,6	27,3	14,4	21
772	60	28,4	15,5	24,2
804	65,9	28,7	15,2	22,5
856	47	28,4	15,4	23,8
1118	57,7	28,3	14,5	21,7
1181	72,1	29,2	15,5	25
2329	50,5	27,7	14	22,5
2482	67,3	28,4	15,9	25,3
2483	55,4	31,1	14,3	25
2488	43,6	29,3	15,2	23,3
2564	75,1	29,1	16	24,7
2569	44,5	33,3	16,4	25,1

Appendix

M1M2 superior				
Inventarnummer	1	2	3	4
294	48	26	16	26,4
476	52,4	27,3	14,4	28,1
482	65,8	27,4	17,2	27,4
521	57,3	27,2	13,7	28,3
524	68,7	28,6	15	27,4
530	71,5	26,3	13,8	25,4
545	79,2	28,6	13,9	26
546	87,2	28	14	22
573	88,6	28,5	14,8	24,8
617	44,4	26,3	13,9	27,2
622	33,7	27,9	13,7	28,2
625	29,7	27,5	16,6	29,5
647	44,8	29,4	12,5	27,9
694	41,9	24,1	14,8	25,6
725	36,9	26,5	14,4	26,1
777	67,3	26,8	12,5	26,3
792	86,7	28,9	14,9	26,12
793	67,5	26,8	14	26,7
807	66,6	28,7	15	28,4
810	52,3	27,1	15,1	28,2
845	64,5	27,1	14,1	27,4
961	38,8	26,2	15,8	26,6
979	78,5	28,7	13	27,2
980	68,4	28,2	13,8	28
1119	40,8	27,7	12,4	27,8
1180	68	27,3	13,8	26,8
1842	82,4	28	14,6	26
2433	60	27,6	15,7	27,7
M1M2sup1	36,7	25,2	15	26,2
M1M2sup2	63,6	27,6	13,3	27,6
M1M2sup3	82,8	30	14,7	28
M1M2sup4	66,2	27	14,5	27,9
M1M2sup5	39,8	25,4	13,8	27,2
M1M2sup6	57,7	30,4	14,1	28,7
M1M2sup7	41	26,5	14,1	26,1
M1M2sup8	43,4	26,1	16	25,7
M1M2sup9	40	27	15,5	27,2
M1M2sup10	29,1	29	15,5	30,2
M1M2sup11	40,1	25,1	14	26,3
M1M2sup12	47,7	26,2	14,5	28,3
M1M2sup13	43,7	27,2	15,1	29,9
M1M2sup14	71,1	27,4	15,5	26,3
M1M2sup15	38,2	26,4	13,7	29,5
M1M2sup16	25,3	25,7	15,3	28,6
M1M2sup17	42,6	25,5	13,9	26
M1M2sup18	35,1	26,7	13,7	25,8
M1M2sup19	47	24,9	16,5	25,6
M1M2sup20	44,2	25,2	15	26,3
M1M2sup21	48	25,5	14,5	26,4
M1M2sup22	69,6	27,3	15,3	25,9
M1M2sup23	75,2	27,6	16,7	27,4
M1M2sup24	61,4	28	17,5	28,4

Appendix

P3P4 superior				
Inventarnummer	1	2	3	4
TL560	79,9	32,2	17,8	30,8
145	56,8	29,9	13,1	29,8
298	32,8	35,6	13,7	25,1
554	61	31,2	14,9	28,5
561	68,2	33,2	15,2	28,9
584	74	32	14,6	27,1
609	68,9	31,3	15,5	30,8
632	21,3	31,6	10,2	24,4
671	70,4	32,7	13,4	28,4
674	67,2	28,9	13,5	29,3
677	73,3	32,4	14,6	25,8
678	82,4	30,6	15	26
693	81,3	32,1	15,7	27,4
693	57,6	31,2	20,2	31,2
800	73,3	32,4	15,3	27,2
816	48,2	30,6	14,9	28,6
870	43,5	30,8	13	28,5
1840	80,2	33	16,4	31,3
1841	77,7	33,4	16	31,4
1842	82,4	28	14,6	26
2043	85	32,9	17,7	30,8
2330	63,7	30,3	14,3	27,8
2331	42	29,7	11,8	28,2
2565	68,1	33,1	15	27,5
2753	37,9	28,2	12,8	28,4
P3P4sup1	36,5	27,8	12,2	26,6
P3P4sup2	47,9	29,2	11,6	27,5
P3P4sup3	56,2	31,6	13,6	29,6
P3P4sup4	74	33,2	13	23,6
P3P4sup5	49,3	32,1	12,2	28,1
P3P4sup6	54	28,7	13,1	20,1
P3P4sup7	91,7	31,9	16,8	27,1
P3P4sup8	70,2	30,7	15,3	26,8
P3P4sup9	75,8	34,5	17,2	26,1
P3P4sup10	68,1	33,7	14,4	28,3
P3P4sup11	52,2	32	14,7	30,4
P3P4sup12	71,4	30,5	14,4	27,6
P3P4sup13	27,8	27,6	16,6	27,5
P3P4sup14	70,1	28,9	15	28,8
P3P4sup15	40,4	29,5	13,7	27,4
P3P4sup16	45,4	31,4	13,3	30,4
P3P4sup17	72,4	29	15,9	28,4
P3P4sup18	74	31,1	16,1	27
P3P4sup19	41,4	28,6	15,7	29,5
P3P4sup20	62,6	32,1	15,4	26,4
P3P4sup21	74,7	33,2	15,8	31,5
P3P4sup22	73,8	33,5	14,2	29,4
P3P4sup23	78,6	31,6	15,1	29,1
P3P4sup24	60,1	32,1	13	30,8
2043	82,41	32,02	17,75	30,69
560	79,22	31,5	17,22	30,24

Appendix

P2 superior				
Inventarnummer	1	2	3	4
TL 19	54,3	43,6	10,1	27,4
TL 29	62,4	41,7	10,9	27,7
TL 36	64	42,5	11,2	28,4
TL 51	60,9	36,9	8,5	23,6
TL 44	49,5	(35,6	9,9	24,7
TL 42	61,6	38,6	10	27,8
TL 34	54,7	37,4	8,3	24,6
TL 18	57,8	41,9	10,5	26,3
136	36	38,2	10,5	27,8
265	40,6	41	9,2	26,3
556	31,1	42,9	8,5	21,2
572	55,1	37,7	9,2	26,3
578	38,5	38,2	10,7	25,7
595	57,4	39,7	10	29
627	45,5	/	9,5	25,6
675	58,3	37	9,7	25
676	35	38,8	10,3	27,6
713	24,3	38,6	10,7	24,4
719	56,5	38,5	9,5	26,2
799	45,6	40,2	9,2	27,6
804	57,6	38,4	8,7	24,3
828	62,5	40,6	11,9	28
871	35	37,3	9,1	26,7
1430	17,5	42	9,5	22,8
2485	40,1	39,7	10,6	26,5
2487	38	40	10,1	26,7
2489	44,2	39	9	28,7
2745	40	37,6	11	24,6
P2sup1	60,3	38,3	10,4	25
P2sup2	62	39,4	11,3	27,4
P2sup3	57,3	40,3	10,9	28
P2sup4	63,3	41	12,8	29,6
P2sup5	45	40	10,3	26
P2sup6	54	40	10,2	28,1
1764*	17,55	31,7	8,14	19,88

*E. hydruntinus?

Appendix

Unterkieferzähne

1 = Zahnhöhe in mm

2 = Zahnlänge in mm

3 = Länge des Preflexids in mm

4 = Länge der Doppelschlinge in mm

5 = Länge des Postflexids in mm

6 = Zahnbreite in mm

M3 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
M3inf1	M3inf 1	60,5	36,4	16,57	14,27	8,35	15,1
M3inf2	M3inf 2	48,3	34,65	16	16,6	9,9	15,6
332	M3inf 22	66,8	35,7	10,3	15,2	11,7	15,6
513	M3inf 27	46,5	32,2	9,5	13,9	11,7	13,7
526	M3inf 30	76,8	30,3	9,3	12	10,9	12,1
528	M3inf 3	56,9	35,16	9,5	13,2	11,6	14,25
531	M3inf 9	49,1	35,8	9,7	13	11,7	13,1
576	M3inf 14	50,2	33,5	9,3	13,9	11,8	14,6
671	M3inf 20	42,3	38,1	9,5	14	13,4	15,7
715	M3inf 18	35,4	32,2	7,7	13,4	9,8	14,3
747	M3inf 16	41,23	35	10	13,4	12,4	13,7
780	M3inf 13	(72	35,41	8,46	15,14	11	15,4
791	M3inf 19	47,2	33,8	8,5	13,3	9,7	/
830	M3inf 29	68,4	30,5	10,7	12,7	11,9	12,7
839	M3inf 10	58,1	35,8	8,6	14,5	10,8	14,7
1049	M3inf 21	36,05	33,5	7,4	14,3	8	14,4
1380	M3inf 11	62,7	32,14	8,75	13,1	12,4	14,6
2081	M3inf 17	66,5	32,3	9,5	13,7	12,1	13,1
2570	M3inf 25	51,4	35,8	10,1	14,4	11,2	14,5
3144	M3inf 12	63,1	33,5	8,8	13,1	11,8	14
M3inf3	M3inf 4	49,4	33,8	8,8	13,5	9,2	14,2
M3inf4	M3inf 5	70,7	29,6	8,5	12,5	10,8	11,7
M3inf5	M3inf 6	48	34	7,9	14,7	9	15,5
M3inf6	M3inf 7	57,4	33,8	9,2	13	12,9	14,64
M3inf7	M3inf 8	49,3	32,5	4,4	12,4	6,7	14,1
M3inf8	M3inf 23	49,6	36,6	8,8	14,2	11,4	15,4
M3inf9	M3inf 24	44,8	34,8	9,5	14,2	10,9	14,2
M3inf10	M3inf 26	54,3	34,12	10,5	14	11,13	15
M3inf11	M3inf 28	52,2	37,4	9,9	15,3	12,7	14,7

Appendix

M1M2 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
49	44	45,2	27,1	7,9	13,3	9,3	15,4
151	12	74	28,1	9	15,1	12	15,2
493	41	47	28,6	7,8	15,6	10,5	18,1
504	40	48,6	27,4	8,9	13,4	10,2	16,5
535	19	77,8	28,4	9	14,4	11,5	16,2
579	45	35,5	25	5,8	14,6	7,8	15,3
606	4	82,44	31,1	9,9	16,8	14	15
635	46	46,3	26,6	8,3	13,1	9	15,6
639	17	55,2	27,7	9	15,6	9,4	15,7
642	18	44	25,9	7,5	14,9	7,3	15,4
643	10	52	25,6	7,7	14,2	8,8	14,6
651	23	53,3	28,4	8,6	16,3	11	17,4
687	5	78,8	30,2	10,2	14,6	11,7	15,3
688	2	63,8	29,2	9,7	15,8	14,8	17,2
689	13	73,2	29,5	9,5	15,4	13,2	14,9
690	32	68,9	27,8	9,9	15,5	10,3	16,9
691	38	65,7	30	9,6	16,8	11,8	17,6
710	28	37,8	24,8	7,3	14,3	6,8	16
714	14	76,2	28,6	10,1	15	12,7	15,9
766	9	71,2	31,8	10	13,9	12,5	13,5
788	34	55,6	27	8,5	13,8	9,8	15,4
790	3	61,9	27,8	9,5	13,5	12	17,4
821	35	58,9	27,5	9,8	14	11,3	15,4
830	11	54,3	27,3	10,1	16,8	10,9	15,6
831	1	79,9	31,7	9,4	15,6	15,2	15,8
835	21	40,2	24,6	6,3	13,1	7,5	13,5
859	43	39,5	26	8,3	14,3	7,8	14,8
984	25	82,6	29	9,8	14,8	41,4	15,3
985	20	70,5	28,8	9,2	15,7	10	16,1
1029	39	45	27	7,8	16,5	9,3	16,7
1051	47	42,3	27	6,7	14,5	8,7	14,6
1080	15	77,7	30,7	9,3	15,2	12	15,6
2005	29	40,4	28,3	9	13,4	10,2	16,8
2332	22	77,2	31,5	9,9	16,3	11,7	15,8
2486	8	47,6	27,9	7,2	14	8,2	16,7
2891	6	70,3	28,9	9,9	16,7	15,1	16,7
2904	37	49,1	28	8,8	15,1	9,9	16
2907	42	50,7	27,4	8,7	15	9,9	15,6
2998	16	58,1	27,1	10	15,8	9,9	15,7
3143	31	76	27,6	9	14,5	12,2	14,1
TL54	33	83	28,2	8,2	14,2	11	16,4
TL56	30	73,9	26,6	8,1	14,6	10,9	15,22
TL58	26	76,7	28,5	8,6	15	10,4	15,6
TL59	24	60,5	26,6	9,3	13,9	9,9	16,7
TL60	27	54,6	28	9,3	15,6	10,5	14,7
TL62/760	36	51,5	28,3	9,1	15,3	8,8	16,8
M1M2inf1	7	79,9	31,7	10,3	17,1	11,6	15,8
M1M2inf2	48	63,2	29,3	8,5	13,9	12,2	16,5
M1M2inf3	49	63,9	27,5	7,8	14,2	10,7	16
M1M2inf4	50	76,3	30,2	10,2	15	10,8	15,7
M1M2inf5	51	82,3	29,6	9	16,2	12,5	15,2
M1M2inf6	52	62,5	27,9	8,9	16,4	11,5	16,4
TL49*		39,97	26	9,16	13,61	7,54	15,03

*Hydruntinus

Appendix

P3P4 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
486	26	38,6	27,3	7,2	16	10,8	16,4
488	10	49,7	27,9	8,9	17,3	11,4	17,5
489	19	46,3	25,7	7,8	13,3	7,6	16,5
494	16	46	29,1	9,4	18,7	13,5	18,7
536	12	70,4	30,7	10	16,4	13,9	16,7
563	17	62,6	31,4	10,4	17,8	15,2	17,4
577	31	52,1	28,5	8,3	16,7	10,7	15,7
594	6	63	31,6	10	18,3	14	17,5
660	2	54,1	30,3	10	16,2	13,1	18,8
676	28	53,6	29,8	8,5	18,6	14,3	17,6
698	18	43	27	9,4	16,4	12	17,5
699	34	36,1	29,3	9,4	18,3	12,3	16,5
786	33	41,8	28,9	6,4	17,2	6,8	15,8
791	24	45,2	28,5	8,7	17,7	12,3	18,2
797	25	59	29,5	9,8	17,6	14,3	18,6
809	21	78	30,8	10,2	18,6	13,8	17,6
819	4	61,4	61,8	8,1	17,1	14,5	18,4
820	1	75,6	30,7	10,1	15,5	14,7	16,1
823	22	35	29,4	8,1	17,8	10,1	17,1
824	3	69,1	30,1	10,3	17,4	16,1	18
827	27	55,4	29,7	10,3	20,2	14	18,5
978	8	75,7	34,3	11,3	18,9	15,9	18,4
981	23	53,7	31	11,1	17,5	16	17,8
988	11	42	26,8	8	14,5	9,8	17,3
1077	14	56,2	29,2	9,6	16,2	14	18,6
1120	9	47	30,6	9,6	19,6	15,3	18,5
2190	32	40,7	29,3	8,5	16,9	11,9	17
2434	29	56,7	29,7	7,2	16,3	10,8	17,3
2444	5	64,9	31	10,4	17	15,9	17,2
2493	7	35,7	26,4	6,6	14,5	9,1	15,8
2567	13	65,4	29	10,8	16,8	16,2	16,4
138x	15	48,5	30,1	9,2	17,6	14	19,6
1640	30	40,1	29,3	10	20,1	14,3	18,4
TL55	20	74,2	32,4	9	17,1	16,2	17,1
P3P4inf1	35	78,5	28,5	9,5	15,6	9,3	15,6
P3P4inf2	36	72,8	30,4	10,7	16	14,8	18,5
P3P4inf3	37	72,5	34	10,5	16,6	15,7	17,2
P3P4inf4	38	56,4	29,9	9,5	18,9	14,2	17,1
P3P4inf5	39	64,8	30	9,7	17,1	13,7	17,8
P3P4inf6	40	65,6	31,9	10,2	18,7	15,7	17,6
P3P4inf7	41	66	30,2	9,1	17,6	14	17,1
P3P4inf8	42	80,12	30,6	9,9	16,6	15,9	17,9
P3P4inf9	43	72,7	30,8	11,3	16,7	12,3	16,8
P3P4inf10	44	73,4	31,3	10,6	18,9	16,9	17,1
P3P4inf11	45	66,7	30,3	9,4	17,3	14,8	17,3
P3P4inf12	46	71,3	30	9,9	18,5	13,3	18,1
P3P4inf13	47	59,4	30,6	9,8	16,7	14,5	17
P3P4inf14	48	72,6	30,7	9,8	17,4	14,2	18,3
P3P4inf15	49	55,1	29,7	9,8	18,5	14	17,5
P3P4inf16	50	54,2	29,9	9,5	18,2	15,1	16,8

Appendix

P2 inferior						
Inventarnummer	Zahnhöhe	Zahnlänge	Länge des Prefixids	Größe der Doppelschlinge	Länge des Postfixids	Zahnbreite
TLP2inf1	36,4	32,5	7,3	13,1	15,1	15,5
TLP2inf2	52,3	30,3	10,6	15,1	17,1	14,5
TLP2inf3	31,5	33,4	7,1	15,3	15,7	14,6
TLP2inf4	58,1	33,2	9,8	-	15,8	16,8
TLP2inf5	48,8	32,2	9,2	14,9	16,4	15,2
TLP2inf6	42,5	36	9,3	16,7	17,5	14,8
TLP2inf7	32,6	32,9	8,2	15,6	16,6	15
TLP2inf8	53,3	35,7	9,8	16,6	17,3	14,5
TLP2inf9	34,7	34,7	9,2	16,2	16,1	15,7
TLP2inf10	45	35,2	6,6	19,4	17,9	15,5
TLP2inf11	41,2	34	7	14,1	15,6	14,7
TLP2inf12	47,3	33,9	10,8	16,1	16,7	15,4
53	54,3	37	17,2	17,2	11,4	14,2
57	44,1	36,6	10,1	17,3	16,1	14,8
138	42,3	33,3	7,2	16	16,9	15,3
648	42,7	33,8	9,1	16,4	15,7	15,6
651	49,6	37,5	10,2	15,4	17,4	15,7
677	41	33,1	9,4	15	15	15,5
714	52,6	35,5	10,6	16,7	17,3	15,8
832	44,8	35,4	9,1	16,8	16,5	15,1
1025	31,8	30,2	5	14,2	13,1	14,3
1048	33,4	32	7,4	15,8	15,8	15,5
1644	47	35	11	15,6	17,5	15,4
1854	35,8	31,8	6,7	16,5	13,4	15,6
2568	39	34	10,6	15,9	15,9	14,2
829	42,95	34,85	6,61	15,3	17,63	16,4

Hydruntinus Zähne

Inventarnummer	1	2	3	4	5	6	Identität
TL2334	43,8	26,8	7,9	14,4	10,1	14,4	M1M2
TLW8	41,8	26,1	7,6	13,1	9,1	15,5	M1M2
TLW	43,4	25,4	6,6	14,2	7,5	16,1	M1M2
TL1381	34	25,4	6,6	13,4	7,3	14,3	M1M2
TL2896	32,5	30,5	7,4	17,9	9,4	16,5	P3P4
TLW10	32,3	24,9	2,8	13	5,6	15,2	P3P4
TLW9	32,5	21,5	2,9	10,8	5,6	14,3	M2
703	22,3	24,6	5,1	12,6	8	13,5	M1M2
280	19,6	20,9	7	14,1	8,4	11,4	M1M2
TL945	30,6	23,2	9,9	13,4	12,5	13,8	P3P4
77	19,3	21,8	-	13,2	-	14,8	M1M2

Appendix

Pinzgauer (rezent)

Oberkieferzähne

P2 superior					
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4
E68	P2sup sin	-	43,22	10,11	27,38
E71	P2sup sin	-	38,77	8,53	26,26
E364	P2sup sin	-	-	-	-
E367	P2sup sin	-	39,52 ()	8,26 ()	22,16 ()
E930	M2inf dex	-	28,62	9,23	15,06
E931	P2sup dex	-	41,7	9,39	28,15
E944	P2sup dex	-	40,67	9,6	26,95
E950	P2sup sin	-	31,14	10,2	22,81
E946	P2sup dex	-	38,42	10,19	25,69
E948	P2sup sin	-	35,30 ()	-	-
E1297	P2sup sin	-	43,55	9,98	27,34
E1298	P2sup dex	-	36,85	7,06	24,56

P3 superior					
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4
E68	P3sup sin	-	32,41	13,88	30,62
E71	P3sup sin	-	30,74	10,8	29,04
E364	P3sup sin	-	30,69	10,93	28,78
E367	P3sup sin	-	29,49	11,04	28,58
E930	P3sup dex	-	31,36	13,56	30
E931	P3sup dex	-	31,25	11,23	29,51
E944	P3sup dex	-	31,02	16,15	31,79
E950	P3sup sin	-	28,33	14,29	28,29
E946	P3sup sin	-	31,29	13,64	29,69
E948	P3sup sin	-	29,52	13,96	28,01
E1297	P3sup sin	-	32,48	13,08	29,94
E1298	P3sup dex	-	27,69	8,87	27,07

P4 superior					
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4
E68	P4sup sin	-	30,52	15,05	30,26
E71	P4sup sin	-	28,6	11,99	28,85
E364	P4sup sin	-	28,18	11	29,59
E367	P4sup sin	-	28,08	11,18	28,48
E930	P4sup dex	-	31,61	12,66 ()	28,88
E931	P4sup dex	-	32,06	12,23	29,65
E944	P4sup dex	-	30,6	16,46	31,23
E950	P4sup sin	-	27,04	14,39	29,31
E946	P4sup sin	-	28,57	14,97	29,64
E948	P4sup sin	-	27,39	12,37	29,59
E1297	P4sup sin	-	32,17	14,12	28,65
E1298	P4sup dex	-	26,4	9,96	26,12

Appendix

M1 superior					
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4
E68	M1sup sin	-	27,72	14,22	29,05
E71	M1sup sin	-	26,1	12,3	27,44
E364	M1sup sin	-	25,59	11,83	28,3
E367	M1sup sin	-	26,33	10,74	28,36
E930	M1sup dex	-	28,68	14,65	28,87
E931	M1sup dex	-	27,91	14,05	28,78
E944	M1sup dex	-	28,65	16,14	30,53
E950	M1sup sin	-	25,53	15,05	28,34
E946	M1sup sin	-	24,57	15,41	31,12
E948	M1sup sin	-	23,05	13,51	27,32
E1297	M1sup sin	-	30,94	14,98	31,97
E1298	M1sup dex	-	23,61	10,63	25,38

M2 superior					
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4
E68	M2sup sin	-	26,98	14,76	27,84
E71	M2sup sin	-	27,23	13,31	27,41
E364	M2sup sin	-	26,08	13,02	27
E367	M2sup sin	-	25,87	12,54	27,02
E930	M2sup dex	-	28,31	14,51	28,14
E931	M2sup dex	-	27,56	14,44	27,96
E944	M2sup dex	-	28,25	17,58	28,04
E950	M2sup sin	-	27,29	16,79	29,37
E946	M2sup sin	-	26,4	14,59	27,88
E948	M2sup sin	-	24,72	14,74	26,67
E1297	M2sup sin	-	29,48	14,45	28,16
E1298	M2sup dex	-	24,33	12,02	25,49

M3 superior					
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4
E68	M3sup sin	-	29,94	15,95	25,3
E71	M3sup sin	-	31,74	15,5	24,61
E364	M3sup sin	-	31,41	13,71	25,6
E367	M3sup sin	-	29,48	14,05	24,67
E930	M3sup dex	-	31,64	16,7	25,5
E931	M3sup dex	-	28,63	14,92	25,81
E944	M3sup dex	-	fehlt	fehlt	fehlt
E950	M3sup sin	-	33,51	17,27	25,57
E946	M3sup sin	-	36,24	16,37	28,41
E948	M3sup sin	-	33,56	16,32	25,28
E1297	M3sup sin	-	29,16	14,15	25,58
E1298	M3sup dex	-	31,84	14,6	23,12

Appendix

Unterkieferzähne

P2 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
E68	P2inf sin	-	37,28	8,54	17,79	17,42	16,82
E71	P2inf dex	-	36,6	7,93	15,73	15,74	15,55
E364	P2inf sin	-	31,65	-	-	10,57	15,62
E367	P2inf sin	-	36,55 ()	-	18,33	17,33	14,53
E930	P2inf dex	-	34,07	5,96	13,65	14,85	16,59
E931	P2inf sin	-	37,87	7,89	18,92	16,84	16,78
E944	P2inf dex	-	36,23	6,59	16,36	15,57	17,81
E950	P2inf sin	-	31,69	4,54	12,17	14,19	12,94
E946	P2inf dex	-	36,85	6,45	17,3	16,37	16,8
E948	P2inf sin	-	33,20 ()	()	15,82 ()	17,64	14,35
E1297	P2inf sin	-	32,55	6,62	18,4	17,74	14,67
E1298	P2inf dex	-	32,82	5,7	15,89	15,24	14,06

P3 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
E68	P3inf sin	-	31,99	10,11	19,8	15,31	19,57
E71	P3inf sin	-	28,31	9,27	17,25	13,64	16,59
E364	P3inf sin	-	27,55	8,55	18,98	9,67	17,7
E367	P3inf sin	-	27,14	8,79	17,22	14,34	15,73
E930	P3inf dex	49,88	32,48	10,45	23,11	15,47	24,89
E931	P3inf sin	-	29,57	9,35	18,35	11,98	19,48
E944	P3inf dex	44,96	30,93	9,38	19,73	12,94	21,77
E950	P3inf sin	-	31,88	10,41	14,68	12,87	15,53
E946	P3inf sin	35,75	31,5	9,49	20,26	15,47	18,93
E948	P3inf sin	-	26,39	9,58	17,64	11,77	17,55
E1297	P3inf sin	-	31,86	9,78	18,77	17,46	19,47
E1298	P3inf dex	-	25,74	8,2	17,51	12,9	16,41

P3 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
E68	P4inf sin	-	30,34	9,03	16,99	14,47	19,07
E71	P4inf sin	-	28,56	9,13	15,64	12,19	17,27
E364	P4inf sin	-	27,16	8,16	17	9,3	17,72
E367	P4inf sin	-	27,87	8,12	17,24	13,45	16,08
E930	P4inf dex	-	30,62	9,82	18,7	13,13	20,49
E931	P4inf sin	-	30,14	8,72	16,81	10,78	18,62
E944	P4inf dex	-	32,51	8,49	20,89	11,65	22,05
E950	P4inf sin	-	27,76	9,06	14,94	11,92	16,45
E946	P4inf sin	-	31,32	9,06	19,32	12,36	18,54
E948	P4inf sin	-	25,94	7,67	16,59	10,06	16,81
E1297	P4inf sin	-	31,7	9,42	17,14	16,02	19,48
E1298	P4inf dex	-	26	7,56	15,62	12,03	15,83

Appendix

M1 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
E68	M1inf sin	-	27,83	7,95	14,56	10,06	17,33
E71	M1inf sin	-	26,12	8,7	13,56	9,5	15,67
E364	M1inf sin	-	24,92	4,94	13,45	7,75	15,65
E367	M1inf sin	-	25,47	8,82	14,21	9,36	15,09
E930	M1inf dex	-	29,01	8,45	16,14	9,35	16,87
E931	M1inf sin	-	27,43	8,34	14,16	8,83	18,3
E944	M1inf dex	-	29,16	8,08	16,73	8,57	17,61
E950	M1inf sin	-	24,56	4,49	11,5	9,55	17,12
E946	M1inf sin	-	27,48	6,84	14,65	7,87	17,95
E948	M1inf sin	-	24,19	5,52	12,8	8,67	15,94
E1297	M1inf sin	-	30,12	8,82	15,06	11,15	17,41
E1298	M1inf dex	-	24,36	6,71	14,13	6,39	14,39

M2 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
E68	M2inf sin	-	27,38	8,84	13,66	11,44	16,78
E71	M2inf sin	-	26,71	8,97	13,14	9,41	15,61
E364	M2inf sin	-	26,85	7,66	14,14	8,8	15,58
E367	M2inf sin	-	26,71	8,26	12,82	9,63	14,56
E930	M2inf dex	-	28,62	9,23	15,06	9,47	17,05
E931	M2inf sin	-	26,14	8,19	13,01	9,45	16,36
E944	M2inf dex	-	30,23	8,89	17,75	9,9	18,3
E950	M2inf sin	-	26,97	9,69	13,95	11,7	15,69
E946	M2inf sin	-	28,36	7,57	14,69	8,4	17,46
E948	M2inf sin	-	24,63	6,64	12,89	8,44	14
E1297	M2inf sin	-	29,75	9,3	13,7	12,71	16,51
E1298	M2inf dex	-	24,82	7,86	13,67	8,16	14,21

M3 inferior							
Inventarnummer	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6
E68	M3inf sin	-	33,5	9,49	12,53	13,14	15,29
E71	M3inf sin	-	33,32	9,05	12,8	11,63	14,37
E364	M3inf sin	-	35	5,2	12,39	7,64	13,33
E367	M3inf sin	-	32,94	8,71	12,22	10,89	13,32
E930	M3inf dex	-	37,1	9,69	14,9	11,16	14,88
E931	M3inf sin	-	34,29	8,95	13,84	10	15,49
E944	M3inf dex	-	39,47	9,44	16,05	10,88	17,48
E950	M3inf sin	-	27,3	9,77	14,05	11,18	14,15
E946	M3inf sin	-	39,34	8,26	14,72	9,32	14,83
E948	M3inf sin	-	35,45	8,22	13,59	11,21	14,69
E1297	M3inf sin	-	34,8	9,03	14,02	14,43	14,1
E1298	M3inf dex	-	30,38	8,15	13,15	9,55	12,7

Švédův stůl

(nach MUSIL 1961, S. 179-181)

Oberkieferzähne

	Zahnhöhe	Länge der Kaufläche	Breite der Kaufläche	Innenpfeiler/Protocon-Länge	Innenpfeiler/Protocon-Index
P3P4	nicht abgekaut	32,4	28,3	15	46,30
P3P4	nicht abgekaut	33,6	31,8	14,3	42,56
P3P4	nicht abgekaut	35,6	29,5	15,1	42,42
P3P4	nicht abgekaut	35,1	30,6	13,4	38,18
P3P4	70-80	31,7	28,5	13	41,01
P3P4	70-80	32,7	30,3	13,8	42,20
P3P4	70-80	31,7	27,1	15,1	47,63
P3P4	70-80	33,3	30,5	15,1	45,35
P3P4	60-70	33,4	33	16,2	48,50
P3P4	60-70	28,6	29,7	13,5	47,20
P3P4	60-70	31	29,8	13,2	42,58
P3P4	60-70	33	33,2	13	39,39
P3P4	50-60	27,8	27,9	14,2	51,08
P3P4	50-60	31,5	29,7	13	41,27
P3P4	40	30,5	31,2	13,6	44,59
M1M2	60-70	27,6	27,1	13	47,10
M1M2	60-70	28	29,1	13,3	47,50
M1M2	60-70	28,2	28,8	14,5	51,42
M1M2	50-60	33	31,2	13,9	42,12
M1M2	50-60	26,9	29,5	13,7	50,93
M1M2	50-60	25,7	29	12	46,69
M1M2	50-60	27,7	29,4	12,8	46,21
M1M2	50-60	26,3	28,8	12,7	48,29
M1M2	50-60	27	30	13,9	51,48
M1M2	50-60	27,8	28	14,3	51,44
M1M2	50-60	27,7	29,2	13,3	48,01
M1M2	40-50	28	29,3	15,3	54,64
M1M2	40-50	27,1	29,1	12,9	47,60
M1M2	40-50	26,1	26,2	14,1	54,02
M1M2	40-50	25,1	26,5	14	55,78

Appendix

Unterkieferzähne

	Zahnhöhe	Länge der Kaufläche	Breite der Kaufläche	Innenpfeiler/Protocon-Länge	Innenpfeiler/Protocon-Index
P3P4	40	33	19,3	18,2	55,15
P3P4	40	29	20,3	17,8	61,38
P3P4	30	-	-	-	-
P3P4	30	30	21,2	18,3	61
P3P4	70	30,2	19,9	14,9	49,34
M1M2	80	29,7	18,9	14,9	50,18
M1M2	20	33,4	14,5	15,2	45,51
M1M2	80	29,4	18	14,5	49,32
M1M2	60	30,4	19	14,7	48,36
M1M2	50	-	-	-	-
M1M2	40	25,8	18,3	14,1	54,65
M1M2	50	30	17	14,3	47,67
M1M2	70	31,4	15,8	13,4	42,68