

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern  
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Bern  
**Band:** - (1923)

**Artikel:** Neue Funde subfossiler Pferdeester in der Schweiz nebst Versuchen über genaue Datierbarkeit subfossiler Knochenfunde  
**Autor:** Duerst, U.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-319307>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

U. Duerst.

## **Neue Funde subfossiler Pferdereste in der Schweiz nebst Versuchen über genaue Datierbarkeit subfossiler Knochenfunde.**

Wir verfügen in der Schweiz über eine fast lückenlose Folge von Resten des Pferdes seit den Zeiten der Tundren und Steppen von Schweizersbild und Thaingen bis zur Eisenzeit von La Tène. Wenn wir den unserer Landesgrenze benachbarten palaeolithischen Fundort von Solutr e noch mitrechnen, aus dem zahlreiche Knochen in unseren Sammlungen liegen, so haben wir zum Studium der ältesten Geschichte des Hauspferdes ganz vorzügliches Material. Einzig die Römerzeit, die uns namentlich aus den Fundstellen im Amphitheater von Vindonissa und der «Breite» zu Königsfelden Rumpf- und Extremitätenknochen von Hunderten von Pferden beschert hat, hinterliess nur äusserst spärlich brauchbare Stücke von Schädeln. Während dann einiges wertvolle Schadelmaterial aus der späteren Alemannenzeit vorliegt, steht es wieder mit den Funden aus dem Mittelalter recht  bel. Diese Lücken etwas zu ergänzen, soll der Hauptzweck der nachfolgenden Studie sein.

### **I. Pferdereste aus der Römerzeit in Helvetien.**

Herr Direktor Otto Kellerhals von der Strafanstalt und Staatsdomäne Witzwil liess im Frühjahre 1923 eine Bodenerhebung am Ufer der Broye abgraben, um den Kies der dort noch vorhandenen Römerstrasse zu Feldwegen zu verwenden. Dabei zeigte sich, dass in der nächsten Näher der Broye, wo man schon früher auf Holzwerk gestossen war, dieses sich als das Widerlager einer hölzernen Brücke entpuppte, welche Brücke einst zur römischen Militarstrasse von der Hauptstadt Aventicum nach Petinesca—Salodurum—Vindonissa gehörte. Diese Strasse verlief auf einem Kiesdamme durch die Wustenei des «Grossen Moores». Dicht neben dem Widerlager der Brücke fand man nun, in schwärzlichem Lehm-

boden eingebettet, zahlreiche Eisenteile eines Wagens, Waffen aller Art, vier Münzen und Skelette von drei Pferden, sowie einige vereinzelte stark zerschmetterte Schweins-, Ziegen- und Rinderknochen, die ich als Proviantreste anzusprechen wage.

Das wichtigste sind unbedingt die drei Pferdeskelette. Sicher sind alle Schädel-, Rumpf- und Extremitätenknochen vorhanden gewesen, doch gelang es mir bloss einen Teil davon retten zu lassen, nachdem die Sträflinge, die die Grabungen vornahmen, anfänglich die meisten Knochen als wertlos weggeworfen oder zerschmettert hatten.



Fig. 1. Schädel des Römerpferdes von Witzwil in der Norma lateralis.

Die Reste der Pferde stammen von:

a) einer Stute im Alter von ungefähr 6 Jahren. Der Schädel dieses Tieres (Fig. 1) ist fast vollständig, nur der grössere Teil der Nasalia und ein Teil der Maxillaria einer Seite und die Intermaxillaria fehlen. Da aber der genau passende vollständige Unterkiefer dabei lag, so habe ich die fehlenden Stücke modelliert und in etwas abweichender Farbe eingefügt: es dürfte sich gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen nur eine millimetergrosse Abweichung ergeben;

b) einem Pferde, das ich als einen Canterius oder Wallachen bestimmte, der ein Zahnalter von 11 Jahren zeigt. Beweis: Es liegt vor ein fast vollständiger Unterkiefer mit wohl erhaltenen

Zähnen, darunter starke Hakenzähne; das Zahnalter entspricht genau 11 Jahren. Es liegt ferner dabei ein gut erhaltener Hirnschädel (Calotte), bis zur Augenhöhe reichend. Der Abstand vom Opisthion oder Basion bis zum Opisthokranion ist relativ zur Hinterhauptsbreite auffallend gross, somit das Hinterhaupt gegenüber dem der vorgenannten Stute viel höher und schmaler (Hinterhaupts Indices 89,0:75,2). Christiani (1909) hat nun gezeigt, dass der Schädel der frühkastrierten Wallachen sich gegenüber dem der Hengste und Stuten verändert, indem sich der drüsige Anteil des Hirnanhanges gegenüber dem den Nervenfunktionen dienenden stärker entwickelt und dadurch das Cranium in der Norma occipitalis einen grösseren Höhendurchmesser aufweist. Das trifft hier sehr deutlich zu, weshalb ich das vorliegende Stück nicht als Hengstenschädelrest, sondern den eines Wallachen bezeichne, oder nach römischer Nomenklatur «canterius», später einfach «caballus» genannt. Nach O. Keller (1909) bezogen die Römer ursprünglich die Wallachen alle aus Gallien, woher das Wort canterius stammen soll;

c) einem Pferde, von dem nur Maxillar- und Gaumenbeinteile vorliegen, sowie zahlreiche Extremitätenknochen, das daher nicht näher bestimmt werden kann.

Für die Herkunft dieser Pferdeskelette aus römischer Zeit sprechen folgende Tatsachen:

1) Neben den Skeletten wurden vier römische Münzen gefunden, die ich, wie folgt, zeitlich bestimmte. Die erste trägt die Inschrift von Cajus Julius Caesar, gestorben 44 vor Chr., die zweite das Bild und die Inschrift des Imperator Vespasianus, 79 nach Chr. gestorben, die dritte wurde zur Zeit des Imperators Domitian geschlagen, der 96 n. Chr. starb, die vierte aber trägt auffallenderweise Bild und Namen des Imperators Gordian III., der 244 n. Chr. starb. Nehmen wir an, dass diese Münze gleichzeitig mit den drei andern in den Sumpf am Brückenkopfe gefallen ist, so stammt der Fund aus einer Zeit nach 238 n. Chr., Datum des Regierungsanfanges von Gordian III, es muss sich aber dann wohl um Münzen handeln, die aus einem Familienschatze stammen, denn man wird doch kaum gleichzeitig Münzen, die in einem Zeitraume von 300 Jahren geprägt worden sind, als kurante Geldsorte im Verkehre gebraucht haben. Wenigstens könnte man hier Zweifel hegen.

2) Es hat mich, — da mir an hiesiger Universität neben meiner Hauptprofessur auch der Lehrstuhl für «Gerichtliche Tiermedizin» überbunden ist und mich seit anderthalb Jahrzehnten durch die

Gerichtspraxis gewöhnt hat, alle Beweismittel stets aufs genaueste zu erforschen — sehr interessiert, dass im vorliegenden Falle ein absolut zuverlässiger Beweis für die damalige Todesursache der Stute gegeben werden kann. Beim Waschen der Knochen fiel mir auf, dass am Stutenschädel eine Perforation der Schädelkapsel, oralwärts der beiden äusseren Gehörgänge existierte, deren Ränder schwarz infiltriert sind. Während sich bei den verschiedenen Pickellöchern der Ausgrabung der schwarze Moorlehm wegwaschen liess und völlig verschwand, blieben die schwarzen Ränder dieser Perforation bestehen. Nun wurde aber gerade an dem gleichen Orte, wo der Stutenschädel lag, eine lange, kantige Lanzenspitze aus dem Boden gezogen, und zwar möglicherweise gerade aus dem Schädel selbst, der aber in dem Momente noch nicht sichtbar war, als schon das untere Ende der Lanzenspitze aus dem Boden hervorschaute. Jedenfalls zeigte sich, bei mehrfachen Proben vor Zeugen, dass die Lanzenspitze genau in diese dreikantigen Schädellöcher passte, die Schädelhöhle traversierte und noch um ca. 4 Centimeter aus dem Schädel herausragte. Das Passen der nur wenig im Boden verwitterten Lanzenspitze ist so auffallend präzise, dass ein Zweifel daran nicht aufkommen kann, dass nicht dieses Pferd durch diese Lanze umkam. Es gehört hier zwar nicht zu meiner Aufgabe, zu ergründen, ob das Tier aus nächster Nähe durch Lanzenstoss oder aus der Ferne durch Lanzenwurf getötet wurde, doch hat es mich, weil im Bereiche meiner gerichtlichen Expertisen liegend, gleichfalls interessiert, und aus Versuchen an Pferdekadavern habe ich ersehen, dass es einen sehr kräftigen Stoss aus nächster Nähe bedarf, um einem ca. 6jährigen Pferde eine ähnliche Eisenspitze derart weit durch den Schädel zu treiben.

Somit sprechen die Umstände für einen kriegerischen Ueberfall und sehr wahrscheinlich einen Ueberfall auf einen römischen Wagen — wegen der typisch römischen Wagengarnituren aus Metall und der Pferdegeschirreste (ornamenta) römischer Art — einen Ueberfall, der aber wohl im 1. Jahrhundert n. Chr. schon durch Räuber oder die keltischen Bewohner von Anes (Anet, Ins), aber wahrscheinlicher jedoch durch die um die Mitte des 3. Jahrhunderts n. Chr. eindringenden Alemannen, gelegentlich der Zerstörung der sehr nahe gelegenen Hauptstadt Aventicum, verursacht sein kann. Dies können wir natürlich nicht entscheiden; doch geht aus den nachher zu erwähnenden Knochenanalysen die Wahrscheinlichkeit hervor, dass der Witzwiler Fund älter ist, als die damit verglichenen

Pferdeknochen des Castrums von Vindonissa, deren Provenienz aus früherer oder späterer Zeit der Besiedelung des Castrums nicht feststeht. Wir werden jedoch keinesfalls irre gehen, wenn wir die Knochen spätestens auf die zweite Hälfte des dritten Jahrhunderts datieren, resp. in diese Zeit den Tod der Pferde verlegen.

Sehen wir uns kurz unsere Kenntnisse über die Entwicklung der Pferderassen bis zu jenen Zeiten an, so können wir zunächst feststellen, dass das Hauspferd schon seit der Bronzezeit bei uns vertreten war und das bronzezeitliche Pferd von demjenigen der einwandernden das Eisen mitbringenden keltischen «Helvetiern» gar nicht verschieden war. Das hat schon Marek (1898) gezeigt und ich habe diese Frage des längeren besprochen (1922). Es handelt sich um *Equus caballus celticus* Ewart, wie Brinkmann (1920) richtig betont.

Die Grösse dieses Pferdes habe ich nach den zahlreichen Resten in unseren Museen im Mittel auf 139 cm Widerristhöhe, Stockmass, bestimmt. Auffallend waren stets die schlanken Glieder, deren bedingende Umstände ja der schweizerischen Pferdezucht durch den ständigen Rückfall in «Spindelbeinigheit» seit dem Mittelalter bis heute Mühe machen. Entsprechend wird auch ein langer Rumpf, infolge starker Bauchentwicklung vorgekommen sein, wenn wir dies zwar nicht an den Skeletten mangels von genügenden Knochenfunden ein und desselben Individuums konstatieren können, so ersehen wir es doch aus den Klagen der Züchter im Mittelalter wie in neuerer Zeit, die das bernische Staatsarchiv enthält. (Vergl. meine Artikelserie 1923/24 «Kulturhistorische Studien zur schweiz. Haustierzucht»).

Die Haltung und Zucht des Pferdes zur keltischen Zeit war trotz der Freude dieses Volkes an der Pferdezucht und der grossen Pferdeanzahl, sicherlich so primitiv wie im Mittelalter; denn Moore und Wüsteneien erstreckten sich in der Umgebung keltischer Siedlungen und der Ackerbau war sehr gering. Daher weideten die Pferde stets frei oder mit der Fussfessel «pedica» im Walde oder Moor. Dass aber die helvetische Pferdezucht eine hohe Achtung beim Volke besass, zeigen auch die Münzen des Führers der Helvetier, Orcitrix, die auf dem Avers sein Bildnis, auf dem Revers ein Pferdebild aufweisen.

Sagt doch schon Caesar, dass die Pferde der Gallier denen der Germanen an Grösse und Schönheit vorzuziehen seien, weil sie durch teuer bezahlte, importierte edlere Rosse verbessert würden

(Caesar, *Bellum gallicum*, IV, 2). Woher diese Rosse aber kamen, noch ob die Helvetier auch solche importierten, können wir nur mutmassen, wenn wir erfahren, dass die besten gallischen Reiter-völker unter den römischen Bundesgenossen die Bataver (Cassius Dio, 55, 24; Plutarch, *Otho*, c. 12) und die Tencterer (Tacitus, *germ.*, cap. 32) und Usiper gewesen seien, die im heutigen Holland und Belgien, sowie am Niederrhein und im Ruhrgebiet wohnten. 800 ihrer Reiter schlugen z. B. nach Caesar (*Bel. gal.*, 4, 12) 5000 Reiter Caesars in die Flucht, wegen des Ansturmes ihrer schwerern und vorzüglichern Rosse. Bataver Pferde wurden dann auch schon frühzeitig nach dem Süden gebracht; so fuhr Nero selbst ein Viergespann belgischer Rosse im Zirkus eigenhändig dem Volke vor.

Das Pferd der Römerzeit in Helvetien wird also kaum aus den von Autoren Varro, Columella, Palladius und Vegetius erwähnten kappadozischen (kleinasiatischen), thessalischen, roeanischen, apulischen u. a. römischen Remonten bestanden haben, sondern es ist anzunehmen, dass sich die Römer aus der helvetischen Landes-pferdezucht in ihren schwersten Typen beritten gemacht haben und auch die römischen Privaten solche Tiere verwendeten.

Somit darf präjudiziert werden, dass wir keinen grossen Unterschied zwischen den unzähligen Pferdeknochen von Vindonissa und den drei Skeletten von Witzwil treffen werden.

Ich stelle nun in der nachfolgenden Tabelle zunächst die Schädelreste von Witzwil einigen der früheren bronze- und eisenzeitlichen Funde gegenüber und lasse einige rezente Typen nachfolgen.

Die Tabelle ist mit einigen ausgewählten, beim Witzwiler Schädel einwandfrei feststellbaren Massen zusammengestellt, die ich der Liste der Hunderte von Schädelmassen entnehme, die ich soeben in meinem neuen Werke «Methoden der vergleichenden Osteologie bei Säugern», Abderhalden's Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, zusammengestellt, definiert und begründet habe. Alle Masse an Schädel und Knochen teile ich ein in Erkennungsmasse und Funktionsmasse. Die ersteren sind hier namentlich von Bedeutung, die zweiten variieren im Leben der Tiere bei Veränderung der äussern Einflüsse, Bewegung, Nahrung, Alter und Geschlecht. Die Indices dienen zum präzisen mathematischen Ausdrucke dieser Relationen. Ohne weiter hier auf Fragen der Methodik und die osteogenetischen Beweise einzugehen, ziehe ich aus der Schädel-tabelle folgende Schlüsse:

1. Der Schädel der Stute von Witzwil ist zwar etwas länger als diejenigen der bronze- und eisenzeitlichen Pferde, aber relativ schmaler im Kopfe. Nur der besonders grosse Kopf des Lüscherzer Pferdes kommt ihm gleich.

2. Namentlich der Gesichtsteil ist recht schlank und relativ lang, doch zeigt der Infraorbitalindex, dass er nicht so lang ist wie bei den rezenten Pferden.

3. Der Hirnschädel ist mittelmässig entwickelt, zwar ziemlich lang, aber weder breit noch tief.

4. Auch der Kauapparat ist mittelmässiger Ausbildung und nicht auf einen übermässigen Fresser hindeutend.

5. Aus den Profilwinkelmassen ersehen wir, dass diese Stute einen Hechtkopf besass, während bei den bronze- und eisenzeitlichen Tieren die gerade Kopfform vorherrschte.

6. Aus den Hinterhaupts- und Jugularwinkeln ergibt sich, dass die Stute, wie der Wallach den Hals zeitlebens gut trugen. So kann man, wie ich schon pag. 300 in meinem Buche über Beurteilung des Pferdes (1922) erwähnt habe, aus der Richtung der proc. jugulares Schlüsse über die gegenseitige Stellung von Hals und Kopf entnehmen. Bei gleicher Halsstellung deutet der grössere Winkel auf horizontale Kopfhaltung (Sternengucker) hin. Wo aber, wie in der Schweiz, dies ziemlich unmöglich ist, da keine Schnelligkeitsleistungen in hindernislosen Ebenen damals so wenig wie heute diese Kopfhaltung bedingen können, muss nicht die Kopfhaltung, sondern die Halshaltung die Ursache dieser abweichenden Stellung sein. Wenn wir nun eine normale Kopfhaltung von ca. 45 Grad Profilstellung zur Horizontalen, oder Parallelität der Schädelhorizontalen zum Boden annehmen, so muss notgedrungen dem grösseren Jugularwinkel die horizontale Halshaltung entsprechen. Eventuell wirken beide Faktoren Kopf- wie Halshaltung kumulierend in entsprechender Weise. Den schönst getragenen Hals mit 114 Grad Jugularwinkel hat die Witzwiler Stute, den zweitbesten der Wallach von Witzwil mit 116 Grad, trotz seines Alters. Mit dem durch diese Halsstellung bedingten vermehrten Zuge des Nackenbandes am Hinterhauptskegel und Occiput hängt auch deren entsprechende Winkelung zusammen, die die weiteren Indices beleuchten.

So kann man also sagen, dass die Witzwiler Schädel Pferden angehörten, die den gleichen Typus wie das helvetische Pferd der Eisenzeit aufwiesen, in der Form, wie er bisher

## Cranium.

	Bronzezeit	Eisenzeit		Römerzeit		Gegenwart			
	Auverner	Lüscherz	La Tène-Hengst	Stute von Witzwil	Wallach von Witzwil	Araber-Hengst	Engl. Vollblut-Stute	Iränd. Wallach	Boulogner Wallach
Basilarlänge . . . . .	—	472	447	475	—	452	486	520	523
Profillänge . . . . .	—	515	493	518	—	485	530	565	593
Scheitellänge . . . . .	—	510	490	516	—	483	527	563	590
Foramen-Wangenmass . . . . .	—	272	252	265	—	248	280	300	293
Wangenlänge . . . . .	—	450	423	465	—	422	458	495	507
Hirnhöhlenlänge . . . . .	—	212	222	199	—	217	215	266	252
Basicranialaxis . . . . .	117	120	113	124	122	118	121	135	123
Gesichtslänge . . . . .	—	294	267	285	—	260	292	304	340
Dentallänge . . . . .	—	324	301	317	—	304	330	351	370
Maullänge Prosthion-Malare . . . . .	—	225	220	205	—	222	225	225	252
Maullänge Prosthion-foramen infraorbitale . . . . .	—	215	214	202	—	200	214	214	241
Mediane Stirnlänge . . . . .	ca. 222	217	225	209	—	217	244	271	245
Entorbitalstirnlänge . . . . .	214	224	213	220	—	207	232	256	240
Ectorbitalstirnlänge . . . . .	197	179	181	194	—	203	202	220	216
Franksche Stirnlänge . . . . .	163	170	169	167	—	162	179	191	196
Lacrymallänge . . . . .	—	37	37	36	—	44	44	44	50
Länge der Nasofrontalnaht . . . . .	—	53	54	61	—	—	64	66	65
Infraorbitalbrücke . . . . .	76	88	80	93	—	91	97	107	115
Länge der Praemolarreihe . . . . .	84	82	83	89	—	84	85	101	90
Länge der Molarreihe . . . . .	71	68	69	77,5	—	58	77	83	84
Länge der Jochbeinleiste . . . . .	213	234	215	221	—	210	238	—	243
Grösste Schädelbreite . . . . .	187	203	188	193	—	189	208	229	206
Stirnbreite . . . . .					wie voriges	Mass			
Stirnenge . . . . .	79	75	78	84	82	80	71	89	61
Innere Augenbreite . . . . .	122	133	127	125	—	130	130	171	154
Breite zwischen den foramina supraorbitalia . . . . .	126	136	122	134	—	125	131	163	149
Breite d. Augenhöhlenfortsatzes . . . . .	—	26	25	25	—	20	26	25	24
Lacrymalbreite . . . . .	—	—	—	41	verwachs., Schäd. zu alt	—	—	53	—
Wangenbreite . . . . .	160	172	162	164	—	160	175	194	184
Breite zwischen den Jochbögen . . . . .	183	196	184	222	—	183	193	215	197
Breite des Hinterhauptkammes . . . . .	48	53	52	55	54	45	36	63	40
Breite der Hirnkapsel . . . . .	102	107	103	103	102	104	105	109	112
Kleinste Breite d. Schädelkapsel über dem Hormion . . . . .	90	95	90	96	82	94	100	104	100
Breite d. Hirnkapsel ü. d. Otion . . . . .	104	102	105	111	106	103	104	122	110
Hinterhauptsbreite am Otion . . . . .	110	115	110	125	118	107	118	130	123
Hinterhauptsbreite am Asterion . . . . .	60	67	65	74	67	55	68	72	70
Breite der Hinterhauptscondyli . . . . .	67	86	72	78	79	80	83	98	90
Breite zwisch. d. proc. jugulares . . . . .	98	105	96	106	119	100	107	129	118
Breite der Schläfengrube . . . . .	50	46	43	32	—	42	44	50	48
Breite der Orbita . . . . .	57	58	53	53	—	56	54	57	55
Länge der Orbita . . . . .	—	60	57	65	—	61	62	71	65
Breite des foramen magnum . . . . .	38	38	30	37	32	34	36	36	34
Länge des foramen magnum . . . . .	32	39	30	39	37	34	35	44	41
Kleine Hinterhauptshöhe . . . . .	63	55	58	54	70	56	59	67	64
Grosse Hinterhauptshöhe . . . . .	90	91	87	94	105	88	94	110	103
Höhe d. Kammes über d. squama . . . . .	40	34	35	41	44	35	41	42	38
Höhe der Schädelkapsel über d. Hormion . . . . .	123	115	117	115	112	116	125	115	110
Squamalänge v. Inion-Opisthion . . . . .	16	19	17	10	30	21	18	16	30

## Cranium (Fortsetzung).

	Bronzezeit		Eisenzeit		Römerzeit		Gegenwart		
	Auvernier	Lüscherz	La Tène-Hengst	Stute von Witzwil	Wallach von Witzwil	Araber-Hengst	Engl. Vollblut-Stute	Irländer Wallach	Boulogner Wallach
Längenbreitenindex . . . . .	—	39,4	38,2	37,2	—	39,0	39,3	40,6	34,8
Gesichtsindex . . . . .	—	58,5	60,7	57,5	—	61,6	60,0	63,8	54,1
Index der Schädelbasis . . . . .	—	41,5	41,2	46,8	—	40,5	39,8	41,4	37,7
Frontalindex . . . . .	84,3	93,6	83,6	92,4	—	87,1	85,3	84,7	84,1
Orbitalindex . . . . .	—	96,7	93,0	81,6	—	91,9	87,1	80,4	84,7
Infraorbitalindex . . . . .	—	18,7	17,9	19,6	—	20,2	20,0	20,6	22,0
Dentalindex . . . . .	—	68,7	67,4	66,8	—	67,3	62,4	67,5	70,8
Hinterhauptsindex . . . . .	81,7	79,2	79,1	75,2	89,0	82,3	79,7	84,7	83,8
I. Hirnindex Längenbreite . . . . .	87,2	89,2	91,8	83,1	83,7	88,2	86,8	80,8	91,1
II. Hirnindex Höhenbreite . . . . .	73,2	82,7	77,0	83,5	73,3	81,1	80,0	90,5	91,0
Unterkiefer.									
Länge vom Winkel . . . . .	361	—	358	385	360	370	390	417	415
Länge vom Gelenkfortsatz . . . . .	342	—	357	370	340	355	404	415	441
Hintere Asthöhe . . . . .	191	—	191	218	193	188	231	245	225
Vordere Asthöhe . . . . .	—	—	—	248	225	—	—	—	—
Höhe hinter dem letzten Mol . . . . .	93	—	87	108	87	60	97	105	86
Höhe vor d. vord. Praemolaren . . . . .	50	—	44	55	44	45	54	51	42
Höhe in der Mitte von Mol 1 . . . . .	68	—	67	71	66	58	74	73	66
Höhe hinter der Symphyse . . . . .	42	—	35	34	35	35	45	39	38
Länge der Symphyse . . . . .	67	—	68	82	80	72	84	81	89
Breite des aufsteigenden Astes . . . . .	108	—	118	116	104	121	128	173	176
Condylo-coronoidlänge . . . . .	54	—	59	49	57	—	60	66	60
Länge der Molarreihe . . . . .	80	—	78	82	77	—	82	85	84
Länge der Praemolarreihe . . . . .	84	—	81	84	80	—	84	90	87
Länge der Backzahnreihe hinter letztem Backzahn . . . . .	165	—	159	167	159	—	165	175	170
Länge des horizontalen Astes . . . . .	263	—	248	287	255	270	270	270	280
Länge des zahnlosen Randes . . . . .	83	—	75	92	59	71	88	84	78
Längsdurchmesser der Caninalveolen . . . . .	—	—	—	—	14	13	—	12	22
Länge des Diastemas zwischen Eckzahn und Incisiven . . . . .	—	—	—	—	11	—	—	10	12
Länge der Inzisivreihe . . . . .	35	—	35	37	34	—	35	37	34
Breite der pars incisivae . . . . .	62	—	—	49	59	—	64	62	53
Geringste Breite des Körpers . . . . .	38	—	40	35	36	38	40	45	34
Breite zwischen den Winkeln . . . . .	104	—	94	140	94	106	108	139	152
Breite zw. d. Gelenkfortsätzen . . . . .	—	—	—	195	—	—	—	210	196
Breite zwisch. d. Kronfortsätzen . . . . .	—	—	—	175	—	—	—	128	115
Breite der Gelenkrolle . . . . .	52	—	50	56	45	51	52	66	60
Dicke derselben . . . . .	24	—	20	24	22	19	23	27	22
Dicke der Mandibel auf d. Höhe des 1. Molaren . . . . .	23	—	23	24	25	21	26	28	25
Breitenlängenindex . . . . .	28,9	—	25,2	36,4	26,2	28,7	27,7	33,4	36,7
Astindex . . . . .	53,0	—	53,4	56,7	53,7	50,9	59,3	58,8	54,3
Körperindex . . . . .	61,3	—	—	71,5	61,1	—	62,5	72,6	64,2
Ganz-Profilwinkel . . . . .	145°	150°	146°	140°	—	158°	152°	144°	166°
Occipitalwinkel . . . . .	78°	76°	68°	72°	70°	70°	74°	66°	76°
Winkel d. Hinterhauptkammes . . . . .	120°	120°	100°	120°	106°	116°	108°	106°	108°
Jugularwinkel . . . . .	142°	120°	124°	114°	116°	116°	126°	124°	140°
Dentalwinkel . . . . .	35°	34°	30°	24°	—	28°	24°	28°	32°

existierte, jedoch einige funktionelle Merkmale römischer Reit- und Fahrkunst merken lassen.

Was nun die Beinknochen angeht, so werden dieselben der Einfachheit halber mit dem Funde von Gümligen gemeinsam besprochen werden. Hier mag nur resümiert sein, dass die Witzwiler Knochen in der Stärke und Grösse etwas denjenigen aller unserer eisenzeitlichen Funde überlegen sind. Nur das Amphitheater von Vindonissa zeigte noch schwerere Typen aus Römerzeit.

Ich folgere daher, die Reste der Pferde von Witzwil gehörten Pferden an, die aus der helvetischen Landrasse durch bessere Ernährung und Haltung um ein geringes vergrössert und wohl auch verbessert waren. Es ist aber keine fremde importierte Römerrasse, wie dies bisher angenommen wurde.

Das Pferd der Zeit der Römerherrschaft in der Schweiz war somit ein kleines Pferd mit einer Widerristhöhe von 140–145 cm. nach der modernen Nomenklatur der Hippologie also noch ein «Pony» von schlankem Habitus und orientalischem Gepräge. Es entspricht dem Tiere, das uns durch das Viergespann des Triumphbogens des Titus, wie dem des Nero (jetzt auf dem St. Marcoplatz von Venedig) vor Augen geführt wird und das auch der römische Edle Marcus Nonius Balbus junior (Museum in Neapel) reitet, dessen Füsse beim Reiten höchstens 50 cm über dem Erdboden schweben und dessen Pferd, mit den Proportionen des Reiterkörpers verglichen, höchstens 140 cm Widerristhöhe besass.

Schwere Römerpferde treffen wir überhaupt erst später dargestellt, als batavische und friesische Hilfsvölker und Söldner in Rom dienten. So reitet Marcus Aurelius ein kleines dickes Tier ganz vom Typus des Bataverpferdes und Leemans (1844) beschreibt ein ähnliches Pferd von der Grabstele des Sextus Valerius Genialis, einem friesischen Bürger, der gleich andern Batavern in der namentlich unter Septimus Severus zum Ansehen gelangten Leibgarde-reiterei (*equites singulares*) diente und in Watermore in England begraben liegt.

Schönbeck (1912) behauptet, dass die Römer diese Art schwerer Pferde aus der norischen Provinz bezogen haben sollen. Aber von hier erfahren wir durch Antonius (1913/14), dass das Römerpferd von Ovilavum (Wels) in Oberösterreich ein Tier von rein orientalischem Gepräge war.

Auch Freund und Kollege J. Cossar Ewart (1907) sagt bei der Beschreibung der Römerpferde des Castrums von Newstead bei Melrose, dass daselbst eine gallische Ala, die Augusta Vocontiorum, in Garnison stand, die jeweils zwischen Rhone und Alpen remon- tiert und ausgehoben wurde. So mögen auch die helveto-gallischen Rosse bis nach England gekommen sein, obwohl nach den wenigen Massen, die Ewart von den Newsteader Schädeln gibt, bloss der als Plateau-Variety bezeichnete Typ in der Schädellänge dem von Witzwil entspricht, aber dennoch etwas schmaler ist. Rechne ich die Indices der drei Newsteader Schädel nach meiner Methode aus, so erhalte ich als Vergleichszahlen folgende Werte: Forest Variety 41,7, Steppe Variety 39,8 und Plateau Variety 37,4, denen gegen- überstehen Lüscherz mit 39,4, La Tène 38,2 und Witzwil mit 37,3.

## II. Das Pferdeskelett von Gümligen.

Im April 1914 wurden ca. 200 m südöstlich der Strassenunter- führung an der Bahnlinie in Gümligen bei Bern in diluvialem, blaugrauem Blocklehm, ungefähr  $4\frac{1}{2}$  m tief unter der Oberfläche des Bodens, Knochen eines Pferdes gefunden. Dicht über dem Funde lag eine Schicht von Torf, die der schweiz. Interglazialzeit IV (Würm) entspricht. Die Knochen sind auffallend schlecht erhalten und machen den Eindruck höchsten Alters. Herr Konservator Dr. Ed. Gerber von der geologischen und palaeontologischen Samm- lung des Naturhistorischen Museums zu Bern, dessen Freundlich- keit ich die Publikation dieser Reste verdanke, bemerkt in seinem Schreiben an mich vom 15. Mai 1923, «dass er die Knochen wegen der schlechten Erhaltung und Zerfall mit Leim tränken lassen wolle».

Der verstorbene Direktor des Museums, mein Kollege und Freund Prof. Dr. Theophil Studer, sandte mir dieselben schon im Mai 1914 mit dem Ersuchen, ihm nach meiner damals neubenenutzten biochemischen Methode angeben zu wollen, aus welcher Zeitepoche diese Knochen datieren. Trotzdem die Knochen äusserlich ganz mürbe sind und bei jeder Berührung stark abblättern, was augen- scheinlich auf den Einfluss der Huminsäuren der darüber befind- lichen Torfschicht, die langsam durch den Lehm abwärts sickern, hervorgerufen worden ist, bestimmte ich damals das Alter der Knochenlagerung im Boden auf ca. 400 Jahre, also das approxi- mative Datum des Vergrabens des Pferdes auf rund 1500 unserer Zeitrechnung. Beweise: Sägte man mit der Kreissäge einen Röhren-

knochen von hinten her zweimal bis zur Knochenmittelebene ein und schnitt so eine Knochenscheibe heraus, dann konnte man erkennen, dass trotz dem äusseren, auf unserer Abbildung (Fig. 2) deutlich sichtbaren Verfalle des Knochens, die Randzone des Markraumes ganz intakt ist und noch aus weissem, festem Knochengefüge besteht. Ja, es klebte sogar im Markraume der Röhre noch schwärzliche organische Substanz, die sich analytisch als reines Protein, also Blut- und Markreste, darstellte.

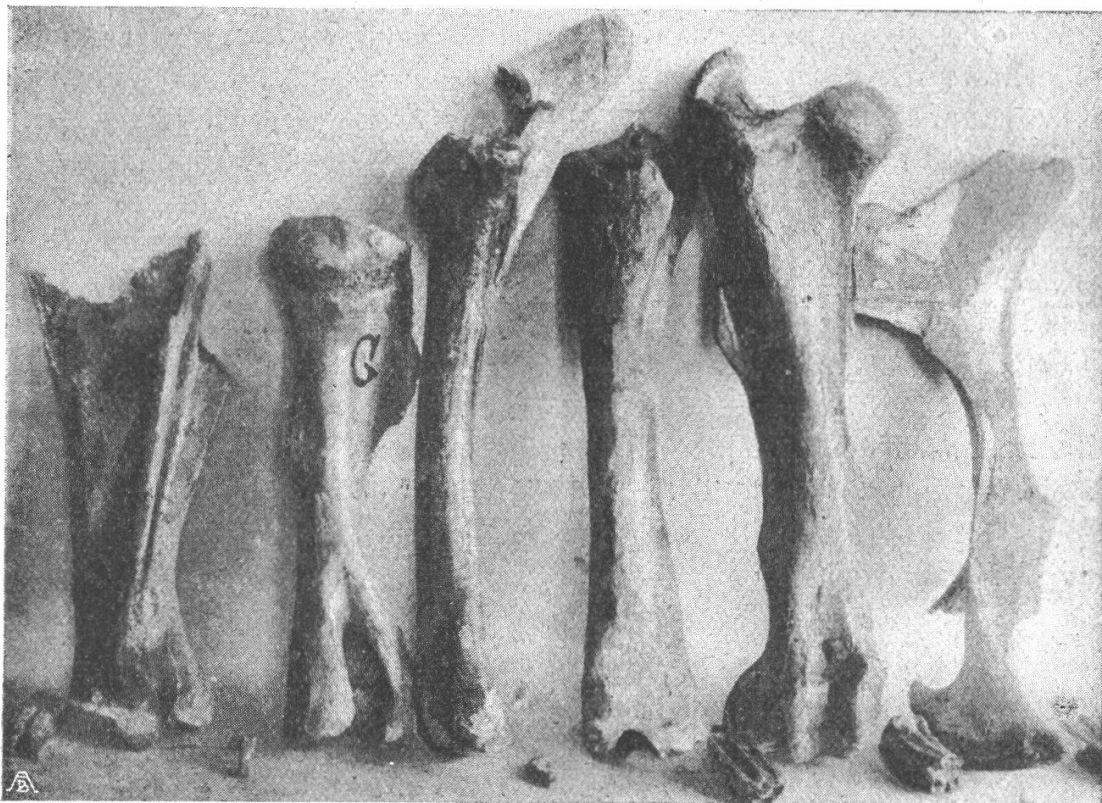


Fig. 2. Der sogenannte Quartärfund von Gümligen: Reste eines mittelalterlichen Ritterpferdes, das eines natürlichen Todes starb und nach den bestehenden Vorschriften bis in die glazialen Schichten verlockt werden musste.

Die genaue Prüfung wurde nun nach folgenden Methoden vorgenommen, die ich im Laufe der Jahre entwickelte und möglichst so vereinfachte, dass sie auch von Palaeontologen und Osteologen, nicht bloss zünftigen Chemikern oder medizinischen Chemikern vorgenommen werden können.

Schon durch Loewe (1912) liess ich als einfachste Methode für diesen Zweck das blosse qualitative Verfahren des direkten Einäscherns eines Knochenstückchens, das mit dem Platindraht über

eine Gebläselampe gehalten wird, beschreiben und erproben. Die hier gewonnenen schwachen quantitativen Anhaltspunkte über Menge der Rauchentwicklung waren aber sehr ungenaue und daher für mich unbefriedigend. Als es dann Lühning (1915) und später Eugster (1921) in meinem Institute gelang, durch die Extraktionsmethode Eiweisspuren in den Knochen des Tumulus von Anau zu isolieren und deren Eiweissart durch Anaphylaxie nachzuweisen, kam ich zu der genaueren Ausprobung der verschiedenen Methoden medizinischer Chemie für die praktischen Zwecke der Altersdatierung von Knochenfunden, wie ich sie nunmehr ebenfalls in meinem erwähnten Werke «Methoden der vergleichenden Osteologie bei Säugern» in Abderhaldens «Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden, Abt. VII» niedergelegt habe.

Es sei mir gestattet, hier das Vorgehen zur genauen Altersbestimmung der Knochen von Gümligen zu beschreiben.

Wie schon Aeby (1872) und Loewe erwähnten, ist es nur möglich, Knochen in Vergleichung zu bringen, die aus gleichartigem Boden und annähernd gleichartiger Schichtenlagerung herkommen. Lehmboden wirkt natürlich anders als Kiesboden, Seewasser anders als saures Moorwasser usw. Immerhin sind von Aeby hier einige doch unzutreffende Angaben gemacht worden, indem nach meinen Nachprüfungen an Pfahlbauknochen aus Torfschichten die organische Substanz zwar prozentual — wie es Aeby angibt — höher vertreten zu sein scheint, aber dies bloss deshalb der Fall ist, weil der Gehalt an anorganischer Substanz durch die Einwirkungen der Huminsäuren geringer geworden, also nicht nur der kohlen-saure, sondern auch der phosphorsaure Kalk und namentlich das Magnesiumphosphat der Knochen gelöst worden sind. Beim Abwägen der Proben für die Analyse wurde aber dies von Aeby nicht in Rechnung gezogen, daher der Irrtum. Man kann ferner in bezug auf Tiefenlagerung beobachten, dass beim freien Zutreten der Atmosphärien auch die chemisch zersetzende bakterielle Tätigkeit vermehrt wird und zudem das kohlen-säurereiche Wasser, das durch die obersten Bodenschichten mit vielem Bakterienwachstum und daher erhöhten Kohlen-säuremengen in der Bodenluft sickert, auch den Kalk besser zu lösen vermag. So konnte ich bei seit ca. 50 Jahren in der Ackerkrume liegenden Knochen direkt nachweisen, dass der Gehalt an organischer Substanz, ähnlich wie bei den Pfahlbauknochen von Moosseedorf, gegenüber dem Normalgehalt frischer Knochen prozentual zugenommen hat, somit durch vorherrschende

Lösung der Knochenkalksalze. Andererseits erwähnt Aebly sehr richtig, dass Knochen, die als gekochte Nahrung dienten, durch das Auskochen an organischer Substanz verloren haben und daher im wesentlichen zu diesen Prüfungen nur vollständige, lange Knochen verwendet werden sollten.

Ferner ist ein Punkt wichtig, den bisher niemand beachtete, dass nämlich die Verwitterung im Verhältnis zum Volumen des Knochens nicht gleichmässig fortschreitet. Je dicker und je dichter gefügt die Knochenwandungen sind, desto mehr Widerstand setzen sie der Auslaugung entgegen. Somit spielt also nicht nur die Art des Knochens, sondern auch die Tierart eine grosse Rolle. Die Auslaugung beginnt nun aber auf der Aussenseite und rückt allmählich nach innen fort. Da die Aussenfläche die grösste Oberfläche besitzt, so nimmt natürlich die Menge der zerstörten organischen Substanz oder des gelösten Calciumphosphates nach innen zu ab. Ich habe versucht, diese Relationen einigermaßen präzise festzuhalten, indem ich zehn gleichgrosse und gleichgeformte Knochenproben mit verdünnter Salzsäure und weitere zehn Proben im Brutschranke mit künstlichem Magensaft übergoss und dann das Vorschreiten des Lösungsprozesses von 12 Stunden zu 12 Stunden kontrollierte, indem ich je eine Probe wegnahm, analysierte und noch auf die effektive Oberfläche berechnete. Daraus ergab sich im Mittel der 20 Proben:

In den ersten 24 Stunden lösten sich im Mittel 62% des Knochenvolumens.

In den zweiten 24 Stunden lösten sich im Mittel 27% des Knochenvolumens.

In den dritten 24 Stunden lösten sich noch im Mittel 9% des Knochenvolumens.

In den vierten 24 Stunden lösten sich noch im Mittel 2% des Knochenvolumens.

Da schliesslich schon nach Storch nicht alle Knochen ein und desselben Tieres in frischem Zustande gleiche Gehalte an organischer und anorganischer Substanz besitzen und wir aus der Physiologie der Ernährung wissen, dass wir durch Hungernlassen der Tiere oder reiche Ernährung diese Faktoren bis zu einem bestimmten Grade verändern können, so ist hier immer ein gewisser Spielraum gegeben, der selbst bei der präzisesten Methode diesen Untersuchungen in ihren Resultaten immer etliche Ungenauigkeiten verleiht.

Dies vorausgeschickt, können wir folgende Arten der Prüfungen erwähnen:

1. Die Loewe'sche Methode des Ausglühens des Knochens am Platindraht oder im Platintiegel vor der Gebläselampe.

Loewe fand: Frischer Knochen schwärzt sich zunächst unter Abgabe eines penetranten Fettgeruches, später brennt er in hellleuchtender Flamme, dann tritt eine Geruchsveränderung ein; denn es verbrennt nun das Kollagen, resp. Glutin unter Abgabe typischen Leimgeruches. Der Knochen verbrennt dann zu Kohle und unter Stichflamme zu schneeweisser Asche.

Ein römerzeitlicher Knochen aus dem Castrum von Vindonissa schwärzt sich noch und beginnt dann zu rauchen, sobald man ihn aus der Flamme entfernt, wobei sich ein leichter Fettgeruch wahrnehmen lässt. Bei stärkerem Erhitzen wird der Rauch bläulich und der Knochen fängt an, mit leicht rötlicher Flamme zu brennen.

Knochen von Anau rauchten ebenfalls noch, wenn auch nur gering, und brannten mit schwach leuchtender Flamme.

## 2. Albuminbestimmung.

Im Anschlusse an die Lühning-Eugster'schen Resultate versuchte ich folgendes: Je vier Proben zu 5 gr Trockengewicht, bei 65° Cels. getrocknet und sterilisiert, eines Metacarpus vom Pferde von Gümli, von Vindonissa und von Anau wurden in 25 ccm steriles Aqua dest. in Glasstöpselflasche mit Parafinüberzug drei Tage lang im Schüttelapparat täglich zwei Stunden geschüttelt, hierauf 0,2 gr sterilisiertes Chlornatrium zugefügt, um dadurch eine physiologische Kochsalzlösung zu erzielen, nun nochmals 12 Tage stehen gelassen und täglich eine Stunde geschüttelt.

Nachher werden einige Tropfen sehr verdünnter Essigsäure zugefügt. Im kochenden Wasserbade wird 30 Minuten lang gekocht bis zur flockigen Ausscheidung des Eiweisses, darauf nochmals über freier Flamme aufgeköcht. Sodann wird in vorher getrocknetem und gewogenen Filter filtriert. Das Filtrat darf keinen Ring mehr bei der Heller'schen Probe geben. Das Glas wird mit heissem Aqua dest. ausgewaschen und dies durch das Filter gegossen. Dann das Filter mit Alkohol und Aether nachgewaschen, im Wägegglas getrocknet und gewogen. Nach dem Wägen das Eiweiss im Platintiegel sorgfältig verascht und die Asche in Abzug von dem gewogenen Eiweiss gebracht.

### Resultate.

	Mittelwerte pro 10 gr Knochen- trockensubstanz berechnet:
Anau . . . . .	0,0014 gr.
Vindonissa . . . . .	0,0162 »
Gümligen . . . . .	0,0724 »

Die Resultate erscheinen für eine richtige praktische Altersbeurteilung unbrauchbar, weil die Methode zu lange Vorbereitungen erfordert, 15—16 Tage Zeit braucht und bei alten Knochenfunden die Eiweissmengen ungemein geringe und daher selbst bei der genauesten Analysenwage individuell stark beeinflusst werden können.

### 3. Kollagenbestimmung.

Praktischer erscheint die Methode der direkten Ermittlung des Kollagengehaltes des Knochens. Wir wissen ja, dass die organische Substanz des Knochens hauptsächlich aus dem Kollagen besteht. Dieser Eiweisstoff ist bekanntlich unlöslich in Wasser, Salzlösungen, verdünnten Säuren und Alkalien und daher wurde er bei dem vorigen Verfahren gar nicht berührt.

Ich gehe nunmehr so vor, nachdem ich alle möglichen Variationen und Säuregrade ausprobiert habe.

Verwendet wurden je sechs Scheibchen von 0,5 cm Dicke aus einem Vorderröhrenbeine eines der Pferde von Anau (Zentralturkestan), die nach der geolog. Methode Prof. R. Pumpellys und der Schichtenlage im Tumulus auf ca. 7000 vor Chr. zurückdatieren sollen.

Gleiche Stücke aus der Röhre eines Rindes aus dem Neolithikum von Klein-Wanzleben (Deutschland).

Gleiche Stücke aus dem Röhrenbein eines Pferdes aus dem Castrum («Breite») von Vindonissa (Windisch, Kt. Aargau).

Gleiche Stücke aus der Röhre eines Pferdes von Witzwil (vorgehend beschriebener, um 250—300 n. Chr. provisorisch datierter Fund).

Gleiche Stücke aus einer Röhre eines Rindes aus der Germanenzeit des Schlossberges zu Burg an der Spree (wahrscheinlich ca. von 500 v. Chr. stammend).

Gleiche Stücke aus der Vorderröhre des Pferdes von Gümligen, das als X zu figurieren hat.

Gleiche Stücke eines frischen Röhrenbeines eines Ardennerpferdes.

Gleiche Stücke eines frischen Röhrenbeines eines Irländerpferdes.

Gleiche Stücke eines frischen Röhrenbeines eines schweizerischen einheimischen Pferdes.

Aus sämtlichen Knochenstücken wurde zunächst mit heissem Aether das Fett extrahiert, die Stücke sodann im Trockenschranke bei 80 Grad bis zu gleichbleibendem Gewichte getrocknet. Von dem Muster wird eine Probe von genau 5 gr (auf der Analysenwage abzuwiegen) hergestellt, in eine passende Glasdose von 50 ccm Kapazität oder auch bloss in eine Porzellanschale getan, 25 ccm Salzsäure puriss. Merk, die vorher genau durch Verdünnung mit Aqua dest. zum spezifischen Gewichte von 1,04 gebracht wird, zugefügt. Von Mahlen der Knochen wurde abgesehen, weil es zugleich interessant schien, die Zeit des Eindringens der Salzsäure in die Knochenwandungen zu kontrollieren. Nach je 48 Stunden wurde allen noch nicht völlig gelösten Knochen frische Säure gegeben, nachdem die alte weggeschüttet und der Knochen mit Wasser abgespült worden war. Die entstandene Kollagengallerte der Knochen, deren Kalksubstanz bis ins Innere gelöst war, wurde mit Brunnenwasser tüchtig abgespült und dann in Aqua dest. ausgewaschen in ein gewogenes Wiegegläschen gebracht, im Trockenschranke bei 80 Grad bis zur Gewichtskonstanz sorgfältigst getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Die erfolgte Lösung wurde jeweils durch Einstecken mit der Präpariernadel kontrolliert.

### Resultate.

Lösungszeiten:	Kollagengehalt: Im Mittelwerte in gr
Anau völlig gelöst nach Ablauf von 4 Stunden .	0,054
Kl.-Wanzleben » » » » 16 » .	0,128
Schlossberg » » » » 60 » .	0,192
Vindonissa » » » » 44 » .	0,233
Witzwil » » » » 48 » .	0,209
Gümligen » » » » 68 » .	0,504
FrISChe Röhrenbeine im Mittel gelöst	
nach Ablauf von . . . . . 80 » .	1,208

Die Resultate sind einigermaßen brauchbare. Der Rinderknochen vom Schlossberg verhält sich etwas merkwürdig, indem er in den Lösungszeiten der Proben wie ein nachrömischer Knochen fungiert — was er auch vielleicht ist —, im Kollagengehalte sich aber ganz vorrömisch erweist. Trotzdem der benutzte Metacarpus fast vollständig war, ist es aber doch wohl mehr als wahrscheinlich, dass er in der Schlossberg-Ansiedelung schon im Kochtopfe debütierte und daher dort das fehlende Kollagen verloren hat.

Der Witzwiler Metacarpus rangiert hier vor den des Vindonissaer Pferdes ein, was zutreffen kann. Er ist sicher nicht gekocht worden.

#### 4. Aschengehaltsbestimmung.

Eine weitere Kontrolle kann die vereinfachte Aschengehaltsbestimmung abgeben, aus der dann die organische Substanz berechenbar ist. Ich gehe so vor, um gegenüber der zünftig-chemischen Methode die Sache etwas zu vereinfachen, wenn es sich unbeschadet genügender Genauigkeit tun lässt.

Es wurden je 15 gleichartige Scheibchen von 0,5 cm Dicke aus jedem der vorerwähnten Röhrenbeine geschnitten (nur das Rind vom Schlossberg wurde als verdächtig nicht mehr einbezogen), das Fett wurde nun nicht mehr extrahiert, weil es sich darum handeln sollte, die übliche Fett- und Kohlensäure-Verlustbestimmung zu umgehen. Die Knochen wurden bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschranke getrocknet. Etwa mit Lack imbibierte Knochen mussten natürlich vorher hiervon durch Alkoholäther oder Terpentin befreit werden. Die Lackschicht abzukratzen, geht nicht an. Nach Gewichtskonstanz wird der Knochen geschrotet und dann 5 gr aufs genaueste im Wägegläschen abgewogen, dann die Menge in den Platin- oder Reinnickeltiegel gebracht und über dem Gebläse geblüht, bis die Asche pulverig zerfiel. Falls man keine Knochenmühle zur Verfügung hat, kann man die Knochen in Scheibchen glühen und zur Beschleunigung des Verfahrens nach Veraschung die Asche im Achatmörser sorgfältig verreiben und nachglühen. Die Asche wird nach Erkalten gewogen und durch ihre Subtraktion von 5 gr die organische Substanz berechnet.

Resultate.	Organische Substanz in gr, berechnet im Mittel:
Anau . . . . .	0,606
Kl.-Wanzleben . . . . .	1,154
Vindonissa . . . . .	1,564
Witzwil . . . . .	1,524
Gümligen . . . . .	1,633
Frische Röhrenbeine rezenter Pferde . . . . .	1,834

Auch diese Resultate harmonieren sehr gut mit den vorigen; dieses einfache Glühverfahren ist daher unter Umständen schon allein brauchbar, ohne Kontrolle durch die andern Methoden.

Wir können aber aus allen diesen Methoden und ihren Resultaten die folgenden Schlüsse über das Alter der Gümliger Funde berechnen:

a) Die Differenz zwischen dem Mittel aller frischen Röhrenbeine der verschiedenen Pferderassen und dem geringsten Gehalte im Anauer Knochen beträgt 1,128 gr. Der Verlust von der Gegenwart bis zur Gümliger Zeit = X beträgt 0,201 gr. Der Verlust von der Gegenwart bis Vindonissa 0,270 gr, bis Witzwil 0,310 gr. Das Mittel der beiden Römerfunde beträgt somit 0,290 gr, womit wir einen Mittelwert für den zeitlich ziemlich sicher bestimmten Römerknochen erhalten. Demnach beträgt der Verlust von Gümligen zur Römerzeit 0,089 gr und von Gümligen bis zur Gegenwart 0,201 gr. Nehmen wir einmal die Auslaugung als gleichmässig fortlaufend an, so würde somit die verlaufene Zeit der ausgelaugten organischen Substanz entsprechen und somit 1125 Jahre von der Gegenwart bis zur Verlochung des Gümliger Fundes vergangen sein, dieser also als 69,4% der Zeit auf 798 n. Chr. datiert werden müssen. Nun sahen wir aber, dass eine Beschleunigung der Auslaugung in der ersten Zeit wegen der grösseren Oberfläche da ist, die sich später zu einer Verzögerung der Auslaugung umgestaltet. Den Einfluss derselben können wir sowohl graphisch durch Konstruktion von Funktionskurven, wie auch auf algebraischem Wege berechnen. Ich habe den praktischeren Weg der Kurven gewählt. Ich trage auf die Abszissenachse die Jahrtausende ein, auf die Ordinatenachse die Gehalte an organischer Substanz und füge bei den betreffenden bestimmten Funddaten die entsprechenden Koordinaten zu. Es entsteht dann eine Kurve, die, wenn sie in gleicher Weise fortlaufen würde, etwa bei 12,000 Jahren die Abszisse schneiden dürfte, also dann die organische Substanz gänzlich ausgelaugt wäre. Ich trage dann in gleicher Weise das Resultat meiner Auslaugungsbeobachtungen mittelst verdünnter Säuren in roter Farbe ein, indem ich die ganze Abszissenachse in vier gleiche Teile teile und hier je eine Abszisse errichte mit den Eintragungen von 38% von 1,834 = 0,697 gr als erste, von 11% = 0,0201 als zweite, 2% = 0,366 als dritte und 0 als vierte Ordinate; ich verbinde nun diese Punkte der Koordinaten und erhalte die der theoretischen Verzögerung der Auslaugung einjgermassen entsprechende Kurve. Ich ziehe nun die Kurve durch die den tatsächlich beobachteten Gehaltszahlen entsprechenden Koordinaten-Punkte und mache sie bestmöglichst parallel zu der roten, theoretischen. Hierauf gehe ich mit

den jeweils beobachteten Gehaltsgrössen der unbekanntenen zu bestimmenden Knochenfunde in die Tabelle ein und lese auf der Abszisse die entsprechenden Jahrhunderte ab. Wenn man einmal eine solche Tabelle angelegt hat, kann sie ja für alle derartigen Bestimmungen ohne weiteres dienen; deshalb ziehe ich diese Methodik der algebraischen vor.

Unter Zugrundelegung dieser Kurventabelle, die im erwähnten Werke über Methoden der vergleichenden Osteologie beschrieben und abgebildet ist, ergibt sich aus den Gehaltszahlen organischer Substanz von Gümligen: 1490 n. Chr.

b) Auch aus der Kollagenbestimmung lassen sich annähernd übereinstimmende Zahlen berechnen, weshalb ich in die Tabelle eine dritte Kurve in blau eintrug. Hier macheu die Verluste bis Anau 1,144 gr aus; bis Vindonissa 0,965, bis Witzwil 0,999. Als Mitte des Verlustes bis zur Römerzeit wäre somit 0,982 gr anzusehen. Davon beträgt der Verlust bis Gümligen 0,704 gr und von Gümligen bis zur Römerzeit 0,278. Das Verhältnis der Zeiten ergäbe dabei 71,7 zu 28,3, und danach die, ohne Rücksicht auf die anfängliche Auslaugungsbeschleunigung berechnete Datierung von Gümligen auf 759 n. Chr. gegenüber 798 nach der vorigen Methode. Unter Berechnung der beschleunigten Auslaugung in der ersten Zeit oder durch Benutzung der vorerwähnten Kurven zur Altersbestimmung für einen beliebigen Punkt ergibt sich wiederum 1476 n. Chr.

Wenn ja diese Zahlen trotz der scheinbaren Präzision doch nur als approximative Anhaltspunkte zu werten sind, so kann diese Methode sicherlich ganz gut benutzt werden. Nur darf man nie vergessen, dass bloss Knochenfunde aus gleichartiger Schichtenlagerung und andern gleichartigen Bedingungen verglichen werden dürfen.

Jedenfalls dürfte, und das ist für uns hier die Hauptsache, meine Diagnose zu Recht bestehen, dass der Fund von Gümligen in die zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts zurückdatiert werden muss. Kollege Studer hat auch darum diese Funde nicht zur Publikation gebracht, sowie deshalb, weil auch die Grösse der Knochen gegen einen diluvialen Fund sprechen würde, da nach den zahlreichen Resten von Schweizersbild und Thaingen unsere schweizerischen Tundrenpferde kleine schlanke Tierchen waren.

### Art der Reste von Gümligen.

An Knochen liegen von Gümligen vor: Ein Unterkieferkörper mit einem Diastemarest links, samt Caninalveole nebst Canine. Der linke Mittelzahn repräsentiert das Schneidezahngewiss. An Backzähnen sind vorhanden: Aus dem Oberkiefer P 4 sin., M 2 und M 3 dext.; aus dem Unterkiefer M 2 sin. An Extremitätenknochen liegen vor: 2 unvollständige Scapulae, 2 komplette Humeri, 1 Radius sinister, 1 Metacarpus sinister, 2 Femora, 1 Tibia sinistra, 1 Metatarsus sinister, 1 Astragalus sinister, zwei ziemlich unvollständige Beckenhälften und einige Brustwirbelstücke.

Aus den Zähnen ist folgendes zu schliessen:

- a) Die Bestimmung des Alters des Pferdes lässt an Hand des einen Mittelzahnes den Schluss auf ungefähr 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Jahre zu, denn die Zeichen der Abreibung sind sehr typische.
- b) Das Vorhandensein der Canine deutet auf ein Tier männlichen Geschlechtes. Da es sich um ein Hauspferd handelt, kann es aber Wallach oder Hengst gewesen sein. Die Schlankheit der Röhrenknochen und ihre Länge sprechen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit für das erstere. Ein genauer Entscheid ist nicht zu treffen.

Wenn wir uns nach subfossilem Vergleichsmaterial zu unseren Extremitätenknochen umsehen, so zeigt sich, dass Dr. Otto Antonius, Privatdozent für Palaeontologie an der Universität Wien und für Haustiergeschichte an der Hochschule für Bodenkultur daselbst, nicht nur in einer gerade im gleichen Jahre 1914 publizierten Abhandlung, sondern auch in einem neuen, mehr an die Allgemeinheit gerichteten Buche (1922) die Existenz eines diluvialen Riesepferdes der Tundrenzeit bekanntgegeben hat. Auch der rühmlich bekannte Prof. Othenio Abel hat diese merkwürdige Erscheinung in seine Werke übernommen (1919).

Nicht bloss im Interesse der Wissenschaft, sondern auch mit Rücksicht darauf, dass Antonius in seinen sämtlichen Schriften sich bemüht hat, mich anzugreifen, um mir Ungenauigkeiten besonders in der Zeitdatierung von Funden vorzuwerfen, möchte ich mir erlauben, den diesbezüglichen Ausführungen von Antonius einige Betrachtungen zu widmen.

Die erste Publikation von Antonius (1913/14) enthält zwei Funde solcher Pferde; der erste in dem zum XIX. Bezirke Wiens gehörenden Vororte Heiligenstadt, und zwar in den Ziegeleien der Herren Kreindel und Hauer.

Der zweite stammt aus Wels in Oberösterreich.

Betrachten wir zunächst, was Antonius über den Heiligenstadter Fund sagt: «In diesen Ziegeleien wurden vor einiger Zeit Bildungen aufgeschlossen, welche der oben erwähnten Sumpfschicht, in der seinerzeit der Mammutschädel gefunden wurde, vollkommen entsprechen.» «Die in der Sumpfschicht gelegenen Pferdereste sind zum grossen Teil vorzüglich erhalten, braun von Farbe und ungemein kompakt. Sie verteilen sich wahrscheinlich auf wenige Individuen» (pag. 256). Die Reste wurden von den Arbeitern der Ziegeleien aufgefunden und dann «von den Herren Stummer und Prof. O. Abel an Ort und Stelle erworben» (pag. 255).

Ueber diese Sumpfschicht sagte Antonius vorher (pag. 254/55), dass sie ohne Zweifel nach Nehring einer Tundra entspreche. «Wir hätten dann in den Heiligenstadter Bildungen drei aufeinanderfolgende . . . Quartärfaunen: jene der Tundren . . ., jene einer wärmeren Waldweidephase . . . und schliesslich eine Steppenphase.»

Die Bearbeitung des Fundes zeigt nun Antonius:

1. Geringe Schädelreste, aber zahlreiche Zähne, meist Backenzähne und «mehrere Incisiven». Statt aber aus den Incisiven wenigstens das Zahnalter zu bestimmen, das ja meist einigermaßen möglich ist, sagt Antonius später an Hand der Röhrenknochen, es handle sich um ein «sehr altes Individuum». Besonders charakteristisch ist für die Arbeitsweise dieses Autors der Schlusssatz pag. 257: «Von Caninen fand ich keine Spur, was dafür spricht, dass das vorbeschriebene Gebiss einer Stute angehört hat.» Es scheint sich hierbei nicht um einen vereinzelt Lapsus des Autors zu handeln, sondern wir begegnen dieser hier verratenen oberflächlichen Urteilsfähigkeit leider noch auf Schritt und Tritt in allen seinen Arbeiten. Das Nichtvorhandensein eines Knochenteiles in einem Funde beweist doch keineswegs dessen Fehlen beim lebenden Tier. Man könnte das nur dann behaupten, wenn man den Unterkieferkörper und das Diastema vorliegend hätte, selbst nach der Hirnkapsel wäre eine Geschlechtsbestimmung nicht beweiskräftig.

Wichtig ist aber noch, wenn aus diesem Ausspruche hervorgeht, dass der Autor zugibt, es handelte sich in dem Heiligenstadter Funde im wesentlichen um ein einziges Individuum, denn ausser paarigen Extremitätenknochen kommt nur bei den Metacarpen ein zweites Individuum zum Vorschein.

Ebenso interessant ist auch die Art, wie Antonius zu seinem zweiten «quartären Funde», dem von Wels (Oberösterreich), gelangt. Er schreibt darüber pag. 272 (1914), die geologische Reichsanstalt in Wien habe diese Reste 1890 zum Geschenk erhalten. Nach seinen Erkundigungen war der Donator 1892 gestorben und weder in der Reichsanstalt, noch in Wels etwas über die Funde bekannt. Da aber in Wels auch römische Funde gemacht worden, lag der Verdacht nahe, dass es römische Reste sein möchten; hierfür waren sie aber zu gross, denn «das Römerpferd von Wels stellt einen Typus dar, wie ihn das sogenannte «orientalische» Pferd zeigt». «Somit kann kein Zweifel bestehen, dass unser Pferd von dem römischen verschieden und älter war als dieses.» Woraus der Autor ersieht, dass es überhaupt und um wieviel älter war, ist ein Rätsel: zwar sagt er, dass die Römerfunde «einen andern, meist viel besseren Erhaltungszustand zeigen»; was aber nach dem Vor-erwähnten über Lagerungseinflüsse auf Knochen selbst in Lehm-boden, ein sehr schwächlicher Beweispunkt ist.

Damit der Autor nun nicht alles und jedes fabuliert, macht er die selbst-kritisch aussehende Bemerkung, es müsse jedoch offen bleiben, ob dies Pferd ein wildes oder domestiziertes Tier sei, weil nämlich ein gleichzeitig damit gefundener Rinderschädel von Hofrat Adametz als einem Hausrinde angehörig betrachtet werde. Ueber eine vorrömische Ansiedelung in der Umgebung von Wels sei und war nichts bekannt, doch nimmt er weiter ganz ruhig eine solche an, «denn die Römer dürften ihr Castrum in einer hinreichend besiedelten Gegend angelegt haben».

Das ist die Herkunft des zweiten von Antonius publizierten Fundes. Ein absolut unbekanntes Museumsstück wird punkto Alters-datierung mit einigen unbewiesenen Behauptungen völlig willkür-lich frisiert und zurechtgestutzt, um die neue Spezies, die sonst nur auf zwei oder vier Augen ruhen würde, zu stützen!

Gehen wir nun zur Besprechung der Knochenreste über. Schon in bezug auf die fehlenden Schädelknochen nimmt der Autor sich schon wieder Freiheiten, die man sonst nur Dichtern gestattet.

Seite 262, Stammesgeschichte, sagt er: «Der Schädel von *Equus Abeli* (so taufte er diese «Spezies») ist nicht erhalten» und pag. 279 (1914), «dass man daraus die Form des Schädels rekonstruieren könnte». Aber nun folgt acht Jahre später, 1922, pag. 263, der «Stammesgeschichte» ein grosses Bild «Rekonstruktion des Heiligenstädter Tundrenpferdes (*Equus Abeli*, Antonius). Nach den Angaben des Verfassers gemalt vom akademischen Maler Heinrich Révy, Wien». Die Begründung dieser langsam innert acht Jahren erfolgten Erleuchtung wird so formuliert: «da der Typus vollkommen mit dem interglazialen Mosbacher Pferde übereinstimme» (von dem Antonius aber 1912 noch bloss sagt [pag. 279], dass es «nicht viel kleiner war»), so dürfen wir annehmen, dass auch der Schädel ähnlich geformt war, nämlich «schmale, flache Stirn» und «sehr langen, mehr minder geramsten Nasen- und Schnauzenteil». In der von Antonius als Beleg hierfür zitierten Arbeit, W. von Reichenau Revision der Mosbacher Säugetierfauna (1910), sagt Reichenau aber ausdrücklich wörtlich: «Der Gesamthabitus kommt dem Pferde der leichten Reiterei nahe, d. h. im Vergleich mit den Pferderassen liegt nur ein mittelgrosses, nicht schweres Pferd vor.»

Wenn daher die Uebereinstimmung eine so vollkommene im Typus ist, wie Antonius angibt, so möchten wir Zweifel hegen, dass die Rekonstruktion des schweren Heiligenstädter Pferdes nach Mosbachschen Schädeln richtig ist, und jedenfalls sollte man sie dann nicht kühn der weitesten Publikation übergeben!

Aber auch nach unserer heutigen Pferdekenntnis ist selbst innerhalb ein- und derselben Pferdefamilie diese rekonstruktive Behauptung ein reines Phantasiegebilde und dennoch wird es vom Autor im breitesten Rahmen popularisiert.

Man kann daher den Wert und den Zweck der Vorwürfe leicht erkennen, die Antonius in seinem neuen Buche z. B. mir macht, indem er u. a. pag. 11 schreibt, «dass Duerst (in seinen Anauer Untersuchungen) unterlassen habe, darauf hinzuweisen, wo die Grenzen zwischen wirklichen Forschungsergebnissen und reiner Hypothese liegen». Dies nur, weil ich damals die Altersdatierung meines verehrten, nun 90jährigen, erblindeten Freundes und Gönners Prof. Raphael Pumpelly, früher Präsident der geologischen Gesellschaft von Nordamerika und einer der berühmtesten praktischen Geologen Amerikas, für die Fundzeit von Anau akzep-

tierte, weil sie vor allem unabhängig, klar und einleuchtend und das Resultat der Experimente und Beobachtungen Pumpellys über die Sandanhäufung durch den Wind im Laufe der Jahrtausende war (vergl. Exploration in Turkestan, 1. Bd. 1908). Es ist dies eine Datierung, die nicht nur der berühmte Präsident des American Museum of Natural History und Paläontologie-Professor A. F. Osborn gleichfalls adoptierte (1922), sondern über die mir auch spontan aus Kreisen von Urgeschichtsforschern, wie z. B. von Prof. Peisker in Graz, Einverständniserklärungen zuzugingen und sogar die Bemerkung fiel, sie sei «eher noch zu gering geschätzt». Trotzdem unsere früher erwähnten Knochenuntersuchungen dieses Resultat zu bestätigen scheinen, soll alles das Hypothese sein, weil Antonius der kurzsichtige Standpunkt des Archäologen Prof. Hubert Schmidt besser gefiel und in die vorgefasste Meinung passte. Ist es nicht im Grunde bemühend, wenn ein jüngerer Autor mit solch lebendiger Phantasie, wie es Antonius ersichtlich ist, zwei für Sorgfalt und Präzision seit lange wohlbekannten Forschern solch schlecht angebrachte Vorwürfe macht? Ist hier ein Hinweis auf das Gleichnis vom Splitter und dem Balken im Auge überhaupt noch nötig?

Nach den Schädelresten folgt die Besprechung der Rumpf- und Extremitätenknochen. Ich habe in den Tabellen die Knochen der Witzwiler Pferde, wie des Pferdes von Gümligen den entsprechenden von Antonius gegenübergestellt und die Indices berechnet. Es geht klar daraus hervor, dass die Typen recht ähnlich waren, wenn auch das Berner Pferd etwas schlanker als das von Wien erscheint.

Alle nachfolgenden Knochenmessungen sind, wie die vorgehenden Schädelmasse, hauptsächlich mit dem Präzisions-Nonius-Gleit-zirkel von Mechaniker Hermann in Zürich genommen. Verwendet wurde zu den Extremitätenmessungen auch das Knochenmessbrett und der Stangenzirkel nach Martin. Für die Röhrenbeine wurde auf Zehntels-Millimeter genau gemessen und jedes Mass sechsmal ermittelt und der Mittelwert genommen. Die Vergleichsskelette sind das Skelett eines alten Araberhengstes aus einem Zirkus (möglicherweise aus Weil) und dasjenige unseres bekannten anglo-normännischen Zuchthengstes «Tabar».

Verwendet wurden von Witzwil nur die besten Stücke, die vielen zerbrochenen Knochen liess ich beiseite.

## Scapula.

	Witzwil sin.	Witzwil sin.	Vindonissa sin.	Vindonissa sin.	Araber sin.	Anau sin.	Gümligen sin.	Gümligen dext.	Heiligenstadt n. Antonius	Wels n. Antonius	Anglo-Normänner- Hengst „Tabar“
Breite des Schulterblattes am Halse . . . . .	63	58	69	64	53	56	68	68	81	76	80
Cervico-caudaler Durch- messer der pars articu- laris der scapula . . . .	89	88	92	90	86	79	102	99	109	—	116
Cervico-caudaler Durch- messer der cavitas gle- noidalis . . . . .	55	54	56	53	52	46	67	65	67	70	74
Länge des processus cora- coideus . . . . .	34	38	—	—	37	34	38	37	—	—	38
Latero-costaler Durchmes- ser d. cavitas glenoidalis	44	45	49	47	43	39	59	57	61	62	62
Höhe der spina scapulae an d. tuberositas trapezia	30	—	—	30	32	30	35	34	—	—	37
Tiefe d. cavitas glenoidalis	10	8	—	8	8	9	11	12	—	—	16
Spino-caudalrand Winkel	20°	22°	—	20°	22°	24°	20°	18°	—	—	20°
Spino-cervicalrand Winkel	10°	12°	—	10°	12°	—	10°	10°	—	—	10°
Spina-glenoidal-Winkel .	68°	76°	—	70°	68°	82°	70°	72°	—	—	74°

Aus diesen Massen ergibt sich:

1. Für die Witzwiler Pferde deren einigermaßen identische Schulterblattlänge gegenüber Vindonissa und etwas vermehrte Länge gegenüber Anau.
2. Die beiden Gümliger Scapulae sind etwas schlanker als die von Heiligenstadt und ihrerseits schmaler als die eines Anglo-Normänner Hengstes.

Indices wurden mit Rücksicht auf die mangelnden Vergleichszahlen des Heiligenstadter Materiales nicht berechnet.

## Humerus.

	Witzwil sin.	Witzwil sin.	Vindonissa sin.	Vindonissa dext.	La Tène dext.	Araber sin.	Gümligen sin.	Gümligen dext.	Heiligenstadt n. Antonius	Anglo-Normänner- Hengst „Iabar“
Grösste Länge . . . . .	—	278	297	—	237	265	346	345	—	345
Physiologische Länge . . . . .	—	265	283	—	226	251	326	323	—	333
Costale (innere) Länge . . . . .	—	271	289	—	230	260	336	330	—	342
Laterale (äussere) Länge . . . . .	—	268	285	—	227	255	329	340	—	337
Mediale Länge . . . . .	—	262	282	—	218	245	319	322	—	327
Grösste proximale Epiphysen- breite . . . . .	—	—	85	—	72	81	92	90	—	119
Kleinste Breite der Diaphyse	34	35	35	34	26	30	41	42	—	46
Grösste distale Epiphysenbreite	78	77	82	77	64,5	72	84	85	105	107
Breite der Trochlea . . . . .	73	73	76	74	58	68	80	81	89	97
Breite der fossa olecrani . . . . .	24	25	23	21	18	22	28	27	—	31
Breite der Diaphyse auf der Höhe der tub. delt. . . . .	73	71	65	60	47	59	86	84	—	86
Proximaler Epiphysendurch- messer . . . . .	—	—	107	90	78	82	105	109	—	126
Kleinster Diaphysendurchmess.	46	41	42	39	32	38	48	49	—	59
Medio-distal. Epiphysendurch- messer . . . . .	82	78	78	77	67	78	85	88	—	97
Latero-distal. Epiphysendurch- messer . . . . .	53	48	53	52	43	48	58	56	—	64
Grösster sagittaler Durchmesser des Caput . . . . .	—	62	66	67	49	59	70	71	—	83
Grösster transversaler Durch- messer des Caput . . . . .	—	—	—	68	54	63	72	75	—	74
Geringster Durchmesser der Trochlea . . . . .	37	37	36	37	29	38	48	51	50	51
Kleinster Umfang der Diaphyse	129	124	127	127	90	110	150	150	—	158
Umfang in der Mitte der Dia- physe . . . . .	134	130	135	134	102	116	160	164	—	175
Trochlear-Winkel . . . . .	92°	92°	86°	86°	92°	92°	94°	94°	—	96°
Capito-Diaphysenwinkel . . . . .	—	50°	50°	50°	52°	52°	58°	60°	—	38°
Humerus Torsion . . . . .	48°	48°	48°	48°	54°	48°	52°	52°	—	56°
Stärkenindex . . . . .	—	46,8	44,9	—	39,9	43,9	46,1	46,3	—	47,5
Trochlear-Epicondylenindex . . . . .	93,6	94,8	92,7	96,2	90,0	94,5	95,3	95,3	84,8	90,7

Mit Rücksicht auf den Witzwiler Fund lässt sich beim Humerus erwähnen, dass der kleinste derjenige von La Tène ist. Er ist auch sehr schlank mit einem Stärkenindex von 39,9, während die andern

einen solchen von 44—47 aufweisen. Das Witzwiler Pferd erscheint relativ stärker (46,8) als das von Vindonissa (44,9), aber der eine Humerus von Vindonissa ist länger als die Witzwiler Armbeine. Gegenüber dem Araber ist der Humerus des römischen Pferdes länger und kräftiger: der mittlere Stärkenindex 45,9 : 43,9. Die Zeichen des Alters, die starken Epiphysenbreiten an den Muskelansätzen, werden durch den Trochlear-Epicondylenindex illustriert. «Heiligenstadt» hat hier die grössten Unterschiede und war das älteste der Tiere, dann folgt La Tène und hierauf der alte «Tabar», das Vindonissaer Pferd und endlich die jüngeren von Witzwil und Gümligen. In bezug auf Grösse ist «Gümligen» wie auch «Heiligenstadt» nicht so entwickelt und kräftig wie der Humerus des Hengstes «Tabar», aber annähernd. «Heiligenstadt» ist aber breiter als «Gümligen».

Die Humeruslänge wird nach meinen biometrischen Untersuchungen beeinflusst durch die Gangart. Immerhin wird im individuellen Dasein nur wenig modifiziert; meist wird durch verschiedenartige Winkelstellung der Glieder der praktische, anpassende Ausgleich erreicht. Die kürzesten Humeri trifft man bei Renntrabern, die längsten haben Galopp- und auch Schrittpferde.

Siehe Tabelle Radius (Seite 29).

Die Radien von Witzwil sind etwas kürzer als die von Vindonissa. Die Dicke ist aber relativ gleich, was aus dem Längenbreitenindex folgt. Das Stück von La Tène ist zwar kürzer, aber nicht schlanker als die römischen Funde. Beim Araber ist eine grosse Schlankheit zu konstatieren, wie er überhaupt als alter Zirkusgaul etwas unterernährt erscheint. Der Radius einer umgestandenen Andalusierremonte der schweizerischen Armee ist um ein kleines länger, jedoch breiter als der römische Fund (Index 12,0). Gleichartig ist auch der Längenbreitenindex des Gümligerfundes, während das Welserpferd wieder schlanker und das Heiligenstadter breiter ist. Hingegen ist der Radius von Heiligenstadt bei weitem nicht so lang wie der von Gümligen. Selbst der Radius von Tabar ist nicht so lang wie der Gümliger, wenn auch breiter. Diese Konstatierung bestärkt uns wieder in der geäusserten Auffassung, dass das Gümligerpferd wahrscheinlich ein Wallach war. Gewöhnlich pflegen Traber- und Schrittpferde den längsten Radius zu haben, während Galopper und kombinierte Gebrauchspferde hierin kürzer sind.

## Radius.

	Witzwil sin.	Witzwil dext.	Witzwil sin.	Vindonissa „Breite“ dext.	Vindonissa Amphitheater sin.	La Tène sin.	Araber sin.	Andalusier sin.	Günlihen sin.	Heiligenstadt n. Antonius	Heiligenstadt n. Antonius	Wels n. Antonius	Wels n. Antonius	Anglo-Normänner- Hengst „Iabar“.
Grösste Länge . . . . .	329	326	335	342	342	312	306	354	393	380	379	403	402	379
Laterale Länge . . . . .	—	318	327	331	331	299	292	345	372	—	—	—	—	367
Mediane Länge . . . . .	325	322	324	333	335	302	297	343	375	371	372	394	392	371
Länge der Costalfläche . . . . .	—	323	325	340	332	300	293	346	380	—	—	—	—	375
Proximal. Epiphysenbreite . . . . .	—	80	78	86	86	74	73	87	93	100	—	97	96	108
Breite der proximalen Gelenkgrube . . . . .	—	72	70	73	77	65	65	77	86	89	—	87	84	93
Kleinste Diaphysenbreite . . . . .	36	37	38	37	38	34	32	41	45	50	51	44	45	47
Distale Epiphysenbreite . . . . .	74	75	70	75	76	66	68	80	88	92	92	—	—	98
Breite der Carpalgelenkfläche . . . . .	61	61	59	62	65	56	56	68	74	75	74	78	78	82
Breite des Radius Halses . . . . .	50	52	50	52	—	46	46,5	64	68	—	—	—	—	74
Durchmesser d. Capitulum . . . . .	—	43	46	45	46	40	43	51	55	—	—	—	—	63
Durchmesser der proximalen Gelenkgrube . . . . .	—	37	37	38	39	34	35	38	43	—	—	—	—	50
Kleinster Durchmesser der Diaphyse . . . . .	27	27	27	27	25	23	23	30	32	—	—	—	—	46
Durchmesser der distalen Epiphyse . . . . .	41	44	41	43	45	38	38	47	50	—	—	—	—	56
Umfang des Radius in der Mitte . . . . .	103	108	103	115	113	95	94	119	122	—	—	—	—	140
Krümmung des Radius . . . . .	$\frac{1}{82}$	$\frac{1}{81}$	$\frac{1}{82}$	$\frac{1}{82}$	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{85}$	$\frac{1}{85}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{82}$	—	—	—	—	$\frac{1}{80}$
Längenbreitenindex . . . . .	11,1	11,5	11,8	11,1	11,4	11,3	10,8	12,0	12,0	13,5	13,7	11,2	11,5	12,7

## Ulna.

	La Tène dext.	Witzwil dext.	Witzwil sin.	Andalusier dext.	Gümligen sin.	Heiligenstadt nach Antonius
Länge der vereinigten Knochen Ulna und Radius . . . . .	376	398	—	437	468	468
Grösste Länge der Ulna . . . . .	260	266	—	290	296	—
Länge des Hebelarmes . . . . .	127	132	—	113	112	—
Länge des Dorsalrandes des proc. olecrani . . . . .	72	82	—	87	89	—
Breite des tuber olecrani . . . . .	24	28	—	33	43	—
Breite der Gelenkfläche zwischen Ulna und Radius . . . . .	38	—	—	45	46	—
Proximaler Durchmesser . . . . .	43	45	—	50	54	—
Kleinster Durchmesser d. Olecranon Durchmesser im Bereich d. Hacken- fortsatzes . . . . .	41	—	—	50	48	—
Durchmesser des Ulnarkörpers beim kleinen Sigmoidgelenk . . . . .	54	—	60	67	69	—
Tiefe des cavitas sigmoidea aussen	37	—	37	36	38	—
Krümmungsindex der Ulna . . . . .	14	—	15	19	20	—
Kraftangriffswinkel der Ellenbogen- strecker . . . . . a)	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{80}$	—
. . . . . b)	140°	136°	138°	136°	138°	—
Olecranon-Winkel . . . . .	158°	158°	160°	160°	158°	—
	96°	96°	92°	96°	96°	—

In bezug auf die Ulna ist wenig zu bemerken. La Tène erscheint kleiner als Witzwil. Vom Gümligerpferd sind der Radius und Ulna zusammen gerade so gross wie die von Heiligenstadt, da aber der Radius von Heiligenstadt um 1,3 cm kürzer ist, als der von Gümligen, so muss der tuber olecrani entsprechend länger gewesen sein. Möglicherweise ist auch mein Gümligermass zu gering, da, wie erwähnt, infolge der bröckligen Knochenbeschaffenheit viel abbricht.

Metacarpen.

	Witzwil				Länge		Vindonissa Breite				Zerschlossen in dext.	Araber	Gmütligen sin.	Heiligenstadt nach Antonius				Weis nach Antonius	Freiburger Stute	Anglo-Normänner "Hengst" "labar"		
	dext.		sin.		dext.	sin.	dext.	sin.	I.					II.		III.					IV.	
	sin.	dext.	sin.	dext.	sin.	dext.	sin.	dext.	sin.	dext.				sin.	dext.	sin.	dext.				sin.	dext.
Grösste Länge . . . . .	225	231	232	227	201,2	235	231,3	233	222	206	263	262	277	278	260	250	277					
Laterale Länge . . . . .	223	228	228	224,2	195	223,4	227,2	229	220	195	259	—	—	—	—	241	270					
Innere Länge . . . . .	217	221,8	222,5	220,4	193	225,2	221,4	225	216	198	250	—	—	—	—	237	259					
Länge der Diaphyse . . . . .	183	190	194	184	163	197	182,5	197	177	172	209	—	—	—	—	192	210					
Länge der distalen Epiphyse . . . . .	28,2	31	26	31,6	26,6	28	34,5	26,7	35	25	36,7	—	—	—	—	40	40					
Länge des Sagittalkammes der distalen Gelenkfläche . . . . .	28,2	31	40	40,5	33	34	38	34	47	35	38	—	—	—	—	42	46					
Grösste Breite der proximalen Epiphyse . . . . .	50	48,3	49,4	49,4	44,1	49,4	53,0	50,6	50,6	46	58	65,5	63	63	65	67	65					
Breite der proximalen Gelenkfläche . . . . .	48,5	46	48,1	47,3	42,5	47,8	50,6	50,0	48,0	45	54,5	—	—	—	—	66	63					
Kleinste Breite der Diaphyse . . . . .	31,5	30,8	34,1	34,1	29	34,5	33	32,3	35,5	26	38,5	43	46	46	41	55	41					
Kleinste Breite der distalen Epiphyse . . . . .	39	40	41,2	42,0	37,0	43,0	43,0	41,0	42	37	50,6	—	—	—	—	52	55					
Grösste Breite der distalen Epiphyse . . . . .	46	46	44,4	45	40,2	47,4	49,1	47,0	49,0	43	53,2	54	61	61	63	64	61,5					
Grösste Breite der distalen Gelenkfläche . . . . .	47	46,2	48,5	46,5	44	49,3	51,2	49,6	48,0	45	55,0	—	—	—	—	63	63					
Länge des distalen Gelenkammes . . . . .	22,3	22,5	28,0	24,0	22,0	25,1	26,0	25,0	23,8	22,5	28,3	—	—	—	—	41	32					
Durchmesser der proximalen Epiphyse . . . . .	34	33,4	34	33	29	34	35,1	35,5	33	30	40,0	—	—	—	—	46	56					
Grösster Durchmesser der proxim. Gelenkfläche . . . . .	31,6	31,5	30	30,3	32,5	32	34	32,3	29	27	34,4	35,5	38,5	—	—	43	39					
Kleinster Durchmesser der Diaphyse . . . . .	24,1	24,4	25,2	25	23,1	25,7	26	25	27	20	28,5	—	—	—	—	32	32					
Grösster Durchmesser des distalen Teiles der Diaphyse . . . . .	30	32	31	34	32,5	31	33,2	31	29	22	33	—	—	—	—	38	39					
Kleinster Durchmesser daselbst . . . . .	22	22	23	20,4	19,4	23,9	24,0	22	22	19	25,5	—	—	—	—	31	32					
Grösster Durchmesser d. distalen Gelenkwalze . . . . .	35,4	36	36,5	34,4	32,3	36,5	37,5	35,4	34	33	42	—	—	—	—	48	46					
Lateraler Durchmesser derselben . . . . .	26,8	27,5	29	26,7	25,0	28,1	29	27,6	27,8	23	35	—	—	—	—	38	31					
Innere Durchmesser derselben . . . . .	29,3	30,4	31,4	29,0	26,3	31,4	31,5	31,4	29,0	29	36,6	—	—	—	—	39	37					
Länge des Sagittalkammes des distalen Gelenkes mit Bandmass . . . . .	78	77	76	76	70	76	85	80	78	80	96	—	—	—	—	105	98					
Umfang in der Mitte der Diaphyse . . . . .	90	90	92	93	85	95	92	91	103	90	110	—	—	—	—	125	115					
Torsionswinkel der Gelenkflächen . . . . .	180°	180°	180°	180°	172°	180°	170°	180°	180°	182°	180°	—	—	—	—	180°	168°					
Längenbreitenindex nach Nehring . . . . .	14,0	13,4	14,7	15,0	14,5	14,7	14,3	13,9	16,0	12,7	14,5	16,5	16,6	16,5	15,8	22,0	14,9					
Breitenindex . . . . .	32,8	32,7	36,4	36,1	34,5	35,3	32,4	33,1	35,7	40,5	34,7	36,2	37,1	37,1	32,1	42	32,6					

Besonders wichtig sind die Metacarpen. In bezug auf die Variation sind die Witzwilerknochen in der Länge weniger, jedoch in der Breite mehr verschieden. Es kommt dies im Längenbreitenindex gut zur Geltung. Die Variation der Witzwilerstücke geht von 13,4—15,0, bei denen von Vindonissa nur von 13,9—14,7. Auch das ganz kurze Röhrenbein von La Tène besitzt einen gleichartigen Index. Weit dicker sind die Metacarpen vom Schlossberg (16,0); nur der des Arabers ist am dünnsten mit 12,7. Das Gümligerpferd ist wieder schlank, aber auch die Heiligenstadter sind schlank in ihren Metacarpen (16,5—16,6), der Welser zeigt sogar nur 15,8, während der Metacarpus eines Freiburgerzugpferdes, kurz und dick, mit dem Index 22 ist. Der Anglo-Normänner-Hengst Tabar ist mit 14,9 wieder sehr schlank. Dieser Index wurde von Malicke (1910) an 192 Pferden studiert und gibt er bei Kadavern englischer Voll- und Halbblutpferde im Mittel 17,2, bei Ungarn 16,4, bei Russen 17,35, bei Preussen 16,8, bei Hannoveranern 18,2, bei Dänen 19,4 und Belgien 20,9 an. Somit würden sich alle hier aufgeführten Pferde mit Ausnahme des Freibergers in ihren Metacarpen wie Halbblüter verhalten und nicht wie schwere Zugpferde. Beim Metacarpus erwähnt Antonius die an *Equus Stenonis* erinnernde auffallende Breite des untern Teiles der Diaphyse im Verhältnis zum Gelenke. Während bei den zwei kleinern Metacarpen von Heiligenstadt diese noch gleich der Breite des Gelenkes ist, ist sie bei den grösseren Metacarpen im Verhältnis von 61 zu 59 mm. Bei einem steirischen Hengste findet Antonius dieses Verhältnis sogar noch grösser. Er zieht dann den Schluss, dass in den vorhandenen Abweichungen «unverkennbar ein ursprünglicherer Typus zum Ausdruck» komme. Abgesehen davon, dass auch der steirische Hengst, als ein altes und schweres Pferd, diese Eigenschaft besitzt, ist hier zu erwähnen, dass diese Verstärkung des unteren Endes von Mittelfussknochen als Kompensation an schweres Körper- oder Reitergewicht oder schwere Arbeit angesprochen werden muss. Wir finden, wie Zschokke bemerkt, infolge Bandzuges und Banddruckes oft geringe Grade von Ueberbeinen und Spat bei älteren Tieren, die durchaus physiologisch zu erklären und nicht pathologisch sind. Ohne Zuhilfenahme von Abstammungstheorien von «ursprünglichen Typen» sind diese Erscheinungen bei älteren Pferden praktisch so zu erklären, dass deren Bänder des ersten Zehengelenkes durch starkes Eigengewicht, starke Belastung und starke Arbeit angestrengt wurden und in normaler Weise durch Knochenverstärkung

reagierten. In bezug auf Längenentwicklung der Röhre habe ich schon in meiner «Beurteilung des Pferdes» erwähnt, dass ausser der Kastration, harter Boden auf die Dauer ebenfalls eine Längenzunahme zu bewirken vermag, wie Kollege van de Paz (1912) für Argentinien zeigte.

## Femur.

	La Tène dext.	Witzwil dext.	Witzwil dext.	Araber dext.	Gümligen sin.	Gümligen dext.	Anglo-Normänner- Hengst „Tabar“.	Ardenner- Wallach.
Physiologische Länge . . . . .	292	365	360	330	404	403	404	410
Länge vom Trochanter aus . . . . .	317	370	365	367	447	445	440	462
Länge vom Caput aus . . . . .	896	—	—	323	415	415	417	419
Diaphysenlänge . . . . .	207	240	230	227	298	295	298	298
Höhe des Collum femoris . . . . .	45	—	—	46	62	60	59	63
Vertikaldurchmesser des Caput . . . . .	33	—	—	28	42	42	40	47
Mittlere Länge des Femur . . . . .	288	—	—	312	398	395	374	405
Grösste Sehne der Condylen . . . . .	44	52	49	51	66	67	62	67
Länge des Halshebelarmes . . . . .	68	—	—	66	86	85	84	100
Länge des Corpushebelarmes . . . . .	23,5	—	—	270	334	335	335	317
Länge des Trochanterhebelarmes . . . . .	92	—	—	123	172	175	185	136
Grösste Breite der prox. Epiphyse . . . . .	93	—	—	104	137	136	130	134
Grösste Breite des Caput . . . . .	46	—	—	50	60	61	60	66
Grösste Breite des trochanter major . . . . .	45	—	—	48	58	59	62	60
Grösste proxim. Breite d. Diaphyse . . . . .	46	78	75	69	99	98	92	113
Geringste Breite der Diaphyse . . . . .	30	39	36	32	53	52	49	52
Breite des distalen Diaphysenendes . . . . .	61	73	64	72	86	80	84	85
Grösste Breite d. distalen Epiphyse . . . . .	74	89	85	82	104	105	106	108
Grösste Breite der Condylen . . . . .	72	87	79	77	97	96	88	109
Grösste Breite d. trochlea patellaris . . . . .	50	56	59	58	67	66	81	70
Kleinste Breite derselben . . . . .	25	31	31	27	33	34	39	38
Grösste Breite der fossa poplitea . . . . .	18	18	18	22	24	25	24	37
Durchmesser des Caput . . . . .	48	—	—	54	62	61	64	66
Durchmesser des trochanter major . . . . .	33	—	—	33	48	46	46	56
Durchmesser der prox. Epiphyse . . . . .	62	—	—	89	88	90	89	96
Grösster Durchmesser der proxim. Diaphyse . . . . .	55	52	41	57	57	56	73	67
Kleinster Durchmesser des Halses . . . . .	24	35	30	33	40	39	41	44
Kleinster Durchmesser d. Diaphyse . . . . .	38	45	41	44	58	56	56	60
Grösster Durchmesser des distalen Diaphysenendes . . . . .	67	74	74	80	90	90	128	98
Grösster Durchm. d. dist. Epiphyse . . . . .	98	100	114	110	126	127	115	135
Höhe der Rollfurche . . . . .	44	53	53	52	67	65	72	72
Höhe der fossa poplitea . . . . .	53	60	56	56	67	68	68	74
Umfang des Femurkopfes . . . . .	13,5	—	—	160	195	198	230	195
Umfang der Diaphysenmitte . . . . .	11	108	120	120	186	185	180	190
Collo-Diaphysenwinkel . . . . .	30°	26°	24°	24°	24°	26°	26°	24°
Trochanter Diaphysenwinkel . . . . .	14°	18°	18°	16°	16°	18°	18°	16°
Condyllo-Diaphysenwinkel . . . . .	90°	90°	92°	90°	90°	89°	90°	88°
Torsionswinkel . . . . .	26°	28°	20°	20°	20°	20°	20°	24°
Kleiner Längenbreitenindex . . . . .	10,3	10,7	10,0	9,7	13,1	13,0	12,2	12,7
Grosser Längenbreitenindex . . . . .	29,4	—	—	28,4	30,7	30,6	29,6	29,0

Das Femur von Witzwil ist länger als das von La Tène und das des Arabers, der Längenbreitenindex entspricht denselben jedoch vollständig. Nur diejenigen von Gümligen sind bedeutend stärker, stärker sogar als das Femur des Anglonormännerhengstes und entsprechen in ihrer Stärke dem gewaltigen Femur des Ardennerwallachs meiner Sammlung. Das Femur wird in seiner Länge ebenfalls stark durch die Bewegungsart des Tieres beeinflusst. Schon Fuld (1901) zeigte dies in seiner Arbeit über die Veränderungen der Hinterbeinknochen von Hunden, nachdem er denselben die Vorderbeine amputierte. Ich habe durch meine biometrischen Messungen klar gemacht, dass zweibeinige Springer stets ein kürzeres Femur als Tibia haben, vierbeinige Springer den Oberschenkel hingegen so verlängern, dass er fast gleich lang wird wie der Unterschenkel. Je mehr aber bei diesen Tieren die Hinterhand belastet wird, um so kürzer wird das Femur, daher ist es bei Trabern am kürzesten, bei Galopp- und Schrittpferden ziemlich lang.

### Tibia.

	La Tène dext.	Anau sin.	Witzwil sin.	Witzwil dext.	Witzwil dext.	Vindonissa dext.	Araber sin.	Gümligen sin.	Tabar dext.
Grösste Länge . . . . .	302	305	338	347	365	383	334	401	417
Innere Länge . . . . .	282	298	309	325	340	365	308	375	374
Aeussere Länge . . . . .	272	290	318	316	325	353	302	363	370
Mediale Länge . . . . .	297	299	320	328	340	370	314	380	381
Physiologische Länge . . . . .	294	296	308	310	321	363	326	353	375
Grösste proxim. Breite d. Epiphyse	80	75	90	94	—	102	86	115	124
Kleinste Breite der Diaphyse . . .	35	38	39	40	41	45	32	48	53
Grösste distale Epiphysenbreite . .	61	65	69	74	72	75	67	85	96
Distale Diaphysenbreite . . . . .	58	60	58	61	63	68	65	82	82
Grösster proxim. Epiphysendurchm.	70	74	78	80	—	90	76	99	108
Kleinster Durchm. der Diaphyse . .	26	35	32	35	31	33	28	38	45
Grösster Durchm. d. dist. Epiphyse	42	37	44	45	45	48	47	52	58
Länge der Tuberositas tibiae . . .	41	—	50	53	—	53	48	56	55
Länge der distalen Epiphyse . . .	23	28	30	33	33	34	30	38	41
Länge der proximalen Epiphyse . .	45	47	47	48	50	51	47	62	62
Breite der distalen Gelenkfläche . .	48	50	53	55	57	60	58	69	72
Breite der äusseren Gelenkgrube . .	25	25	30	27	31	31	29	37	42
Breite der inneren Gelenkgrube . .	21	23	25	24	25	28	23	32	32
Durchmesser der Gelenkfläche der proximalen Epiphyse . . . . .	49	51	54	58	56	56	50	62	67
Durchmesser der Gelenkfläche der distalen Epiphyse . . . . .	34	37	40	41	41	41	37	49	52
Kleinster Umfang der Diaphyse . .	99	103	108	118	118	120	95	134	150
Längenbreiten-Index . . . . .	12,0	12,8	12,7	12,9	12,8	12,4	9,9	13,6	14,2
Distaler Gelenkbreitenindex . . . .	57,4	58,4	56,6	54,1	57,0	60,0	47,8	56,5	55,3
Proximaler Gelenkbreitenindex . . .	43,8	50,7	43,4	42,6	—	44,2	37,3	41,8	42,8
Längendickenindex . . . . .	33,7	34,8	35,1	37,6	36,5	38,3	33,4	40,1	41,7
Index des kleinsten Querschnitts . .	74,3	92,2	82,1	87,5	75,7	73,4	77,5	89,2	85,0

Wenn wir gerade dies erwähnte Längenverhältnis von Tibia und Femur ansehen und hierzu die Funde vergleichen, die wir als Reste eines oder zweier Individuen zu betrachten haben, so erkennen wir, dass sowohl das Gümliger Femur ganz bedeutend länger ist als die Tibia, als auch das gleiche bei den Witzwiler Stücken der Fall ist. Das Verhältnis ist hier genau 54% zu 46% beider Knochenlängen zusammen, sofern man nur die allein mechanisch wirksame «physiologische Knochenlänge» berücksichtigt.

Bei der Vergleichung der Tibien geht aus dem Längenbreitenindex hervor, dass La Tène und Anau am schlankesten von den prähistorischen Tibien sind, die Tibia des Arabers jedoch ist dünner. Am kräftigsten ist die des Hengstes Tabar, diejenige des Gümliger Pferdes steht mitten drin. Aber die Tibien der Römerpferde sind deutlich kräftiger als die des eisenzeitlichen Schweizerpferdes und dessen asiatischen Stammvaters von Anau. Das gleiche bestätigt auch der Längendickenindex.

Die distalen und proximalen Gelenksindices beweisen, dass die Gelenke des Anauer und einiger Römerpferde relativ sehr breit im Verhältnis zum Knochen sind. Der Index des kleinsten Querschnittes endlich zeigt, dass der Anauer Knochen die rundeste Säule ist, bei den andern aber bald mehr, bald weniger Abflachung eintritt.

Siehe Tabelle Metatarsen (Seite 36).

Wenn wir die Längenbreitenindices der Metatarsen ansehen, auf die z. B. Tscherski (1893) so viel gibt, müssen wir erkennen, dass die La Tène- und Witzwiler-Röhrenbeine den geringsten Index aufweisen, der mir überhaupt bekannt geworden ist, nämlich 10,1 bei dem längeren La Tène-Knochen und 10,7 bei den Witzwilern. Der Hengst Tabar hat 12,9, das Gümligerpferd 12,5 und die Heiligenstadter 12,9 und 13,0 als Indices.

Malicke, in seinen Röhrenbeinindexstudien, findet bei den rezenten Pferden überhaupt keine so «dünnbeinigen» mehr. Er gibt an eine Variationsbreite bei Arabern von 14,1—17,4, Engländern 13,3—17,0, Ungarn 14,3—19,3, Russen 12,3—18,7, Preussen 12,6—17,5, Deutschen 12,4—19,6, Dänen 16,0—20,6, Belgiern 18,1—20,9, Franzosen 19,2—22,5.

Hiermit verglichen, würden sich also sowohl die Heiligenstadter Pferde, wie die übrigen durchaus als Halbblutpferde leichteren Schlages verhalten. Nun ist zu bemerken, dass nach meinen kulturhistorischen Studien über schweizerische Haustierzüchtung seit dem

## Metatarsen.

	Witzwil			La Tène		Anglo-Normänner- Hengst „Täbar“	Gümligen sin.	Heiligen- stadt nach Antonius	
	dext.	dext.	dext.	sin.	sin.				
Grösste Länge . . . . .	272	262	251	248	214	320	306	326	325
Laterale Länge . . . . .	265	257	247	244	211	317	301	—	—
Innere Länge . . . . .	270	260	250	241	206	311	302	—	—
Länge der Diaphyse . . . . .	220	218	216	207	173	254	244	—	—
Länge der distalen Epiphyse .	30	29	21	24	29	43	42	—	—
Länge des Sagittalkammes der distalen Gelenkfläche . . . .	37	34	28	31	34	45	44	—	—
Grösste Breite der proximalen Epiphyse . . . . .	47	44	45	45	43	61	61	61	—
Breite der proximalen Gelenk- fläche . . . . .	46	39	44	44	40	58	59	—	—
Kleinste Breite der Diaphyse	29	28	28	25	25	41	38	42	42,5
Kleinste Breite der distalen Epiphyse . . . . .	37	36	34	34	32	51	49	—	—
Grösste Breite der distalen Epiphyse . . . . .	47	43	45	39	37	62	61	60	61
Grösste Breite des distalen Ge- lenkes . . . . .	46	45	44	42	42	60	60	—	—
Lage des distal. Gelenkkammes	23	22	22	18	20	30	36	—	—
Durchmesser der proximalen Epiphyse . . . . .	43	41	41	36	35	58	54	—	—
Grösster Durchmesser der prox. Gelenkfläche . . . . .	37	35	32	34	31	45	39	—	—
Kleinster Durchmesser der Diaphyse . . . . .	30	26	26	25	22	38	35	—	—
Grösster Durchmesser d. distal. Teiles der Diaphyse . . . . .	34	32	30	29	27	40	40	—	—
Kleinster Durchmesser daselbst	25	23	23	21	19,5	33	32	—	—
Grösster Durchmesser der di- stalen Gelenkwalze . . . . .	36	35	—	33	31	48	43	—	—
Lateral. Durchmesser derselben	29	27	26	25	22	38	36	—	—
Innerer Durchmesser derselben	30	30	—	27	23	39	37	—	—
Länge des Sagittalkammes mit Bandmass . . . . .	78	76	78	70	70	99	97	—	—
Umfang in d. Mitte d. Diaphyse	84	87	85	79	75	122	115	—	—
Torsionswinkel der Gelenk- flächen . . . . .	170°	180°	170°	180°	170°	175°	175°	—	—
Längenbreitenindex . . . . .	10,7	10,7	11,2	10,1	11,7	12,9	12,5	12,9	13,0
Breitenindex . . . . .	31	33	32	30	32	34	31	35	—

frühesten Mittelalter, als der Schweizer Pferdehandel noch ganz Südeuropa mit Pferden versorgte, namentlich nach Oberitalien ungeheure Mengen brachte und die beste Einnahmequelle des Landes im 15. und 16. Jahrhundert bildete, im Lande selbst allgemein geklagt ward, dass trotz aller Mühe die Spindelbeinigheit, also die schlanken Röhren, wieder überhandnehmen.

Die Knochen von La Tène und Witzwil zeigen uns, dass dies ein Uebel war, das Jahrtausende lang im Lande herrschte und daher immer wieder vorbricht. (Fig. 3.)

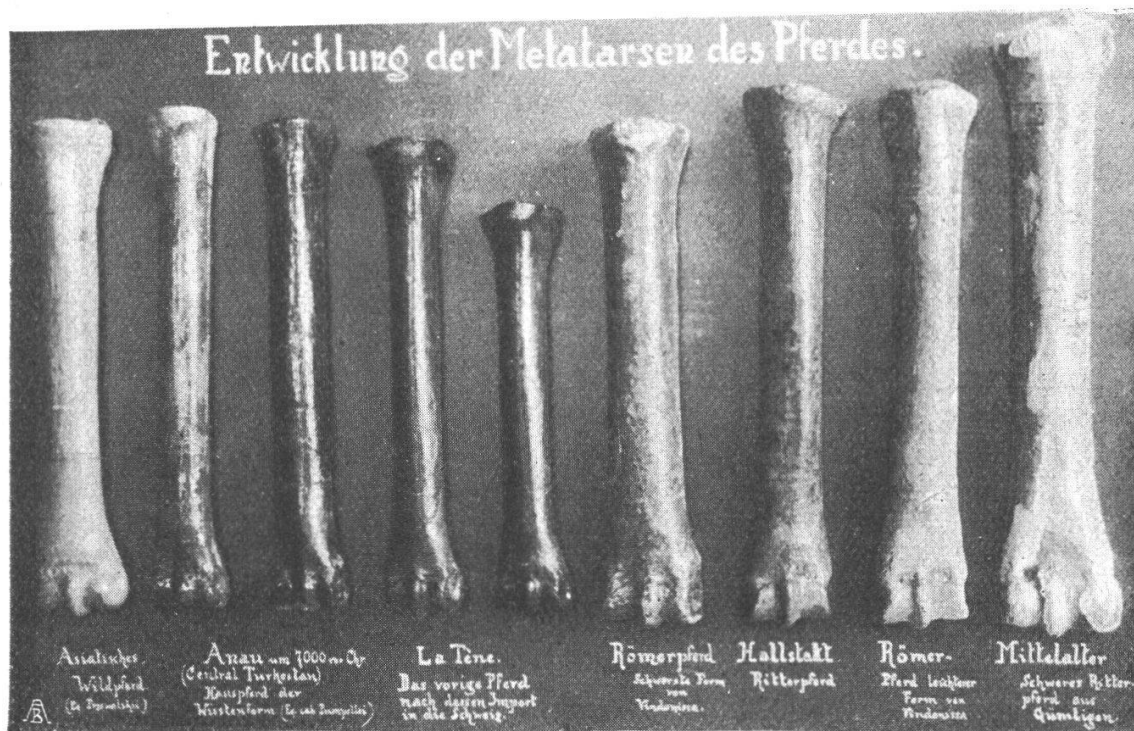


Fig. 3. Die Grössenentwicklung der Metatarsen des Pferdes der verschiedenen Zeitalter.

In bezug auf das Verhältnis der Breitendimensionen untereinander, wie es der Breitenindex uns vor Augen führt, zeigt sich gar keine Differenz unter diesen Pferden und müssen auch von diesem Standpunkte alle als zum Halbblütertyp gerechnet werden.

Beim Becken scheint aus den nur approximativen Verhältniszahlen des Gümliger Pferdes hervorzugehen, dass es mehr Schritt- und Trabpferd als Galoppferd war. Ich habe gezeigt, dass sich bei den Pferden je nach der Art der Bewegungsleistung das gegenseitige Verhältnis von Sitzbein- zu Darmbeinlänge ändert, dieses

beim Springer und Galopper dem Verhältnis von 50 : 50 sich nähert, während beim Traber sich das Verhältnis theoretisch zu 25 : 75 umgestaltet.

### Pelvis.

	Witzwil sin.	Witzwil sin.	Araber dext.	Gümligen sin.	Gümligen dext.	Anglo-Normänner- Hengst „Labar“
Beckenlänge . . . . .	—	—	352	410	—	482
Darmbeinlänge . . . . .	—	—	228	274	276	315
Sitzbeinlänge . . . . .	—	—	124	136	—	167
Länge des Acetabulum . . . . .	61	60	60	74	—	—
Längsdurchmesser des horizontalen Scham- beinastes . . . . .	37	41	20	38	37	38
Längsdurchmesser des foramen obturatum . . . . .	66	69	62	80	83	77
Kleinste Breite der Darmbeinsäule . . . . .	38	40	37	48	47	54
Tiefe des Acetabulum . . . . .	31	31	28	40	40	42
Breite der Knochenrückwand d. Acetabulum . . . . .	5	8	8	9	10	10
Breite des lateralen Astes des Sitzbeines . . . . .	30	31	26	38	39	37
Breite des foramen obturatum . . . . .	46	45	48	50	—	55
Grösste Breite des Acetabulum . . . . .	50	50	55	67	64	79
Darmbeinindex . . . . .	—	—	64,8	66,8	—	65,4
Sitzbeinindex . . . . .	—	—	35,2	33,2	—	34,6

Aus den Zahlen ist ersichtlich, dass bei allen drei Tieren, bei denen die Beckenlänge genau, bei Gümligen wenigstens approximativ festgestellt werden konnte, das Verhältnis einer kombinierten Leistung mit überwiegend Trab entspricht, bei Gümligen aber noch mehr zum typischen Traberbecken hin sich zu neigen scheint.

Damit hätte ich die hauptsächlichsten Knochen der Witzwiler und Gümliger Funde besprochen. Den Astragalus und die Wirbelreste will ich nicht weiter behandeln, da ich doch keine Gelegenheit habe, sie mit solchen des Heiligenstädter Fundes erfolgreich zu vergleichen, weil die von Antonius benutzten Ansatzpunkte seiner wenigen Masse mir etwas unklar sind und ich nicht falsche Angaben machen möchte, die zu Trugschlüssen führen könnten. Zudem ist der Astragalus zu allgemeinen Schlussfolgerungen nicht besonders geeignet.

Ich komme daher in der Betrachtung der vergleichenden Pferdeformen zu folgenden Schlüssen:

1. Das Witzwiler Pferd stellt sich auch nach dem gesamten Extremitätenskelett nicht als ein römischer Import, sondern als ein verbessertes einheimisches helveto-gallisches Pferd dar, das zwar etwas höher und kräftiger als die eisenzeitlichen Typen, dennoch ein entschieden schlankes und spindelbeiniges Tier war.

2. Das Pferd von Gümligen war ein grosser, starkknochiger Pferdetyp, der, obwohl mehr «Halbblüter» in Röhren- und übrigen Beinknochen, dennoch gegen die schwere Zugpferdeform hinneigt, besonders auch durch seine Grössenverhältnisse eine Vergleichung damit gestattet. Ihm entspricht beinahe vollständig das Heiligenstadter Pferd, sowie das etwas schlankere von Wels. —

Nach dem Erfolge seiner Extremitäten-Untersuchungen hält sich nun Antonius für berechtigt, die ganze bisherige Lehre der Abstammung der Pferderassen zu revidieren und umzugestalten und zugleich erscheint es ihm «ratsam, den von Woldrich irrtümlich aufgestellten Namen «*Equus caballus fossilis minor*» einzuziehen und durch einen neuen zu ersetzen», nämlich durch *Equus Abeli*, Antonius.

Wenn auch diese Methodik schon recht an das Faustrecht des Mittelalters erinnert, so leistet sich Antonius noch eine Tat, die sein Verständnis für Pferdekörper und Tierzucht ganz besonders charakterisiert. Er berechnet nämlich und findet eine Widerristhöhe seines Pferdes aus der «Tundra» von Heiligenstadt «von 180 cm» (einhundertundachtzig). Gewisslich kann er mit füglichem Rechte sagen, «mit dieser Höhe steht unser Wildpferd unter den bisher nach Skelettresten beschriebenen Formen einzig da». Das ist eine seiner wenigen Behauptungen, deren Gegenbeweis nicht erbracht werden kann, aber auch für die lebenden Pferde ist diese Zahl eine fast einzig hohe. Ich habe Widerristhöhen mit dem Messstocke bei über 3000 Pferden gemessen, aber selbst bei den Mastodonten unter den Pferden, wie der Graf von Robien (1917), der Präsident der französischen Pferdezuchtverbände, die englischen Shire und Clydesdales nennt, habe ich bei 238 Pferden nur 176 als Maximum und 167,8 als Mittel erhalten. Bei Oldenburgern nur 164,4. Hiervon gab auch S. von Nathusius (1905) in seinen Messungen die Zahl für Oldenburger mit 164,2 an, was durchaus mit der meinen stimmt. Bei Shirehengsten wird 172 cm verlangt und dabei sollen Höhen bis 178 vorkommen, doch habe ich bisher nicht Gelegenheit gehabt, diese Zahl selbst zu messen.

Was bedeutet nun diese neue Behauptung von Dr. Antonius?

Ein Pferd, das so gross und schwer ist, wie das Pferd von Heiligenstadt, kann ganz unmöglich ein Wildpferd des Quartärs sein, das hätte sich Antonius bei einiger Ueberlegung wohl selbst sagen dürfen, denn:

1. Entsteht nach unserer modernen tierzüchterischen Forschung die schwere Form des Pferdes heute als die Folge der Bewegungsbeschränkung bei sehr reicher Ernährung. Wo war aber diese Bewegungsbeschränkung auf den Tundren möglich? Wo ist sie es auf den heutigen Tundren des nördlichen Sibiriens? Grünwald (1920) sagt aus seiner Erfahrung, dass auf den heutigen Tundren und Steppen jedes schwere Pferd, sei es Percheron oder Ardenner, ausarte und bald zu der entsprechenden kleinen schlanken Steppenform werde; das gleiche bestätigt der Graf Lehndorff (1896), sowie Oberlandstallmeister von Oettingen (1918), ja selbst Prof. von der Malsburg (1911) für den Noriker, den heutigen Pinzgauer in Galizien. Antonius hat selbst etwas Zweifel dabei gehabt, denn sonst hätte er nicht eine spezielle Ausnahme für die Futterwirkung der fruchtbaren Wiener Donauauen, bewaldeter Berghänge und Flusstäler konstruiert (pag. 280/81, 1913/14).

2. Bewegungsbeschränkung und Ruhe neben reichem Futter ist nun einmal die Hauptbedingung zu einer besonderen Grösse bei normaler Konstitution, ohne hypophysäre Konstitutionsanomalien. Glaubt aber jemand mit Ernst, dass in der Tundren- und Renntierzeit die Pferde selbst in «Flusstälern» so ruhig und sorglos gewesen seien und nicht Raubtiere wie der Wolf, der nach Nehring (1890) ein charakteristisches Raubtier der Tundren ist, die fleischreichsten aller Pferde als Nahrung auserlesen und gehetzt hätten? Bis heute ist das Pferd nie ein grosser Kämpfer gewesen und auch von der Natur hierzu nicht ausgerüstet, sondern sein Heil liegt in der Flucht und jeder schnelle Lauf widerspricht der Möglichkeit einer derartigen Grössenentwicklung beim Pferde. Daher konnte diese schwere Form nur entstehen, wenn der Mensch den Schutz des Pferdes übernahm.

3. Endlich ist es der tierzüchterischen Erfahrung, wie auch der histologischen entsprechend, dass innerhalb einer Art die grösseren Tiere auch grosse Zellen der Körperorgane zu besitzen pflegen. Grosse Zellen machen den Organismus aber empfänglicher für Krankheiten und klimatisch empfindlicher. Nach den Beobachtungen in meinem Institute wirkt die durch kühleres Klima verringerte Wasser-

kapazität der Luft sogar beim Individuum merklich auf die Zellengrösse, zunächst beim Blute ein und daher ist es platterdings unmöglich, dass ein so grosses und daher auch grosszelliges Pferd in der kalten, grossen klimatischen Schwankungen unterworfenen, der Eiszeit auf dem Fusse folgenden Tundrenzeit existiert haben kann. Sonst wäre hier das Problem der Gegenwart gelöst gewesen, grosse Tiere mit kleinen Zellen zu züchten, über das Malsburg ein Buch geschrieben. Leider lehren uns die Erfahrungen in Nordskandinavien und Sibirien in der sich ständig reduzierenden Grösse importierter Pferde gerade das Gegenteil.

4. Wenn nun aber in jener Zeit trotz allen Hindernissen der Natur, die wir heute hemmend wirken finden, am fruchtbaren Donaustrande bei Wien so grosse und gewaltige Pferde wild entstehen konnten, wie wir sie heute nur in den gesegneten Gegenden Englands und Belgiens ohne ständige Blutaufrischung zu erhalten vermögen und trotzdem noch hohe Züchterarbeit auf ihrer Grössenerhaltung anwenden müssen, dann bedeutet das doch die traurigste Perspektive für unsere züchterischen Leistungen! Und hier zeigt die Geschichte der Haustierrassen und speziell des Pferdes im Gegenteil den grössten züchterischen Erfolg.

Daher ist gerade die von Antonius angegebene Pferdehöhe mit den tatsächlichen Verhältnissen verglichen das Mittel und der Massstab, das Traumland zu erschauen, in dem sich Antonius bewegt und das ja scheinbar dem modernen sympathischen Gedanken des «Heimatschutzes» zu entspringen scheint. Einen Gedanken, den auch mein verstorbener Freund, Geheimrat Alfred Nehring ebenfalls, wenn auch aussichtslos, in der berlinisch-braunschweigischen Modifikation zur Geltung bringen wollte. Es ist dies wohl namentlich in der jüngeren Periode eines Forschers oft eine Art Kinderkrankheit, habe ich doch auch selbst Allüren gehabt, für die Schweiz den Ruhm zu erobern, auch die Heimat einer neuen Haustierunterart zu sein (*Ovis a. Studeri*). Leider aber zeigt uns die Natur und die gewaltige Ausdehnung des eurasischen Kontinentes immer mehr, dass wir nicht so unbescheiden sein sollen, uns gross zu dünken, und gerade dies ist auch ganz allgemein Herrn Dr. Antonius sehr anzuempfehlen. —

Wir müssen uns nun also fragen, was war das Pferd von Gümli- gen und was war denn das Pferd von Wien-Heiligenstadt, von Wels u. a.?

Ueber das Gümliger Pferd ist die Antwort mit Sicherheit zu geben. Für das Heiligenstadter Pferd kann ich ebenso wie für das Welser mangels an Knochenschnitten durch die betreffenden Röhrenbeine nur Vermutungen äussern, die es wahrscheinlich machen, indem ich hoffe, dass Dr. Antonius die Sache auf diese Einwendungen hin genau nachprüfen werde. —

Das Gümliger Pferd war ein Abkömmling burgundischer oder, wie sie heute heissen, belgischer Pferde.

In meinen schon erwähnten Artikeln über die Geschichte der Pferdezucht in der Schweiz, habe ich auf Grund meiner Studien in den Staatsarchiven an Hand der Originaldokumente gezeigt, dass das reiche Italien im frühen Mittelalter der beste Abnehmer von schweren Pferden aus ganz Europa war, weil eben Italien ständig kriegte und seine Condottieri und Fürsten schwer gepanzerte Reiter in Menge ausrüsteten. Das dauerte so lange, bis Gonsalvo von Cordova 1503 die schwere Reiterei mit seiner leichten Kavallerie bei der Belagerung und Einnahme von Neapel für Spanien besiegte. Damals kam dann die Zucht des leichten Pferdes in Italien auf und wurde berühmt, trotzdem importierte es schwere Pferde zur Maultierzucht. Schwere Pferde konnte Italien damals aber ebenso wenig wie heute züchten und deshalb musste es sie stets importieren. Schwere Pferde züchteten seit dem Altertum nur die Bataver und Völker am Niederrhein, dazu war aber bei ihnen erst die Kenntnis der Kanalisierung und Urbarmachung von Sümpfen und die Polderwirtschaft die Grundlage. Diese Pferde wurden nun von den Italienern gekauft und über die Alpen transportiert. Durch die Schweiz ging die Handelsstrasse via Dijon, oder via Lothringen, Elsass und Bistum Basel (Kloster Bellelay), Bern, Thun, Aigle, Martigny, St. Bernhard. Leichter war die andere, daher beliebtere Route über Augsburg, Salzburg, Brenner, Bozen, Verona und schliesslich die am leichtesten passierbare, aber längste Strasse über Salzburg, Leoben, Graz, Laibach, Venedig.

Längs allen diesen alten Handelsstrassen, in der Schweiz so gut wie in Oesterreich, sind an günstigen Plätzen, wo Klöster oder Machthaber etwas für die Zucht taten, Oasen von schweren Pferden zurückgeblieben, die leicht durch die Zufälle mittelalterlichen Transitgeschäfts und noch nicht einmal durch grosse Ankäufe zu erklären sind. So entstanden die Schritt- und Zugpferdzuchten im Alpenkranze nicht durch eine eigene Stammform, wie ohne wirklich sichere Beweise angenommen worden ist, sondern durch den Transit-

handel mit Italien. Denn sonst müsste es ja nicht immer wieder Anpaarungen an schwere Pferde brauchen, bei unsern Freibergern ebenso wie bei den Pinzgauern u. a., um die Grösse und das Gewicht, sowie die Knochenstärke zu erhalten.

Da nun aus der Knochenbestimmung des Gümliger Fundes mit Sicherheit hervorgeht, dass es sich um ein einziges, grosses, starkknochiges Pferdeindividuum handelt und wir als approximative Datierung das Ende des 15. Jahrhunderts angaben, so mag es sich sehr gut um eines der Beutepferde aus der Schlacht bei Murten, 22. Juni 1476, handeln, wo Karl dem Kühnen gegen 10,000 Warranionen, Streithengste und Artilleriebespannungspferde abgenommen wurden. Stammte das Pferd aber aus späterer Zeit, so mochte es ein umgestandenes Transitpferd nach Italien oder das Ross eines der bernischen Edlen gewesen sein. Denn es muss hier als Erklärung des tiefen Vergrabens von Pferdekadavern darauf hingewiesen werden, dass schon im frühen Mittelalter nicht nur in der Schweiz, sondern auch in Oesterreich Vorschriften über das tiefe Verlochen aller an Krankheiten gestorbenen Pferde und anderer Haustiere als Massnahmen des Seuchenschutzes existierten. Ich will von der diesbezüglichen Auswahl in unseren Staatsarchiven nur als Muster die bernische Verordnung vom 13. März 1655, enthalten im «Viererbuch», hierhersetzen, in der da steht, dass «abgegangenes» Vieh und Pferde «bisher auf der Allmente durch die Wasenmeister tieff verlochert und der Ort umbzeunet werden» solle und von jetzt an künftighin ein jeder, dem Pferde oder Vieh sterbe, dasselbe auf seinem eigenen Lande (und nicht mehr auf dem der Gemeinde) tief verlochen lassen müsse. Diese Verlochungsplätze wurden dann daher mit besonderer Vorliebe auf Land verlegt, das nicht besonders sich zur Bewirtschaftung eignete, weshalb hierzu namentlich Kies- und Lehmgruben bevorzugt wurden, die seit altersher existierten.

Mir scheint nun aber auch für das Heiligenstadter Pferd die Erklärung eines derartigen, den alten Stadtordnungen entsprechenden Verlochens zweier an Krankheiten verendeter Ritterpferde an zwei verschiedenen Orten und wohl zu verschiedenen Zeiten in der Heiligenstadter Lehmgrube viel plausibler, statt noch eine der Natur widersprechende Hypothese weiter zu verfolgen. Namentlich, da man ja erwarten durfte, früher oder später bei einer so alten und ritterlichen Stadt, wie besonders Wien, auf die Knochenreste an Krankheiten und Seuchen erlegener Schlachtrosse aus vormaximilianischer Zeit zu stossen.

So wirkt denn die Aufstellung eines neuen Speziesnamens für ein verlocktes mittelalterliches Pferd — und etwas anderes kann nach dem Ergebnis der vorliegenden Vergleichung, wie den kulturhistorisch-tierzüchterischen Dokumenten das Heiligenstadter Pferd nicht sein — direkt grotesk. Sie ist bei dem auch von mir durchaus anerkannten wissenschaftlichen Streben des Autors Dr. Antonius, nur so zu erklären, dass derselbe in dem, dem zünftigen Paläontologen eigenen Glauben an die Altersdatierung nach Schichtenlagen und deren Leitfossilien nicht daran zu zweifeln gewagt hat, dass die Knochen bei der Entstehung der Schicht hineingelangten und nicht anzunehmen glaubte, dass Pferdeknochen durch Verlocken vor dem Weichbilde einer grossen Stadt auch in postglaziale Erdschichten hineingekommen sein könnten.

Wenn ich Herrn Antonius nun in einigen Bemerkungen etwas unsanft anfasste, so möge er dies als Antwort auf seine so häufigen abfälligen Bemerkungen über meine Forschungsergebnisse auffassen, die dieser grosse Kritiker dann von sich gibt, wenn meine Resultate seinen Ideen widersprechen, was leider auch hier wieder der Fall war.

Zum Schlusse danke ich für die Ueberlassung des hier erstmals studierten und zum Vergleiche benutzten Knochenmaterials den Herren Direktor Otto Kellerhals in Witzwil, Prof. Dr. Franz Baumann und Dr. Ed. Gerber vom Naturhistorischen Museum in Bern aufs wärmste.

---

### Zitierte Literatur.

- Abel, Othenio. 1919. Die Stämme der Wirbeltiere. Berlin u. Leipzig, pag. 866.
- Aeby, Chr. 1872. Ueber vergleichende Untersuchungen der Knochen. Centralblatt f. medizinische Wissenschaft.
- Antonius, Otto. 1913/14. *Equus Abeli* nov. species. Ein Beitrag zur genauern Kenntnis unserer Quartärpferde. Mit 6 Tafeln. Heft III—IV. März 1914, pag. 241—301. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orientes. Bd. XXVI. Wien u. Leipzig.
- 1922. Grundzüge einer Stammesgeschichte der Haustiere. Jena.
- Brinkmann, A. Equidenstudien. I—II. Bergens Museums Aarbok 1919/20.

- Christiani, H. 1909. Die Aetiologie der sporadischen und epidemischen Cerebrospinalmeningitis der Pferde. Inaug.-Diss. Bern.
- Duerst, U. 1923. Ueber das Pferd der Pfahlbauzeit in der Schweiz. Schweizer Hufschmied.
- 1923. Kulturhistorische Studien zur schweiz. Haustierzucht. I. Teil. Schweiz. landw. Monatshefte, Nr. 2—7. Bern.
- 1922. Die Beurteilung des Pferdes. Stuttgart.
- 1908. Animal remains from the excavations at Anau and the horse of Anau in its relation to the races of domestic horses. Explorations in Turkestan. Vol. II. Washington.
- Eugster, C. 1921. Beiträge zur Monographie des Bündner Oberländershafes. Inaug.-Diss. Bern.
- Ewart, J. C. 1907. On skulls from the Roman fort at Newstead near Melrose. Transactions royal Society Scotland. Vol. 45. Edinburgh.
- Fuld, E. 1901. Ueber Veränderungen der Hinterbeinknochen von Hunden infolge Mangels der Vorderbeine. Archiv f. Entwicklungsmechanik. XI. Bd., 1. Heft.
- Grünwald, G. 1920. Das esthnische Pferd. Inaug.-Diss. Bern.
- Keller, O. 1909. Die antike Tierwelt. I. Bd. Leipzig.
- Leemanns, C. 1844. De vrije Fries. III. Jahrgang.
- Löhndorff, G., Graf. 1896. Handbuch für Pferdezüchter. Berlin.
- Loewe, A. 1912. Studien über die spezifischen Unterscheidungsmerkmale wilder und domestizierter Tiere in der Beschaffenheit ihrer Extremitätenknochen. Ein Beitrag zu den Forschungen über die Abstammung der Haustiere. Inaug.-Diss. Bern.
- Lühning, A. 1915. Versuche einer Diagnostik von Schweinerassen mit Hilfe der biologischen Eiweissdifferenzierungsmethoden. Inaug.-Diss., Bern, und Preuss. landw. Jahrbücher.
- Malicke, G. 1910. Studien über Rassenmerkmale bei Pferden. Inaug.-Diss. Bern.
- Malsburg, K. v. d. 1911. Die Zellengrösse als Form- und Leistungsfaktor der landw. Nutztiere. Hannover.
- Marek, J. 1898. Das helvetisch-gallische Pferd. Inaug.-Diss. Bern.
- Nathusius, S. v. 1905. Messungen an Hengsten, Stuten und Gebrauchspferden. D. L. G. Heft 112. Berlin.
- Oettingen, B. v. 1918. Die Pferdezucht. Berlin.
- Osborn, H. F. and C. A. Reeds. 1922. Old and New Standarts of Pleistocene Division in relation to the Prehistory of Man in Europe. Bull. Geolog. Soc. of America. Vol. 33, pag. 411—490.
- Paz, van de. 1912. Aktuelle Evolutionserscheinungen bei dem süd-amerikanischen Pferde. Inaug.-Diss. Bern.

- Pumpelly, R.** 1906. Independent Evolution of Oases and Civilizations. Presidential Adress. Bull. Geolog. Soc. of America. Vol. 17, pag. 637—670.
- 1908. Explorations in Turkestan. Expedition in 1904. First volume, Part 1—3, p. 3—80. Washington.
- Robien, Ct., H. de.** 1917. Préface dans Musset, René, L'élevage du cheval en France. Paris.
- Reichenau, W. von.** 1910. Revision der Mosbacher Säugetierfauna. Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt, pag. 119.
- Schönbeck, R.** 1912. Das Pferd und seine Darstellung in der bildenden Kunst vom hippologischen Standpunkte aus. Leipzig, pag. 40.
- Storch.** Knochenuntersuchungen, ausgeführt am Knochengerüste eines Rindes. Inaug.-Diss. Jena.
- Tscherski.** 1893. Beschreibung der Sammlung posttertiärer Säugetiere. Wissenschaftliche Resultate der Neusibirischen Expedition. Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg. VII Série, T. 40, No. 1.
-