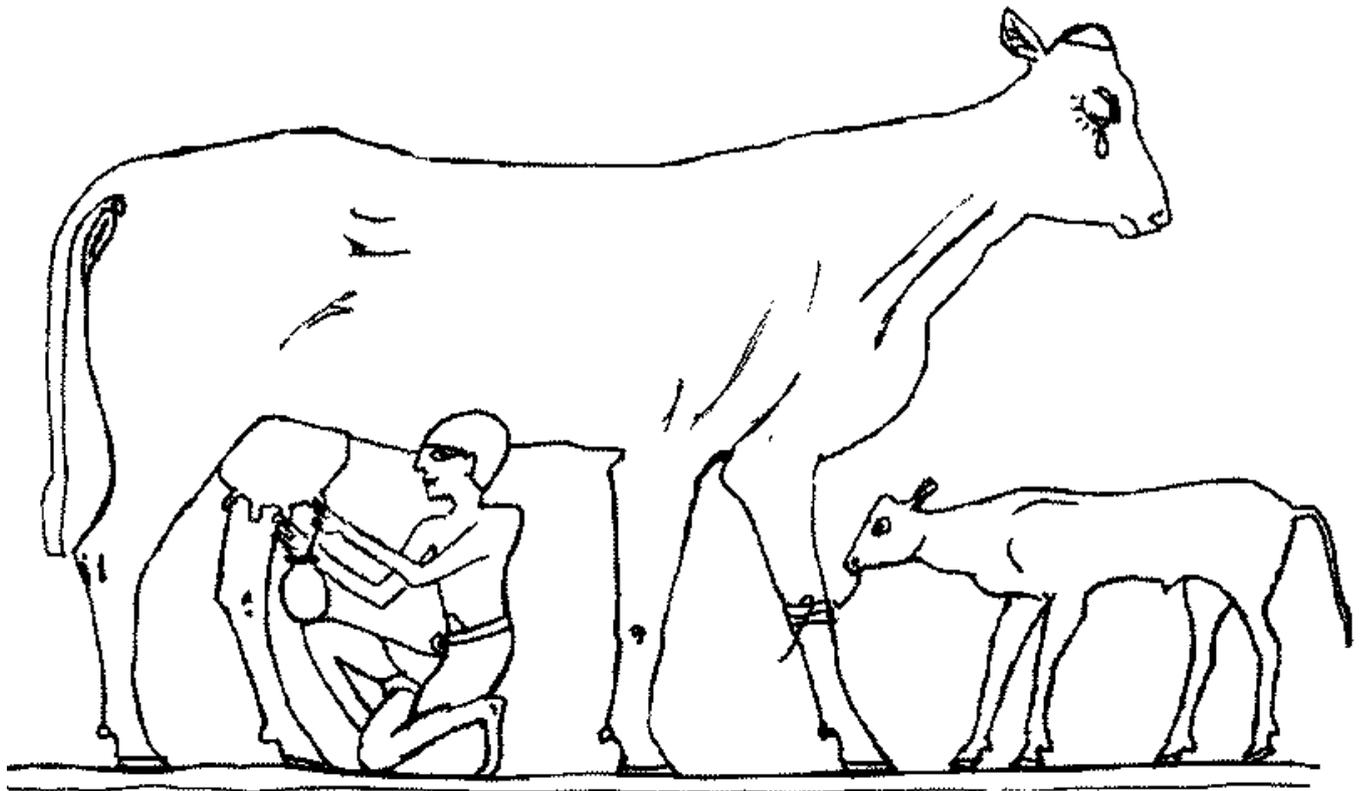


## Der Beginn der Milchnutzung



Titelbild: Melkszene vom Sakophag der Prinzessin Kawit aus Theben (11. Dynastie, um 2050 v. Chr., Duerr 2007).



2013 – axel.berger-odenthal.de – Axel Berger

Dieser Inhalt ist unter einem Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland Lizenzvertrag lizenziert. Um die Lizenz anzusehen, gehen Sie bitte zu <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/> oder schicken Sie einen Brief an Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

**Sie dürfen:** den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich aufführen, sowie Abwandlungen bzw. Bearbeitungen des Inhaltes anfertigen.

Zu den folgenden Bedingungen:

**Namensnennung.** Sie müssen den Namen des Autors/Rechtsinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

**Weitergabe unter gleichen Bedingungen.** Wenn Sie diesen Inhalt bearbeiten oder in anderer Weise umgestalten, verändern oder als Grundlage für einen anderen Inhalt verwenden, dann dürfen Sie den neu entstandenen Inhalt nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch, vergleichbar oder kompatibel sind.

Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen die Lizenzbedingungen, unter die dieser Inhalt fällt, mitteilen. Jede dieser Bedingungen kann nach schriftlicher Einwilligung des Rechtsinhabers aufgehoben werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Bedeutung und Voraussetzungen der Milchwirtschaft</b>	<b>I</b>
1.1	Die Bedeutung von Milch für die neolithische Ernährung . . . . .	1
1.1.1	Die Lactosetoleranz im Erwachsenenalter . . . . .	1
1.1.2	Körpergröße und Rinderhaltung . . . . .	2
1.1.3	Ganzjährige Milchverfügbarkeit . . . . .	3
1.1.4	Getränk und Haltbarkeit . . . . .	3
1.2	Voraussetzungen . . . . .	4
1.2.1	Das Herausbilden sanfter Zuchtrassen . . . . .	5
1.2.2	Vergärung und Käseproduktion . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Die Sekundärproduktrevolution nach Sherratt</b>	<b>7</b>
2.1	Die Alters- und Geschlechtsverteilung der Schlachttiere . . . . .	7
2.2	Die neolithischen Siebgefäße . . . . .	9
2.2.1	Ergänzung im Januar 2013 . . . . .	11
2.3	Die Lactosetoleranz der Bevölkerungsmehrheit . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Früher Beginn im nahen Osten</b>	<b>13</b>
3.1	Frühestes Neolithikum von der Levante bis Südosteuropa . . . . .	14
3.2	Das 8,2-Ereignis in Sabi Abyad, Nordsyrien . . . . .	17
3.3	Çatalhöyük am Beginn des Pottery Neolithic . . . . .	18
3.4	Südosteuropa im frühesten Neolithikum . . . . .	18
3.5	Frühestes Neolithikum in Großbritannien . . . . .	19
3.6	Pferdedomestikation in Kasachstan . . . . .	20
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>23</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	Die Gleichverteilung von Lactosetoleranz und Milchgen in Europa	2
2	Vergleich von Körpergröße und Intensität der Rinderhaltung . . .	3
3	Verlauf des <sup>18</sup> O Gehaltes während der Zahnbildung . . . . .	4
4	Individuenzahlen von Rindern, Ovicapriden und Schweinen . . .	9
5	Linearbandkeramische und Rössener Siebgefäße . . . . .	10
6	Großräumige Verteilung der Fundplätze mit Siebgefäßen . . . . .	10
7	Fundplätze der polnischen Siebgefäße an der unteren Weichsel . .	11
8	Verteilung der DNA-untersuchten neolithischen Bestattungen . .	12
9	Der Mechanismus der Isotopentrennung in Milch . . . . .	13
10	Isotopenverhältnisse in modernen Körper- und Milchfetten . . . .	14
11	$\Delta^{13}\text{C}$ -Meßwerte tierischer Fette aus frühneolithischer Keramik . .	15
12	Untersuchungsregionen frühestneolithischer Keramik . . . . .	16
13	Mortalitätskurven für Ovicapriden in Tell Sabi Abyad . . . . .	17
14	Artenspektrum in Tell Sabi Abyad . . . . .	17
15	Entwicklung der Rindergrößen in Anatolien . . . . .	18
16	$\Delta^{13}\text{C}$ -Meßwerte tierischer Fette im Donaubecken . . . . .	19
17	$\Delta^{13}\text{C}$ -Meßwerte tierischer Fette aus Großbritannien . . . . .	20
18	Nachweis der Domestikation der Pferde von Botai . . . . .	21
19	Nachweis von Pferdemichfetten in Keramik aus Botai . . . . .	22

## Tabellenverzeichnis

1	Haltbarkeit unterschiedlich stark verarbeiteter Milchprodukte . .	4
2	Milchleistung bei scheuen und sanftmütigen Schafen . . . . .	5
3	Lactoseanteil verschiedener Milchprodukte . . . . .	5
4	Altersverteilungen geschlachteter Tiere nach Payne . . . . .	8
5	Schlachalterverteilung der Rinder neolithischer Fundorte . . . . .	8
6	Ergebnis der DNA-Untersuchungen. . . . .	12
7	Ergebnis der Rückstandsanalyse nach Fundplätzen und Regionen	15

# I Bedeutung und Voraussetzungen der Milchwirtschaft

Heute sind Milch und Milchprodukte ein weltweit verbreiteter wichtiger Teil der Ernährung. Wirklich notwendig sind sie für eine ausgewogene Ernährung aber nicht. Auch für Vegetarier sind sie weder zwingend erforderlich (Veganer) noch hinreichend (Vitamin B<sub>12</sub>).

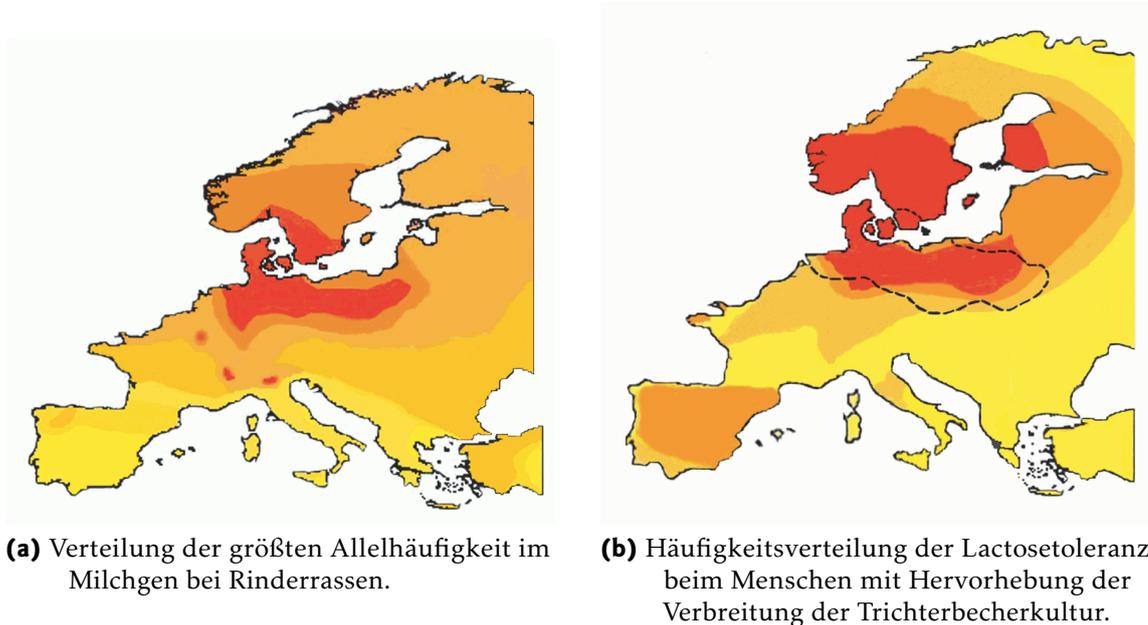
## I.1 Die Bedeutung von Milch für die neolithische Ernährung

Vom Neolithikum bis ins Mittelalter muß die Bedeutung der Milchprodukte erheblich gewesen sein, worauf vor allem drei Beobachtungen hinweisen.

### I.1.1 Die Lactosetoleranz im Erwachsenenalter

Den stärksten Hinweis auf die große Bedeutung der Milchwirtschaft bietet die konvergente Herausbildung der Lactosetoleranz in gleich drei unabhängigen Ursprungsgebieten, Eurasien, Ostafrika und Arabien (Tishkoff 2007, Enattah 2008, Kaiser 2004). Dabei weist ein breiter Bereich um das verantwortliche, dominante Allel einen hohen Grad an Homozygotie auf, d. h. er ist auf beiden Chromosomen des diploiden Satzes identisch, ein Hinweis auf einen außergewöhnlich starken Selektionsvorteil (Stoneking 2006). Angesichts der vollkommen unproblematischen Ernährung heutiger lactoseintoleranter Europäer stellt sich die Frage, worin dieser Vorteil bestanden haben mag. Europäer können und konnten sich problemlos auf andere Weise ausreichend mit Fett, Eiweiß und Kalzium versorgen. Die Verteilung der Lactosepersistenz weist einen deutlichen Schwerpunkt im Norden auf und fällt mit der frühen und intensiven Züchtung für hohen Milchertrag zusammen (Beja-Pereira 2003). In diesen Regionen wird wegen der geringen UV-Intensität und des Zwanges zur vollständigen Bekleidung besonders wenig Vitamin D gebildet und muß von außen zugeführt werden. Neben Milch sind dafür nur Muscheln, Fisch und Leber bedeutende Lieferanten und Rachitis war bis in die Neuzeit unter

## 1 Bedeutung und Voraussetzungen der Milchwirtschaft



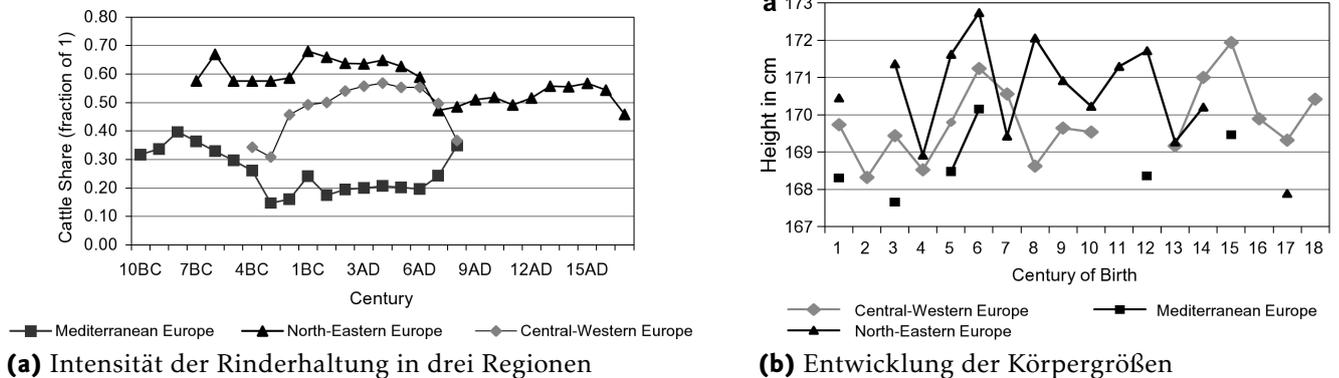
**Abbildung 1:** Die Gleichverteilung von Lactosetoleranz und Milchgen in Europa (Beja-Pereira 2003).

der ärmeren Bevölkerung weit verbreitet (Duerr 2007, Sherratt 1983). Wirklich überzeugen kann diese von Andrew Sherratt vorgebrachte Erklärung jedoch nicht. Für den täglichen Bedarf von 5 µg müßten 6 l Kuh-, 3 l Schaf- oder 2 l Ziegenmilch getrunken werden. Als Vergleich könnte der Bedarf auch durch 16 g Hering, 25 g Aal, 32 g Lachs, 65 g Austern, 100 g Heilbutt, 120 g Makrele, 500 g Kabeljau, drei Hühnereier (170 g), 250 g Champignons oder Pfifferling, 170 g Steinpilz oder 250 g Rinder-, aber nicht Schweine- oder Kalbsleber, gedeckt werden. Selbst wenn man Milch als Vitamin-D-Quelle ansehen möchte setzt das Lactosetoleranz nicht unbedingt voraus, denn der Gehalt von einem Liter Vollmilch findet sich auch in 100 g Emmentaler oder Gouda oder in 250–300 g Camembert, Cheddar, Feta, Edamer, Gruyère oder Mozzarella (Souci 2009).

### 1.1.2 Körpergröße und Rinderhaltung

Einen weiteren Hinweis auf die Bedeutung der Milch bietet, wenn auch aus deutlich jüngerer Zeit, die Entwicklung der Körpergrößen, die auffallend stark mit der Intensität der Rinderhaltung korreliert (Koepke 2008). Eine Erklärung sehen Koepke und Baten in der geringen Haltbarkeit und resultierend daraus schlechten Transportierbarkeit frischer Milch. Dies führte in den Regionen intensiver Rinderhaltung zu einem lokal niedrigem Preis und damit zu einer breiten Verfügbarkeit

## 1 Bedeutung und Voraussetzungen der Milchwirtschaft



**Abbildung 2:** Vergleich von Körpergröße und Intensität der Rinderhaltung (unterschiedlicher Zeitmaßstab, Koepke 2008).

in der Bevölkerung und geringer Ungleichheit in der Ernährung. Weil der Einfluß der Ernährung auf die Körpergröße besonders auf der Seite des Mangels stark ausfällt, geht damit eine insgesamt höhere Durchschnittsgröße einher. Besonders deutlich tritt in Abb. 2 der Zusammenhang in Zentraleuropa im Frühmittelalter hervor.

### 1.1.3 Ganzjährige Milchverfügbarkeit

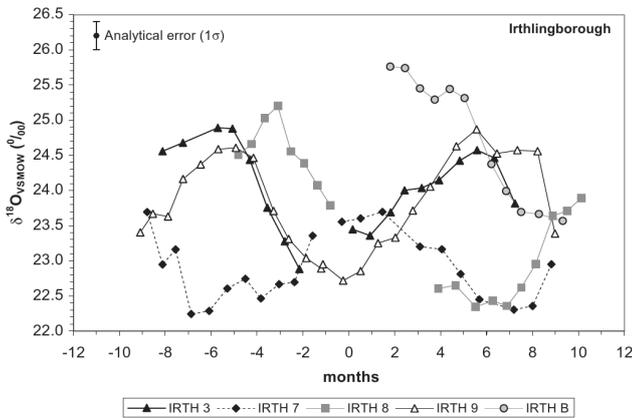
Ein dritter Hinweis findet sich in der britischen Bronzezeit. Rinder können zwar das ganze Jahr hindurch kalben, es erfordert jedoch erheblichen Aufwand, Jungvieh durch den Winter zu bringen. Für den Fleischertrag allein lohnt die Mühe nicht, er wird jedoch erforderlich, um das ganze Jahr über Milch zu haben.<sup>1</sup> Während der rund 20 Monate der Zahnbildung speichert die Zahnmatrix der Kälber das Sauerstoffisotopenverhältnis des örtlichen Regenwassers und damit dessen Schwankungen zwischen hohen Sommer- und niedrigen Winterwerten. Messungen an Kälberzähnen von den Fundplätzen Irthlingborough (Northamptonshire) and Gayhurst (Buckinghamshire), beide um 2000 v. Chr., belegen eine gleichmäßige Verteilung über die Jahreszeiten (Towers 2011).

### 1.1.4 Getränk und Haltbarkeit

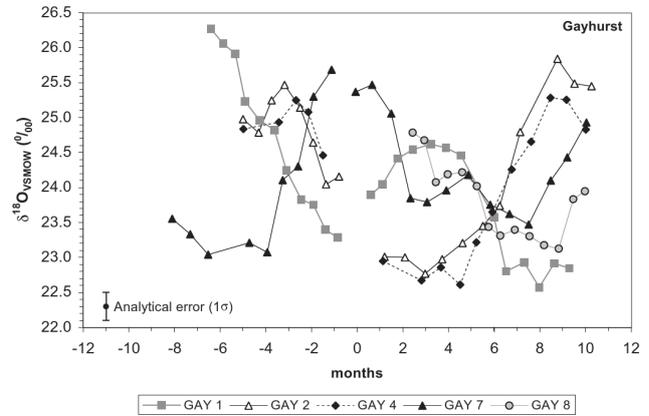
Weitere Vorzüge sind die Versorgung mit Flüssigkeit und Salz für Wüstenbewohner, möglicherweise der Auslöser der Anpassungen in Ostafrika und Arabien, sowie die Lager- und damit Tauschbarkeit verarbeiteter Produkte wie Käse und Butter.

<sup>1</sup> In Deutschland war das selbst im Mittelalter nicht allgemein der Fall und, wie ich aus Briefen meiner Urgroßmutter weiß, in Ostpreußen auch zwischen den Weltkriegen noch nicht.

## 1 Bedeutung und Voraussetzungen der Milchwirtschaft



(a) Irthlingborough (Northamptonshire)



(b) Gayhurst (Buckinghamshire)

**Abbildung 3:** Verlauf des  $^{18}\text{O}$  Gehaltes während der Zahnschmelzbildung der zweiten und dritten Molare. Die Zeitachse sind Monate vor und nach der Bildung des zweiten molaren Cervix (Towers 2011).

## 1.2 Voraussetzungen

Die beiden grundsätzlichen Vorbedingungen für das Etablieren der Milchwirtschaft sind die Möglichkeit und der Nutzen.

Haltbarkeit	Milch und ihr Proteinanteil	Fettanteil
1/2 Tag	frische Milch	süße Sahne
1 Tag	gekochte Milch	
1 Woche	Sauermilch	saure Sahne
2 Wochen	saurer Quark/Frischkäse	Butter
2-3 Wochen	Weichkäse	
1-2 Jahre	Hartkäse	Butteröl
Mehrere Jahre	Trockenkäse	

**Tabelle 1:** Haltbarkeit unterschiedlich stark verarbeiteter Milchprodukte (Duerr 2007).

## 1 Bedeutung und Voraussetzungen der Milchwirtschaft

**Tabelle 2:** Unterschiedlicher Verlauf der Milchleistung in den ersten Wochen der Laktationsperiode zwischen scheuen und sanftmütigen Schafen (Murray 2009).

Lactation period Week	Milk production (g/day)	
	Calm	Nervous
2	250 ± 33	377 ± 56
4	657 ± 105	434 ± 52
6	301 ± 67	171 ± 45
8	581 ± 70	549 ± 93
10	527 ± 53	532 ± 82
Time	$P < 0.001$	
Temperament	$P = 0.421$	
Time × temperament	$P = 0.043$	

### 1.2.1 Das Herausbilden sanfter Zuchtrassen

Die Idee des Melkens setzt eine längere Zeit der Domestikation und Vertrautheit wohl zwingend voraus. Ein Tier, das stillhält, wenn ein Jäger und Sammler es anfaßt, ist tot. Die Anforderung, sich melken zu lassen, geht dabei weit über die des reinen Haltens und Vermehrens in der Gefangenschaft hinaus. Selbst bei modernen Zuchtrassen unterscheidet sich der Ertrag zu Beginn der Laktationsperiode noch deutlich zwischen sanftmütigen und scheuen Tieren (Murray 2009). Sehr lange Zeiträume sind wohl nicht erforderlich. Schon eine oder zwei Generationen, die von Anfang an mit Haustieren aufwachsen, werden ganz anders mit ihnen umgehen als ihre Vorfahren.

### 1.2.2 Vergärung und Käseproduktion

Das zweite große Hindernis ist die Laktoseintoleranz erwachsener Menschen, die nach einem ersten Versuch weitere und die Entdeckung der Vergärung und Käseproduktion unterbinden sollte. Möglicherweise wurde Schafs- und Ziegenmilch zuerst für Säuglinge und Kleinkinder erprobt. Durch Vergärung, Abtrennen der Sahne als Butter und Käseherstellung wird Milch auch für Erwachsene zu einem wertvollen Lebensmittel. Die lactoseintolerante Bevölkerung der Mittelmeerländer und Asiens nutzt Milch bis heute fast ausschließlich in diesen Formen.

Produkt	Frischmilch	Buttermilch	Ricotta	Kefir (6 Tage alt)	Koumiss (1 Tag alt)	Butter	Mozzarella
Laktoseanteil	5 %	ca. 4 %	3 %	1,7 %	1,6 %	0,4 %	0,3 %

**Tabelle 3:** Laktoseanteil verschiedener Milchprodukte (Duerr 2007).



## 2 Die Sekundärproduktrevolution nach Sherratt

Unter der primären Nutzung von Haustieren versteht man dieselbe, die auch schon vor der Domestikation bei Jagdwild bestand, Fleisch, Fell und alle anderen bei der Schlachtung anfallenden nutzbaren Bestandteile. Sekundärprodukte sind im Gegensatz dazu alle Nutzungen, die ohne Schlachtung vom lebenden Tier gewonnen werden können, vor allem:

- Traktion, hauptsächlich Ochsen, zum Pflügen, Holzrücken und Wagenziehen
- Pferde zum Reiten, Traktion und für Traglasten
- Wollschafe
- Milchwirtschaft

Die Frage der Sekundärprodukte und dem Beginn ihrer Nutzung wurde zuerst 1981 von Sherratt angegangen und überwiegend im Jungneolithikum verortet. Diese späte Datierung wurde allgemein vor allem an drei Argumenten festgemacht (Sherratt 1997, Sherratt 1983).

### 2.1 Die Alters- und Geschlechtsverteilung der Schlachttiere

Moderne Hochleistungskühe geben nach dem ersten Kalb das ganze Jahr hindurch Milch. Um den Ertrag für den Menschen zu maximieren wird das Kalb möglichst sofort weggenommen und entweder geschlachtet oder mit Ersatzstoffen ernährt. Aus dieser Beobachtung leitete Payne seine drei idealen Altersverteilungen der Knochenfunde für drei Schwerpunkte der Rindernutzung her (Duerr 2007). Vergleicht man diese Idealwerte mit aufgenommenen Verteilungen neolithischer Fundplätze so ergibt sich für die Bandkeramik ein Schwerpunkt der Fleischnutzung und eine Konzentration auf Milch erst im Cortaillod, Horgen und Pfyn, alle nach 4000 v. Chr.

Die Grundlage dieser Überlegungen bilden jedoch moderne Hochleistungsrasen. Traditionelle Rassen verhalten sich sowohl nach ethnographischen Beobachtungen (Bogucki 1984, 23) als auch mittelalterlichen Schriftquellen vollkommen

## 2 Die Sekundärproduktrevolution nach Sherratt

Spezialisierung	infant/juvenil (0–1 Jahre)	subadult (1–3 Jahre)	adult (> 2 Jahre; Rinder: > 4 Jahre)
Idealmodell nach PAYNE			
Fleisch	30 %	40 %	30 %
Milch	60 %	10 %	30 %
Wolle (Arbeitskraft)	30 % (30 %)	10 % (9 %)	60 % (61 %)

**Tabelle 4:** Altersverteilungen geschlachteter Tiere für die drei Idealmodelle der Herdennutzung nach Payne (Duerr 2007).

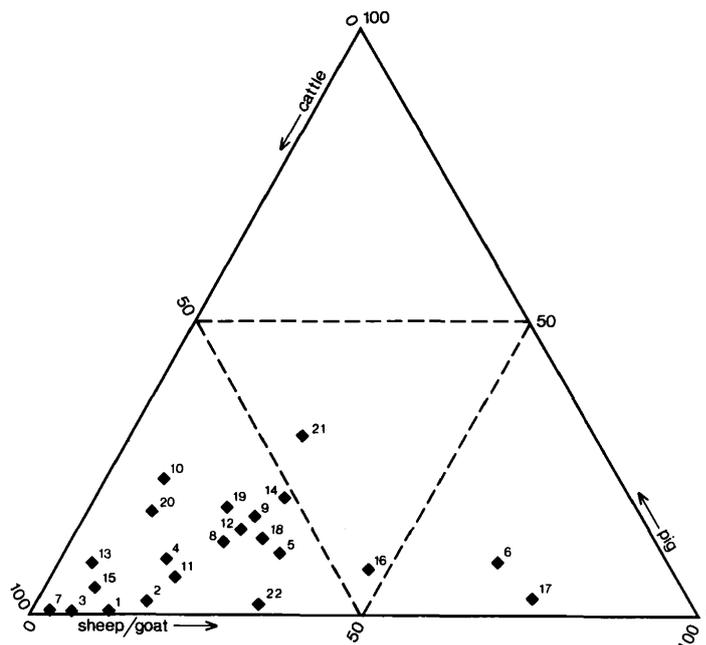
anders (McCormick 1992). Nur die Anwesenheit des Kalbes, das dabei auf irgendeine Weise am Trinken gehindert werden muß, löst den Ausstoßreflex für die Milch aus. Kälber konnten deshalb erst nach Ablauf der Laktationsperiode geschlachtet werden und das Altersspektrum entspricht dem Payne'schen Ideal für Fleischnutzung, wie es in der Linearbandkeramik beobachtet wird. Zu dieser Interpretation paßt auch der auffallend hohe Rinderanteil in der Bandkeramik. Für die reine Fleischgewinnung bedeuten Rinder bei Waldweide, Eichelmast und der Notwendigkeit des Einlagerns von Laubheu im Vergleich zu den stets ebenfalls vorhandenen Schweinen viel Arbeit bei vergleichsweise geringem Ertrag (Bogucki 1984, 25). Neben dem von Lünig postulierten Arbeitseinsatz beim

Fundort/-gebiet, Kultur/Alter (MIZ/KNZ ges. altersbestimmt) (Quelle)	Rind j %	Rind s %	Rind a %
Künzing-Unternberg, Mittelneolith. (57 MIZ) (OTT-LUY)	17,5	50,9	31,6
Mitteldeutschland, LBK (236 MIZ) (MÜLLER)	28,0	11,5	60,5
Eilsleben (Bördekreis), LBK (338 MIZ) (DÖHLE)	26,5	11,0	62,5
Eilsleben (Bördekreis), älteste LBK (103 MIZ) (ebd.)	28,8	13,5	57,7
Eilsleben (Bördekreis), jüngste LBK; (164 MIZ) (ebd.)	23,9	10,4	65,7
Heilbronn-Hetzenberg, Michelsberg (19 MIZ o. KNZ) (MILISAUSKAS)	47,4	5,3	47,4
Riekofen (Kr. Regensburg), Chamer Gruppe, Schnurkeramik; Mitteldeutschland; Troldebjerg, TBK/MN I; Schnurkeramik, TBK (352 KNZ?) (GLASS)	20,2	22,2	57,6
Egolzwil II, Cortaillod (161 Mand) (HIGHAM 1967)	41,72	11,06	47,2
Egolzwil 2, Cortaillod (MILISAUSKAS)	30,5	22,2	48,4
Egolzwil 2, Cortaillod; Lüscherz, Cortaillod; Ergolding, Altheim; Feldmeilen, Horgen; Sutz V, Cortaillod; Heilbronn-Hetzenberg, Michelsberg; Mondsee, Mondseekultur; Spätneolithikum (BENECKE 1994 a)	25,5	25,5	49,0
Egolzwil 4, Cortaillod (35 Mand) (HIGHAM 1967)	60,0	11,0	29,0
St. Aubin IV, Cortaillod (137 Mand) (ebd.)	46,0	19,5	34,5
Seematte-Gelfingen, Cortaillod (139 Mand?) (MILISAUSKAS)	63,6	7,0	29,4
Twann US (Bern), Cortaillod/Horgen; Sutz VII/VIII, Cortaillod; Ehrenstein (Alb-Donau), Schussenried; Seematte-Gelfingen, Cortaillod; Spätneolithikum (BENECKE 1994 a)	53,3	19,4	27,3
Arbon Bleiche (HIGHAM 1967)	23,35	33,45	43,2
Arbon Bleiche 3, Pfyn (96 Molare) (EBERSBACH)	50,0	10,0	40,0

**Tabelle 5:** Schlachalterverteilung der Rinder neolithischer Fundorte; j juvenil, s subadult, a adult, KNZ Knochenzahl, MIZ Mindestindividuenanzahl, Mand Mandibulae (Duerr 2007).

## 2 Die Sekundärproduktrevolution nach Sherratt

**Abbildung 4:** Auswertung der Knochenfunde nach Individuenzahlen von Rindern, Ovicapriden und Schweinen für 22 linearbandkeramische Fundplätze in Zentraleuropa (Bogucki 1984).



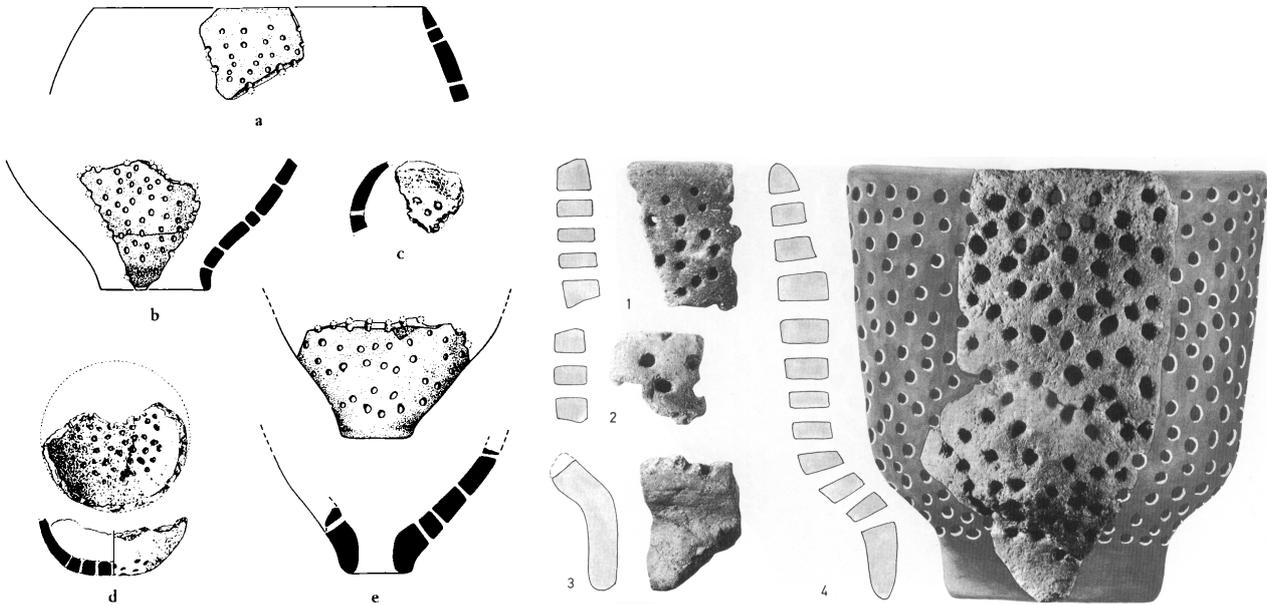
Holzrücken kann auch Milchwirtschaft dieses scheinbare Mißverhältnis erklären.

## 2.2 Die neolithischen Siebgefäße

Ein häufiger, aber in den Fundberichten selten hervorgehobener Bestandteil bandkeramischer Keramikinventare sind die durchbohrten Siebgefäße. In älteren Arbeiten werden sie auch als „Feuerstülpfen“ angesprochen. Peter Bogucki beobachtet 1984 ihre sehr ungleiche Verteilung auf die Siedlungsplätze. In den größeren Siedlungen mit den charakteristischen Langhäusern fehlen sie fast ganz und treten gehäuft auf eher untypischen Plätzen auf, die lediglich durch Oberflächenfunde bekannt sind oder außer wenigen Gruben befundleer sind. Zum Teil liegen diese Plätze auch außerhalb der Lößgebiete (Bogucki 1984). In der großräumigen Verteilung konzentrieren sie sich auf den Südosten des Verbreitungsgebietes. Trotz eines Schwerpunktes in der Linearbandkeramik laufen diese chronologisch undiagnostischen Gefäße durch und werden mit abnehmender Frequenz auch in der Stichbandkeramik, der Rössener und Lengyelkultur sowie in den jung- und spätneolithischen Michelsberg-, Cortailod- und Trichterbecherkulturen gefunden. In der Bronzezeit nimmt ihre Häufigkeit wieder zu.

Bogucki erklärt die untypischen Außensiedlungen als nur zeitweilig genutzte Sommerlager von Rinderhirten. Die Siebgefäße interpretiert er mittels ethnographischer, historischer und moderner Vergleiche als Hilfsmittel bei der Käseherstel-

## 2 Die Sekundärproduktrevolution nach Sherratt

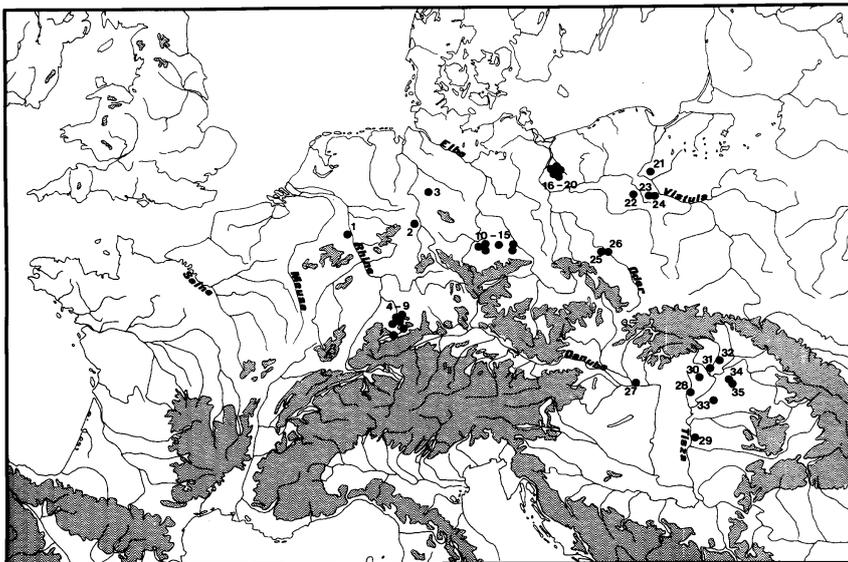


(a) a, b, e Brześć Kujawski; c Murr, d Ditzingen-Schöckingen (Bogucki 1984)

(b) Siebe der Rössener Kultur, Aldenhoven (Jürgens 1979)

**Abbildung 5:** Linealbandkeramische und Rössener Siebgefäße.

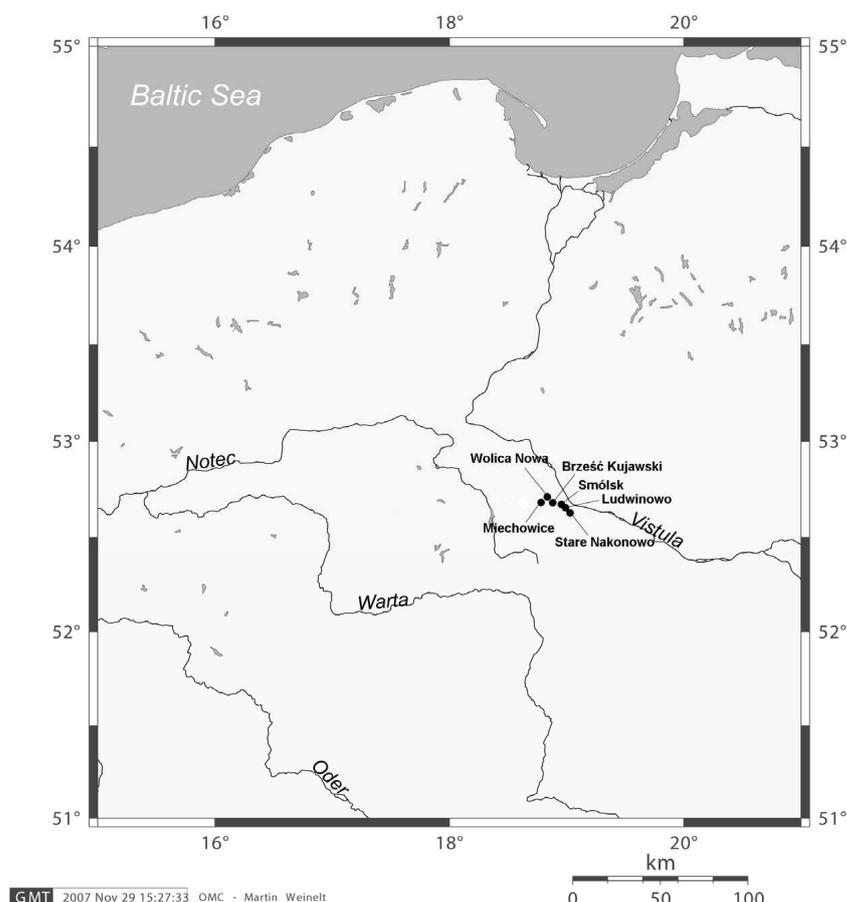
lung. Zumindest für eine große Stichprobe von 67 Scherben aus Aldenhoven und Zambujal konnte diese Annahme jedoch von Rolf Rottländer widerlegt werden, der aus ihnen das Fett ölreicher Pflanzensamen extrahieren konnte (Rottländer 1995).



**Abbildung 6:** Großräumige Verteilung der linearbandkeramischen Fundplätze mit Siebgefäßen (Bogucki 1984).

## 2 Die Sekundärproduktrevolution nach Sherratt

**Abbildung 7:** Die Fundplätze der polnischen Siebgefäße, an denen Milchfett nachgewiesen wurde, an der unteren Weichsel (Salque 2013).



### 2.2.1 Ergänzung im Januar 2013

Neuere Untersuchungen an 50 Scherben von 34 Siebgefäßen von der unteren Weichsel in Polen erlaubten in 16 Fällen eine Lipidextraktion und an allen davon mit einer Ausnahme den Nachweis von Milchfett. Die aus funktionalen Überlegungen lange vermutete Verwendung der Siebgefäße zur Käseherstellung konnte damit erstmals nachgewiesen werden (Salque 2013). Es scheint als sei der Milchsucker nicht vergoren sondern wie heute noch im Nahen Osten bei der Herstellung von Labneh weit verbreitet mit der Flüssigkeit entzogen worden.

### 2.3 Die Lactosetoleranz der Bevölkerungsmehrheit

Als drittes Argument gegen eine frühe Milchnutzung wird oft die ungleiche Verteilung der Lactosetoleranz in der Peripherie des neolithischen Verbreitungsgebietes angeführt. Die Abschätzungen des Alters dieser Mutation aus gentischen Da-

## 2 Die Sekundärproduktrevolution nach Sherratt



**Abbildung 8:** Geographische Verteilung der DNA-untersuchten neolithischen Bestattungen (Burger 2007).

ten ergaben, wenn auch mit sehr weiten Fehlergrenzen, 5600 Jahre für Europa (Kaiser 2004), bis zu 7000 Jahre für Ostafrika (Tishkoff 2007) und 4100 Jahre für Arabien (Enattah 2008). Für Europa konnte diese Annahme für das frühe Neolithikum bestätigt werden. DNA-Untersuchungen an 8 Bestattungen zwischen 5800 und 5000 calBC fanden in keinem Fall das Allel für Lactosepersistenz. Mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit lag die Verbreitung in der Gesamtbevölkerung damit unter 17 % (Burger 2007). Wie oben gesehen ist Lactoseintoleranz allerdings kein treffendes Argument gegen Milchnutzung und kann ohne weiteres lange nach deren Ausbreitung entstanden sein.

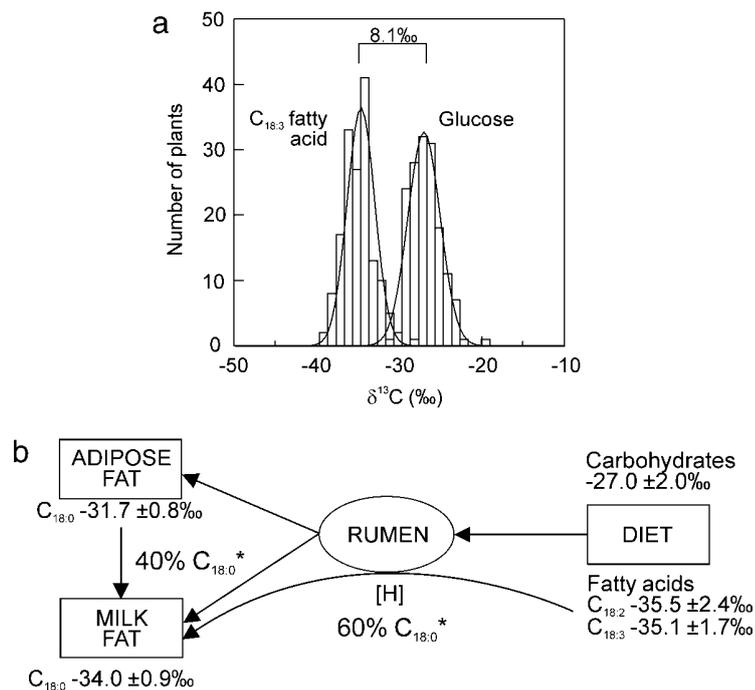
Sample	Culture	Archaeological or radiocarbon dating	MCM6 genotype		CRS mtDNA 16209–16303 variable positions (–16,000)
			Intron 13	Intron 9	
ELT 2	Merovingian	A.D. 400–600	Y	A	C294T
DEB 1	Neolithic Linear Pottery	5500–5000 B.C.	C	G	C223T, C248T
DEB 3	Neolithic Linear Pottery	5500–5000 B.C.	C	G	C223T, C248T
DEB 4	Neolithic Linear Pottery	5500–5000 B.C.	C	G	CRS
SZA23.1	Neolithic Körös	5840–5630 B.C. (OxA-9375) human rib, grave 1	C	G	C223T, C257A, C261T
SZA23.2	Neolithic Körös	5840–5630 B.C. (OxA-9375) human rib, grave 1	C	G	C223T
SZA23.3	Neolithic Körös	5840–5630 B.C. (OxA-9375) human rib, grave 1	C	G	CRS
KRE 1	Middle Neolithic Narva	5350 ± 130 B.C. (OxA-5935)	C	G	C270T
KRE 2	Middle Neolithic Narva	5580 ± 65 B.C. (OxA-5926)	C	G	C270T
DR 2	Mesolithic Zedmar	2267 ± 116 cal. B.C.	C	G	C256T, C270T

**Tabelle 6:** Ergebnis der DNA-Untersuchungen. Alle neun neo- und mesolithischen Individuen waren lactoseintolerant. ELT Eltville, DEB Derenburg, SZA Szarvas, KRE Kretuonas, DR Drestwo (Burger 2007).

### 3 Früher Beginn im nahen Osten

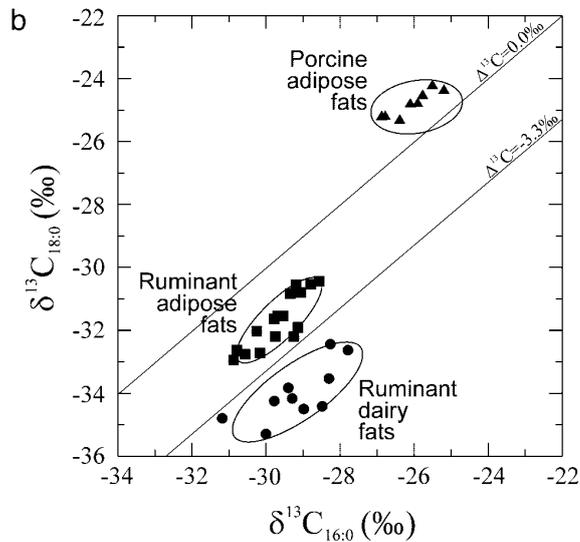
Ein Durchbruch in der Milchfrage konnte 1998 von Evershed mithilfe von Isotopenmessungen an Fettsäuren erzielt werden (Dudd 1998). Langkettige vollständig gesättigte Fettsäuren gehören zu den Stoffen, die sich in den Poren alter Keramik am längsten erhalten. Die beiden wichtigsten sind C16:o<sup>2</sup> Palmitinsäure und C18:o Stearinsäure. Während C16:o von den Milchdrüsen selbst gebildet werden kann ist dies bei C18:n nicht der Fall und sie stammen direkt aus der Nahrung. In Weidepflanzen wird der schwere Kohlenstoff <sup>13</sup>C in Fettsäuren und Glukose, dem Hauptbestandteil von Stärke und Zellulose, stark unterschiedlich angereichert. Deshalb unterscheidet sich in der Milch aber nicht im Körperfett die Anreicherung von C16:o und C18:o um  $\Delta^{13}\text{C} = 3.3\text{‰}$  (Copley 2003).

**Abbildung 9:** Der Mechanismus der Isotopentrennung der Fettsäuren in Milch. C16:o wird aus schwächer abgereicherter Glukose in den Milchdrüsen selbst gebildet während die stark abgereicherte C18:o direkt eingelagert wird (Copley 2003).



<sup>2</sup> Die Notation nennt vor dem Doppelpunkt die Länge der Fettsäure als Anzahl der Kohlenstoffatome und danach die Anzahl der Doppelbindungen. Wichtig sind die ungesättigten  $\omega$ -3-Fettsäuren Linolensäure C18:3, Eicosapentaensäure C20:5 und Docosahexaensäure C22:6. Gesättigte Fettsäuren sind solche ohne Doppelbindungen.

### 3 Früher Beginn im nahen Osten



**Abbildung 10:** Kohlenstoffisotopenverhältnisse in modernen Körper- und Milchfetten (Copley 2003).

Entscheidend für die Anwendbarkeit der Methode ist dabei die Unabhängigkeit dieser Differenz der beiden Fettsäuren von der absoluten  $^{13}\text{C}$ -Anreicherung, die je nach Region, Klima und Weidepflanzen deutlich schwanken kann.

## 3.1 Frühestes Neolithikum von der Levante bis Südosteuropa

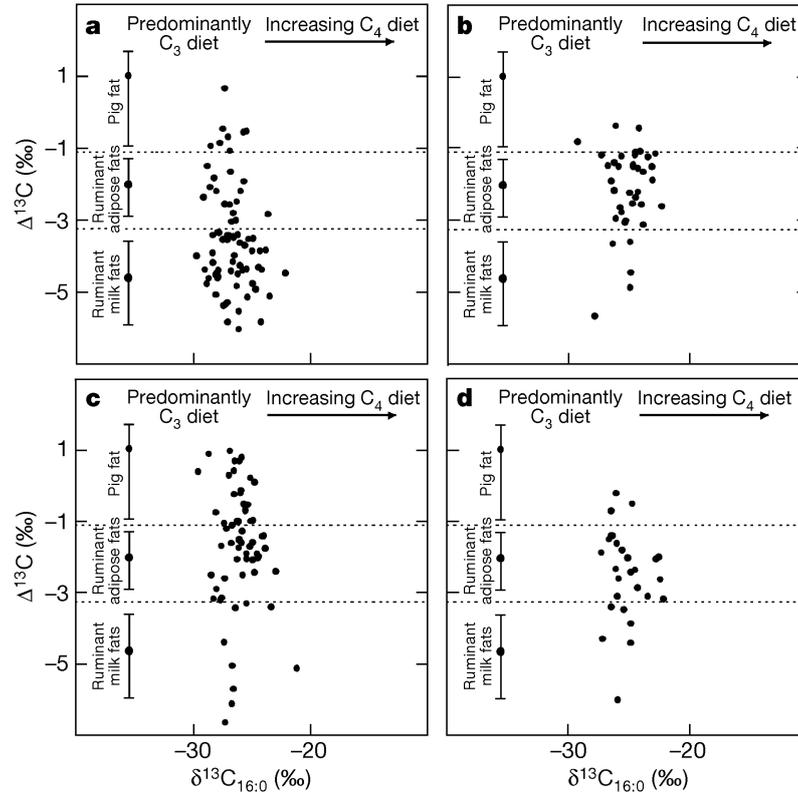
Mit dieser Methode untersuchten Richard Evershed et al. 2 225 Gefäßscherben von 23 Fundplätzen aus Südosteuropa, Anatolien und der Levante, aus 255 von denen sich genug Lipide zur Untersuchung extrahieren ließen. In allen sechs Regionen ließ sich damit an mindestens einem Fundplatz die Milchnutzung nachweisen (Evershed 2008).

Dabei fällt besonders die Region Nordwestantolien ins Auge, wo in 70 % der auswertbaren Scherben überwiegend Milchfette gemessen wurden.

Als Plausibilitätskontrolle wurden die Ergebnisse der Lipidanalysen mit den Knochenfunden der 23 Fundplätze verglichen. Dabei korreliert Schweinefett sehr gut mit dem Anteil der Schweine- und Milchfett mit dem der Rinderanteile. Schon bei der ersten Ausbreitung des Neolithikums kurz nach dem 8,2-Ereignis war demnach die Milchnutzung von Anfang an dabei.

### 3 Früher Beginn im nahen Osten

**Abbildung II:**  
 $\Delta^{13}\text{C}$ -Messwerte  
 tierischer Fette aus  
 frühneolithischer  
 Keramik.  
 a Nordwestanatolien,  
 b Zentralanatolien,  
 c Südosteuropa und  
 Nordgriechenland,  
 d Ostanatolien  
 und Levante  
 (Evershed 2008).



Region	Site	Date (kyr BC)	Number of sherds		Lipid classes detected	Lipid concentration max/mean (mg g <sup>-1</sup> )
			Total analysed	With >5 μg g <sup>-1</sup> lipid		
Central/ SE Europe	Koszyłowce	4.5–3.5*	339	22	FFA, TAG, WE	0.90/0.08
	Póhalom	4.5–4.0†				
	La Quercia	5.5–4.5*				
	Măgura	5.5–5.2‡				
	Rehelyi Dűlő	6.0–5.5†				
N Greece	Makriyalos	5.2–4.9*	305	56	FFA, K, WE, TAG	1.74/0.06
	Stavroupoli	5.7–4.2‡				
	Paliambela	6.0–4.2*				
NW Anatolia	Aşağı Pınar	5.5–5.0‡	703	102	FFA, K, WE, TAG	0.06/0.06
	Toptepe	5.5–5.0‡				
	Yarımburgaz	6.0–5.5‡				
	Fikir Tepe	6.0–5.5‡				
	Hoca Çesme	6.5–5.5‡				
	Pendik	6.5–6.0‡				
Central Anatolia	Domuztepe	5.9–5.5*	187	34	FFA, K, TAG	0.90/0.08
	Tepecik Çiftlik	5.9–5.6*				
	Çatalhöyük	7.0–6.0†				
SE Anatolia	Akarçay Tepe	7.0–6.2*	236	13	FFA, K, WE, TAG	1.63/0.28
	Çayönü Tepesi	6.5–6.0*				
	Mezraa Teleilat	6.5–6.0*				
Levant	Tell Sabi Abyad	6.5–6.0†	448	28	FFA, K, TAG	0.58/0.06
	Shiqmim	4.8–3.5*				
	Sha'ar Hagolan	6.4–6.0*				

FFA, free fatty acids; K, ketones; WE, wax esters (derived from degraded beeswax); TAG, triacylglycerols.

\* Milk fats undetectable.

† < 30% milk fats.

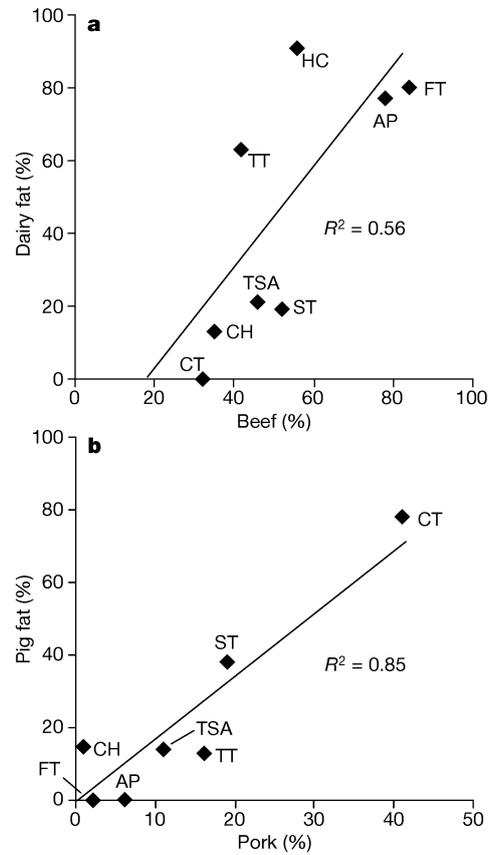
‡ > 30% milk fats.

**Tabelle 7:** Ergebnis der Rückstandsanalyse nach Fundplätzen und Regionen (Evershed 2008).

### 3 Früher Beginn im nahen Osten



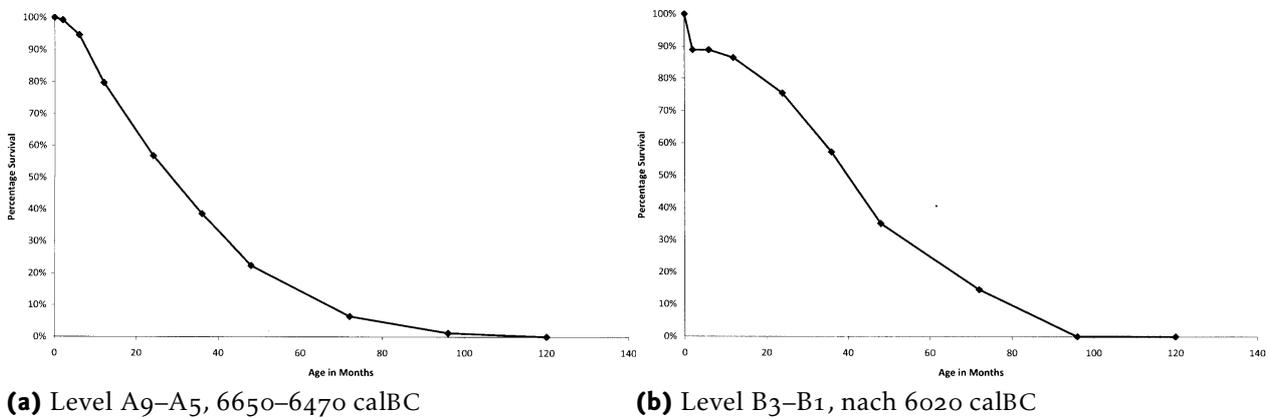
(a) Lage der 23 Fundplätze für die Rückstandsanalyse



(b) Vergleich mit Knochenzahlen

**Abbildung 12:** Untersuchungsregion der Rückstandsanalyse frühestneolithischer Keramik (Evershed 2008).

### 3 Früher Beginn im nahen Osten

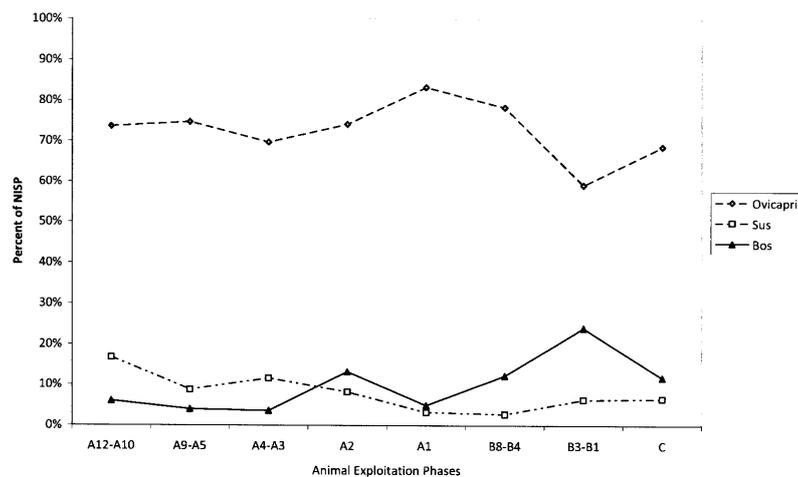


**Abbildung 13:** Vergleich der Mortalitätskurven für Ovicapriden in Tell Sabi Abyad vor und nach dem 8,2 Kälteeinbruch (Russell 2010).

## 3.2 Das 8,2-Ereignis in Sabi Abyad, Nordsyrien

Der einschneidende Kälteeinbruch vor 8200 Jahren führte im nahen Osten zu zahlreichen Siedlungsaufgaben und -unterbrechungen. Die Besonderheit der Tellsiedlung Sabi Abyad im nördlichen Syrien ist ihre durchgehende Besiedlung von 6850 bis nach 6000 calBC. Am Übergang vom Early Pottery Neolithic zum Pre-Halaf um 6200 BC zeigen sich geringe Unterschiede in der Altersstruktur der Schlachttiere die auf eine zunehmende Sekundärproduktnutzung weisen können (Russell 2010). Gleichzeitig kommt die Schweinehaltung fast völlig zum Erliegen und die Rinderhaltung steigt deutlich an. Mit ihrem hohen Trinkwasserbedarf und Anspruch an die Futterqualität sind Rinder in der semiariden Steppe erheblich schwerer zu halten als Schaf und Ziege, sie geben aber erheblich mehr Milch.

**Abbildung 14:** Entwicklung des Artenspektrums in Tell Sabi Abyad vom Initial PN, 6900 BC bis zum Halaf, 5700 BC (Russell 2010).



### 3 Früher Beginn im nahen Osten

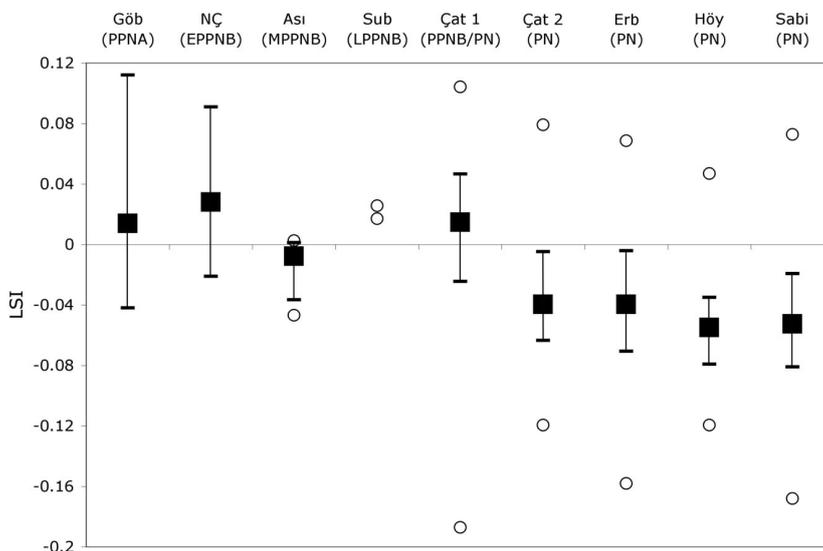
Diese Deutung paßt zu den Messungen von Evershed, der an Scherben aus Sabi Abyad aus der Zeit zwischen 6500 und 6000 calBC Milchfette nachweisen konnte. Das 8,2-Ereignis wird auch als der entscheidende Auslöser für den Beginn der ersten Ausbreitung des Neolithikums angesehen (Clare 2008). Die Milchnutzung hat demnach zum neolithischen Paket vom Anfang an mit dazugehört.

### 3.3 Çatalhöyük am Beginn des Pottery Neolithic

Auch in Çatalhöyük konnte Evershed Milchfett in mit 7000–6000 calBC recht ungenau datierten Scherben nachweisen. Dies fällt besonders deshalb auf, weil es dort nach Arbuckle und Makarewicz vor 6500 calBC keine domestizierten Rinder gab. Der Übergang erfolgte auch nicht allmählich wie im Domestikationsgebiet Mergharh sondern abrupt am Übergang vom PPNB zum PN und vom Ost- zum Westhügel (Arbuckle 2009). Damit spricht alles dafür, daß die domestizierten Rinder und die Milchwirtschaft gleichzeitig von außen eingeführt und nicht autochthon entwickelt wurden.

### 3.4 Südosteuropa im frühesten Neolithikum

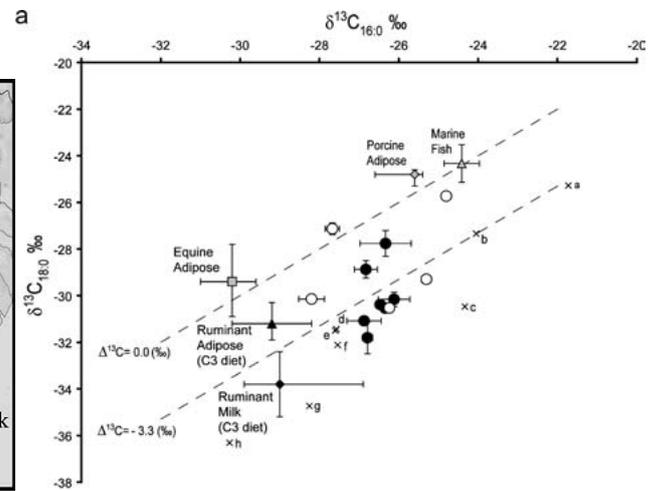
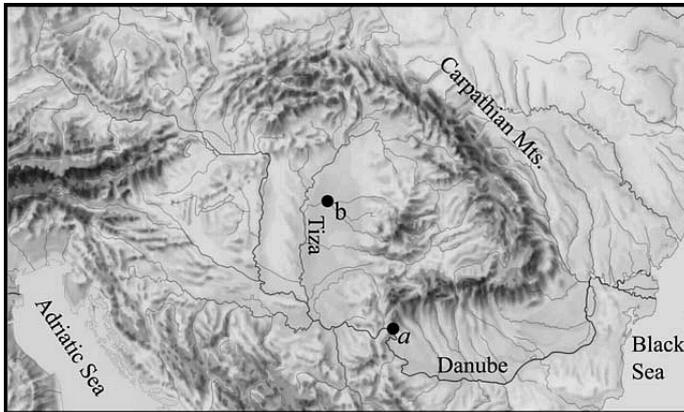
Oliver E. Craig et al. untersuchten 49 frühestneolithischen Scherben aus dem Karpathenbecken und vom Eisernen Tor, datiert zwischen 5900 und 5500 calBC. Aus 12 davon konnten hinreichende Mengen an Fettsäuren extrahiert werden und



**Abbildung 15:** Entwicklung der Rindergrößen in Anatolien. Göb Göbekli Tepe, NÇ Nevali Çori, Ası Aşıklı Höyük, Sub Suberde, Çatalhöyük, Erb Erbaba, Höy Höyücek, Sabi Sabi Abyad, LSI Logarithmic Size Index<sup>3</sup>. (Arbuckle 2009).

<sup>3</sup> Ein LSI von -0,04 entspricht einer Verkleinerung auf 91 %

### 3 Früher Beginn im nahen Osten



(a) Lage der beiden Fundplätze im Donaubecken.  
 a Schela Cladovei stromabwärts vom Eisernen Tor,  
 b Ecsefalva im Karpathenbecken

(b) Ergebnis der Messungen, gefüllt: Ecsefalva, offen: Schela Cladovei, sonst: Referenzwerte

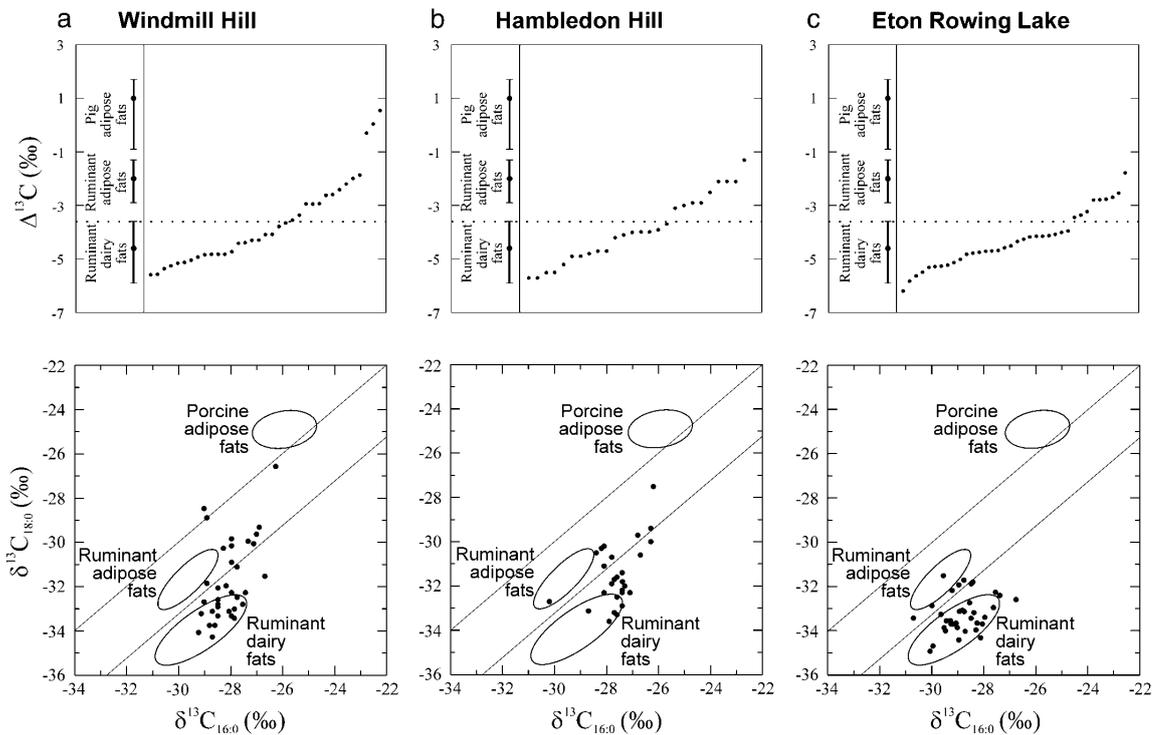
**Abbildung 16:**  $\Delta^{13}\text{C}$ -Meßwerte tierischer Fette im Karpathenbecken und am eisernen Tor. (Craig 2005).

an sieben, zwei aus Schela Cladovei und fünf aus Ecsefalva, ließen sich Milchfette nachweisen. Im Donaubecken ist die Milchnutzung offenbar bereits mit dem neolithischen Paket angekommen (Craig 2005).

### 3.5 Frühestes Neolithikum in Großbritannien

An drei der ältesten neolithischen Fundplätze in Großbritannien, Windmill Hill, Hambledon Hill und Eton Rowing Lake, konnten M. S. Copley et al. aus 129 von 227 Scherben Fettsäuren extrahieren und fanden Milchfett in 78 % (Eton Rowing Lake), 54 % (Windmill Hill) und 26 % (Hambledon Hill) davon. Auch hier geht das Neolithikum von Anfang an mit Milchwirtschaft einher (Copley 2003).

### 3 Früher Beginn im nahen Osten



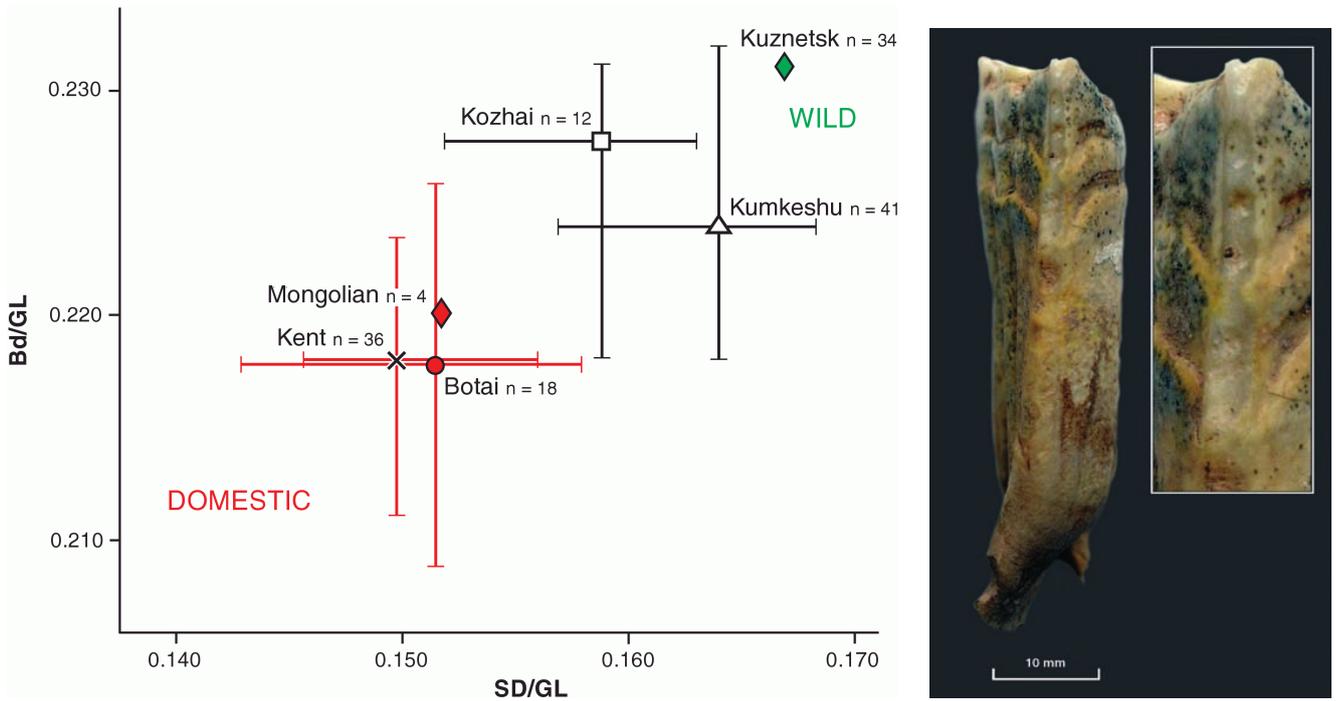
**Abbildung 17:**  $\Delta^{13}\text{C}$ -Messwerte tierischer Fette aus Großbritannien. Die Ellipsen zeigen die Bereiche moderner Referenzfette. (Copley 2003).

### 3.6 Pferdedomestikation in Kasachstan

In Botai in Kasachstan konnte die vermutlich älteste Pferdedomestikation der Welt nachgewiesen werden. Charakteristische Maße am Mittelfußknochen stimmen mit Vergleichswerten domestizierter Pferde aus Kent (Bronzezeit) und der Mongolei (modern) überein und unterscheiden sich deutlich von Wildpferden aus Kozai und Kumkeshu (Tersek Kultur) und spätpleistozänen Pferden aus Kusnetsk. Viele zweite Prämolare zeigen deutliche Abnutzungsspuren von Trensens (Outram 2009).

Aus Keramikscherven der auf etwa 3500 calBC datierten Botai-Kultur konnten Fettsäuren extrahiert werden. Über  $^{13}\text{C}$ -Isotope läßt sich Pferdemilch nicht nachweisen. Natalie Stear gelang jedoch ein anderer Nachweis über schweren Wasserstoff. In der eurasischen Steppe variiert  $\delta\text{D}$  zwischen Sommer und Winter um mehr als 100 ‰. Im Körperfett etabliert sich ein Mittelwert während die im Sommer produzierte Milch die deutlich geringere Abreicherung des Sommerhalbjahres abbildet. Sie konnte in fünf Scherven Milchfett identifizieren (Outram 2009).

### 3 Früher Beginn im nahen Osten



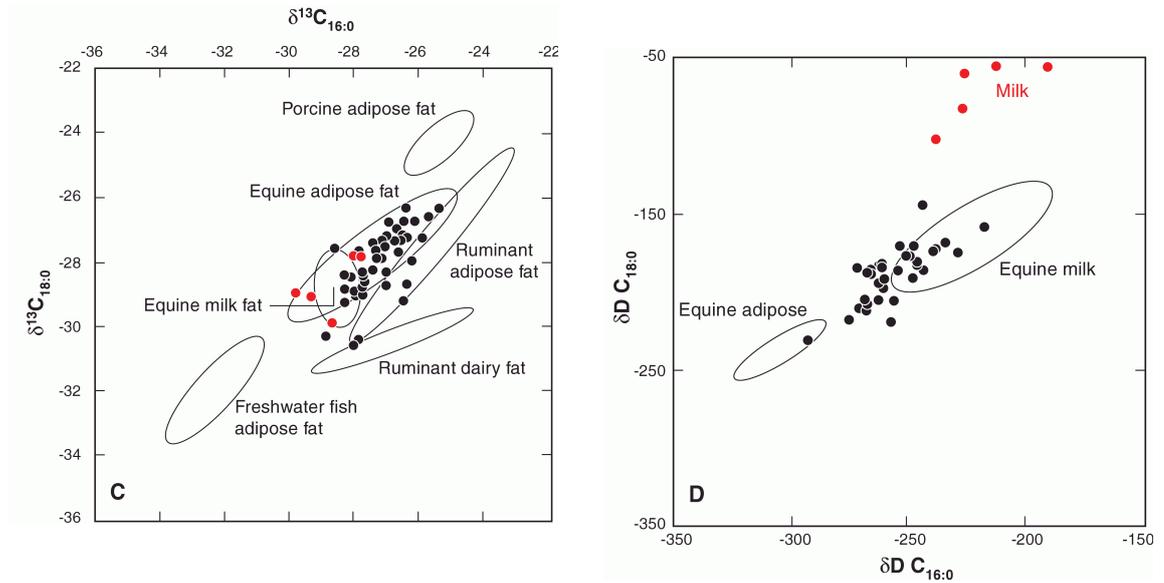
(a) Maßverhältnisse an Mittelhandknochen

(b) Zahnverschleiß durch Trense

**Abbildung 18:** Nachweis der Domestikation der Pferde von Botai. GL größte Länge, Bd größte Breite der distalen Epiphyse und LD kleinste Breite der Diaphyse am Mittelfußknochen (Outram 2009).

In der äneolithischen Botai-Kultur gab es keinen Feldbau und keine Haltung von Wiederkäuern. Alan Outram möchte deshalb eine unabhängige autochthone Entwicklung annehmen. Ziemlich sicher gab es aber Verbindungen zu andern Kulturen und die dortige Lebensweise war mindestens in groben Zügen bekannt.

### 3 Früher Beginn im nahen Osten



(a)  $\delta^{13}\text{C}$  an C18:0 und C16:0 Fettsäuren

(b)  $\delta\text{D}$  an C18:0 und C16:0 Fettsäuren

**Abbildung 19:** Nachweis von Pferdemichfetten in Keramik aus Botai durch Vergleich der Isotopenanreicherung in C18:0 und C16:0 Fettsäuren in Tonscherben aus Botai, Kasachstan. Die Ellipsen zeigen moderne Referenzbereiche (Outram 2009).

# Literaturverzeichnis

ARBUCKLE 2009

Benjamin S. Arbuckle & Cheryl A. Makarewicz, *The early management of cattle (*Bos taurus*) in Neolithic central Anatolia*. [Antiquity 83 \(2009\), 669–686](#).

BEJA-PEREIRA 2003

Albano Beja-Pereira et al., *Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes*. [nature genetics 35 \(2003\), 311–313](#).

BOGUCKI 1984

Peter I. Bogucki, *Ceramic sieves of the Linear Pottery Culture and their economic implications*. [Oxford Journal of Archaeology 3 \(1984\), 15–30](#).

BOGUCKI 1986

Peter Bogucki, *The Antiquity of Dairying in Temperate Europe*. [Expedition 28 \(1986\), 51–58](#).

BURGER 2007

J. Burger, M. Kirchner, B. Bramanti, W. Haak & M. G. Thomas, *Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans*. [PNAS 104 \(2007\), 3736–3741](#).

CLARE 2008

Lee Clare, Eelco J. Rohling, Bernhard Weninger & Johanna Hilpert, *Warfare in Late Neolithic / Early Chalcolithic Pisidia, southwestern Turkey. Climate induced social unrest in the late 7th millennium calBC*. [Documenta Praehistorica 35 \(2008\), 65–65](#).

COPLEY 2003

M. S. Copley, R. Berstan, S. N. Dudd, G. Docherty, A. J. Mukherjee, V. Straker, S. Payne, & R. P. Evershed, *Direct chemical evidence for widespread dairying in prehistoric Britain*. [PNAS 100 \(2003\), 1524–1529](#).

CRAIG 2005

Oliver E. Craig et al., *Did the first farmers of central and eastern Europe produce dairy foods?* [Antiquity 79 \(2005\), 882–894](#).

## Literaturverzeichnis

DUDD 1998

Stephanie N. Dudd & Richard P. Evershed, *Direct Demonstration of Milk as an Element of Archaeological Economies*. [science](#) **282** (1998), 1478–1481.

DUERR 2007

Janina Duerr, *Zum Beginn der Milchnutzung in Mitteleuropa*. [Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift](#) **48** (2007), 335–373.

ENATTAH 2008

Nabil Sabri Enattah et al., *Independent Introduction of Two Lactase-Persistence Alleles into Human Populations Reflects Different History of Adaptation to Milk Culture*. [American Journal of Human Genetics](#) **82** (2008), 57–72.

EVERSHED 2008

Richard P. Evershed et al., *Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding*. [nature](#) **455** (2008), 528–531.

JÜRGENS 1979

Antonius Jürgens, *Rössener Siebe aus Aldenhoven*. [Kölner Jahrbücher](#) **16** (1979), 17–20.

KAISER 2004

Jocelyn Kaiser, *Ural Farmers Got Milk Gene First?* [science](#) **306** (2004), 1284–1285.

KOEPKE 2008

Nikola Koepke & Joerg Baten, *Agricultural specialization and height in ancient and medieval Europe*. [Explorations in Economic History](#) **45** (2008), 127–146.

MCCORMICK 1992

Finbar McCormick, *Early faunal evidence for dairying*. [Oxford Journal of Archaeology](#) **11** (1992), 201–209.

MURRAY 2009

T. L. Murray, D. B. Blache & R. Bencini, *The selection of dairy sheep on calm temperament before milking and its effect on management and milk production*. [Small Ruminant Research](#) **87** (2009), 45–49.

OUTRAM 2009

Alan K. Outram et al., *The Earliest Horse Harnessing and Milking*. [science](#) **323** (2009), 1332–1335.

ROSSLÄNDER 1995

Rolf C. A. Rottländer, *Bemerkungen zu einer Abhandlung über Feuerstülpfen*. [Archäologisches Korrespondenzblatt 25 \(1995\), 169.](#)

RUSSELL 2010

Anna Russell, *Retracing the Steppes – A Zooarchaeological Analysis of Changing Subsistence Patterns in the Late Neolithic at Tell Sabi Abyad, Northern Syria, c. 6900 to 5900 BC*. Dissertation, Universität Leiden ([Leiden 2010](#)).

SALQUE 2013

Mélanie Salque et al., *Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe*. [nature 493 \(2013\), 522–525.](#)

SHERRATT 1983

Andrew Sherratt, *The Secondary Exploitation of Animals in the Old World*. [World Archaeology 15 \(1983\), 90–104.](#)

SHERRATT 1997

Andrew Sherratt (Hrsg.), *Economy And Society in Prehistoric Europe, Changing Perspectives*. ([Edinburgh 2004](#)).

SOUCI 2009

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, *Lebensmitteltabelle für die Praxis, Der kleine Souci, Fachmann, Kraut*. <sup>4</sup>(Stuttgart 2009).

STONEKING 2006

Mark Stoneking, *Investigating the health of our ancestors: Insights from the evolutionary genetic consequences of prehistoric diseases*. [International Congress Series 1296 \(2006\), 106–114.](#)

TISHKOFF 2007

Sarah A. Tishkoff et al., *Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe*. [nature genetics 39 \(2007\), 31–40.](#)

TOWERS 2011

Jacqueline Towers, Mandy Jay, Ingrid Mainland, Olaf Nehlich & Janet Montgomery, *A calf for all seasons? The potential of stable isotope analysis to investigate prehistoric husbandry practices*. [Journal of Archaeological Science 38 \(2011\), 1858–1868.](#)