

# Landschaftsarchäologie IV – Ein Modell zur Rekonstruktion von Landwirtschaftssystemen am Beispiel der Linearbandkeramik und der späten vorindustriellen Neuzeit

Von K. P. Wendt, J. Hilpert und A. Zimmermann

*Schlagwörter:* Mittelrhein, Niederrhein, Neolithikum, Bandkeramik, Neuzeit, diachroner Vergleich, Landschaftsarchäologie, Landwirtschaftsflächen, Nahrungsmittelproduktion, Feldbau, Viehhaltung, Waldweide, Energie- und Nährstoffbedarf, Statistik, GIS, Sterbetafeln

*Keywords:* Middle Rhine, Lower Rhine, Neolithic, Linear Pottery, Modern Age, diachronic comparison, landscape archaeology, agricultural areas, foodstuff production, cultivation, livestock raising, forest pasture, energy and foodstuff requirements, statistics, GIS, mortality tables

*Mots-clés:* Vallée du Haut-Rhin moyen, Vallée du Bas-Rhin, Néolithique, Culture rubanée, époque moderne, comparaison diachronique, archéologie du paysage, terres cultivables, production alimentaire, agriculture, élevage, pacage en forêt, besoins énergétiques et alimentaires, statistique, SIG, tables de mortalité

## Inhalt

Einleitung (JH, KPW, AZ) . . . . .	11
Modell der Landwirtschaftsrekonstruktion (JH, KPW, AZ) . . . . .	13
Modul Kulturpflanzen (KPW) . . . . .	13
Modul Tiere (JH) . . . . .	16
Modul Nährstoffe und Sammelpflanzen (JH, KPW, AZ) . . . . .	18
Der menschliche Ernährungsbedarf . . . . .	18
Quellen zum Energieverbrauch . . . . .	18
Historische und ethnographische Quellen (KPW) . . . . .	18
Rezente Studien aus der Ernährungswissenschaft (KPW) . . . . .	19
Sterbetafeln als archäologisch-anthropologische Quelle (AZ, KPW) . . . . .	24
Das Verhältnis von tierischen zu pflanzlichen Nahrungsquellen (AZ) . . . . .	29
Energieertrag . . . . .	31
Kulturpflanzen – Quellenkritik und Bedarfsdeckung (KPW) . . . . .	31
Methodische Fehlerquellen . . . . .	31
Überlieferungsbedingungen (Taphonomie) . . . . .	31
Probenentnahme . . . . .	33
Quantifizierung . . . . .	33
Taxonomie . . . . .	34
Überlieferungsfilter und Erhaltungskoeffizienten . . . . .	34
Kulturpflanzen als Energielieferanten . . . . .	36
Das genutzte Artenspektrum . . . . .	37

Nährwerte . . . . .	38
Bestimmung der Erträge . . . . .	39
Erträge der Getreide nach historischen Quellen und aus Experimenten	39
Hülsenfrüchte . . . . .	50
Ölfrüchte . . . . .	54
Tiere (JH) . . . . .	58
Quantifizierung . . . . .	58
Simulation zur Herdenzusammensetzung . . . . .	60
Gewichtung der Arten . . . . .	64
Lebendgewicht . . . . .	64
Ausschlachtungsrate . . . . .	65
Kaloriengehalt . . . . .	66
Milchproduktion . . . . .	68
Herdengrößen und Stickstoffproduktion . . . . .	70
Flächenbedarf . . . . .	71
Anwendungsbeispiele . . . . .	72
Altneolithikum (LBK) . . . . .	73
Kalkulationsschritte (KPW, JH) . . . . .	73
Bedarf . . . . .	73
Produktion . . . . .	74
Anbauflächen der Kulturpflanzen (KPW) . . . . .	74
Datenbasis . . . . .	76
Überprüfung der Eingangsparameter der Kalkulationsbasis . . . . .	79
Das quantitative Verhältnis von Einkorn zu Emmer und Zählme-	
thoden bei Getreiden . . . . .	79
Die Bedeutung der Trespen und des Verhältnisses von Feldbau zu	
Viehzucht und Jagd . . . . .	83
Kalkulation der überlieferten Energie und ihrer Verteilung auf die Arten .	85
Kalkulation der Nettoerträge und Anbauflächen . . . . .	87
Wechselnde Ertragslagen und die Anteile der Kulturpflanzengruppen .	89
Lage und Größe bandkeramischer Feldfluren auf der Aldenhovener Platte	90
Berechnung des Flächenbedarfs für Viehzucht (JH) . . . . .	96
Quantifizierung . . . . .	96
Simulation zur Herdenzusammensetzung . . . . .	105
Gewichtung der Arten . . . . .	106
Milchproduktion . . . . .	107
Zusammenfassung Ertrag . . . . .	109
Herdengrößen und Stickstoffproduktion . . . . .	109
Flächenbedarf . . . . .	110
Kombination der Ergebnisse aus den Modulen Tiere und Pflanzen (KPW,	
JH, AZ) . . . . .	116
Kalkulation der Nährstoffe aus Sammelpflanzen (JH, KPW, AZ) . . . . .	118
Der menschliche Nährstoffbedarf . . . . .	120
Nährstoffbilanz Aldenhovener Platte, LBK, berechnet für Hausgenera-	
tion X . . . . .	120
Späte vorindustrielle Neuzeit um 1820: preußische Rheinprovinzen . . . . .	126
Einleitung (KPW) . . . . .	126
Datengrundlage (KPW) . . . . .	128
Kulturpflanzen (KPW) . . . . .	129

Haustiere (JH) . . . . .	133
Ergebnisse der Energie- und Flächenbilanz zu Beginn des 19. Jahrhunderts (KPW) . . . . .	134
Überprüfung der Erzeugergruppen . . . . .	136
Räumliche Analyse der Kreisdaten (KPW) . . . . .	141
Die Resultate der Kulturpflanzenanalyse zusammengefasst . . . . .	148
Gegenüberstellung der Untersuchungen zu den Landwirtschaftssystemen der Bandkeramik und der Zeit um 1800 (AZ, KPW, JH) . . . . .	150
Literaturverzeichnis . . . . .	152
Summary · Zusammenfassung · Résumé . . . . .	170
Anhänge . . . . .	175

### Einleitung (JH, KPW, AZ)

Unter Gesichtspunkten der Landschaftsarchäologie ist die Betrachtung prähistorischer Siedlungszusammenhänge immer eine Beschäftigung mit dem Zusammenspiel geographischer, demographischer und kultureller Faktoren. Von 2002 bis 2009 hat die archäologische Arbeitsgruppe des von der DFG geförderten Rhein-LUCIFS-Projektes die demographische Beschreibung verschiedener Zeitscheiben exemplarisch vorgelegt (HILPERT U. A. 2008; WENDT 2008; WENDT U. A. 2010; ZIMMERMANN 2002; ZIMMERMANN U. A. 2004; 2009a; 2009b). Seit 2009 steht nun die Modellierung der Landwirtschaftssysteme für eben diese Zeiträume im Vordergrund. Primäres Ziel der Untersuchungen ist es, ackerbauliche und als Viehweide genutzte Flächen für eine prähistorische Wirtschaftsgemeinschaft zu modellieren. Im ersten Projektabschnitt, dessen Ergebnisse hier vorgelegt werden, geht es um die Linearbandkeramik (LBK, 5300 bis 4950 v. Chr.) und die Zeit um 1800 n. Chr.

Ein bereits von A. Zimmermann vorgelegtes Flussdiagramm (ZIMMERMANN 2002, 29 Abb. 12) dient in leicht abgewandelter Form als Modell für die Untersuchungen. Es wird aufgeteilt nach den thematischen Modulen „Kulturpflanzen“, „Tiere“ und „Nährstoffe“. Sie werden im Kapitel „Modell der Landwirtschaftsrekonstruktion“ (S. 13–18) ausführlich erläutert.

Die Bevölkerungsdichte und -anzahl für die hier untersuchten Gebiete ist bekannt (s. o.). Die Untersuchungen beginnen mit dem Ernährungsbedarf dieser Menschen (S. 18–31). Dazu werden einerseits historische und rezent ermittelte Bedarfswerte herangezogen. Da der Bedarf von Alter und Geschlecht abhängig ist, wird andererseits durch die Analyse ausgewählter Sterbetafeln aus verschiedenen Perioden der Menschheitsgeschichte ein repräsentativer Bedarfswert ermittelt (S. 24–29). Der sich daraus ergebende Energiebedarf wird aus den Sektoren „Tiere“ (S. 58–72; 96–116), „Kulturpflanzen“ (S. 31–36; 74–96) sowie deren Kombination (S. 116–118) gedeckt. Innerhalb dieser Sektoren gehen wir von einer Artenzusammensetzung aus, die sich unter Berücksichtigung quellenkritischer Gesichtspunkte möglichst eng an die aufgefundenen Knochen, Früchte und Samen anlehnt. Das Verhältnis zwischen diesen beiden Sektoren wird aufgrund der Stickstoff-Isotopen geschätzt (S. 29–31). Und zuletzt wird berechnet, ob es nicht gedeckten Bedarf an anderen Nahrungsinhaltsstoffen wie Vitaminen und Mineralstoffen gibt und ob er durch Sammelpflanzen gedeckt werden kann (S. 118–120).

Auf der Basis dieser Werte kann die bandkeramische Landschaftsnutzung auf der Aldenhovener Platte, insbesondere die Lage der Feldfluren im mittleren Merzbachtal, modelliert werden (S. 90–96). Dazu wird eine früher entwickelte Variante mit einem minimalen Flächenbedarf (ZIMMERMANN U. A. 2009a, 41 Abb. 15) einem hier begründeten Modell mit maximalem Flächenbedarf gegenübergestellt.

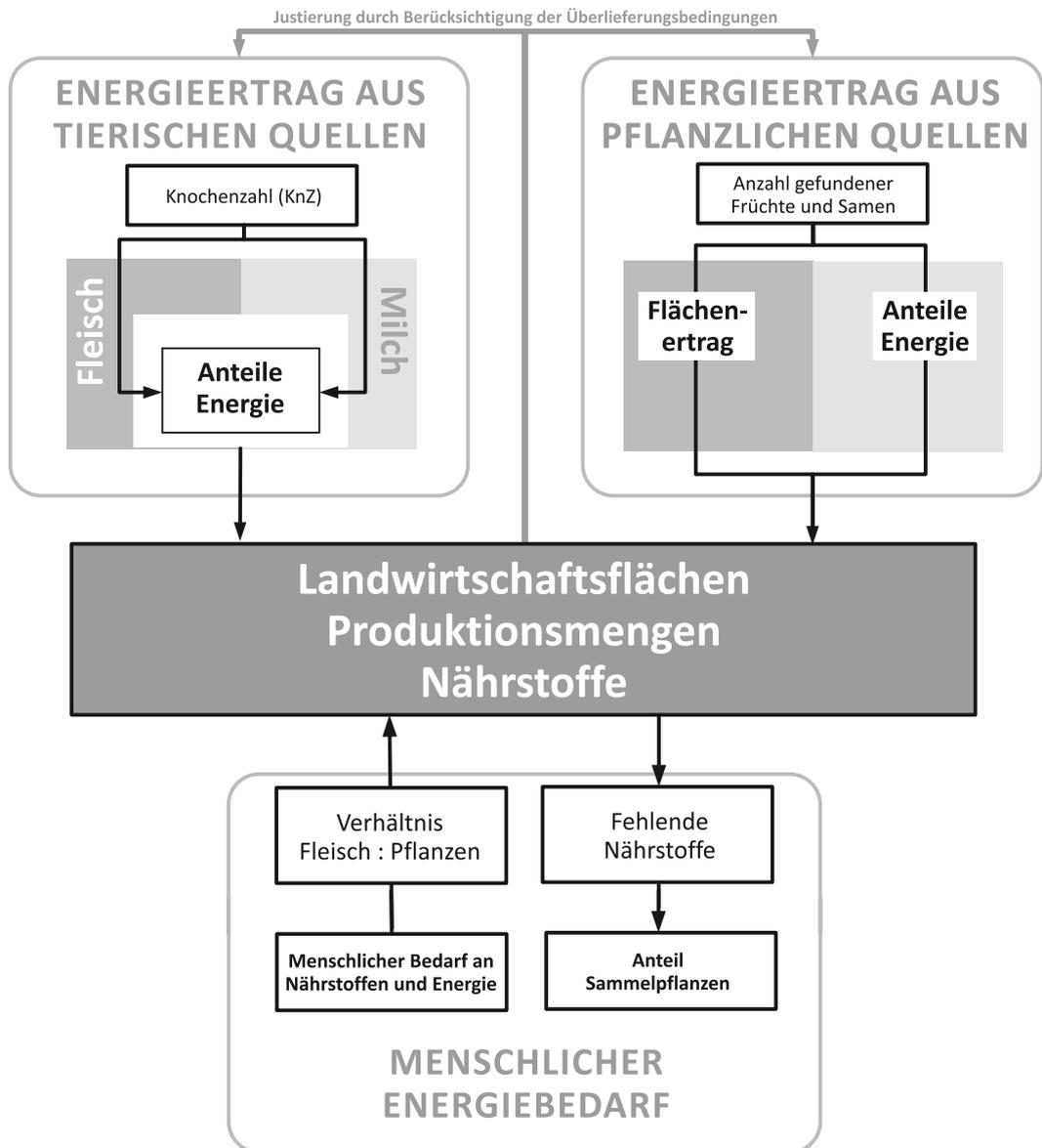


Abb. 1. Schematische Darstellung zur Berechnung von Weide- und Anbauflächen auf der Basis von Knochenzahlen sowie Früchten und Samen.

Das zweite Anwendungsbeispiel „späte vorindustrielle Neuzeit“, kurz „1800“, beschäftigt sich mit Daten, die infolge der preußischen Übernahme der Rheinlande nach den napoleonischen Kriegen erhoben und von F. VON RESTORFF (1830) zusammengetragen wurden (S. 126–150). Neben Produktionsdaten zu verschiedenen Feldfrüchten (S. 129–133) und der Anzahl von Haustieren (S. 133–134), stehen Erhebungen zur Anzahl der Bevölkerung und der Größe der unterschiedlichen Nutz- und ungenutzten Flächen auf Kreisebene zur Verfügung. Die Übernahme dieser Daten in unsere Modellierung resultiert in Analysen zum landwirtschaftlichen Potenzial der einzelnen Kreise, die eine Dreiteilung

in die Klassen „Abnehmer“, „Selbstversorger“ und „Produzenten“ erlaubt (S. 134–136). Die Ergebnisse zeigen eine wirtschaftlich differenzierte Landschaft, die aufgrund der naturräumlichen und infrastrukturellen Voraussetzungen sowie in Verbindung mit historischen Entwicklungen, wie der bereits im Mittelalter beginnenden Expansion der Vorformen frühindustrieller Systeme, spezialisierte Nahrungsproduzenten, Dienstleister und eine breite Palette unterschiedlicher Selbstversorger hervorbrachte.

Dieses System wird der bandkeramischen Wirtschaft gegenübergestellt (S. 150–152). Auf diese Weise ist es möglich, die jeweilige Nutzungsintensität derselben Landschaft quantitativ zu vergleichen. Mit dem vorgelegten Modell ist ein derartiger Vergleich auch für andere Zeitabschnitte mit bekannter Bevölkerungsdichte in diesem Gebiet möglich.

### Modell der Landwirtschaftsrekonstruktion (JH, KPW, AZ)

Das Schema zeigt die Arbeitsschritte in vereinfachter Form (*Abb. 1*). Der Dateneintrag in das Modell erfolgt über drei Stränge: Energieertrag aus tierischen Quellen, Energieertrag aus pflanzlichen Quellen und dem menschlichen Energiebedarf. Im Modul Sammelpflanzen wird überprüft, ob eventuell nicht gedeckter Bedarf an Nährstoffen, Vitaminen und Mineralien auf diese Weise bereitgestellt werden kann. Als Ergebnis liefert das Modell Landwirtschaftsflächen, aufgeteilt in Waldweide und Ackerfluren, Produktionsmengen an Energie und Nährstoffen.

Das hier vorgestellte Modell ist modular aufgebaut und benutzt zur Kalkulation der gewünschten Werte gängige Tabellenkalkulationssoftware (z. B. MS Excel). In der Haupttabelle finden sich die für die Analysen notwendigen bekannten Eingabe-Daten: Bevölkerungsgröße, Nährstoffbedarf der Bevölkerung, anteiliges Verhältnis von Tier- zur Pflanzennahrung und die Datierung der Zeitscheibe (*Abb. 2*). Diese Daten werden für die jeweiligen Untersuchungen an die Untertabellen, Haus- und Wildtiere, Kultur- sowie Sammelpflanzen weitergegeben. Die in den Untertabellen erzielten Ergebnisse, Weidefläche für Tiere und Anbauflächen für Pflanzen (jeweils in ha), fließen an die Haupttabelle zurück.

### Modul Kulturpflanzen (KPW)

Für einen ersten Arbeitsschritt haben wir zunächst die vereinfachende Annahme getroffen, dass für alle in einem Archiv oder einer Grabung aufgefundenen Pflanzenarten die gleichen Überlieferungsbedingungen herrschten und dass die überlieferten Zahlen also unmittelbar etwas über das Verhältnis der Pflanzenarten zueinander während ihrer Nutzung (Anbau, Ernte, Konsum) aussagen. Dies wird sicherlich nicht völlig richtig sein, aber es ist der erste Schritt in einem iterativen Annäherungsprozess, um die archäobotanischen Primärdaten in die Auswertung einzubringen. In weiteren Arbeitsschritten werden Überlieferungskoeffizienten verschiedener Arten zueinander (z. B. Getreide zu Ölsaaten oder das Verhältnis von großen zu kleinen Tieren) thematisiert und die Bedeutung möglicher Korrekturen für die angestrebten Ergebnisse in Bezug auf die verfügbare Nahrungsenergie und die Flächennutzung für Anbauflächen und Weiden diskutiert.

Die Untertabellen teilen sich dann in weitere, sich entsprechende Arbeitsblätter. Blatt 1 der Kulturpflanzen enthält die Daten der archäologischen Archive, also Anzahl von Samen / Früchten oder Knochenanzahl bzw. Tausendkorngewichte. In Blatt 2 finden sich alle Angaben zu den Nährstoffen pro Art und den verschiedenen Ertragszahlen. Blatt 3 umfasst schließlich die Berechnungen, die in beiden Tabellen die Zielgrößen, also den Flächenbedarf an Acker- und Weideflächen in Hektar, liefert.

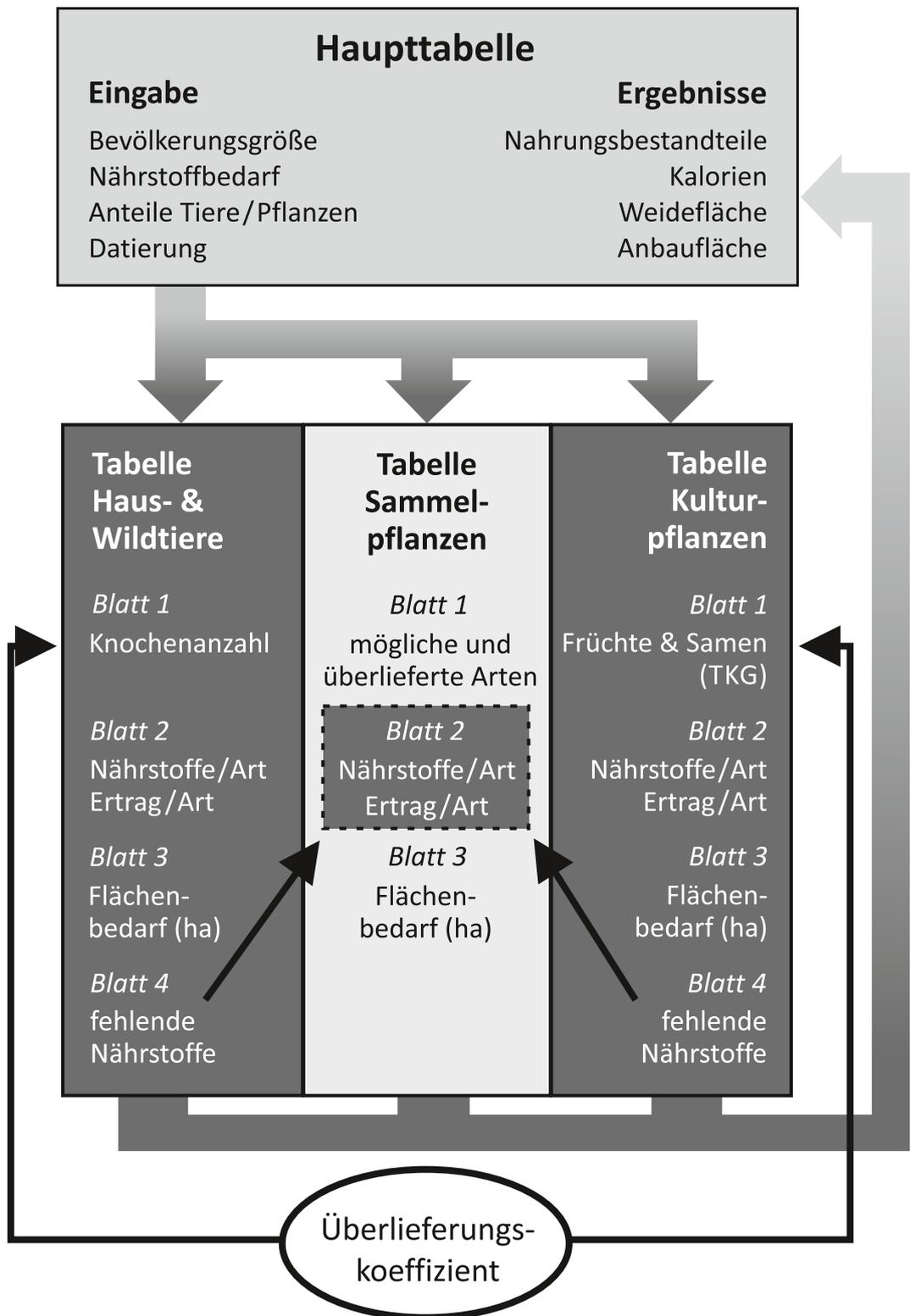


Abb. 2. Tabellenstruktur und Datenfluss des Modells zur Berechnung (Rekonstruktion) des Flächenbedarfs.

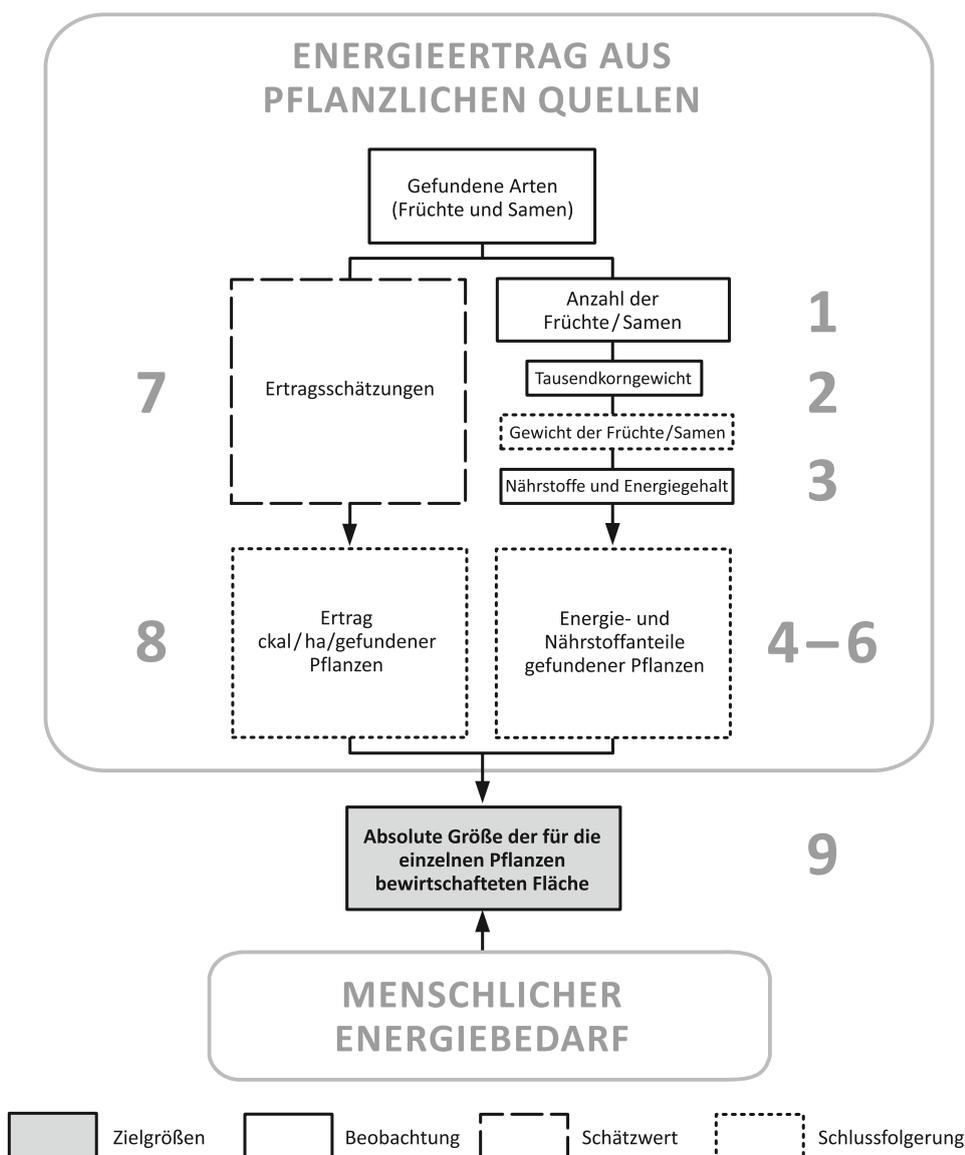


Abb. 3. Detailliertes Schema für die Kalkulation der Agrarflächen.

Der hier präsentierte Ansatz für die Berechnung des Landbedarfs für den prähistorischen Anbau pflanzlicher Nahrungsmittel geht von der Annahme aus, dass das zahlenmäßige Verhältnis der Großreste in den archäobotanischen Archiven eine, wenn auch verzerrte, Annäherung an die Verhältnisse der Vergangenheit darstellt. Für die jeweils zu betrachtende Zeitscheibe existieren jeweils individuelle Einschränkungen und Besonderheiten, die spezielle Justierungen notwendig machen. Diese müssen in den jeweiligen Schätzverfahren diskutiert und ihr Einfluss auf das Ergebnis beschrieben werden. Das Schwergewicht der Untersuchungen liegt also auf archäologisch und ernährungstechnisch direkt und indirekt erfassbaren Faktoren und daraus abgeleiteten Ergebnissen.

Grundsätzlich wird für die Bestimmung der Anteile verschiedener Getreidearten auf die Anzahl der aufgefundenen Körner zurückgegriffen. Gleiches gilt für Hülsenfrüchte und Ölsaaten. Gemüse, Obst und Salatpflanzen werden nur am Rande mitbehandelt.

Der Rechenweg für die Kulturpflanzen besteht nun aus den folgenden Schritten (*Abb. 3*):

1. Zählen der Früchte und Samen, getrennt nach Arten; (falls notwendig) aoristische Verteilung der nicht bis auf das Niveau der Art bestimmbar Individuen = **Anzahl pro Art**
2. Multiplikation mit dem spezifischen Tausendkorngewicht (TKG), dividiert durch 1000 = **Gewicht pro Art**
3. Multiplikation der Gewichte pro Pflanzenart mit dem jeweiligen Kaloriengehalt pro 100 g = überlieferte Kalorienzahl pro Art
4. Addition der einzelnen Kalorien pro Art = **Kaloriensumme pro Inventar (Gesamtkalorienzahl)**
5. Berechnung der **prozentualen Anteile der Arten** an der Gesamtkalorienanzahl
6. Verteilung des Kalorienbedarfs auf die Arten gemäß ihren Anteilen an der Gesamtkalorienzahl = **Kalorienbedarf pro Art**
7. Berechnung der Ober- und Untergrenze der Ertragsbandbreite pro Pflanzenart (S. 39–58) und der Nettoerträge pro ha = **Nettoenergieertrag pro Art (kcal/ha)**
8. Division des Kalorienbedarfs pro Art durch den Nettoertrag in kcal pro Art ha = **Flächenbedarf pro Art**
9. Addition der pro Art benötigten Flächen = **Agrarfläche**

An jeder Stelle der Kalkulation können Schalter eingefügt werden, die besondere Erhaltungsbedingungen, Agrartechniken oder andere zeitspezifische Faktoren berücksichtigen.

In einigen Fällen liegen bereits historisch überlieferte Ertragszahlen vor. Diese sind in vergleichbaren Maßeinheiten darzustellen und in verbrauchswirksame Nettoerträge umzurechnen, auf deren Basis dann letztlich eine Schätzung der genutzten Fläche erfolgt. Auch in solchen Fällen wird angestrebt, die erläuterte Tabellenstruktur beizubehalten, um Vergleichbarkeit und Transparenz der Ergebnisse zu gewährleisten.

Daten aus zwei Zeitscheiben, dem Altneolithikum (LBK) sowie der späten vorindustriellen Neuzeit (1800) werden als Anwendungsbeispiele den vorgestellten Rechenweg illustrieren.

### Modul Tiere (JH)

Die Berechnung der anteilig gelieferten Nährstoffe für den Menschen und der benötigten Flächen für die Haltung und Ernährung der jeweiligen Tiere besteht zusammenfassend aus folgenden Schritten (*Abb. 4*):

1. An erster Stelle des Moduls „Tiere“ muss berechnet werden, welchen Beitrag eine jeweilige Tierart zur Ernährung des Menschen lieferte. Zunächst wird auf Basis der Knochenzahl die prozentuale Verteilung der Tierarten eingegeben.
2. Daraufhin erfolgt eine Simulation zur Zusammensetzung von Rinderherden unter Berücksichtigung der archäozoologisch festgestellten Alters- und Geschlechtsanteile.
3. a) Letztere finden auch Verwendung in der Gewichtung der verschiedenen Tierarten anhand von Angaben über das Lebendgewicht, der Ausschlagungsrate und dem durchschnittlichen Kaloriengehalt von Fleisch, Fett und Blut.  
b) Mithilfe der simulierten Herde können die möglichen Herdenzusammensetzungen – und somit auch die Entnahmeraten – ermittelt werden. Dies ermöglicht es, die Menge an Fleisch- und Fettenergie zu berechnen, die eine Herde liefern könnte. Durch die Bestimmung der durchschnittlichen Milchleistung eines Muttertieres

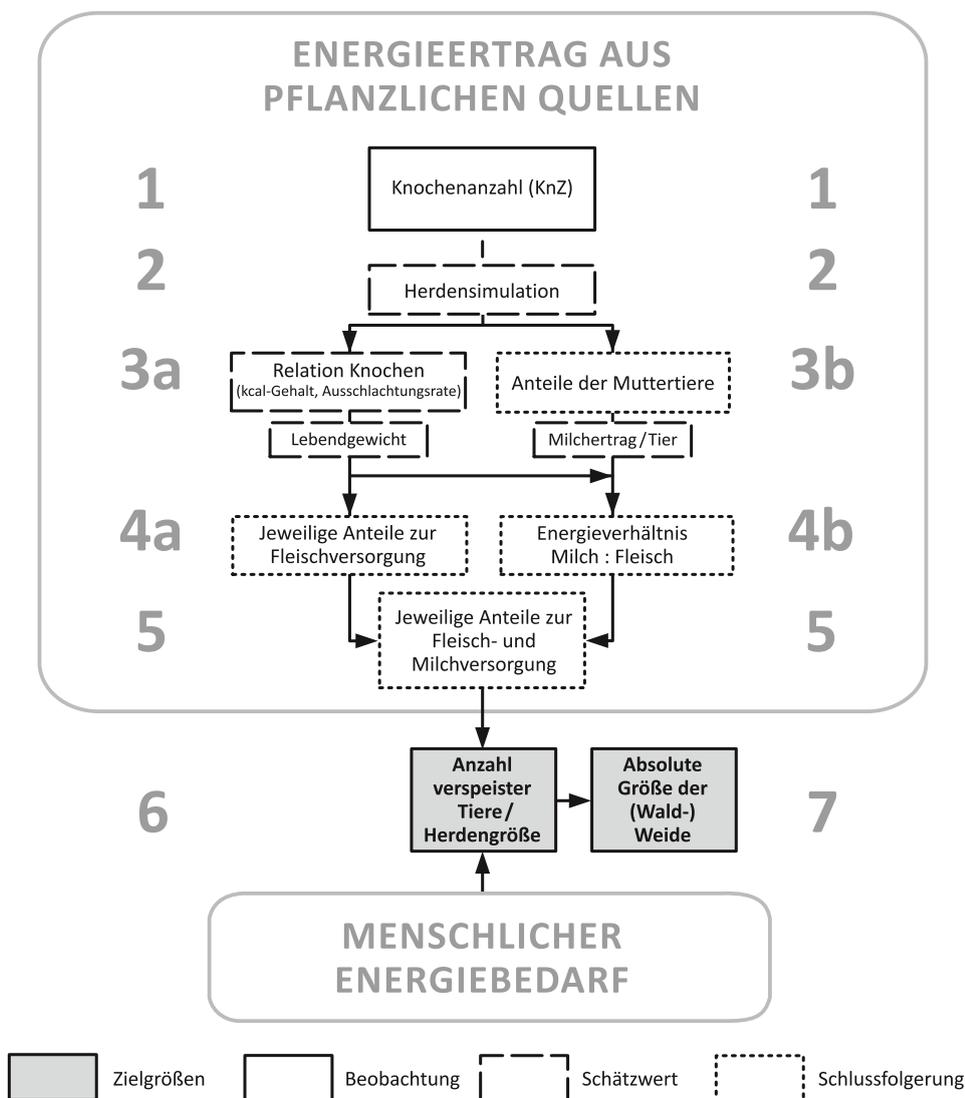


Abb. 4. Graphische Darstellung der Berechnung der anteilig gelieferten Nährstoffe und der benötigten Flächen für die Haltung und Ernährung der jeweiligen Tiere.

- kann die potentielle Milchmenge bestimmt werden, welche die gegebene Herde produziert.
4. a) Aus der Menge an Kilokalorien (kcal) welche die jeweilige Tierart liefert, können nun die relativen Anteile zur Fleischversorgung berechnet werden.  
 b) In Verbindung mit der produzierten Fleischmenge einer Beispielherde und deren Milchleistung kann das Verhältnis von Fleisch- zu Milchkalorien kalkuliert werden.
  5. Dieses wird wiederum mit dem gewichteten Anteil der aufgefundenen Knochen in Bezug gesetzt.
  6. Mithilfe des zuvor festgelegten Verhältnisses von tierischen zu pflanzlichen Nährstoffen kann nun die Anzahl der Milch- und Schlachttiere berechnet werden, welche für die Deckung des menschlichen kcal-Bedarfs benötigt werden. Mit diesen

- Angaben, zusätzlich zu den Daten aus der Herdensimulation, kann die Anzahl der geschlachteten Tiere bzw. die benötigte Herdengröße bestimmt werden.
7. Abschließend wird die benötigte Fläche für die Ernährung dieser Tiere erarbeitet.

#### Modul Nährstoffe und Sammelpflanzen (JH, KPW, AZ)

Neben dem bewussten Anbau von Pflanzen zur Nahrungserzeugung besitzt das Sammeln von Wildpflanzen, insbesondere von wildem Obst, Nüssen, Pilzen, Wildkräutern und Wildgemüsen, eine bedeutende Rolle in der traditionellen Diät des Menschen, vor allem als Zulieferer von Vitaminen, Mineralstoffen und Ölen. Diese Nutzung ist in jüngerer Zeit in unserem Raum zurückgegangen. Das ist vermutlich eine Folge der zunehmenden Gewöhnung an streng normierte und kontrollierte Produkte der Agrar- und Lebensmittelindustrie (SPIEGELBERGER U. A. 2011, 7). Das heutige, selektive Wissen um die Brauchbarkeit bestimmter Pflanzen, z. B. wilde Beerenfrüchte und Pilze sowie einige Kräuter, erschließt nur einen kleinen Ausschnitt aus dem ehemals breiten Spektrum nutzbarer Wildpflanzen.

Unsere Studie geht in Bezug auf die Module Kulturpflanzen und Tiere vom Energiebedarf einer Population bekannter Größe aus. Um diesen Bedarf zu decken, muss eine gewisse Menge Lebensmittel produziert werden, von der die anderen Inhaltsstoffe, wie Vitamine, Spurenelemente, Aminosäuren usw., ebenfalls bestimmt werden können. Diese sogenannten Nährstoffe können dem Bedarf gegenübergestellt werden. Dies geschieht in Blatt 4 der zuvor erläuterten Modultabellen (*Abb. 2*). Hier wird die Differenz bezüglich der Nährstoffe zwischen dem Bedarf der Population und der durch die Kulturpflanzen produzierten Menge berechnet. Im nächsten Schritt folgt eine Überprüfung, ob die Differenz durch Sammelpflanzen sowie durch zu erwartendes Gemüse, Obst und Salat zu decken ist.

Archäologische Nachweise aus prähistorischen Zeiten sind für Sammelpflanzen, Obst, Salat und Gemüse schwieriger zu quantifizieren als bei den meisten Kulturpflanzen. Das liegt daran, dass Äpfel und Beeren mehrere Samen besitzen und viele der anderen Pflanzen nur als Pollen oder Sporen überliefert sind. Für die Kalkulation werden deshalb zuerst die bekannten heimischen Wildpflanzenarten herangezogen und die Mengen berechnet, die notwendig wären, um die Lücken in der Versorgung zu schließen. Dabei soll die Prämisse gelten, dass Pflanzen mit archäologischem Nachweis, deren Inhaltsstoffe und Erträge bekannt sind, bevorzugt in die Modellierung einfließen. Dieser pragmatische Ansatz verfolgt das Ziel, mit möglichst wenig spekulativen Elementen zu tragbaren Einschätzungen zu kommen. Dadurch wird billiger in Kauf genommen, dass ganze Pflanzengruppen aus der Kalkulation ausgeschlossen sind. Das betrifft z. B. Wildgemüse wie Möhren, aber auch Wildäpfel, deren Ertragszahlen wir nicht kennen oder abschätzen können. Erreichen die so erzielten Zahlen nicht das Ziel, eine Bevölkerung in einer Zeitscheibe am Leben zu erhalten, kann durch kontrolliertes Schätzen von Erträgen der bis dahin nicht berücksichtigten Gruppen ein Ausgleich durchgeführt werden. Der letzte Schritt stellt die Fläche, die für die entsprechenden Wildpflanzenenerträge benötigt würde, der tatsächlich verfügbaren gegenüber.

### Der menschliche Ernährungsbedarf

#### Quellen zum Energieverbrauch

##### Historische und ethnographische Quellen (KPW)

Verschiedene Quellen stehen zur Verfügung, um den Energie- und Nährstoffbedarf für Menschen unterschiedlichen Alters und Geschlechts auch in Abhängigkeit von ihrer

Arbeitsbelastung zu erschließen. Die hier vorgelegte Zusammenstellung soll einen diachronen Überblick zu Angaben über die von einem Menschen benötigte Energiemenge bieten. Ergänzend kann an dieser Stelle auf die von R. EBERSBACH (2002, 115–119) verwandte Zusammenstellung verwiesen werden, die die unten stehende Liste erweitert.

Eine der ältesten Quellen stammt aus römischer Zeit. Cato (agr. 37. 56–58) teilte demnach seinen Bediensteten je nach Schwere der ihnen zugewiesenen Arbeit zwischen 2711 und 4899 kcal zu (WEEBER 2000, 120; Tab. 1). Die Zuteilungen fielen anscheinend je nach Jahreszeit unterschiedlich aus. Im Sommer, wenn die schweren Arbeiten auf den Feldern zu verrichten waren, gab es zwischen 10 und 20 % höhere Rationen.

Der mittelalterlichen Bevölkerung stand nach Quellenlage ein etwas niedrigeres Budget an Nahrungsmitteln zur Verfügung. Die von R. ROEHL (1978) nach W. ABEL (1962) angeführten Werte für die Landbevölkerung haben ihren Ursprung zwar in Zahlen aus dem 17. und 18. Jahrhundert, wurden von ihm aber auf die mittelalterlichen Größenverhältnisse der bäuerlichen Produktionseinheiten angepasst. Er teilt den bäuerlichen Stand in drei Gruppen: Kleinbauern, mittlere Bauern und wohlhabende Bauern. Ca. 2000 kcal pro Person berechnet er für Kleinbauern, also deutlich weniger als Cato für einen Verwalter oder Hirten berechnet. Dies liegt nur wenig über der Nahrungsmenge, die in Perugia einem Gefangenen als Ration zugeteilt wurde (ROEHL 1978, 70 [Tab. 1]). Die Zahlen für die anderen Schichten der Bauern schwanken zwischen 3000 und 4000 kcal. Dass diese Verbrauchszahl keine selbstverständliche Energiemenge für eine Person dieser Zeit war, wird durch einen Hinweis auf die „leidlich wohlgenährten“ Seeleute Venedigs im Jahre 1310 illustriert (ROEHL 1978, 71).

Eine etwas breitere Auswahl von Quellen steht für das 19. Jahrhundert zur Verfügung. Einen Überblick dazu bietet W. MINCHINTON (1976, 78–80). Die Spanne der täglichen Verbrauchsmenge reicht von 2000 kcal für einen Strafgefangenen bis zu 4400 kcal für die global betrachtete Bevölkerung Schwedens (ohne Angabe, ob Kinder berücksichtigt sind [Tab. 1]). Zwischen 2353 und 2766 kcal liegen die Werte für die Rationen französischer und englischer Matrosen; der Wert für englische Soldaten während des Krimkrieges bei 2500 kcal. Auch für das 19. Jahrhundert bewegen sich die Verbrauchswerte deutlich unter den römischen Zahlen. Sie entsprechen eher den Angaben des mittelalterlichen Verbrauchs. So korrespondieren undifferenzierte Zahlen aus England in etwa mit dem Wert der mittleren Bauern im Mittelalter und die für einen Fabrikarbeiter eingesetzten Rationen mit denen eines mittelalterlichen Kleinbauers in Deutschland.

Die vorgestellten Zahlen geben eine Verbrauchsspanne zwischen 2000 und 3000 kcal für den normalen mitteleuropäischen Mann vor. Diese Zahlen sind natürlich als Mittelwerte zu begreifen, der tatsächliche Bedarf schwankt im Rahmen geographischer, klimatischer und kultureller Besonderheiten (ROEHL 1978, 71).

Den Menschen ist zu allen Zeiten bewusst gewesen, dass die Arbeitsbelastung beim Energiebedarf eine Rolle spielt. Typischerweise scheint jedoch auch die soziale Position eine wichtige Rolle gespielt zu haben.

### Rezente Studien aus der Ernährungswissenschaft (KPW)

Rezente Verbrauchsstudien aus dem deutschsprachigen Raum liegen seit dem Ende der sechziger Jahre vor (Ernährungsberichte der Deutschen Gesellschaft für Ernährung seit 1969; aus 2008 die in zwei Teilen vorliegende Nationale Verzehrstudie II des Max Rubner-Instituts [Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel; abgek. NVS II 2008a und b]). Insbesondere seitdem Übergewicht und einseitige Ernährung zu Krankheitsbildern führen, die zu erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten führen, hat sich auch

Zeitraum	Land/Ort	Berufsstand/Tätigkeit	kcal	Quelle
1312	Perugia, Italien	Gefangener	> 1800	ROEHL 1978, 70–74
Mittelalter	Deutschland	Kleinbauer	2000	ROEHL 1978, 70–74
1822	England	Gefangener	2000	MINCHINTON 1976, 78–80
1862–1863	England	Fabrikarbeiter	2190	MINCHINTON 1976, 78–80
1759/1811	Frankreich/England	Matrose	2353	MINCHINTON 1976, 78–80
1759/1811	Frankreich/England	Matrose	2766	MINCHINTON 1976, 78–80
Krimkrieg	England	Soldaten	2500	MINCHINTON 1976, 78–80
Röm. Kaiserzeit	Röm. Reich	leichte Tätigkeit ganzjährig	2711	WEEBER 2000, 120
1862–1863	England	Landarbeiter	2760	MINCHINTON 1976, 78–80
Mittelalter	Deutschland	mittlerer Bauer	3000	ROEHL 1978, 70–74
1860	England	k. A.	3240	MINCHINTON 1976, 78–80
Röm. Kaiserzeit	Röm. Reich	mittlere Tätigkeit (Winter)	3319	WEEBER 2000, 120
1880	England	k. A.	3470	MINCHINTON 1976, 78–80
Röm. Kaiserzeit	Röm. Reich	mittlere Tätigkeit (Sommer)	3623	WEEBER 2000, 120
1914	England	k. A.	3900	MINCHINTON 1976, 78–80
1310	Venedig, Italien	Seeleute	4000	ROEHL 1978, 70–74
Mittelalter	Deutschland	reicher Bauer	< 4000	ROEHL 1978, 70–74
Röm. Kaiserzeit	Röm. Reich	schwere Tätigkeit (Winter)	4048	WEEBER 2000, 120
1912–1913	Schweden	undifferenziert	4402	MINCHINTON 1976, 78–80
Röm. Kaiserzeit	Röm. Reich	schwere Tätigkeit (Sommer)	4899	WEEBER 2000, 120

Tab. 1. Zusammenstellung von Verbrauchsdaten erwachsener Männer in Europa aus verschiedenen Zeitperioden, geordnet nach kcal.

	N	MW	SE	P 5	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	D-A-CH	Pers. (%) > D-A-CH
<b>Männer</b>	7093	2571	10,90	1394	1585	1962	2413	3024	3719	4268		36,4
14-18	712	2883	37,58	1506	1733	2201	2793	3360	4164	4737	2700/3100*	37,3
19-24	510	2872	48,12	1452	1625	2142	2680	3347	4497	5023	3000	38,7
25-34	690	2783	41,36	1505	1696	2074	2581	3260	4089	4692	2900	36,0
35-50	2079	2640	19,29	1435	1663	2063	2509	3095	3799	4271	2900	33,2
51-64	1633	2400	19,60	1301	1544	1857	2297	2807	3371	3843	2500	38,4
65-80	1469	2191	16,32	1263	1446	1768	2129	2544	3031	3303	2300	38,5
<b>Frauen</b>	8278	1915	6,77	1085	1231	1501	1833	2234	2678	3018		30,9
14-18	700	2108	30,19	1057	1232	1543	1966	2579	3135	3523	2200/2500*	29,9
19-24	510	1996	30,69	1141	1283	1547	1914	2250	2775	3171	2400	19,5
25-34	972	2031	21,11	1165	1311	1610	1929	2351	2765	3151	2300	26,8
35-50	2694	1948	11,74	1098	1262	1521	1870	2291	2729	3066	2300	24,5
51-64	1840	1856	13,10	1092	1206	1472	1793	2152	2539	2837	2000	35,6
65-80	1562	1753	12,47	1044	1178	1406	1708	2052	2361	2610	1800	42,8

\*erster Wert = Referenzwert für die 14-Jährigen, zweiter Wert = Referenzwert für die 15-18-Jährigen

Tab. 2. Energiezufuhr in kcal pro Kopf und Tag. MW = Mittelwert, SE = Standardfehler, P = Perzentile, D-A-CH = Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr laut deutschen, österreichischen und schweizerischen Ernährungsgesellschaften (MRI 2008b, 236 Tab. A25).

Alter	Körperliche Aktivität in kcal/Tag					
	(*PAL-Wert 1,4) <sup>1</sup>		(*PAL-Wert 1,6) <sup>2</sup>		(*PAL-Wert 1,8) <sup>3</sup>	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen
15 bis < 19	2500	2000	2900	2300	3300	2600
19 bis < 25	2500	1900	2900	2200	3300	2500
25 bis < 51	2400	1900	2800	2100	3100	2400
51 bis < 65	2200	1800	2500	2000	2800	2300
> 65	2000	1600	2300	1800	2500	2100

<sup>1</sup>Schwangere erhalten über die gesamte Schwangerschaft eine Zulage von 255 kcal/Tag unabhängig vom PAL-Wert.

<sup>2</sup>Stillende erhalten unabhängig vom PAL-Wert folgende Zulage: bis einschließlich 4. Monat 635 kcal/Tag und nach dem 4. Monat bei weiterhin vollem Stillen 525 kcal/Tag bzw. bei weiterem partiellen Stillen 285 kcal/Tag.

<sup>3</sup>PAL (= physical activity level): Maß für die körperliche Aktivität. Unter üblichen Lebensbedingungen kann der PAL-Wert zwischen 1,2 und 2,4 variieren. PAL-Wert 1,4: ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität, z. B. Büroangestellte, Feinmechaniker. PAL-Wert 1,6: sitzende Tätigkeit, zeitweilig auch zusätzlicher Energieaufwand für gehende und stehende Tätigkeiten, z. B. Laboranten, Kraftfahrer, Studierende, Fließbandarbeiter. PAL-Wert 1,8: überwiegend gehende und stehende Arbeit, z. B. Verkäufer, Kellner, Mechaniker, Handwerker.

Für sportliche Betätigungen oder anstrengende Freizeitaktivitäten (30 bis 60 Minuten, 4- bis 5-mal pro Woche) können pro Tag 0,3 PAL-Einheiten hinzugerechnet werden.

Modifiziert nach <http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=10> (Zugriff: 02.03.2014).

Tab. 3. D-A-CH-Referenzwerte für die Energiezufuhr differenziert nach Altersgruppen, Geschlecht und Tätigkeit (nach <http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=10> [Zugriff: 02.03.2014]).

das öffentliche Interesse für die Ernährungsproblematik geschärft und Diskussionen um das „richtige Ernährungsverhalten“ in den Medien initiiert (an dieser Stelle sei nur auf die Diskussion um „gutes“ oder „schlechtes“ Cholesterin oder neuerdings um „gute“ und „schlechte“ Ballaststoffe hingewiesen). Für die vorliegende Untersuchung sind derartige Diskussionen zu feinkörnig.

Aus den genannten Studien können Tabellenwerke zum Vergleich herangezogen werden, wie das hier benutzte Beispiel aus der NVS II. Die in *Tabelle 2*, Spalte „D-A-CH“, vorgestellten Referenzwerte gelten für mittelschwere Tätigkeiten (NVS II 2008b, 93). Sie liegen im Bereich der bereits vorgestellten Verbrauchswerte, die auf historischen Quellen beruhen.

Die nach Altersklassen und Geschlecht gegliederten Werte beginnen bei 1800 kcal für Frauen im Alter zwischen 65 und 80 Jahren und reichen bis 3100 kcal für die Altersgruppe der männlichen 14 bis 18-Jährigen. Spitzenwerte von 4000 kcal sind hier nicht erfasst, wären für schwere Tätigkeiten in der Landwirtschaft aber denkbar. Betrachtet man die Mittelwerte für alle Frauen und alle Männer (Männer = 2571 kcal, Frauen = 1915 kcal), so ist auffällig, dass sie deutlich niedriger ausfallen, als die meisten der genannten D-A-CH-Werte (*Tab. 2*). Diese Diskrepanz mag unter anderem daran liegen, dass die meisten Menschen in Deutschland, Österreich und der Schweiz nur noch leichte Tätigkeiten ausüben (*Tab. 3*, vgl. PAL-Wert 1,4: bei einem PAL-Wert von 1,8 sind gehende und stehende Tätigkeiten aufgeführt, die sich durch zwei Stunden Sport pro Tag auf den maximalen PAL-Wert von 2,4 erhöhen ließen).

Bei der vergleichenden Wertung der heutigen Verbrauchszahlen ist zu berücksichtigen, dass die in modernen westlichen Gesellschaften erhobenen Werte auf optimalen

Sterbetafel	Zeitstufe	n Tote	% < 4 Jahre	% < 15 Jahre	Quelle
Jungpaläolithikum Sammelserie	Jungpaläolithikum	84	13,62	44,34	HAPP 1991
Aiterhofen u. a.	LBK	147	10,97	39,39	NIESZERY 1995
Sammelserie Mitteldeutschland	LBK	189	13,54	46,58	BACH 1978
Trebur	Mittelnolithikum	102	11,64	41,32	JACOBSHAGEN / KUNTER 1999
Bernburg Sammelserie	Spätneolithikum	350	14,21	46,09	FEUSTEL / ULLRICH 1964/1965
Vikletice	Endneolithikum	103	14,47	48,33	NEUSTUPNÝ 1983
Gemeinlebarn	Ältere Bronzezeit	258	14,36	47,33	NEUGEBAUER 1991
Vollmershausen	Urnenfelderkultur	158	16,18	55,57	BERGMANN 1982
Groß Timmendorf	Eisenzeit	172	13,19	48,15	HUMMEL / SCHUTKOWSKI 1992
Nettelsee	Eisenzeit	105	10,28	40,20	HUMMEL / SCHUTKOWSKI 1992
Neumünster-Jörn	Eisenzeit	73	13,88	45,84	HUMMEL / SCHUTKOWSKI 1992
Bescheid	Eisenzeit	112	10,93	45,56	CORDIE-HACKENBERG 1993
Schmalstede, Germania Magna	Römische Kaiserzeit	168	10,76	40,81	HUMMEL / SCHUTKOWSKI 1992
Alamannen NO-Gruppe Sammelserie	Merowingerzeit	2060	12,35	41,96	KOKKOTIDIS 1999
Alamannen SW-Gruppe Sammelserie	Merowingerzeit	2347	9,93	35,31	KOKKOTIDIS 1999
Noeventhien	Mittelalter	150	10,33	36,51	NEMESKÉRI U. A. 1973
Neuzeit Sammelserie Polen	Späte Neuzeit	19 967	11,10	33,55	PIASECKI 1990

Tab. 4. 17 Sterbetafeln zur Ermittlung eines an die Bevölkerungsstruktur angepassten Wertes für die täglich benötigte Energiemenge pro Kopf (Spalte „n < 15 Jahre“ enthält den Wert von Spalte „n < 4 Jahre“).

Versorgungsbedingungen beruhen, die bis in das 20. Jahrhundert hinein nicht immer gewährleistet werden konnten.

### Sterbetafeln als archäologisch-anthropologische Quelle (AZ, KPW)

Um die Zusammensetzung von Bevölkerungen bezüglich des Alters und Geschlechts bei der Bestimmung des Ernährungsbedarfs mit zu berücksichtigen, muss bei Populationen aus einer weit zurückliegenden Vergangenheit mithilfe der Methode der Sterbetafeln die Zusammensetzung der damals lebenden Bevölkerung berechnet werden (HERRMANN U. A. 1990; KOKKOTIDIS / RICHTER 1991).

An dieser Stelle werden die Sterbetafeln von 17 mitteleuropäischen Populationen aus der Zeit zwischen Jungpaläolithikum und Neuzeit als Basis für die Bestimmung eines durchschnittlichen Energiebedarfs herangezogen (*Tab. 4*). Das erscheint notwendig, da ein Mittelwert von 2000 kcal/Kopf und Tag (basierend auf historischen und rezenten Verbrauchswerten, s. o.) sich ausschließlich auf erwachsene Männer bezieht (z. B. KREUZ 2010, 116), während in realen historischen Populationen mit unterschiedlichen Belegungsstärken bezüglich der Geschlechter und Altersklassen zu rechnen ist. Das wirkt sich zwangsläufig auf den Verbrauch einer Gesamtpopulation aus.

Durch die Benutzung der Daten aus Sterbegemeinschaften erhalten wir Informationen zur Alters- und Geschlechtsstruktur der überlieferten Populationen. Die hier präsentierte Auswahl an Sterbetafeln stammt allgemein aus Mitteleuropa und deckt grob alle Perioden der mitteleuropäischen Geschichte vom Jungpaläolithikum bis zum 19. Jahrhundert ab (*Tab. 4*). Dadurch wird die Überbewertung kultureller Besonderheiten verhindert.

Methodisch ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den Serien Groß Timmendorf, Netelsee, Neumünster-Jörn und den kaiserzeitlichen Individuen aus Schmalstede um die Ergebnisse von Untersuchungen an Leichenbränden handelt. Hier unterliegen die Möglichkeiten zur Geschlechts- und Altersbestimmung anderen Bedingungen als bei Erdbestattungen ohne thermische Einwirkung (z. B. KNÖPKE 2005, 128; 130 Anm. 2).

Im direkten Vergleich ist die Eisenzeit mit vier Gräberfeldern etwas überrepräsentiert, allerdings nicht, wenn die Größe der Sterbegemeinschaften als vergleichende Grundlage dient. Hier setzen sich die merowinger- und neuzeitlichen Sammelserien deutlich von denen der anderen Epochen ab. Die Mehrheit umfasst Populationen von 70 bis 200 Individuen (*Abb. 5*). Die besonders stark belegten Serien (ein neuzeitlicher Datensatz aus Polen mit ca. 20 000 Individuen sowie zwei merowingerzeitliche Datensätze aus Süddeutschland mit jeweils über 2000 Individuen) sind aus technischen Gründen nicht in *Abbildung 5* dargestellt, ordnen sich aber ohne Auffälligkeiten in die Altersklassen und die Geschlechterverteilung zwischen die anderen Datenquellen ein.

Eine kleine von Ursula Wittwer-Backofen vorgestellte Übersicht zeigt für eine andere Datensammlung die mögliche Variationsbreite bei der Geschlechter- und Altersverteilung auf. So streuen dort die Werte für die Altersgruppe der Subadulten zwischen 14,1 und 60 % (WITTWER-BACKOFEN 1990, 71 *Tab. 5*) sowie der Maskulinitätsindex zwischen 63,2 und 257,8 Männern je 100 Frauen (DIES. 1990, 72 *Tab. 6*).

Die Spannweiten in der hier verwendeten Datensammlung sind dagegen deutlich geringer. Bei der Geschlechterverteilung liegt der maximale Anteil der Frauen bei etwa 64 %, der kleinste Wert liegt bei ca. 40 % (*Tab. 5*; Spalte „% der Population“). Das entspräche einem Maskulinitätsindex von 56 bis 150 männlichen Individuen pro 100 weiblichen. Auch beim Anteil der Subadulten ist eine relativ enge Spannweite zu beobachten (*Tab. 5*; Spalte „% < 15 Jahre“: 34–58 % bei Frauen, 33–54 % bei Männern). Bei der Klasse der

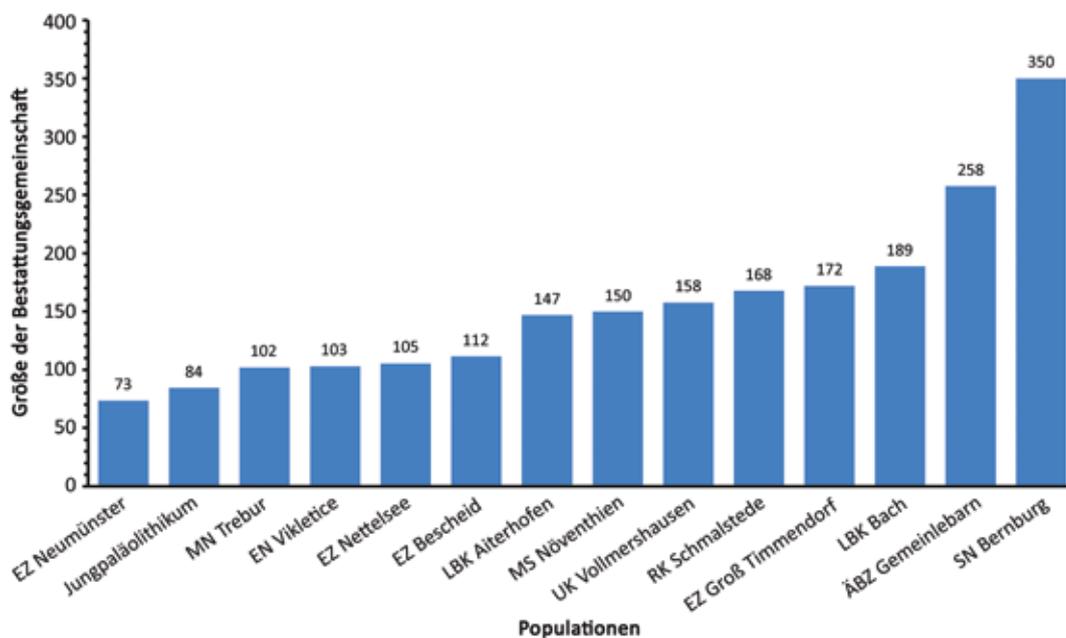


Abb. 5. Größe der Bestattungsgemeinschaften (ohne Neuzeit und Merowingerzeit). . LBK = Altneolithikum; MN = Mittelneolithikum; SN = Spätneolithikum; EN = Endneolithikum; ÄBZ = ältere Bronzezeit; UK = Urnenfelderkultur; EZ = Eisenzeit; RKZ = römische Kaiserzeit; MA = Mittelalter.

Geschlecht		% der Population	% < 4 Jahre	% < 15 Jahre	kcal/Kopf/Tag
Frauen	Minimum	40,04	10,24	33,87	669
	Mittelwert	49,89	12,89	44,82	1114
	Median	49,32	12,75	45,02	1163
	Maximum	63,95	17,37	58,42	1519
	Standardabw.	6,58	1,90	5,75	220,99
Männer	Minimum	36,05	9,64	33,23	803
	Mittelwert	50,11	12,12	42,06	1404
	Median	50,68	11,88	41,28	1456
	Maximum	59,96	16,51	54,34	1710
	Standardabw.	6,58	2,15	6,21	243,13
Zusammen	Minimum	-	9,93	33,55	734
	Mittelwert	-	12,45	43,34	1278
	Median	-	12,35	44,34	1336
	Maximum	-	16,18	55,57	1409
	Standardabw.	-	1,86	5,53	163,77

Tab. 5. Statistische Maßzahlen der in den Sterbetafeln erfassten Populationen (n = 17). Die Werte für den Energiebedarf (Spalte „kcal/Kopf/Tag“) beruhen auf den Werten von Tab. 6.

Alters- Klassen (in Jahren)	Energiebedarf (in kcal)					
	Frauen			Männer		
	Grund- bedarf	Zuschläge		Grund- bedarf	Zuschläge	
		mittel	schwer		mittel	schwer
0	617			633		
1–3	1100			1100		
4–6	1500			1500		
7–9	1900		600	1900		600
10–12	2200	400	800	2300	400	800
13–14	2500	600	1000	2700	600	1000
15–18	2400	600	1200	3000	600	1200
19–35	2000	600	1200	2400	600	1200
36–39	1800	600	1200	2200	600	1200
40–44	1800	600	1200	2200	600	1200
45–50	1800	600	1200	2200	600	1200
51–	1700	400	1000	1900	400	800
<b>Belastung (in Monaten)</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Tab. 6. Energiebedarf pro Kopf und Tag, getrennt nach Geschlecht und Altersklassen. Für die Altersklasse 0 wird beim Grundbedarf ein Mittelwert benutzt, gebildet aus den anteiligen Werten für Säuglinge verschiedener Altersstufen: weibl. Säuglinge mit vier Monaten à 450 kcal und mit acht Monaten à 700 kcal; männl. Säuglinge mit vier Monaten à 500 kcal und mit acht Monaten à 700 kcal (Kalorienwerte nach SOUCI U. A. 2004, 14 Tab. 4).

Kleinkinder ist die Spanne ebenfalls gering (*Abb. 6*; 9–15 %), nur die Daten aus dem urnenfelderzeitlichen Friedhof Vollmarshausen zeigen einen leicht höheren Prozentsatz (16 %).

Einen interessanten chronologischen Aspekt bietet an dieser Stelle die Beobachtung, dass die höchsten Anteile an Kleinkindern in der Urnenfelderzeit erreicht werden. Danach folgt eine Gruppe, die aus jungpaläolithischen, neolithischen (außer Aiterhofen und Trebur), dem Friedhof der älteren Bronzezeit (Gemeinlebar) und zwei eisenzeitlichen Friedhöfen (Groß Timmendorf und Neumünster-Jörn) gebildet wird und deren Kleinkinderanteil zwischen 13 und 15 % liegt. Bei dieser Gruppe liegt auch der Anteil der Erwachsenen in einem kleinen Wertebereich zwischen 51 und 54 %. Dagegen streut eine zweite, tendenziell jüngere Gruppe zwischen Erwachsenenanteilen von 54 und 67 %.

Interessant ist in diesem Zusammenhang der Unterschied bei den Anteilen an Individuen unter 15 Jahren zwischen den beiden LBK-Serien aus Aiterhofen (39,4 %) und Mitteldeutschland (46,6 %). Die Differenz beträgt etwa 7 %. Schließt man sich der Meinung von S. KÖLBL (2004, 150–157) an, so ist dies keinesfalls ein Produkt des sogenannten „Kleinkinderdefizits“. Ihre Analyse der bisher genutzten Interpretationsstränge und ihre eigenen Untersuchungen mithilfe von Simulationsmodellen lassen die dort vorgestellten Verhältnisse als Schwankungsbreiten interpretieren, die von verschiedenen Faktoren wie Fertilität und der kulturell bedingten Behandlung von Kindern abhängen. Zu ähnlichen Überlegungen kommt auch B. GROSSKOPF (2004, 90–94). Wie auch immer die beobachtete Variabilität zu deuten sein mag – wir berücksichtigen die sich so ergebenden Bandbreiten im Folgenden pragmatisch mit etwas höheren Bedarfswerten bei

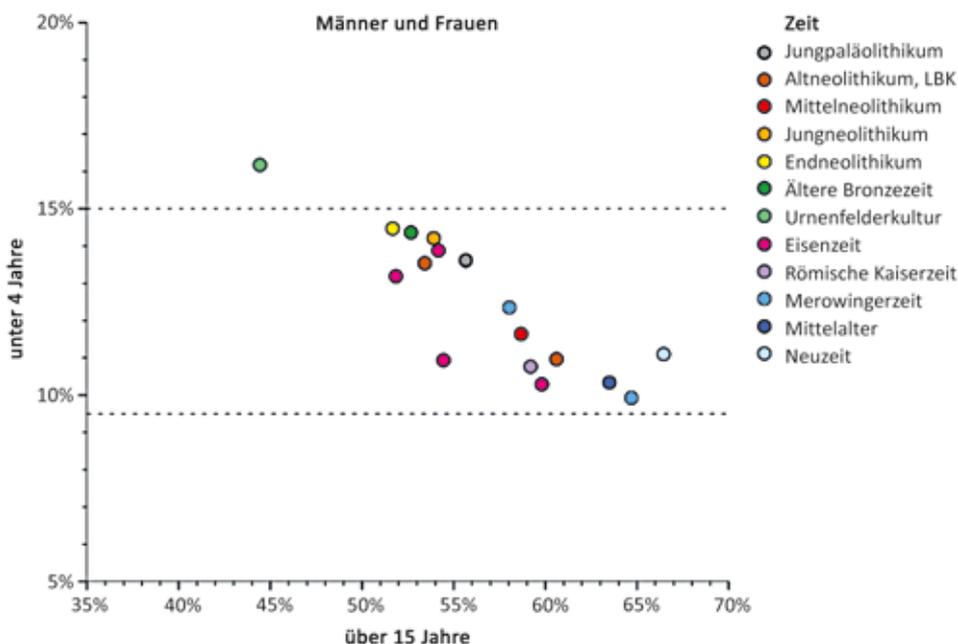


Abb. 6. Verhältnis der Altersklasse der unter 4-Jährigen zu den über 15-Jährigen unter Berücksichtigung der zeitlichen Einordnung von 17 Sterbegemeinschaften.

weniger Kindern und umgekehrt mit etwas niedrigeren Bedarfswerten bei den anderen Serien.

Dass die zum Teil extrem unterschiedlichen Belegungsstärken in der hier vorgestellten Datensammlung kaum auf die interne Verteilung der Geschlechter und Altersklassen Einfluss nehmen (*Tab. 5*; nahe beieinander liegende Werte für die arithmetischen Mittel, die Mediane sowie geringe Standardabweichungen), legitimiert die Auswahl für die geplante Verwendung.

Bevor nun ein Energiebedarfswert pro Datensatz ermittelt werden kann, muss die Arbeitslast für die verschiedenen Altersgruppen nach Geschlechtern getrennt und über ein Wirtschaftsjahr bestimmt sowie mit dem jeweiligen Kalorienbedarf verknüpft werden. Die Kalorienwerte sind dem einschlägigen Tabellenwerk „Der kleine Souci-Fachmann-Kraut“ entnommen (SOUCI u. A. 2004, 14 Tab. 4). Für die Aufteilung der Arbeitsbelastung wird folgender Vorschlag gemacht: Für das Wirtschaftsjahr werden drei Monate mit leichter Tätigkeit, in denen der Grundbedarf zur Versorgung ausreicht, fünf Monate mit mittelschweren Arbeiten, für die ein Zuschlag von 400–600 kcal benötigt wird, und vier Monate mit schweren Arbeiten, in denen zwischen 600 und 1200 kcal über die Grundversorgung hinaus benötigt werden, eingesetzt (*Tab. 6*). Die Zuschläge sind wie der Grundbedarf von der jeweiligen Altersklasse abhängig. So kann der Energiebedarf ein zeitweises Hoch für Männer von 4200 kcal und für Frauen von 3600 kcal erreichen. Das ist eingeschränkt vergleichbar mit den bereits vorgestellten Werten (*Tab. 1*) für die römische Kaiserzeit oder für durchschnittliche und reiche Bauern im Mittelalter (WEEBER 2000, 120; ROEHL 1978, 70–74).

Betrachtet man den durchschnittlichen Bedarf für alle Individuen – gleich welchen Geschlechts –, so zeigt sich ein deutlicher Schwerpunkt bei der Klasse zwischen 2501 und

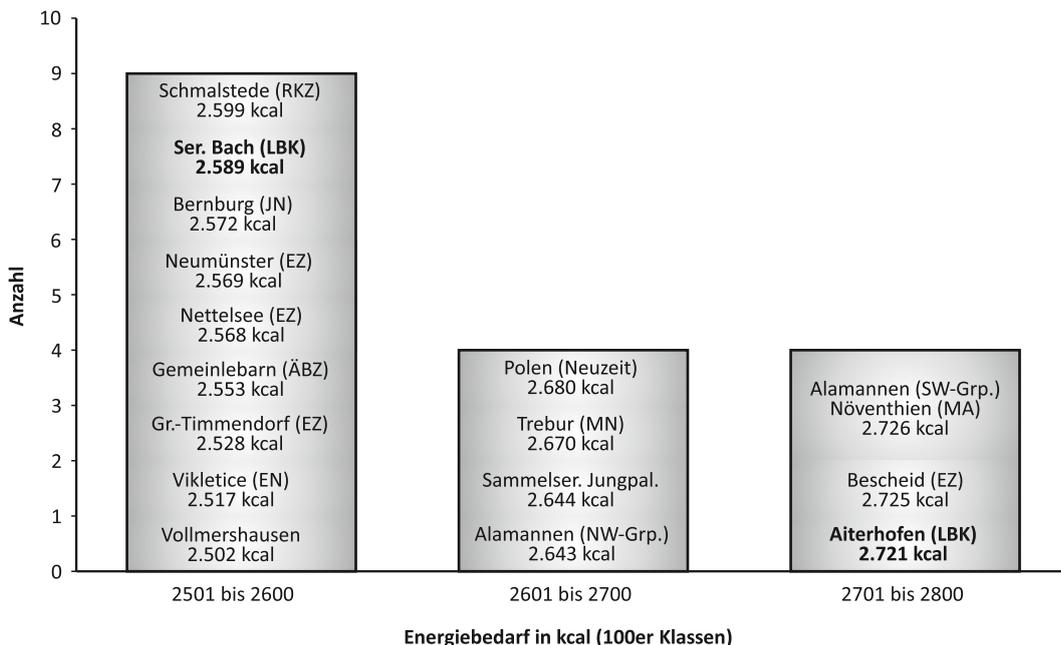


Abb. 7. Verteilung des täglichen Energiebedarfs in 17 Sterbegemeinschaften pro Kopf in Klassen von 100 kcal für alle Individuen.

2600 kcal (Abb. 7). Hier liegen auch der entsprechende Mittelwert (2620 kcal) und der Median (2599 kcal). Die maximale Differenz zwischen dem niedrigsten (Vollmarshausen) und dem höchsten überhaupt ermittelten Wert (Alamannen SW-Gruppe und Növenthien) beträgt nur 219 kcal. Dieser Betrag ist geringer als die Energiemenge eines heute handelsüblichen Brötchens (272 kcal; HESEKER / HESEKER 2012, 24). In *Abbildung 7* sind die Werte für beide LBK-Serien fett hervorgehoben. Sie verteilen sich aber auf die Klassen mit den niedrigsten und den höchsten Energiebedarfswerten. Der Unterschied resultiert aus dem geringeren Kinderanteil in Aiterhofen (s. o.). Erwartungsgemäß zeigt deshalb diese Serie einen höheren Bedarfswert.

Theoretisch wäre zu erwarten gewesen, dass aus der geschlechts- und altersspezifischen Bedarfsermittlung geringere Werte resultieren, weil der Durchschnittsmann mehr benötigt als Frauen und Kinder. Praktisch wird dieser Effekt aber durch eine Korrektur in den jüngsten medizinischen Tabellen überkompensiert, bei der erwachsenen Frauen und Männern höhere Bedarfswerte zugeordnet werden als in den entsprechenden Tabellen vor 2004 (Abb. 8; SOUCI U. A. 1991 im Gegensatz zu den Ausgaben 2004 und 2011).

Angesichts der geringen beobachteten Bandbreite setzen wir für die weiteren Analysen den täglichen Bedarfswert für die Durchschnittsperson auf 2600 kcal fest.

Dieser Bedarfswert liegt deutlich höher als in einer Reihe von älteren Untersuchungen, die sich an den damals aktuellen Empfehlungen orientierten. Dazu gehört z. B. die Schätzung des Energiebedarfes für den Ort Unterfinning in Oberbayern, die Ebersbach für Ihre Untersuchungen als unteren Grenzwert heranzieht (1620 kcal/P/Tag [BECK 1986, 184 f.; zitiert in EBERSBACH 2002, 117]). Auf der Basis von 30 Dörfern aus Europa, Asien und Südamerika kommt sie (EBERSBACH 2002, 62–106) zu dem etwas höheren Wert von 1800 kcal/P/Tag (ebd. 119). Andere Studien dagegen verwenden ganz ähnliche Werte wie wir

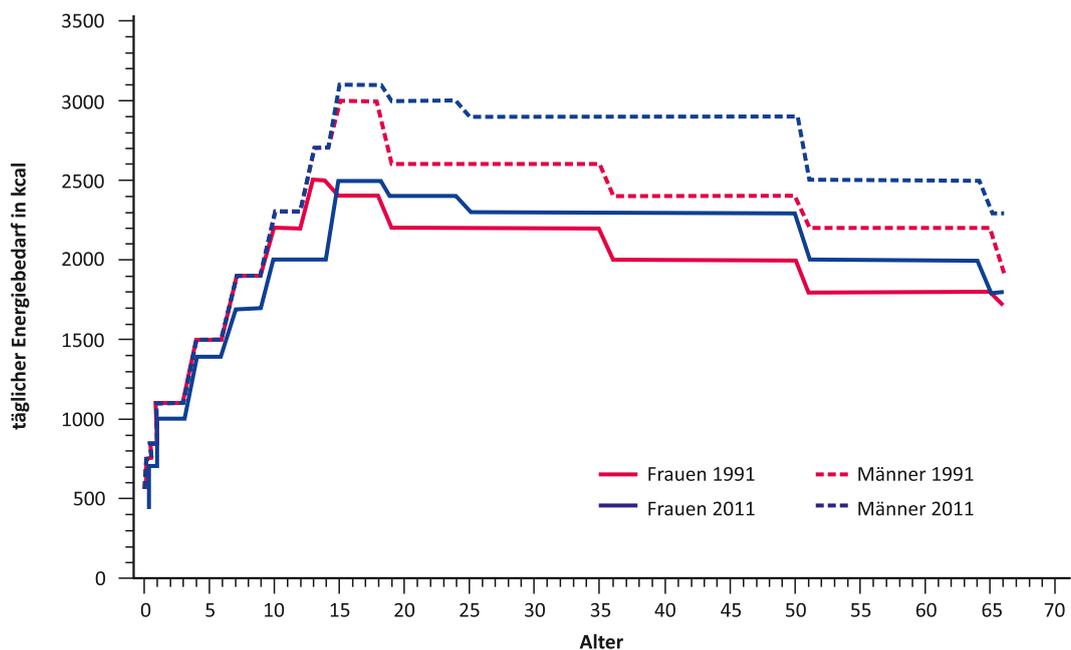


Abb. 8. Vergleich der Richtwerte zum Energiebedarf zwischen der 2. Auflage (1991) und der 5. Auflage (2011) des Tabellenwerks von SOUCI u. A., getrennt nach Alterskohorten und Geschlecht. Die Einteilung der Altersklassen wurde der älteren Auflage von 1991 angeglichen.

(vgl. KREUZ 2010, 116). 2600 kcal entsprechen auch gut den oben referierten Werten aus historisch überlieferten Kontexten.

Dieser Energiebedarfswert wird so verstanden, dass er ein Optimum der Versorgung gewährleistet, das jedoch wahrscheinlich häufig unterschritten wurde. Das hat für die später folgenden Flächenberechnungen aber den angenehmen Nebeneffekt, dass es sich um einen Maximalwert handelt, dessen Konsequenzen früher verwendeten Minimalwerten gegenübergestellt werden können (Tab. 37).

#### Das Verhältnis von tierischen zu pflanzlichen Nahrungsquellen (AZ)

Das Verhältnis von pflanzlichen zu tierischen Nahrungsmitteln ist eine der am schwierigsten zu ermittelnden Größen bei der Modellierung der Ernährung von Menschen in einer weit zurückliegenden Vergangenheit. Auch unter optimalen Erhaltungsbedingungen könnten – trotz vollständiger Ausgrabung – aus den gefundenen Knochen, Früchten und Samen weder die absoluten Mengen von Lebensmitteln noch das Verhältnis von Ackerbau und Viehzucht im Wirtschaftssystem einer Gesellschaft bestimmt werden.

Aus ethnologischen (LEE 1968) und ernährungswissenschaftlichen Studien (STRÖHLE / HAHN 2006, 54; S. 19–24) ist jedoch die Bandbreite recht gut bekannt, innerhalb der sich die Lösungen in der Regel befinden. Von Beispielen aus Regionen hoher nördlicher oder südlicher Breitengrade, die sich durch einen besonders hohen Fisch-, Fleisch- und Fettanteil in der Diät der dortigen Wildbeuter auszeichnen, ist hier abzusehen, da das zu erarbeitende Ernährungsmodell auf gemäßigte Breiten zielt. Hier liegt der

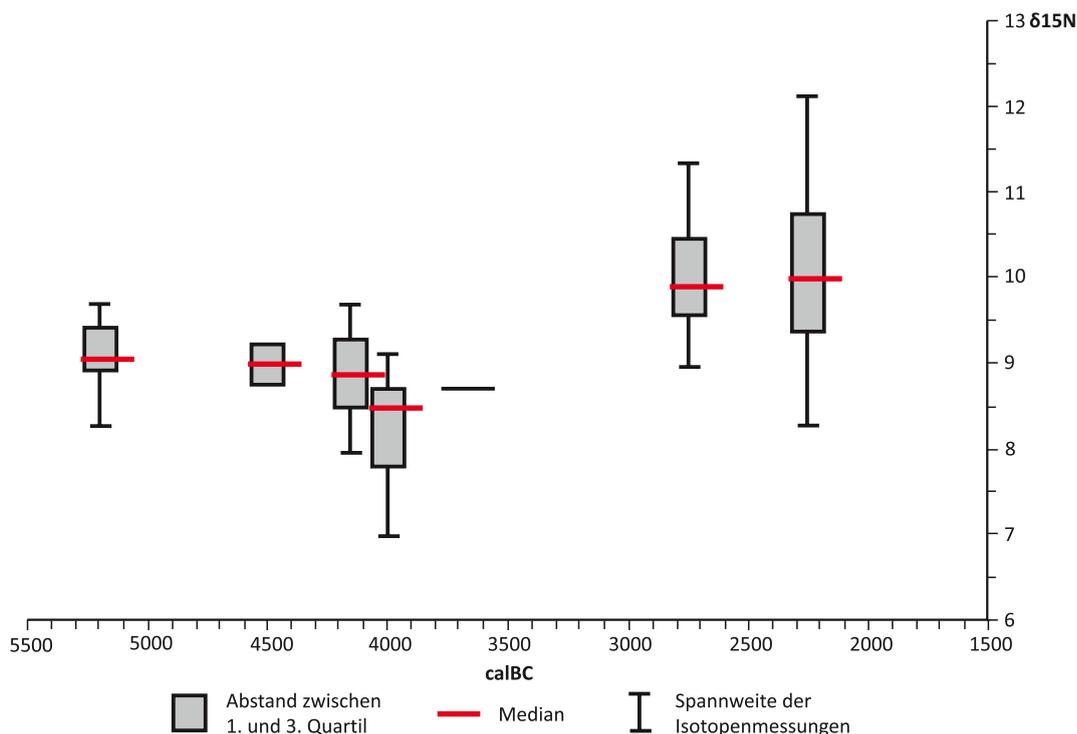


Abb. 9. Verteilung von Stickstoff-Isotopen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) aus dem Kollagen menschlicher Knochen (Werte nach ASAM u. a. 2006).

Anteil des Wirtschaftssektors „Tier“ in ethnographisch beschriebenen Fällen in einer Größenordnung zwischen wenigen Prozent bis maximal 35 oder 40 % des Energiebedarfs.

Im letzten Jahrzehnt sind in zunehmendem Maße Untersuchungen zu stabilen Isotopen in menschlichen Knochen durchgeführt worden. Die Proportionen von  $\delta^{15}\text{N}$  werden bei Individuen aus dem Binnenland gemäßiger Breiten als Proxy für das Verhältnis von Pflanzen und Tieren bei der Ernährung des Menschen verstanden (LÖSCH 2009, 29–33; Abb. 4).

Im diachronen Vergleich ergibt sich daraus, dass zu Beginn des mitteleuropäischen Neolithikums, in der zweiten Hälfte des 6. Jahrtausends v. Chr., mit einem besonders geringen Anteil von Tieren in der Ernährung zu rechnen ist (Abb. 9). So bestätigen sich frühere Vermutungen von Archäobotanikern (BAKELS 1978) und Archäozoologen (EBERSBACH 2002). Spätestens im 3. Jahrtausend v. Chr. werden dann jedoch schon recht hohe Werte erreicht, die z. B. sogar an den des Häuptlings vom Glauberg herankommen (mündl. Mttl. K. Alt, Mainz), auch wenn sie nicht in die Größenordnung von  $14\delta^{15}\text{N}$  gelangen, wie bei Säuglingen die noch gestillt werden.

Es liegt also nahe, für den Beginn des Neolithikums in Mitteleuropa Werte vom unteren Ende der ethnologisch beobachteten Bandbreite einzusetzen. Eine gegenteilige Meinung wird neuerdings durch zwei archäobotanische Arbeiten geäußert. W. DÖRFLER (2012, 91–104) postuliert auf Grund des menschlichen Bedarfs an Salz eine größere Bedeutung der Viehzucht, A. KREUZ (2010, 90) vermutet ebenfalls einen stärkeren Akzent der frühneolithischen Wirtschaft auf diesem Sektor, den sie als Folge von Sommerfruchtanbau und geringer Kulturpflanzenvielfalt sieht. Andererseits ist eine Form der

Salzgewinnung durch Verdampfung von salzhaltiger Sole auch im Neolithikum nicht ausgeschlossen. Funde machen solche Praktiken bisher nur in Rumänien und Bulgarien für das 6. Jahrtausend wahrscheinlich, in Spanien könnte ab dem 5. Jahrtausend Salz gewonnen worden sein (HARDING 2013, 43–52). In Deutschland stammen die ältesten Briquetage-Funde von einer Fundstelle der spätneolithischen Bernburger Kultur bei Halle (SAILE 2012, 229–230). Die Naturlehmpfannen bei Werl am Hellweg wären die zur Aldenhovener Platte am nächsten liegenden bekannten Salzvorkommen. Sie werden als neolithische Anlagen zum Salzsieden diskutiert, können aber erst ab der Eisenzeit durch entsprechende Funde datiert werden (SAILE 2012, 228). Allerdings kann auch ein bergmännischer Abbau im Altneolithikum nicht vollständig ausgeschlossen werden. Ein um 5000 v. Chr. datierter Hirschgeweihpickel aus dem Kaiser-Josef-Stollen im Hallstätter Salzbergtal könnte als Hinweis dafür gedeutet werden (KOWARIK / RESCHREITER 2008, 44–45). Da andere Hinweise fehlen, kämen aber auch andere Funktionen für das Gerät in Frage. Das Wissen zum Errichten von Bergwerken war aber vorhanden, wie der für diese Zeit nachgewiesene Silexbergbau belegt (RESCHREITER / KOWARIK 2008, 46–47).

Es bleibt aber eine arbiträre Entscheidung, wenn in unserem Modell 5 % der Energiezufuhr aus dem Wirtschaftssektor „Tier“ in eine entsprechende Tabellenkalkulation eingeht; man hätte genauso gut 2 % wählen können. Rechenexperimente zur Sensitivität unserer Berechnungen zeigen allerdings auch die Konsequenzen dieser Entscheidung: Bei 2 % tierischer Energiezufuhr steigt die Flächengröße der Feldfluren nur um 3 %. Es ist beruhigend, dass auch bei 20 % Energiegewinnung durch Fleisch und tierisches Fett sich die Größe der Feldfluren nur begrenzt verändert (*Tab. 45; 46*).

Ein anderes, zukünftig sicher lösbares Problem liegt in der Isotopenanreicherung (von  $\delta^{15}\text{N}$  oder  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) durch prähistorische oder rezente Düngung der Feldfluren (BOGAARD U. A. 2013; MAURER U. A. 2012, 227).

## Energieertrag

### Kulturpflanzen – Quellenkritik und Bedarfsdeckung (KPW)

#### Methodische Fehlerquellen

Die hier vorgeschlagene Methode zur Rekonstruktion prähistorischer Landwirtschaftssysteme erfolgt auf der Basis archäobotanischer Archive. Insofern ist es natürlich von Interesse zu wissen, welche Faktoren die Zusammensetzung solcher Archive und damit deren Aussage beeinflussen. Über diese Thematik, die auch zusammenfassend als Quellenkritik bezeichnet werden kann, existieren Publikationen mit lehrbuchartigem Charakter, sodass an dieser Stelle nur kurz darauf eingegangen werden muss.

#### Überlieferungsbedingungen (Taphonomie)

Die Erhaltung oder Überlieferung von pflanzlichen Großresten und Pollen ist von vielen Faktoren abhängig. Anhand der auftretenden Prozesse bzw. bestimmter Umgebungsvariablen unterscheiden S. JACOMET und A. KREUZ (1999, 56–62) folgende sechs Erhaltungsbedingungen:

- trockene Erhaltung (z. B. in der Wüste oder aber auch unter besonderen Umständen bei weitestgehend sauerstoffarmen Milieus in Abris, Höhlen und Gräften);
- Erhaltung durch Kälte im Bereich von Gletschern und Permafrostböden;
- subfossile Erhaltung in Feuchtböden unter konstant nassen, sauerstoffarmen und kühlen Bedingungen;

- Konservierung durch Koch- und Metallsalze, wobei sich bei Letzteren die Erhaltungsqualität häufig als schlecht erweist;
- Verkohlung, d. h. ein unvollständiger Verbrennungsprozess, der zu einem Zustand führt, in dem der Pflanzenrest keiner weiteren Zersetzung unterliegt;
- Mineralisierung, d. h. die Durchsetzung von Hohlräumen durch Phosphate oder Kalke, sodass zumeist Innenabdrücke erhalten bleiben.

Eine geringfügig andere Art der Gliederung schlägt K. D. SOBOLIK (2003, 21–30) vor. Sie ordnet die o. g. Faktoren in Gruppen. Sie unterscheidet biologische Faktoren, Umweltfaktoren und kulturelle Faktoren, die die Erhaltung und die Zusammensetzung archäobotanischer Archive beeinflussen. In einer Tabelle stellt sie begünstigende und ungünstige Eigenschaften auf bestimmte Komponenten tierischer und pflanzlicher Artefakte zusammen (SOBOLIK 2003, 20 Tab. 2,1). Zusammenfassend gesagt, sind für die Erhaltung von Pflanzen luftarme, trockenkalte oder trockenwarme Umgebungsmerkmale günstig bzw. Prozesse, die einer Verkohlung förderlich sind. Aufbau und chemische Zusammensetzung verschiedener Pflanzenteile stehen mit den Ablagerungsbedingungen in direkter Interaktion und können die Prozesse, die zu einer Erhaltung oder einem Abbau der organischen Substanzen führen, befördern oder verlangsamen. Ergänzt werden diese Erhaltungsmechanismen durch die Einlagerung pflanzlicher Teile in giftige, Bakterien abtötende Milieus bzw. in die Nähe von Gegenständen aus Kupfer oder Bronze (BAKELS 2009, 9).

In unserem Kontext sind die Funde aus den Brunnen von Kückhoven oder Brodau (ZERL / HERBIG 2012, 352–354), gute Beispiele für unterschiedliche Erhaltungsgrade in Abhängigkeit von den Ablagerungsbedingungen. Der Befund aus dem rheinischen Braunkohlegebiet lieferte eine hohe Zahl an neuen, aus bandkeramischen Siedlungen bisher nicht bekannten Pflanzen, obwohl die Bandkeramik auch archäobotanisch zu den gut erforschten Perioden der Urgeschichte im Rheinland zählt. Jahrzehntelange, intensive Forschungen mit Hunderten von untersuchten Proben verkohlter Früchte und Samen konnten nur einen Bruchteil derjenigen Pflanzen bekannt machen, die unverkohlt aus dem Brunnen stammen. Glücklicherweise betrifft diese Überlieferungslücke in der Hauptsache nicht die wichtigsten Kulturpflanzen wie Getreide, Leguminosen und Ölsaaten, aber die Gruppen der Salatpflanzen und Küchen- und Heilkräuter. Sie leisten zwar für die Ernährung einen wichtigen Beitrag in Form von Mineralstoffen, Vitaminen und Spurenelementen, nicht zuletzt auch als Geschmackszusätze, aber in einem vereinfachten Ernährungsmodell mit Schwerpunkt Energieversorgung spielen sie keine entscheidende Rolle.

Verkohlte Großreste aus Trockenbodensiedlungen stellen das häufigste für Auswertungen zugängliche Archiv. Brunnen- oder Latrinenfunde sowie die regional an Seeufer, Flussstäler oder Moore gebundenen Feuchtbodensiedlungen sind zwar keine Ausnahmen, aber deutlich seltener regional auf bestimmte Situationen beschränkt und unterliegen im Falle der Seeufersiedlungen auch zeitlichen Beschränkungen.

Die quantitative Bewertung verkohlter pflanzlicher Großreste ist jedoch schwierig, da sie besondere Selektionsmechanismen durchlaufen haben. Diese können zu einem großen Teil auch anthropogen beeinflusst sein, denn ihre Entstehung verdanken verkohlte Pflanzenreste einem mehr oder minder intensiven Kontakt mit großer Hitze oder Feuer, der den Verkohlungsprozess ausgelöst hat. Temperaturhöhe, Dauer der Hitze einwirkung und Sauerstoffzufuhr sind die Einflussfaktoren, die entscheidend auf die Erhaltungsmöglichkeiten einwirken (JACOMET / KREUZ 1999, 61 Abb. 3,8). Generell sind die Überlieferungsbedingungen in oxidierenden Milieus deutlich schlechter. Dies wurde durch eine Reihe von Experimenten bestätigt. In Zusammenhang mit dieser Untersuchung konnten T. MÄRKLE und M. RÖSCH (2008) auch nachweisen, dass die Hirsearten *Panicum*

*miliaceum* und *Setaria italica* weniger Chancen zur Verkohlung haben als andere Getreidearten. Bei den Ölsaaten Lein und Mohn ist die Spanne zwischen Verkohlung und Zerstörung sehr schmal, sodass auch hier die Chancen zur Auffindung verkohlter Samen gering sind. Eine Ausnahme sind die Samen von *Cannabis sativa*, deren Fehlen in den Archiven auf andere Ursachen zurückzuführen ist (MÄRKLE / RÖSCH 2008, 262).

Einflüsse anderer Art auf archäobotanische Archive erläutert S. M. VALAMOTI (2005) am Beispiel von sieben endneolithischen Siedlungsstellen in Nordgriechenland. Sie zeigen ein deutlich zweigeteiltes Spektrum an Pflanzenresten in Abhängigkeit vom Siedlungstyp. In vier offenen Freilandplätzen überwiegen im Verhältnis die Druschreste (Chaff), während Getreidekörner und Hülsenfrüchte deutlich in der Unterzahl sind. In zwei der Tellsiedlungen bilden die Hülsenfrüchte die verhältnismäßig stärkste Gruppe, am letzten Platz dieses Siedlungstyps sind es die Getreidekörner. Dies wird interpretiert als Folge unterschiedlichen Siedlungsverhaltens (permanent oder saisonal) bzw. als Ausdruck der jeweiligen sozialen und wirtschaftlichen Organisation, die sich im Falle der druschabfallarmen Tellsiedlungen in einer Speicherung überschüssiger Nahrungsmittel manifestiert haben könnte. Andererseits schließt VALAMOTI (2005, 264–265) aber auch nicht aus, dass solche Speicherfunde in den offenen Freilandstationen nur deshalb fehlen, weil sie z. B. bei einem Schadensfeuer vollständig verbrannten oder die Speicherplätze außerhalb der Siedlungen liegen und deshalb noch nicht gefunden wurden. Der eigentliche Unterschied könnte also in der Behandlung von Druschresten bestehen. Für sie sind verschiedene Möglichkeiten der Abfallverwertung denkbar (Brennmaterial, Keramikmagerung, Tierfutter [VALAMOTI 2005, 263]). Diese Ansicht wird nicht nur für mitteleuropäische Fundplätze geteilt (JACOMET / KREUZ 1999, 100; SOBOLIK 2003, 30).

### Probenentnahme

Ist das aufgefundene Spektrum verkohlter Pflanzenreste als Funktion aus anthropogenen und natürlichen Erhaltungsfunktionen zu betrachten, die sich regional differenziert in einer Siedlung auswirken, so ist die Frage, wo wieviel Sediment als archäobotanische Probe genommen wird, von nicht unerheblicher Bedeutung. Da auch hier eine vollständige Beprobung von Befunden oder Kulturschichten wegen finanzieller und personeller Beschränkungen nur selten möglich ist (JACOMET / KREUZ 1999, 97), kommt der Auswahl der Befunde bzw. dem System der Probenentnahme zusätzliche Bedeutung zu. Eine optimale Strategie gibt es anscheinend nicht. Einige Forscher bevorzugen eine Kombination aus Zufallsproben, subjektiver und systematischer Probenentnahme in Abhängigkeit von Zeitstellung, Siedlungstyp und Befund (JACOMET / KREUZ 1999, 100). Eine rein systematische Probenentnahme, in Abhängigkeit von den bereits genannten Faktoren und dem Forschungsdesign, wird von anderen als optimal betrachtet (SOBOLIK 2003, 74). Die Ansätze gehen auf zwei unterschiedliche Ausgangssituationen zurück. Im ersten Fall bestehen die Quellen aus einer bunten Mischung, die sowohl Rettungsgrabungen, Sondagen jeglicher Größe und umfangreiche Forschungsgrabungen umfassen. Der zweite Fall geht von planmäßig ausgeführten Grabungen mit einer frühen Einbindung archäobotanischer Forschung aus. Weitere z. T. differenziertere Beprobungsmodelle (z. B. kumulative Beprobung) beschreibt C. ORTON (2000, 155–159). Dort findet sich zusätzlich eine nach Größen sortierte Liste der in Grabungen zu findenden Tier- und Pflanzenreste mit dazugehörigem Informationspotenzial (ORTON 2000, 162 Tab. 6,1).

### Quantifizierung

Ein Zwischenziel unserer Untersuchung ist die Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung des Artenspektrums. Daraus soll auf den Anteil einzelner Arten an der

Bedarfsdeckung geschlossen werden. Daher ist es von besonderer Bedeutung, nach welcher Methode die einzelnen Arten (Taxa) gezählt werden. Bei vielen Pflanzenarten haben sich nur Früchte und Samen und keine anderen Pflanzenteile erhalten (Ölsaaten, Leguminosen), sodass auch nur sie zu zählen sind. Das ist beim Getreide, dem wichtigsten Kalorienlieferanten anders. Hier haben sich häufig nicht nur die Körner, sondern auch Spelzen und Ährchenbasen erhalten. Sie könnten ebenfalls in eine Kalkulation einfließen. Wichtig ist die Frage nach dem, was gezählt wurde, vor allem dann, wenn Fundplätze mit unterschiedlichen Zählweisen zusammengefasst werden sollen. Im Anwendungsbeispiel Langweiler 8 (LW 8) wird die Analyse anhand von Getreidekörnern und von Ährchenbasen vergleichend demonstriert (S. 79–83; *Tab. 30*), aber prinzipiell wird beim weiteren Vorgehen dem Korn der Vorzug gegeben. Das kann dazu führen, dass ganze Archive wegfallen, wenn keine gesonderte Auflistung der Körner existiert (z. B. bei JACOMET 2007). Ebenfalls unbefriedigend sind Archive, in denen nur die An- oder Abwesenheit einer Art dokumentiert wurde, aber keine Angaben über die Anzahl der Taxa vorliegen.

### **Taxonomie**

Ein weiteres Problem ist taxonomischer Natur. Häufig lassen sich wegen fehlender charakteristischer Merkmale keine genauen Bestimmungen der pflanzlichen Großreste vornehmen. In diesem Fall greift die hierarchisch gegliederte Bio-Systematik mit den Kategorien Reich, Abteilung, Klasse, Unterklasse, Ordnung, Familie, Gattung, Art und Unterart. Die Bestimmungsarbeit innerhalb dieser Abfolge wird zunehmend umfangreicher. Immer mehr Merkmale und speziellere Ausprägungen müssen für eine exakte Zuordnung erkannt werden. Für unsere Belange spielen die unteren zwei bis vier Abschnitte der Systematik eine Rolle. Ist eine Zuordnung zur Unterart bzw. Art nicht möglich, dann vielleicht doch zur Gattung oder Familie. In so einem Fall können mit aoristischen Methoden die z. B. einer Gattung zugewiesenen Exemplare auf die möglichen Arten verteilt werden (zur Methode vgl. MISCHKA 2004). Voraussetzung ist allerdings, dass eine ausreichende Anzahl von Funden bis auf das Niveau der Art im Gesamtmaterial bestimmt werden konnte. Dadurch bleiben wertvolle Informationen für die Untersuchung erhalten und es resultiert ein vermutlich realistischerer Ansatz für die Bestimmung des Getreideanteils an der Kalorienversorgung, als wenn diese Gruppe der nicht weiter bestimmbareren Getreidekörner weggelassen und damit der Anteil der anderen Arten artifiziell erhöht würde.

### **Überlieferungsfilter und Erhaltungskoeffizienten**

Die unterschiedlichen natürlichen und methodischen Einflüsse auf die Erhaltung der verschiedenen Pflanzenarten wurden in den voranstehenden Kapiteln dargelegt. Nun soll darauf eingegangen werden, inwieweit rechnerische Korrekturen sinnvoll erscheinen. Bei der Artenverteilung in den Kulturpflanzenspektren der archäobotanischen Archive spielt ihre Häufigkeit eine Rolle, da ausgehend von diesen Zahlen der Anteil bestimmter Pflanzen an der Bedarfsdeckung berechnet wird. Da die dafür benutzten Archive in unserem Falle nur von Mineralböden stammen, können im Vergleich zu Feuchtbodeninventaren recht einheitliche naturräumliche Überlieferungsbedingungen angenommen werden. Die regionale Variabilität wird dadurch berücksichtigt, dass Analyseergebnisse aus dem Rheinland und der Wetterau herangezogen werden.

Für das Altneolithikum kann davon ausgegangen werden, dass die gefundenen Spelzgetreide gleiche Erhaltungschancen besaßen und durch Korn und Spelz repräsentiert sind, während bei Nacktweizen und anderen entspelzten Getreiden nur die Körner einen Hinweis auf ihre Anwesenheit bieten. Das ist ein Grund, warum in die Bilanzierung der Nutzpflanzen nur Körner und keine Spelzen einfließen (S. 33–34, 79–83).

	AK 41/2		AK 84/13		AK 84/15	
	n	%	n	%	n	%
<b>Einkorn</b>	4002	52,80	408	42,59	884	29,99
<b>Emmer</b>	1683	22,20	345	36,01	559	18,96
<b>Hülsenfrüchte</b>	1895	<b>25,00</b>	205	<b>21,40</b>	1505	<b>51,05</b>
<b>Summe</b>	7580	100	958	100	2948	100

Tab. 7. Inventare aus drei hessischen Grubenspeichern. AK 41 = Niederhöhnstadt; AK 84 = Gelnhausen [nach KREUZ 2007, 274 Tab. 15,2)].

Inwieweit Hülsenfrüchte angemessen in den archäobotanischen Archiven auftreten, lässt sich nicht so einfach beantworten. Hinweise darauf, dass sie mit unterschiedlich hohen Anteilen am Kulturpflanzenspektrum beteiligt sein können, liefern drei Gruben aus Hessen, die u. a. als Hinweis auf einen Mischanbau herangezogen werden (KREUZ 2007, 274 Tab. 15,2). Selbst an ein und demselben Ort (Fundplatz AK84) existieren große Unterschiede (Tab. 7). Der niedrigste Anteil der Hülsenfrüchte an den überlieferten Großresten beträgt dort 21,4 %, der höchste 51,1 %. Zum Vergleich: In LW 8 beträgt ihr Anteil unter den aufgefundenen Körnern unter 0,5 %. In 18 hessischen und pfälzischen Archiven (KREUZ u. a. 2005, 242 Tab. 3) liegen die Werte für Hülsenfrüchte, bezogen auf Samen bzw. Getreidekörner, zwischen 0,6 und 65,2 %.

Von den drei hessischen Gruben werden AK 41 (Niederhöhnstadt, Eschborn) und AK 102 (Kronberg im Taunus) als Vorratsfunde gewertet und kein Indexwert für die Funddichte pro Befund errechnet. Der Median von 7 % scheint deshalb das Verhältnis der Hülsenfrüchte am Aufkommen aller Pflanzenreste für die Wetterau brauchbar zu beschreiben.

In den Feuchtbodensiedlungen des 4. vorchristlichen Jahrtausends stellen Erbsen die einzige Leguminosenart dar (JACOMET 2008b, 52). Sie tritt allerdings nur selten auf. Nur in 16 von 27 Archiven ist sie sicher nachgewiesen und nur in dreien überschreiten die Stückzahlen den Wert fünf. Im Verhältnis zu den anderen Kulturpflanzen erreichen sie nur im Fall von Hadersbach, Ldkr. Straubing-Bogen, einen Anteil von über 1 %. Hier ließe sich einwenden, dass der zeitliche Abstand zu den bandkeramischen Archiven einen Vergleich nicht gestattet, oder dass bei den Getreideresten nicht nur Körner gezählt werden, wodurch sich die Grundmenge pro Spektrum erhöht und dieser Effekt durch die günstigen Erhaltungsbedingungen für Ölfrüchte verstärkt wird. Aber womöglich waren in den kulturellen Kontexten der Seerandsiedlungen Hülsenfrüchte einfach nicht beliebt. Für die letzten beiden Argumente könnten 20 Archive der älteren bis jüngeren LBK aus Baden-Württemberg und Bayern sprechen, von denen 14 Erbsen und Linsen enthalten (JACOMET 2007, 234–235 Tab. 14,3). Hier erreichen Hülsenfrüchte Werte zwischen minimal 0,03 bis maximal 68,2 % (gewichtetes Mittel 15,8 %; Median 3,5 %). Auch wenn an dieser Stelle die unterschiedliche Zählweise zu beachten ist, entsprechen diese Werte eher den hessischen Verhältnissen. Jedenfalls wird durch die Berücksichtigung der regionalen Variabilität innerhalb der Bandkeramik – von einerseits 0,5 % Hülsenfrüchteanteil im Rheinland und 7 % in der Wetterau – die mögliche Bandbreite einschließlich der späteren Seerandsiedlungen abgedeckt. Dabei wie auch bei der entsprechenden Ertragsberechnung muss berücksichtigt werden, dass die bekannten neolithischen Erbsenfunde für ein deutlich kleineres TKG sprechen, als es Erbsen des 19. Jahrhunderts aufwiesen (BAKELS 1978,

167; S. 50–54). Am ehesten vergleichbar scheint es nach Ansicht von W.-D. Becker (mündl. Mttl.) mit dem der Futterwicke (*Vicia sativa*) zu sein.

Ein gänzlich anderes Überlieferungsproblem haben Mohn und Leinsamen. Wegen ihrer ölhaltigen Inhaltsstoffe unterliegen Pflanzenreste dieser Ölfrüchte schlechteren Überlieferungsbedingungen als verkohlte Reste von anderen Kulturpflanzen (S. 31–33). Die Bedingungen, die anderen Arten die Überlieferung sichern (z. B. Nähe zum Feuer), ist für sie aufgrund der schnellen Entflammbarkeit ein Nachteil. Entsprechend selten sind sie in Siedlungen der LBK auf Mineralböden erhalten (KREUZ U. A. 2005, 245 Tab. 5). Sie treten in 14 Archiven von 13 Fundplätzen auf und sind dort mit einer Spannweite von 0,1–8,6 % vertreten (gewichtetes Mittel 1,5 % und Median 0,4 %). Für alle Plätze beträgt der Anteil von Lein und Mohn 1 % an der Gesamtmenge der Großreste. Mit nahezu 2 % Mohn und Lein liegt LW 8 nahe bei diesem Wert. Die Werte für Baden-Württemberg und Bayern (JACOMET 2007, 234–235 Tab. 14,3) liegen ähnlich niedrig (gewichtetes Mittel für Lein 1,6 %, für Mohn 0,1 %; Median für Lein 1,5 %, für Mohn 0,1 %).

Ganz anders verteilen sich die Anteile von Ölsaaten in den Feuchtbodensiedlungen (JACOMET 2008a, 362 Tab. 2; 366 Tab. 4). In 22 von 28 Archiven sind Lein und Mohn enthalten. Werden Vorratsfunde und nicht quantifizierte Archive abgezogen, so bleiben 14 Inventare übrig, die für die Bestimmung der Anteile der Kulturpflanzengruppen heranziehbar sind. In Wetzikon-Kempton wurde keine Ölfrüchte geborgen, in Cortailod-Sur les Rochettes Est und in Binningen-Friedhofstraße wurden nur acht bzw. ein Leinfragment gefunden. Ansonsten schwanken die Anteile der Ölfrüchte extrem hoch zwischen 47,01 und 98,73 % (für alle 14 Inventare 75,24 %). Damit unterscheiden sich die Verhältnisse zwischen den Feucht- und Mineralbodenstandorten deutlich. Ob aus diesem Missverhältnis in der Anzahl der Samen ein deutlich größerer Beitrag der Ölfrüchte an der Ernährung in Siedlungen auf Mineralstandböden auch zur Zeit der LBK abzuleiten ist, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Ebenfalls möglich sind regionale oder chronologische Besonderheiten sowie Umstände, die sich aus dem zeitlichen Abstand und aus dem speziellen Standort (Uferrandlage) ergeben. Gegen einen generell hohen Beitrag zur Ernährung spricht, dass aus einigen Grabungen keine oder nur sehr wenige Ölsaatenfunde bekannt sind (s. o.). In der späten vorindustriellen Neuzeit erreichen Ölfrüchte zusammen mit den Hülsenfrüchten maximal nur 2 % der produzierten Energie (Abb. 50). Die für Ölpflanzen bestehenden Einschränkungen bei den Überlieferungsbedingungen können also zu einer Unterschätzung ihres Beitrags an der Energieversorgung der bandkeramischen Bevölkerung in der Bilanzierung führen. Die heterogene Datenlage in den Archiven der Seeufersiedlungen erlaubt zurzeit aber noch nicht die Bildung eines Korrekturfaktors. Andererseits zeigen die Ergebnisse aus dem Zeithorizont „1800“, dass ihre Rolle für die Versorgung mit Energie nicht überbewertet werden darf. Die Bilanzierung wird deshalb ohne weitere Korrektur der Ausgangszahlen und ohne Anpassung an die Verhältnisse in den Seeufersiedlungen durchgeführt.

### Kulturpflanzen als Energielieferanten

Nahrungspflanzen gehören zur Gruppe der Nutzpflanzen. So werden diejenigen Pflanzen bezeichnet, die der Mensch entweder sammelt oder anbaut, um daraus Nahrungs- und Futtermittel, Textil- und Farbstoffe, Heil- und Rauschmittel sowie Architekturelemente und Feuerholz zu gewinnen (KNÖRZER U. A. 1999, 67). Mit Kulturpflanzen wird nun die Untergruppe der Nutzpflanzen bezeichnet, die von Menschen bewusst und geplant angebaut werden. Nicht zu dieser Gruppe zählen die Pflanzen, die der Mensch zwar nutzt und deren Verbreitung durch die wirtschaftlichen Tätigkeiten des Menschen gefördert werden

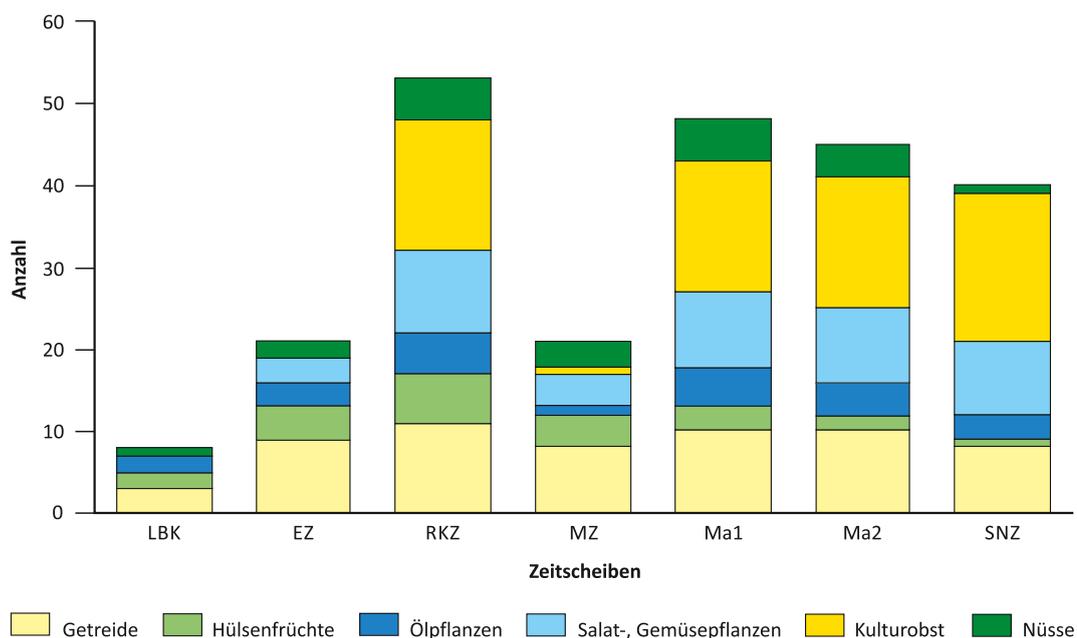


Abb. 10. Anzahl der verschiedenen Kulturpflanzengruppen in archäobotanischen Archiven des Rheinlandes. LBK = Linearbandkeramik, EZ = Eisenzeit, RKZ = römische Kaiserzeit, MZ = Merowingerzeit, MA1 = Hochmittelalter 9.–13. Jahrhundert, MA2 = Spätmittelalter 14.–15. Jahrhundert, SNZ = späte Neuzeit [nach KNÖRZER U. A. 1999]).

kann, bei denen aber der bewusste Anbau fehlt (z. B. Sammelpflanzen wie Trespen [*Bromus arvensis/secalinus*]).

### Das genutzte Artenspektrum

Der Stellenwert einzelner Nutzpflanzen für bestimmte Perioden der Ur- und Frühgeschichte ist aus den archäobotanischen Archiven nur gefiltert abzulesen. Die Einschränkung kann sowohl funktionale, kulturelle als auch Überlieferungsgründe haben. So sind z. B. aus der Zeit der LBK nur in seltenen Ausnahmefällen Heilkräuter oder Gemüsepflanzen überliefert (z. B. durch Pollen im Brunnen von Kückhoven [ZIMMERMANN U. A. 2006, 172]), während aus römischen Befundzusammenhängen eine größere Anzahl Arten aus diesen Pflanzengruppen im Rheinland bekannt ist [KNÖRZER U. A. 1999, 102–103]).

Spiele in diesem Fall sicher die Überlieferungsbedingungen eine größere Rolle für die unterschiedliche Belegungsstärke bestimmter Pflanzengruppen, so bietet gerade die römische Kaiserzeit ein gutes Beispiel für das kulturell bedingte Auftreten von Pflanzenarten, z. B. in Form von Importen (Kulturreis, Feigen, Datteln), aber besonders in der Einführung von Kulturobstsorten. Betrachtet man das Auftreten von Kulturpflanzen in archäobotanischen Archiven aus ausgewählten Zeitperioden im Rheinland (KNÖRZER U. A. 1999, 75–127), so ist dort eine deutliche Zunahme der Artenvielfalt von der LBK bis zur römischen Kaiserzeit zu beobachten (hier inklusive Nussarten, obwohl in der LBK sicher nicht von einem planvollen Anbau der Haselnuss ausgegangen werden kann [Abb. 10; Tab. 8]).

In der Merowingerzeit ist ein Einbruch in der Anzahl der Kulturpflanzen sichtbar, für den unterschiedliche Gründe vorliegen können (selten aufgefundenen Siedlungen,

Pflanzengruppen/Periode	LBK	EZ	RKZ	MZ	MA1	MA2	SNZ
Getreide	3	9	11	8	10	10	8
Hülsenfrüchte	2	4	6	4	3	2	1
Ölpflanzen	2	3	5	1	5	4	3
Salat-/Gemüsepflanzen	-	3	10	4	9	9	9
Kulturobst	-	-	16	1	16	16	18
Nüsse	1	2	5	3	5	4	1
Σ	8	21	53	21	48	45	40

Tab. 8. Anzahl der im Rheinland aufgefundenen Kulturpflanzen, getrennt nach Pflanzengruppe und Zeitscheibe. LBK = Linearbandkeramik; EZ = Eisenzeit; RKZ = römische Kaiserzeit; MZ = Merowingerzeit; MA1 = Hochmittelalter, 9.–13. Jahrhundert; MA2 = Spätmittelalter, 14.–15. Jahrhundert; SNZ = späte Neuzeit [nach KNÖRZER U. A. 1999]).

Ablehnung bestimmter Arten aus kulturellen Gründen, vorübergehender Verlust an Wissen über Anbau und Pflege von Arten [Kulturobst]). Dass insgesamt nur Ausschnitte aus den ursprünglichen Spektren vorliegen, ist für die Analyse zwar von Bedeutung, aber es kann wohl sicher davon ausgegangen werden, dass selbst für die Bandkeramik die wichtigsten Pflanzen für die Energieversorgung des Menschen in den Archiven erfasst sind. Dass dies für Einkorn und Emmer, Linse und Erbse tatsächlich der Fall ist, dokumentieren die aus unterschiedlichen Quellen gesammelten Belege für das regelmäßige Auftreten dieser Kulturpflanzen in frühneolithischen Siedlungszusammenhängen vom Zweistromland über Ost- und Mitteleuropa. In diesem Zusammenhang ist es besonders interessant, dass im Spätneolithikum Bulgariens eine doppelt so hohe Anzahl an Kulturpflanzen vorkommt, als in der zeitgleich existierenden Kultur der Bandkeramik (KREUZ 2010, 83).

### Nährwerte

Die menschliche Ernährung basiert auf einem Gemisch von unterschiedlichen Kohlehydraten, Proteinen, Vitaminen und Mineralstoffen. Für den momentanen Untersuchungsaufbau sind zwar vorerst nur Kohlehydrate und Fette von Wichtigkeit, aber natürlich waren die anderen Nahrungselemente ebenfalls notwendig für das Überleben des Menschen. Wie schädigend die Unterversorgung z. B. mit Vitaminen sein kann, ist durch vielfältige Beispiele aus der Geschichte der Seefahrt (Skorbut durch Vitamin-C-Mangel) und auch aus der jüngeren deutschen Geschichte belegt (Rachitis durch Vitamin-D-Mangel). Die Frage, ob diese Stoffe in ausreichender Menge zur Verfügung standen, ist aufgrund der Überlieferungsbedingungen schwer abzuschätzen (S. 31–33). Sie standen wohl in Abhängigkeit von der Jahreszeit in unterschiedlichen Mengen und Qualitäten zur Verfügung. Gerade für die frühen Zeiten wird das Sammeln von Wildgemüsen, Obst und Kräutern den Bedarf an diesen Stoffen saisonal gedeckt haben.

Als zentrale Quelle für die Bestimmung der Inhaltsstoffe in Nahrungsmitteln und ihrer Quantitäten werden entsprechende Tabellenwerke verwendet (HESEKER / HESEKER 2012; SOUČI U. A. 1981; 2004; 2011) sowie Angaben aus der Literatur (KÖRBER-GROHNE 1997) und Internetseiten der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (<https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/>; letzter Aufruf am 23.09.2018).

	Getreideertrag	
	Minimum	Maximum
Saatgut	minimal	maximal
Anbau	Sommergetreide	Wintergetreide
Intensität (1*)	extensiv	Gartenbau
Düngung (1*)	nein	ja
Überlieferungskoeffizient	ohne Ergänzung	mit Ergänzung
Hülsenfruchtanteil (LBK)	hoch	niedrig
Fruchtwechsel (2*)	nein	ja
Erbgut/Umwelt (3*)	unangepasst	angepasst
Bodenqualität (4*)	negativ	positiv
Klima	negativ	positiv

Tab. 9. Faktoren für die Steigerung oder Minderung von Erträgen (1\* BOGAARD 2004, 44–47; 2\* spätestens ab dem Mittelalter [DUBY 1978, 121–127]; 3\* EHRMANN U. A. 2009, 66; 4\* EHRMANN U. A. 2009, 66–67).

### Bestimmung der Erträge

Für Untersuchungen zur Rekonstruktion prähistorischer Wirtschaftssysteme ist es unumgänglich, Zahlen für die Erträge von Kulturpflanzen einzusetzen. Die gewünschten Daten sind der Bruttoertrag pro Art in Kilogramm auf einem Hektar Fläche sowie die dafür aufgewandte Menge an Saatgut. Wird Letzteres vom Ertrag abgezogen, so erhalten wir einen Nettoertrag, der für die Ernährung genutzt werden kann. Dieser Wert könnte noch um verschiedene Schwundfaktoren vermindert werden (LINNEMANN 2009, 115), aber ein Genauigkeitsniveau, das dies notwendig machen würde, wird hier nicht angestrebt. Faktoren wie Transport- oder Mahlverlust können aber auch pauschal in die Berechnung einfließen.

Um nun Anhaltspunkte für die einzusetzenden Beträge zu erhalten, muss auf eine heterogene Datenbasis zurückgegriffen werden, die im Folgenden erläutert werden soll. Beispielhaft wird dies für die Getreidesorten Einkorn, Emmer und Weizen sowie für eine der wichtigsten Hülsenfrüchte, die Erbse, beschrieben. Ölfrüchte müssen wegen ihrer besonderen Erhaltungsbedingungen gesondert betrachtet werden (S. 33; 36).

Generell ist zu beachten, dass extreme Ertragswerte häufig mit dem vereinzelt auftretenden ungünstiger oder günstiger Kombinationen von Faktoren verknüpft sind (*Tab. 9*). Deshalb scheint es nicht sinnvoll, solche Extreme in der Bilanzierung zu berücksichtigen. Stattdessen wird aus den Daten ein mittlerer Ertragsbereich ermittelt und die Unterschiede zwischen Winter- und Sommeranbau der Getreide durch eine Ertragsspanne berücksichtigt. Gerade der letzte Punkt wird in der Archäobotanik bereits länger diskutiert (z. B. BOGAARD 2004, 159–162; KREUZ 2010, 117; RÖSCH 1995, 38), eine Entscheidung zugunsten eines bestimmten Modells wird durch die Berücksichtigung von Bandbreiten jedoch unnötig.

#### *Erträge der Getreide nach historischen Quellen und aus Experimenten*

Angaben zu Ernteerträgen von Getreide sind seit dem Mittelalter, insbesondere ab der Mitte des 12. Jahrhunderts, sporadisch überliefert (DUBY 1978, 123). In dieser Zeit aber sollen nach Meinung einiger Autoren bereits starke Veränderungen der Böden wirksam geworden sein, die im Vergleich zu früheren Perioden zu geringeren Erträgen geführt haben (LINNEMANN 2009, 114). Dies kann u. a. als Folge einer zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft im 12. und 13. Jahrhundert gesehen werden (DUBY 1978, 122).

Quelle	Literatur	Ertrag	Saatgut	Brache	Düngung
Experiment	REYNOLDS 1990, 70	360	63		nein
Experiment	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	391	55		nein
	MERCER 1981, 109–110	400	61		nein
Experiment	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	652	190		nein
	GREGG 1988, 68	756,8			
Experiment	REYNOLDS 1990, 70	780			
	FRANKE 1997	990			
	GREGG 1988, 68	1045			
Schätzung	JACOMET U. A. 1989, 93	1200	140		
	LÜNING 2000	1650			
Experiment	MÜLLER 2001, Tab. 1	1650			
Schätzung	JACOMET U. A. 1989, 93	2200	240		
	MERCER 1981, 109–110	2600			
Experiment	REYNOLDS 1990, 70	3030			
	ebd.	3110			
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 68 Abb. 30	~ 1500			
	ebd.	~ 2200			
	ebd.	~ 3400			
	ebd.	~ 3900			
	ebd.	~ 550			

Tab. 10. Ertragszahlen (kg/ha) zu Emmer aus Experimenten und Schätzungen.

Solch kritische Überlegungen berücksichtigen aber oft die ertragssteigernden Wirkungen technischen und methodischen Fortschritts nicht (Ausweitung der Viehzucht mit einhergehender Steigerung der Düngung, Ausweitung des Gartenbaus als besonders intensiver Bewirtschaftungsform sowie der Anbau von Futterpflanzen auf den Brachen [Fruchtwechsel]). Deshalb scheint für die Bewertung der damaligen Ernteerträge die hohe Variabilität entscheidender, die sich im Verhältnis von Ernte zu Saatgut aus den spärlichen Quellen ergibt. Die Angaben streuen zwischen 2 : 1 und 6 : 1 bei benachbarten Höfen, 3,3 : 1 und 10 : 1 im gleichen Dorf in zwei aufeinanderfolgenden Jahren, zeigen aber auch in bestimmten Regionen hohe Durchschnittserträge von 8 : 1 und 15 : 1. Überregional wird im 9. Jahrhundert mit Durchschnittserträgen von 2 : 1 gerechnet und bis zum 12. Jahrhundert mit einem Anstieg auf 3 : 1 (DUBY 1978, 124). Dagegen sprechen teilweise die über Experimente erzielten Ertragsleistungen. In Forchtenberg liegen sie dauerhaft nahe bei den hohen mittelalterlichen Erträgen von 10 : 1 (EHRMANN U. A. 2009, 68).

Eine reichere Quellenlandschaft findet sich erst ab der Neuzeit, speziell ab dem 19. Jahrhundert, als die verschiedenen europäischen Staaten nach den Neuordnungen infolge der Napoleonischen Kriege versuchten, sich einen Überblick über die Wirtschaftsleistung der neu hinzugekommenen Gebiete zu verschaffen, und besonders als die staatlichen Institutionen begannen, Zahlen zu verschiedenen Bereichen in diversen statistischen Beschreibungen festzuhalten. Damals hatte die Landwirtschaft in Europa bereits die Ausgangsposition erreicht, von der aus die industrielle Revolution und die Agrikulturchemie im Sinne Liebig's Einzug hielten. Die aus diesem Zeitabschnitt vorliegenden Zahlen stellen also ein Maximum für eine zu schätzende prähistorische Produktionsleistung dar. Vergleichend werden Daten aus dem 16. bis 18. Jahrhundert angeführt. Es handelt sich um

Quelle	Literatur	Ertrag	Saatgut	Brache	Düngung
Experiment	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	80			
	ebd.	160	190		
Experiment	MÜLLER 2007, Tab. 2	170			
Schätzung	JACOMET U. A. 1989, 90–91	600			
	TEGTMEIER 1993, 5	600			
Schätzung	JACOMET U. A. 1998	645			
Experiment	MÜLLER 2007, Tab. 2	820			
Schätzung	JACOMET U. A. 1998	835			
	LÜNING 1979/1980	900			
Experiment	LINNEMANN 2009, 112	1200			
Experiment	MÜLLER 2007, Tab. 2	1200			
Experiment	REYNOLDS 1979, 59	1400			
Experiment	MÜLLER 2007, Tab. 2	1620			
	LÜNING 2005, 63	1850			
Experiment	LINNEMANN 2009, 112	2000			
Experiment	MÜLLER 2007, Tab. 2	2030			
Experiment	REYNOLDS 1979, 61	2500			
Experiment	MÜLLER 2007, Tab. 2	2750			
	ebd.	3280			
	ebd.	3300			
	ebd.	3530			
	ebd.	4730			
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 68 Abb. 30	~ 1000			
	ebd.	~ 1500			
	ebd.	~ 1600			
	ebd.	~ 2300			
	ebd.	~ 2600			

Tab. 11. Ertragszahlen (kg/ha) zu Einkorn aus Experimenten, historischen Quellen und Schätzungen.

Verhältniszahlen von Ertrag zu eingesetztem Saatgut (DE MADDALENA 1979, 381–389), die dazu dienen, die aus anderen Quellen gewonnenen Erkenntnisse zu überprüfen.

Um eine unabhängige Vorstellung über die Ernteerträge aus prähistorischen Zeiten zu gewinnen, wurden mehrfach Experimente durchgeführt, die die ehemaligen Verhältnisse reproduzieren sollten (JACOMET U. A. 1989; LÜNING / MEURERS-BALKE 1980; MEURERS-BALKE / LÜNING 1990; REYNOLDS 1979; 1990). Vor Kurzem erst hat B. LINNEMANN (2009) einen neuen Anbauversuch mit Einkorn aus Rinkerode, Kreis Warendorf, in NRW vorgestellt. Auf einer 1,8 ha großen Fläche, umgeben von Bio-Landbauflächen, um Einwirkungen von Kunstdünger auszuschließen, wurde das Anbauexperiment durchgeführt und die gewonnenen Ergebnisse mit früheren Experimenten und aktuellen Versuchen mit Bio-Landbau verglichen.

Für einen seit 1998 laufenden Feldversuch bei Forchtenberg in Baden-Württemberg wurden ebenfalls die bisherigen Ergebnisse zusammenfassend dargelegt (EHRMANN U. A. 2009). Die dort gewonnenen Erkenntnisse beziehen sich auf die Brandfeldwirtschaft benannten Techniken zur Urbarmachung von Ackerland im Rahmen des Waldfeldbaus. Auch bei diesen Experimenten gilt, dass sie sich den Verhältnissen aus prähistorischer Zeit

Quelle	Literatur	Ertrag	Saatgut	Brache	Düngung
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 66–67	120			Nein
	ebd.	250			Ja
	ebd.	440			Ja
Experiment	RUSSELL / VOELCKE 1936	480			Nein
Historisch	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	780			
Ethnograph./historisch	BAKELS 1982, 37	800			
Ethnograph./historisch	BAKELS 1978, 70–71	800			
Experiment	ROTHAMSTED 1970	800		Ja	Nein
Experiment	RUSSELL / VOELCKE 1936	840			Ja
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 66–67	890			Nein
Ethnograph./historisch	BAKELS 1978, 70–71; 145	1000	200		
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 66–67	1200			Nein
Experiment	LANGE / ILLIG 1990	1200			
Experiment	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	1400			
	ebd.	1400			
	ebd.	1450			
Ethnograph./historisch	BAKELS 1978, 70–71	1500			
Historisch	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	1510			
Ethnograph./historisch	BAKELS 1982, 37	1600			
Experiment	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	1600			
Experiment	RUSSELL / VOELCKE 1936	1630			Nein
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 66–67	1800			Ja
Experiment	ROTHAMSTED 1970	1870			Ja
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 66–67	2100			Nein
Historisch	LÜNING / MEURERS-BALKE 1980, 330	2310			
Experiment	ROTHAMSTED 1970	2380		Ja	Nein
Ethnograph./historisch	BAKELS 1978, 70–71	2700			
Experiment	RUSSELL / VOELCKE 1936	2750			Ja
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 66–67	3200			Ja
Ethnograph./historisch	BAKELS 1978, 70–71	3400			
Experiment	MÜLLER 2001, Tab. 1	3430			
Experiment	ROTHAMSTED 1970	3550			Ja
Experiment	MÜLLER 2001, Tab. 1	3730			
Experiment	EHRMANN U. A. 2009, 66–67	4750			Ja

Tab. 12. Ertragszahlen (kg/ha) zu Weizen aus Experimenten und ethnografisch-historischen Quellen. Daten des Rothamsted Research Projects (2006 [2012]) sind nur bis 1967 berücksichtigt.

nur annähern können. Denn hier haben die Veränderungen der Umweltfaktoren Boden, Klima und Topographie seit dem Neolithikum ebenfalls Auswirkungen auf die Ergebnisse. Auch Veränderungen der Pflanzen selbst spielen eventuell bei der Höhe der Erträge eine Rolle (EHRMANN U. A. 2009, 66). So sind die heute erhältlichen Sorten ertragsoptimiert und gegen eine Vielzahl bekannter Krankheiten und Schädlinge resistent. Allerdings fehlt uns weitgehend das Wissen über die Verbreitung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen in prähistorischer Zeit und ihre Auswirkungen auf die Erträge. Es ist daher nicht sicher, ob die heutzutage in Experimenten festgestellten, teilweise gravierenden

	Einkorn	Emmer	Weizen
Minimum	80	360	120
<b>Untergrenze Ertragsbandbreite (Abb. 11–13)</b>	<b>600</b>	<b>550</b>	<b>780</b>
Median	1500	1350	1505
Mittelwert	1674	1618	1755
<b>Obergrenze Ertragsbandbreite (Abb. 11–13)</b>	<b>2030</b>	<b>2200</b>	<b>2380</b>
Maximum	4730	3900	4750

Tab. 13. Statistische Maßzahlen zu den Erträgen (kg/ha) von Einkorn, Emmer und Weizen.

Einflüsse von Schädlingen auf die Ernteerträge in diesem Umfang auch in prähistorischer Zeit auftraten.

Da aufgrund der Datenlage nicht entschieden werden kann, ob sich die Ernte mindern und steigenden Faktoren in einem langfristigen Trend zugunsten der einen oder der anderen Richtung befinden, gehen wir für unser Modell von Durchschnittserträgen aus.

Zu diesen Schwierigkeiten bei der Deutung der Ergebnisse von Anbauexperimenten treten große Spannbreiten in den erzielten Erträgen, die regionalen und jährlichen klimatischen Besonderheiten geschuldet sind, aber auch unterschiedlichen Anbaumethoden wie Winter- oder Sommeranbau, Düngung, Brache und Fruchtwechsel (*Tab. 9*). Aber da diese wechselhaften Bedingungen auch für die prähistorische Landwirtschaft Realität waren, können die in Experimenten beobachteten Spannen durchaus als Hinweise auf die Variabilität prähistorischer Erträge gewertet werden.

Um für die Schätzung prähistorischer Erträge eine tragfähige Quellenbasis zu erhalten, werden die Zahlen aus Experimenten und aus historischen Überlieferungen zusammen benutzt. Die folgende Zusammenstellung von Ertragsdaten zu Emmer, Einkorn und Weizen (*Tab. 10–12*) basiert auf der von A- BOGAARD (2004, 23–25, *Tab. 2,1*) publizierte Tabelle, die hier mit weiteren Daten aus der Literatur ergänzt wurde.

Weizen umfasst in *Tabelle 12* alle Angaben zu Nacktweizensorten, aber auch solche zu Mischbau von Einkorn und Emmer (z. B. BAKELS 1978, 62). Eine weitere Trennung auf der Basis der vorhandenen Angaben wäre schwierig, scheint aber auch wegen der bei allen Weizenarten ähnlich verlaufenden Verteilungen der Ernteerträge nicht notwendig zu sein.

Nur in wenigen Fällen ist die Frage zu beantworten, ob Düngung, Brache und Fruchtwechsel Einfluss auf die Ertragszahlen genommen haben, da auch hierzu oft keine Angaben vorliegen. In diesen Fällen bleiben die entsprechenden Spalten in den Tabellen leer. Grundsätzlich scheint es so, dass diese methodischen Verbesserungen bei Weizen zu einem Anstieg der Produktionsrate geführt haben (*Tab. 12*; Forchtenberg [EHRMANN U. A. 2009]; Woburn [RUSSELL / VOELCKE 1936]). Diese Ertragsdaten werden zusammen mit denen ohne Düngung in der Kalkulation benutzt.

Teilweise handelt es sich bei den Angaben in den *Tabellen 10–12* auch um Mittelwertbildungen über längere Laufzeiten. Sie werden ebenfalls herangezogen, da dies der Intention dieser Arbeit entspricht. Maximale oder minimale Erträge aufgrund spezieller Konstellationen sind für diese Arbeit von geringem Interesse.

Ebenfalls hinzu genommen sind die Daten aus einem Anbauprojekt für den Bio-Landbau von Einkorn (MÜLLER 2001; 2007). Sie passen mühelos in das Verteilungsbild anderer Experimente und zu den Angaben aus historischen Quellen.

Wenden wir uns nun den Inhalten der Tabellen zu, so lässt sich deutlich die große Variabilität der Erträge pro Art erkennen. Allein die von K.-J. MÜLLER (2001) vorgelegten

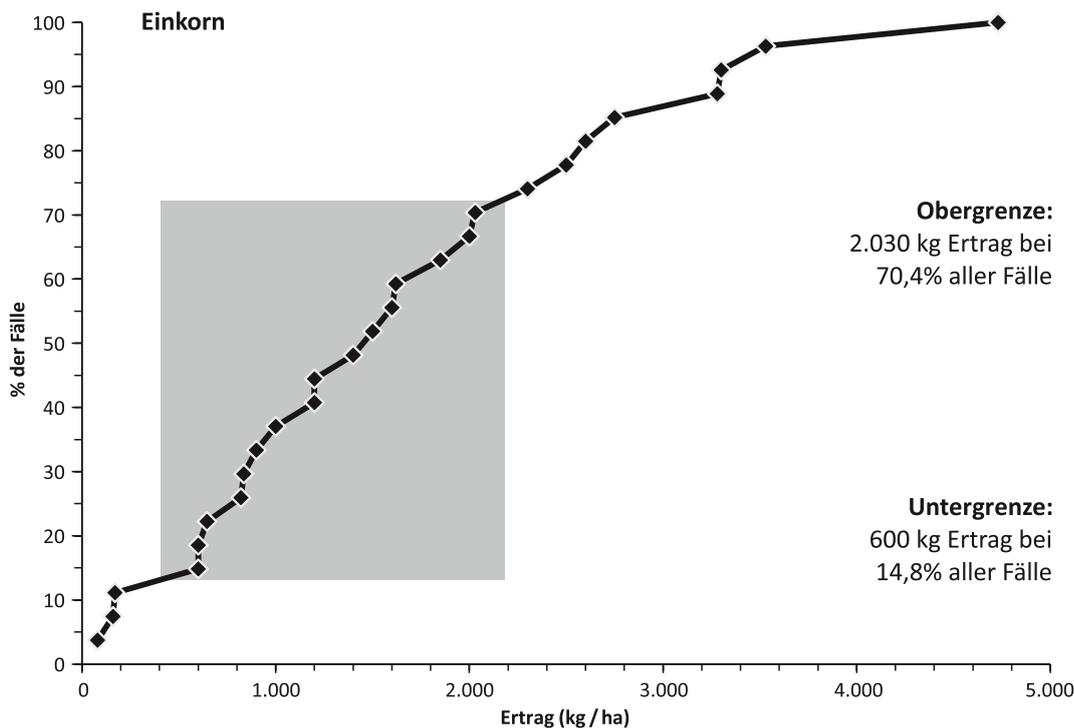


Abb. 11. Kumulierte Erträge von Einkorn aus historischen Quellen und Anbauexperimenten (n = 27).

Zahlen zu Anbauversuchen mit Einkorn im Rahmen modernen Bio-Landbaus bewegen sich zwischen 170 und 4730 kg/ha (Tab. 11). Eine ähnlich hohe Diversität wurde bei Emmer und Weizen im experimentellen Anbauprojekt Forchtenberg beobachtet (EHRMANN U. A. 2009, 65–68; hier Tab. 10–12). Der Ertrag von Einkorn bewegt sich hier in einer Spanne von 550–3900 kg/ha und der von Weizen zwischen 250–4750 kg/ha. Die Zahlen zwischen archäologischem und agrarökonomischem Experiment sind also gut zu vergleichen.

Obwohl große Variabilität für die Ertragswerte der einzelnen Arten typisch ist, scheinen sich die Erträge doch um Verteilungsschwerpunkte zu gruppieren, die bei allen drei Weizenarten ähnlich hoch sind. Mediane und Mittelwerte der drei Getreidearten unterscheiden sich entsprechend nur geringfügig (Tab. 13). Bei den Mittelwerten liegt Weizen zwischen 80 und 130 kg/ha über den Werten für Emmer und Einkorn. Betrachten wir die Mediane, so liegen Einkorn und Weizen gleich auf, Emmer liegt um 150 kg/ha unter beiden.

Ähnliche Gleichläufigkeiten zeigen Daten des 18. Jahrhunderts aus den habsburgisch-österreichischen Besitzungen (KAPS 2008, 22). Die Hektarerträge für die Getreide Weizen, Roggen, Gerste und Hafer sind hier zwar ungetrennt dargestellt, variieren aber in einem erstaunlich schmalen Bereich zwischen 670 und 860 kg/ha in naturräumlich sehr unterschiedlich ausgestatteten Regionen, die ebenfalls sehr unterschiedliche Zahlen zu den jeweils in der Landwirtschaft beschäftigten Menschen aufweisen (Ertrag pro in der Landwirtschaft Beschäftigtem zwischen 87 und 460 kg).

Die in den Tabellen dargestellten, besonders breitgefächerten Verteilungen lassen den Median als Schätzwert für die Bruttoerträge besonders geeignet erscheinen. Will man

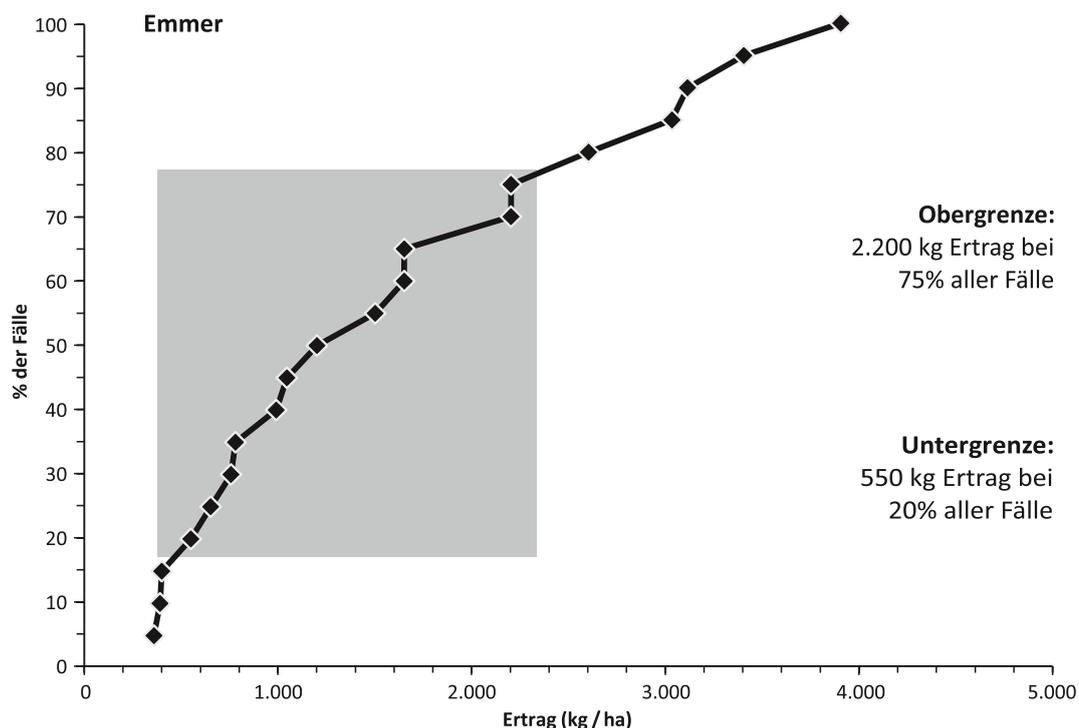


Abb. 12. Kumulierte Erträge von Emmer aus historischen Quellen und Anbauexperimenten (n = 20).

jedoch die Heterogenität der Daten stärker berücksichtigen, so wäre eine Ertragsspanne zu favorisieren.

Zur Bestimmung der Spanne, die ein realistisches durchschnittliches Ertragsszenario abdeckt, werden die Daten aus den historischen Quellen und den Experimenten grafisch dargestellt und die gewählte Bandbreite mit einem Raster hinterlegt (Abb. 11–13). Im Idealfall lässt sich im Bereich mittlerer Erträge eine Zone mit besonders steilem Kurvenverlauf abgrenzen (z. B. Abb. 11; 13).

Bei allen Kurven ist im unteren Bereich, bei etwa 15 % der Fälle, eine Richtungsänderung im Verlauf zu beobachten. Bei Emmer ist sie nicht ganz so deutlich abgesetzt wie bei Weizen und Einkorn, aber immer noch gut sichtbar. An dieser Stelle soll die Untergrenze der gesuchten Spannweite liegen. Die Obergrenzen sind nicht so einfach zu bestimmen. Nimmt man aber die Abstände zwischen den Ertragsdaten entlang der X-Achse hinzu, so kann bei Einkorn die Obergrenze bei etwa 70 % der Fälle gezogen werden (Abb. 11). Für Emmer läge sie bei 75 % der Fälle (Abb. 12) und für Weizen bei 76,5 % (Abb. 13).

Die entsprechenden Ertragswerte lassen sich nun auf der X-Achse ablesen. Für Einkorn käme demnach eine Spanne von 600–2030 kg/ha für die Ertragsberechnung in Frage, für Emmer wären es 550–2200 kg/ha und für Weizen 780–2380 kg/ha. Bei diesen Spannen handelt es sich um Bereiche, in denen 50 % und mehr der Messdaten liegen, bereinigt von Ausreißern nach oben und unten.

Die Menge an Saatgut kann in ähnlicher Form kalkuliert werden. Die absoluten Zahlen (Tab. 10–12) werden durch das Verhältnis Aussaat zu Ernte ergänzt (Abb. 14). Dieser Schritt wird hier für alle Weizenarten gemeinsam durchgeführt. Die herangezogenen Daten

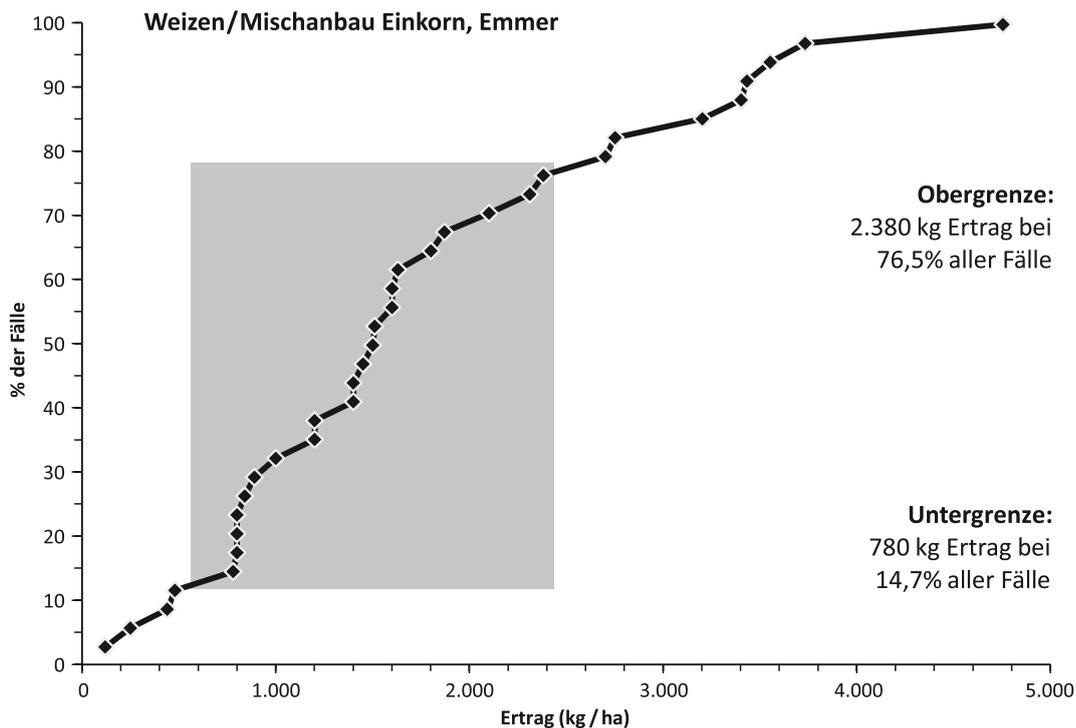


Abb. 13. Kumulierte Erträge von Weizen und aus dem Mischanbau von Einkorn und Emmer aus historischen Quellen und Anbauexperimenten (n = 34).

stammen ebenfalls aus historischen Quellen (BAKELS 1978; DUBY 1978; JACOMET U. A. 1989) und aus Experimenten (EHRMANN U. A. 2009; LÜNING / MEURERS-BALKE 1980).

In der Grafik dargestellt sind die daraus abgeleiteten und gerundeten prozentualen Anteile des Saatgutes am jeweiligen Bruttoertrag. Deutlich ist auch hier der bereits bekannte Kurvenverlauf zu erkennen und entsprechend eine sinnvolle Spanne für das in unser Modell einzusetzende Saatgut zwischen 10 und 20 % abzulesen. Der Median liegt bei 14 % und der Mittelwert bei 18,6 %.

In der gleichen Weise sind auch die Bruttoerträge (*Anh. 1–5*) und die Menge an Saatgut (*Anh. 6–9*) für Dinkel, Gerste, Hirse, Hafer und Roggen zu ermitteln. An dieser Stelle sollen jedoch nur die Ergebnisse genannt werden. Für Hirse konnten zwei Wertebereiche ermittelt werden. Nach Anbauversuchen der Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim mit verschiedenen Varietäten der Rispenhirse wären nach K. STOLZENBURG (2005) Erträge zwischen 2700 und 3300 kg/ha als normal anzusehen, bei einem Einsatz von 15–20 kg/ha Saatgut (0,5–0,6 bzw. 0,7 %).

Umgerechnete Angaben aus MEYERS KONVERSATIONSLERIKON (1888, 8570–8571) sprechen dagegen von einer Ertragsspanne zwischen 828 und 1911 kg/ha, bei einem Einsatz von 13,7–20,1 kg/ha an Saatgut (1,1–1,7 %).

Die recht großen Unterschiede im Ertrag zwischen den historischen Angaben und den rezenten Anbauversuchen sind vermutlich auf die ertragsoptimierten Züchtungen und den Einsatz von Dünger beim Forchheimer Versuch zurückzuführen. Deshalb kommt in unserer Analyse eine Spanne zwischen ca. 800 und 1000 kg/ha zur Anwendung (*Tab. 14*).

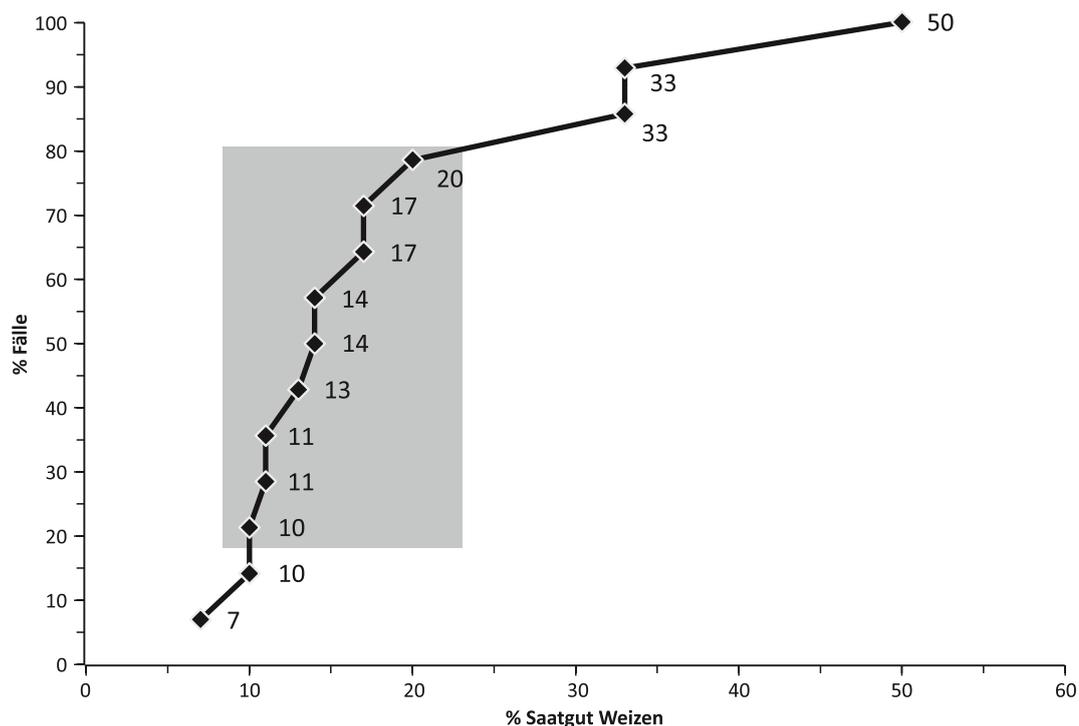


Abb. 14. Prozentuale Anteile des Saatgutes bei Weizen an den Brutto-Erträgen aus historischen Quellen und aus Experimenten (n = 14).

Zuvor wird aber die Wertigkeit der Ergebnisse durch einen Vergleich mit neuzeitlichen Daten überprüft.

Vergleichen wir die Ergebnisse mit den von A. DE MADDALENA (1979) vorgestellten Daten zum Verhältnis von Saatgut zu Ernteertrag aus dem 16. bis 18. Jahrhundert. Sie betreffen die Getreidearten Weizen; Gerste, Roggen sowie Hafer und stammen aus Nord-, West-, Ost- und Südeuropa. Zum Teil basieren sie auf der von B. H. Silcher VAN BATH (1963, 328–333) publizierte Datensammlung und sind wie diese in Listenform veröffentlicht (DE MADDALENA 1979, 381–389). Da die Werte nur als Verhältniszahlen vorliegen, lassen sich nur die prozentualen Anteile des Saatgutes am Ertrag vergleichen. In der Regel wurden Durchschnittswerte angegeben, aber teilweise auch Extremwerte, die ebenfalls in die Untersuchung einfließen, um die Heterogenität der Daten repräsentativ zu erfassen.

Für Vergleiche eignet sich deshalb besonders der Median. Regional ist diese Untersuchung auf die nord- und osteuropäischen Daten beschränkt, da sie den nächsten räumlichen Bezug bieten. Allerdings wurden sie um die holländisch-belgischen Daten aus DE MADDALENAS (1979) Tabelle 3 „Atlantisches Europa“ ergänzt, die hier der nordeuropäischen Gruppe zugeschlagen sind. In den Listen angegebene Spannen wurden in einen Minimal- und einen Maximalwert umgewandelt. Insgesamt stehen damit 789 Datensätze zur Verfügung.

Die zusammenfassende Darstellung der neuzeitlichen Daten zeigt einen auffällig hohen Anteil an Roggen in Osteuropa, der dort, obwohl es sich hier um keine repräsentative Stichprobe handelt, wohl auf eine Bevorzugung dieser Getreideart hindeutet (Tab. 15). Ebenfalls bemerkenswert sind die zum Teil bis zu einem über das Dreifache des Ertrags

	Min.	Unter- grenze	Median	Ober- grenze	Max.
<b>Bruttoerträge (kg/ha)</b>					
Einkorn ( <i>Triticum monococcum</i> )	80	600	1500	2030	4730
Emmer ( <i>Triticum dicoccum</i> )	360	550	1350	2200	3900
Weizen/Einkorn/Emmer ( <i>Triticum</i> )	120	780	1505	2380	4750
Dinkel/Spelt ( <i>Triticum aestivum</i> )	502	700	1400	1700	4000
Gerste ( <i>Hordeum</i> )	571	632	810	1120	4000
Roggen ( <i>Secale cereale</i> )	314	424	749	1170	1780
Hafer ( <i>Avena</i> )	223	293	420	435	1900
Hirse ( <i>Panicum/Setaria</i> [niedrigere Ertragsspanne])	300	800	*-	1000	4400
<b>Saatgut in % vom Bruttoertrag</b>					
Einkorn ( <i>Triticum monococcum</i> )	7	10	14,7	20	50
Emmer ( <i>Triticum dicoccum</i> )	7	10	14,7	20	50
Weizen/Einkorn/Emmer ( <i>Triticum</i> )	7	10	14,7	20	50
Dinkel/Spelt ( <i>Triticum aestivum</i> )	7,5	9	11	17	26,1
Gerste ( <i>Hordeum</i> )	4	23	23,2	26	25,8
Roggen ( <i>Secale cereale</i> )	21,3	28	36,2	40	54,8
Hafer ( <i>Avena</i> )	31,9	34	38,2	41	50,7
Hirse ( <i>Panicum/Setaria</i> [niedrigere Ertragsspanne])	0,5	1,1	*-	1,7	1,7
<b>Saatgut (kg/ha)</b>					
Einkorn ( <i>Triticum monococcum</i> )	40	120	221	203	331
Emmer ( <i>Triticum dicoccum</i> )	180	110	198	220	273
Weizen/Einkorn/Emmer ( <i>Triticum</i> )	60	156	221	238	333
Dinkel/Spelt ( <i>Triticum aestivum</i> )	131	119	154	153	300
Gerste ( <i>Hordeum</i> )	147	164	188	258	160
Roggen ( <i>Secale cereale</i> )	172	170	271	328	379
Hafer ( <i>Avena</i> )	113	120	160	148	606
Hirse ( <i>Panicum/Setaria</i> [niedrigere Ertragsspanne])	5	14	*-	11	22
<b>Nettoertrag (kg/ha)</b>					
Einkorn ( <i>Triticum monococcum</i> )	40	480	1280	1827	4399
Emmer ( <i>Triticum dicoccum</i> )	180	440	1152	1980	3627
Weizen/Einkorn/Emmer ( <i>Triticum</i> )	60	624	1284	2142	4418
Dinkel/Spelt ( <i>Triticum aestivum</i> )	371	624	1246	2142	3700
Gerste ( <i>Hordeum</i> )	424	468	622	862	3840
Roggen ( <i>Secale cereale</i> )	142	254	478	842	1401
Hafer ( <i>Avena</i> )	110	139	260	287	1294
Hirse ( <i>Panicum/Setaria</i> [niedrigere Ertragsspanne])	295	786	*888	989	4378

Tab. 14. Zusammenstellung der Berechnungsgrundlagen für die Nettoerträge der Getreidearten. Die Mediane beziehen sich auf jeweils alle Werte, die Grenzwerte dagegen auf die grafisch ermittelte „optimale Spanne“ (Abb. 14; Anh. 6–8). \*Für Hirse wurden zwei Bruttoertragsbereiche ermittelt, von denen nur der niedrigere Wertebereich zur Anwendung kommt. Deshalb kann für diese Art kein Median berechnet werden, stattdessen wird der mittlere Wert innerhalb der niedrigeren Ertragsspanne angegeben.

Region	Getreideart	n	Saatgut in %				Max.
			Min.	Quartil 1	Median	Quartil 3	
Nordeuropa (n = 371)	Weizen	87	5,00	15,39	20,00	28,57	200,00
	Gerste	99	3,33	16,95	21,28	29,41	166,67
	Roggen	99	4,17	16,95	22,28	29,41	166,67
	Hafer	86	3,33	20,00	26,32	34,79	100,00
Osteuropa (n = 418)	Weizen	86	9,09	19,90	28,18	36,40	333,33
	Gerste	94	6,67	18,52	26,67	33,33	125,00
	Roggen	142	8,33	20,83	26,32	33,33	76,92
	Hafer	96	7,81	23,00	31,75	43,03	111,11

Tab. 15. Zusammenfassende Darstellung der Minimal- und Maximalwerte sowie der Mediane aus den Tabellen 1 und 2 von DE MADDALENA (1979), ergänzt um die holländisch-belgischen Daten aus Tabelle 3.

hinausgehenden Saatgutanteile bei den Maximalwerten. Dass es sich hier um Ausnahmen und Extremsituationen handelt, belegen die Werte für das dritte Quartil, die immer deutlich unterhalb von 50 % Saatgut liegen. In Nordeuropa streuen sie um 30 % (28,6–34,8 %), in Osteuropa liegen sie etwas darüber (33,3–43,0 %). Diese Tendenz zeigt sich auch bei den Medianen.

Im Vergleich mit den zuvor erhobenen Daten liegen die neuzeitlichen Werte für Saatgut etwas höher. Für Weizen ist danach eine Spanne von 10–20 % und ein Median von 14 % ein sinnvoller Wertebereich. Der Median aus Nordeuropa liegt für diese Getreideart nur sechs Prozent höher. Der Median in Osteuropa ist allerdings schon doppelt so hoch. Die von DE MADDALENA (1979, 381–389) zusammengestellten Werte für Weizen unterscheiden sich also nicht grundsätzlich von den für die alten Arten beobachteten Relationen (de Maddalena 1979, 381–389 [statistische Tabellen Kapitel 4]), allerdings mit gewissen regionalen Besonderheiten.

Die Werte für die anderen Getreide verhalten sich ähnlich. Gerste zeigt bei den Daten aus historischen Quellen und Experimenten eine sinnvolle Spanne von 25–26 % (Median 23 %), während die neuzeitlichen Werte bei 21 % (Nordeuropa) und 27 % (Osteuropa) nahezu gleichauf liegen. Bei Roggen (28–40 %, Median 36 %) liegen die neuzeitlichen Mediane unterhalb der berechneten Spannen und die gleiche Situation existiert beim Hafer (34–41 %, Median 38 %).

Die Unterschiede zwischen den von de Maddalena erhobenen neuzeitlichen Daten und den voran gestellten Wertespanssen und Medianen aus den Ergebnissen anderer historischer und rezenter Quellen sowie Experimenten sind in den vier Arten Weizen, Gerste, Roggen und Hafer nur schwach ausgeprägt. Das bestätigt die bisherigen Ergebnisse der Untersuchung, die entsprechend Eingang in die folgenden Analyseschritte finden. So erhalten wir Nettoerträge, die bei Einkorn zwischen 480 und 1827 kg/ha liegen. Bei Emmer liegen sie zwischen 440 und 1980 kg/ha und bei Weizen zwischen 624 und 2142 kg/ha (Tab. 14). Gerste, Hafer und Roggen liegen sowohl in den Brutto- wie auch in den Nettoertragswerten deutlich niedriger als die Weizenarten. Die Anteile von Saatgut am Bruttoertrag sind bei diesen Getreidearten mit über 20 % besonders hoch, eine Tendenz, die in den Daten des 16. bis 18. Jahrhunderts nur schwach ausgeprägt ist (Tab. 15, Spalte Mediane). Das mag allerdings daran liegen, dass in der historischen Bewertung der Quellen mitunter von relativ niedrigen Ertragswerten und hohen

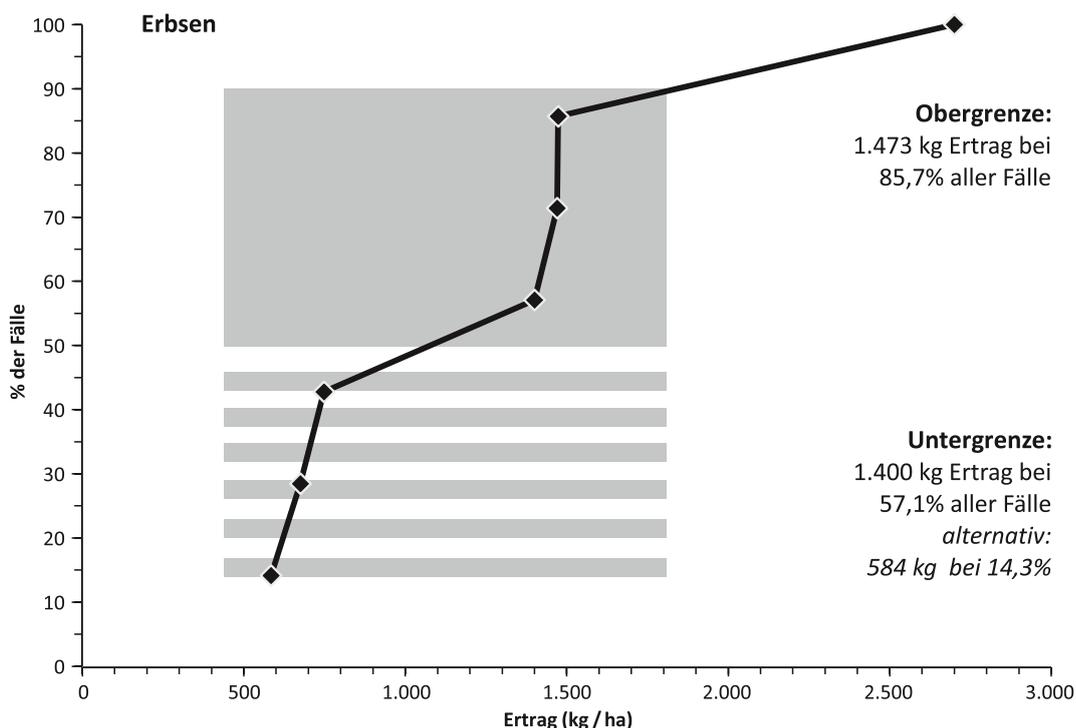


Abb. 15. Kumulierte Ertragszahlen für Erbsen aus historischen und rezenten Quellen (n = 7).

Saatgutanteilen ausgegangen wird (z. B. Nettoerträge von 300–350 kg/ha für Getreide [HENNING 1994, 41]). Für die Hirse kann eine Nettoertragsspanne von 786–989 kg/ha sinnvoll eingesetzt werden, der im *Anhang 4* ausgewiesene zweite Wertebereich bei den Bruttoerträgen bezieht sich vor allem auf neuere Ertragszahlen und wird deshalb hier nicht zur Berechnung einer Nettoertragsspanne benutzt. Die so ermittelten Spannbreiten der Nettoerträge aus *Tabelle 14* gehen weiter in die Kalkulation zur Ermittlung der Nutzflächen ein (S. 87–90).

### Hülsenfrüchte

Für die beiden in prähistorischer Zeit am häufigsten belegten Hülsenfrüchte, die Erbse und die Linse, können Spannbreiten für den Nettoertrag berechnet werden. Das ist zurzeit für Ackerbohnen noch nicht möglich. Für Erbsen stehen drei Quellen zur Verfügung, die Daten aus dem 13. bis 16. Jahrhundert sowie dem 18. und 19. Jahrhundert berücksichtigen (GREGG 1988, 70; HENNING 1969, 26; 30; JACOMET U. A. 1989, 126). Dort finden sich auch entsprechende Ertragszahlen für Linsen. Ergänzt werden die Zahlen durch Angaben zu Ernteerträgen aus jüngerer Zeit (JACOMET U. A. 1989, 114; LANGER / HILL 1991, 260). Die Daten sind für Erbsen in *Tabelle 16* und für Linsen in *Tabelle 17* zusammengestellt.

Die Angaben sind insgesamt etwas spärlicher als bei den Getreidearten. Spannbreiten für die Nutzflächenkalkulation sind hier zwar auch, aber mit größerem Unsicherheitsfaktor hin zum unteren Grenzwert zu bestimmen (*Abb. 15; 16*).

Zwei mögliche Alternativen bieten sich nun an, um die Spannweiten zu bestimmen. Folgen wir unserem Modell, so bleiben nur schmale Spannweiten für die Verwendung in

Quelle	Literatur	Ertrag	Saatgut
Historisch	GREGG 1988, 70	1473,4	
Historisch	HENNING 1969, 26; 30	584	110
Historisch	HENNING 1969, 26; 30	675	140
Historisch	HENNING 1969, 26; 30	748	152
Historisch	HENNING 1969, 26; 30		169
Historisch	HENNING 1969, 26; 30		189
Historisch	JACOMET U. A. 1989, 126	1470	
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 126	1400	250
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 126	2700	350

Tab. 16. Historische und rezente Zahlen (kg/ha) für Ertrag und Saatgut bei Erbsen.

Quelle	Literatur	Ertrag	Saatgut
Historisch	GREGG 1988, 70	1152	80
Historisch	JACOMET U. A. 1989, 126	1150	
Rezent	LANGER / HILL 1991, 260	500	35
Rezent	LANGER / HILL 1991, 260	4000	70
Rezent	LANGER / HILL 1991, 260		90
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 114	800	80
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 114	1800	150

Tab. 17. Historische und rezente Zahlen (kg/ha) für Ertrag und Saatgut bei Linsen.

der weiteren Kalkulation. Für Erbsen läge sie zwischen 1400 und aufgerundet 1500 kg/ha und für Linsen ist nur ein Bereich um 1150 kg/ha abzulesen. Die Alternative, eine Verlängerung des Wertebereiches bis zum Eingangswert, spreizt zwar die Bandbreite, aber auf Kosten der Vergleichbarkeit mit den Getreiden.

Es bleibt zu hoffen, dass weitere Untersuchungen bzw. die Erweiterung der Quellenbasis zu einer verbesserten Bestimmung der Ertragsbandbreiten bei den Hülsenfrüchten führen und die Qualität der Ergebnisse sich den Verhältnissen bei den Getreiden annähert.

Die Höhe der Anteile an Saatgut ist bei Erbsen und Linsen auch nahe beieinander anzutreffen. Bei Erbsen kann eine Spannbreite von 18–20 % aus der Grafik abgelesen werden (*Abb. 17*). Bei den Linsen ist die Obergrenze nicht eindeutig festzulegen (*Abb. 18*). In diesem Fall wurde ebenfalls wie bei den Erträgen verfahren und für die Kalkulation des Nettoertrags 7 % Saatgut angesetzt. Auf eine alternative Berechnung mit einer breiteren Spanne unter Einschluss des Maximalwertes wurde verzichtet. Entsprechend nahe liegen auch die Grenzen der jeweiligen Nettoertragsspannen nebeneinander. Für Erbsen liegt die Spannweite zwischen 1120 und 1230 kg/ha, bei den Linsen sind es 1035 bis aufgerundet 1070 kg/ha.

Werden diese Zahlen mit denen zum Verhältnis von Saatgut zu Ertrag bei Erbsen aus dem England des 13. bis 15. Jahrhunderts (VAN BATH 1963, 328; 329) verglichen, so liegen

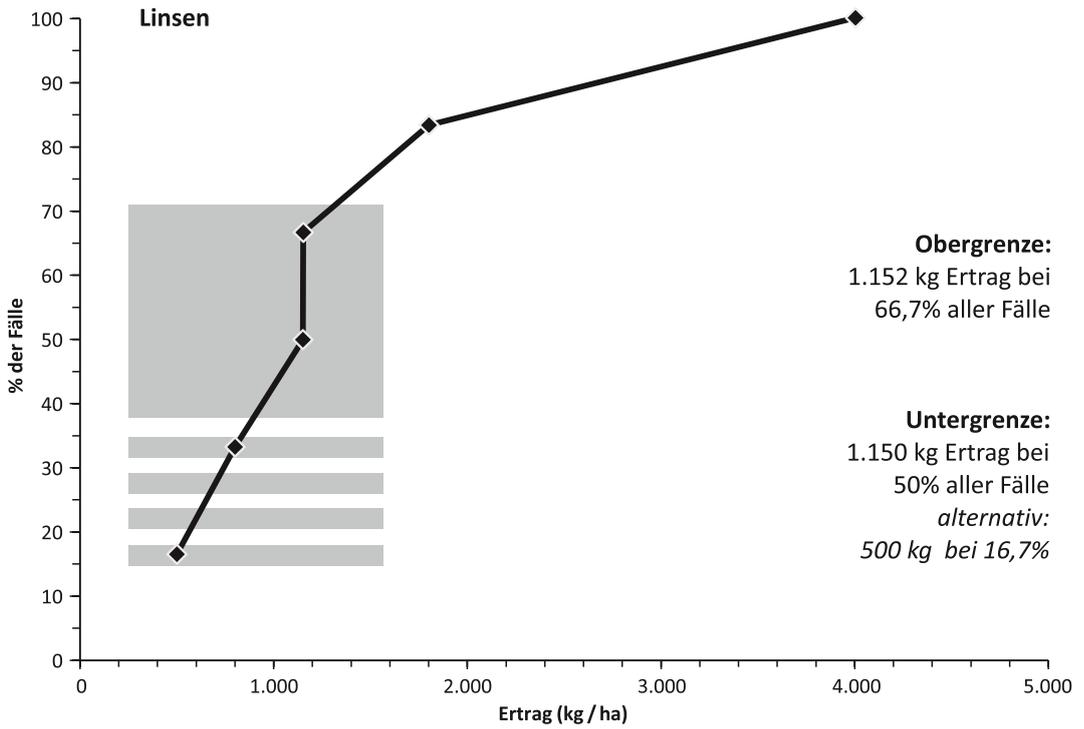


Abb. 16. Kumulierte Ertragszahlen für Linsen aus historischen und rezenten Quellen (n = 6).

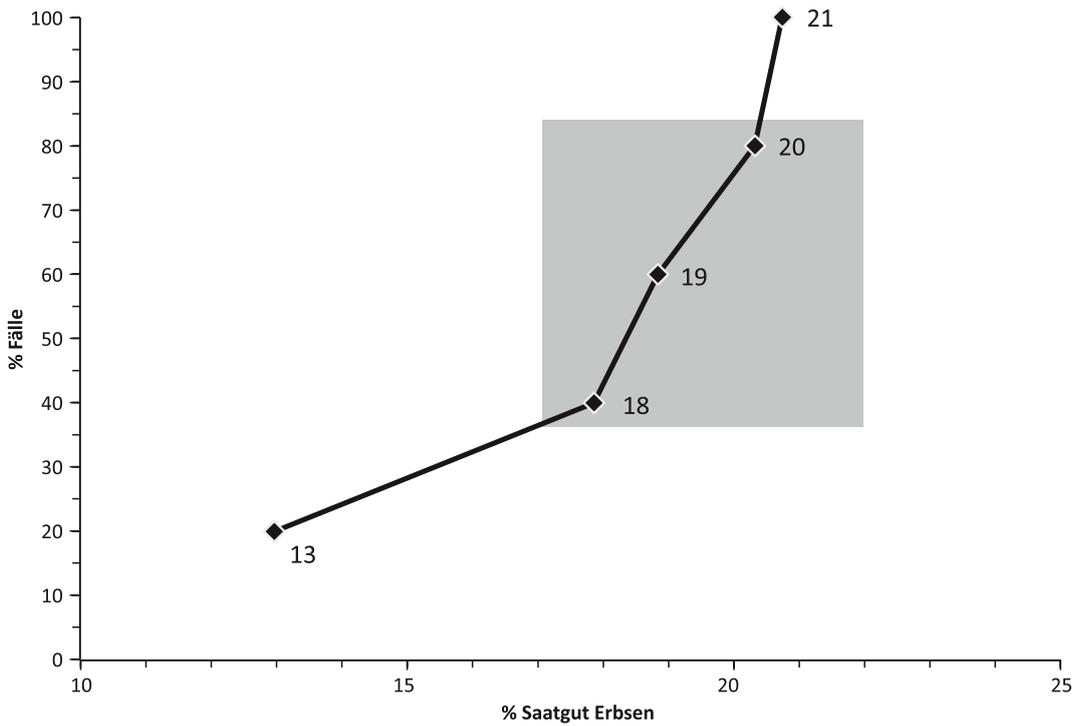


Abb. 17. Anteile von Saatgut bei Erbsen aus historischen und rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag (n = 5).

	Min.	Untergrenze	Median	Obergrenze	Max.
<b>Bruttoerträge (kg/ha)</b>					
Erbsen ( <i>Pisum sativum</i> )	584	1400	1400	1473	2700
Linsen ( <i>Lens culinaris</i> )	500	1150	1151	1800	4000
Ackerbohne ( <i>Vicia faba</i> )	584	1400	1400	1473	2700
Lein ( <i>Linum usitatissimum</i> )	240	600	750	1000	2000
Mohn ( <i>Papaver somniferum</i> )	600	1200	1800	1800	3000
<b>Saatgut in % vom Bruttoertrag</b>					
Erbsen ( <i>Pisum sativum</i> )	13,0	18,0	18,8	20,0	20,7
Linsen ( <i>Lens culinaris</i> )	1,8	7,0	7,0	7,0	10,0
Ackerbohne ( <i>Vicia faba</i> )	13,0	18,0	18,8	20,0	20,7
Lein ( <i>Linum usitatissimum</i> )	5,0	6,0	10,0	10,0	45,8
Mohn ( <i>Papaver somniferum</i> )	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5
<b>Saatgut (kg/ha)</b>					
Erbsen ( <i>Pisum sativum</i> )	121	280	264	265	350
Linsen ( <i>Lens culinaris</i> )	50	81	81	126	70
Ackerbohne ( <i>Vicia faba</i> )	121	280	264	265	350
Lein ( <i>Linum usitatissimum</i> )	110	60	75	60	100
Mohn ( <i>Papaver somniferum</i> )	3	2	3	2	3
<b>Nettoertrag (kg/ha)</b>					
Erbsen ( <i>Pisum sativum</i> )	463	1120	1136	1208	2350
Erbsen, bandkeramisch	154	373	379	403	783
Linsen ( <i>Lens culinaris</i> )	450	1070	1070	1674	3930
Ackerbohne ( <i>Vicia faba</i> )	463	1120	1136	1208	2350
Lein ( <i>Linum usitatissimum</i> )	130	540	675	940	1900
Mohn ( <i>Papaver somniferum</i> )	597	1198	1797	1798	2997

Tab. 18. Zusammenstellung der Ertragsspannen (kg/ha) für Hülsen- und Ölfrüchte. Die Mediane beziehen sich auf jeweils alle Werte, die Grenzwerte dagegen auf die grafisch ermittelte „optimale Spanne“ (Abb. 15, 16, 19, 20). Für Ackerbohnen wurden die gleichen Werte wie bei Erbsen verwandt.

die Durchschnittswerte für Saatgut mit 1,7–4,7-fachem Ertrag (Saatgut = 1) etwas höher. In Prozenten ausgedrückt, entfallen dann auf Saatgut 21,3–58,8 %. Die Mehrheit der Daten (5 von 7) schwankt also zwischen 20 und 31 %. Es bleibt zu diskutieren, ob die aus anderen historischen und experimentellen Quellen stammenden Werte für die Nettoerträge bei Erbsen entsprechend abzusenken sind. An dieser Stelle geschieht das nicht, da die Angaben mit verschiedenen Unsicherheiten belastet (VAN BATH 1963, 172) und regionale Besonderheiten nicht auszuschließen sind, weil sie alle aus Großbritannien stammen.

Ein weiteres Problem betrifft die Rückübertragung der Erbsenerträge in die Zeit der Bandkeramik. Die aus Hienheim bekannten Funde (BAKELS 1978, 167) legen ein deutlich niedrigeres TKG bei den bandkeramischen Erbsen nahe. Einem Vorschlag von W.-D. Becker (mündl. Mttl.) folgend, kann für diesen Zeithorizont das TKG der Futterwicke (*Vicia sativa*) herangezogen werden (Tab. 18; Zeile: Erbsen, bandkeramisch). Mit acht Gramm liegt es um zwei Drittel niedriger als das TKG heutiger Erbsen (25 g). Unter der Annahme, dass bandkeramische und rezente Erbsen die gleiche Anzahl Samen pro Hektar bei gleichem Aussaatverhältnis produzieren, müssen die Ertragswerte für die Bandkeramik

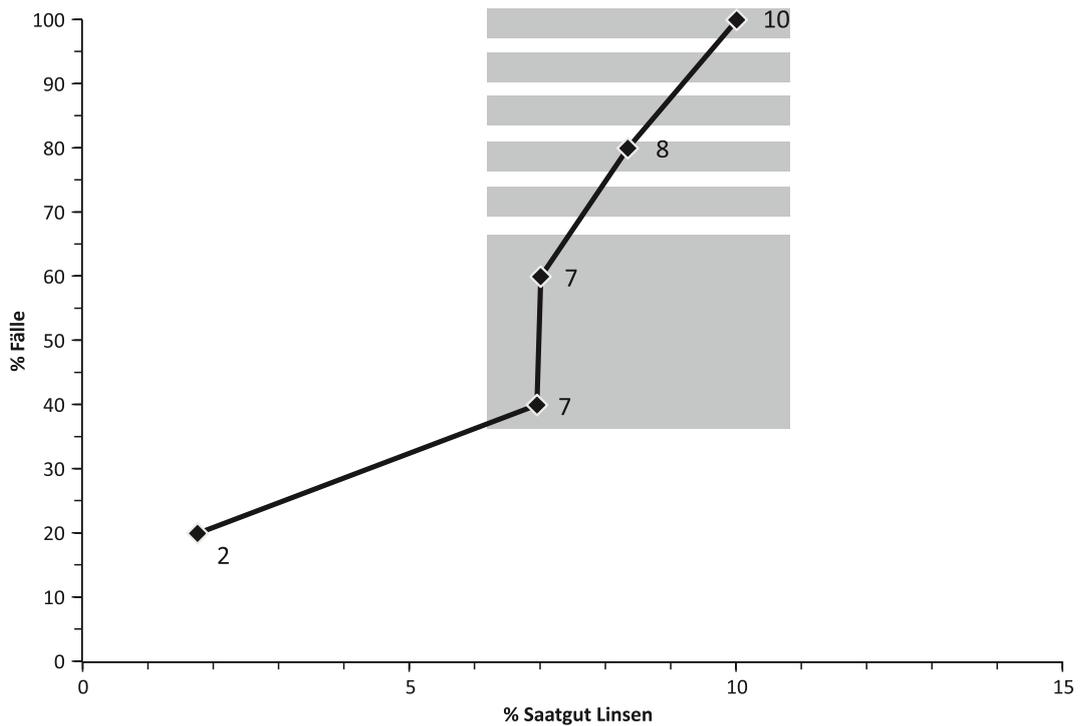


Abb. 18. Anteile von Saatgut bei Linsen aus historischen und rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag (n = 5).

um zwei Drittel niedriger liegen als bei heutigen Sorten. Entsprechende Nettoertragswerte finden sich in *Tabelle 18*. Sie beruhen auf einfacher Division der rezenten bzw. historischen Werte und werden bei der Bilanzierung des Altneolithikums auf der Aldenhovener Platte (S. 87–90) eingesetzt.

Für Ackerbohnen (*Vicia faba*) ist es noch schwieriger, geeignete Ertragswerte für die Bilanzierung zu generieren. Historische Zahlen existieren fast nicht und die verfügbaren rezenten Zahlen liegen sehr hoch. Sie können wahrscheinlich nicht für unsere Berechnungen herangezogen werden. Auch fehlen Hinweise auf eine Entwicklung, sprich ein Anwachsen der TKG-Werte, wie wir es bei den Erbsen beobachten können. Als Kompromiss werden die niedrigeren historisch-rezenten Ertragswerte der Erbse für die Berechnung der Erträge eingesetzt. Damit kann zwar nur eine Annäherung an die tatsächlichen Ertragswerte erreicht werden, aber für das Altneolithikum hat das keine Bedeutung, da Ackerbohnen in der hier vorgenommenen Bilanzierung nur eine marginale Rolle im Kulturpflanzenspektrum spielen (0,002% [Tab. 32]; vgl. KREUZ 2010, 82).

### Ölfrüchte

Wie bei den Hülsenfrüchten stehen auch bei den Ölfrüchten vergleichsweise wenige Zahlen zur Ertragslage aus historischen Quellen oder Experimenten zur Verfügung (Tab. 19; 20). Dazu tritt ein quellenabhängiger, quantitativer Unterschied im Auftreten dieser Pflanzengruppe in den archäobotanischen Archiven (S. 34–36), der an späterer Stelle in der Kalkulation wichtig werden wird (S. 85–87). Unbeschadet der Datenlage ist die Visualisierung der Ertragsspannen für diese Kulturpflanzengruppe möglich (Abb. 19;

Quelle	Literatur	Ertrag	Saatgut
Historisch	HENNING 1969, 28	240	110
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 114	300	30
Rezent	LANGER / HILL 1991, 297	300	
Historisch	HENNING 1969, 28	333	120
Rezent	SCHUSTER 1992, 104	400	
Rezent	SCHUSTER 1992, 104	600	
Rezent	LANGER / HILL 1991, 297	650	
Rezent	SCHUSTER 1992, 104	800	
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 114	900	50
Rezent	SCHUSTER 1992, 104	1000	
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 114	2000	100
Rezent	SCHUSTER 1992, 104	2200	
Rezent	SCHUSTER 1992, 104	2800	

Tab. 19. Historische und rezente Zahlen (kg/ha) für Ertrag und Saatgut bei Lein.

Quelle	Literatur	Ertrag	Saatgut
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 114	600	3
Rezent	LANGER / HILL 1991	1200	1,5
Rezent	SCHUSTER 1992, 124	1200	
Rezent	SCHUSTER 1992, 124	1600	
Rezent	JACOMET U. A. 1989, 114	1800	4
Rezent	LANGER / HILL 1991	1800	2
Rezent	SCHUSTER 1992, 124	1800	
Rezent	SCHUSTER 1992, 124	2200	
Rezent	LANGER / HILL 1991	3000	

Tab. 20. Rezente Zahlen (kg/ha) für Ertrag und Saatgut bei Mohn.

20). Sie liegen bei Lein zwischen 600 und 1200 kg/ha und bei Mohn zwischen 1200 und 1800 kg/ha.

Der prozentuale Anteil des Saatgutes am Bruttoertrag lässt sich dagegen nur annähernd bestimmen. Die Datenlage ist hier noch spärlicher als bei den Bruttoerträgen und entsprechend vorsichtig sind die Ergebnisse zu interpretieren. Beim Lein kann die Obergrenze recht gut bei 10 % Anteil am Gesamtertrag verortet werden (*Abb. 21*). Die Untergrenze ist schwierig zu erkennen, kann aber bei 6 % gezogen werden. Beim Mohn liegen die Werte nahe beieinander und streuen über einen Bereich von einem halben Prozent (*Abb. 22*). Ein Bereich von 0,1–0,2 % kann als vertretbare Spanne für die weiteren Kalkulationen genutzt werden. Auch wenn der höchstmögliche Wert von 0,5 % als Obergrenze eingesetzt werden würde, würde dies kaum etwas an dem ganz besonders günstigen Verhältnis von Saatgut und Ertrag beim Mohn ändern. Die resultierenden Nettoertragsspannen sind bei Mohn entsprechend hoch (1198–1798 kg/ha) und werden vom

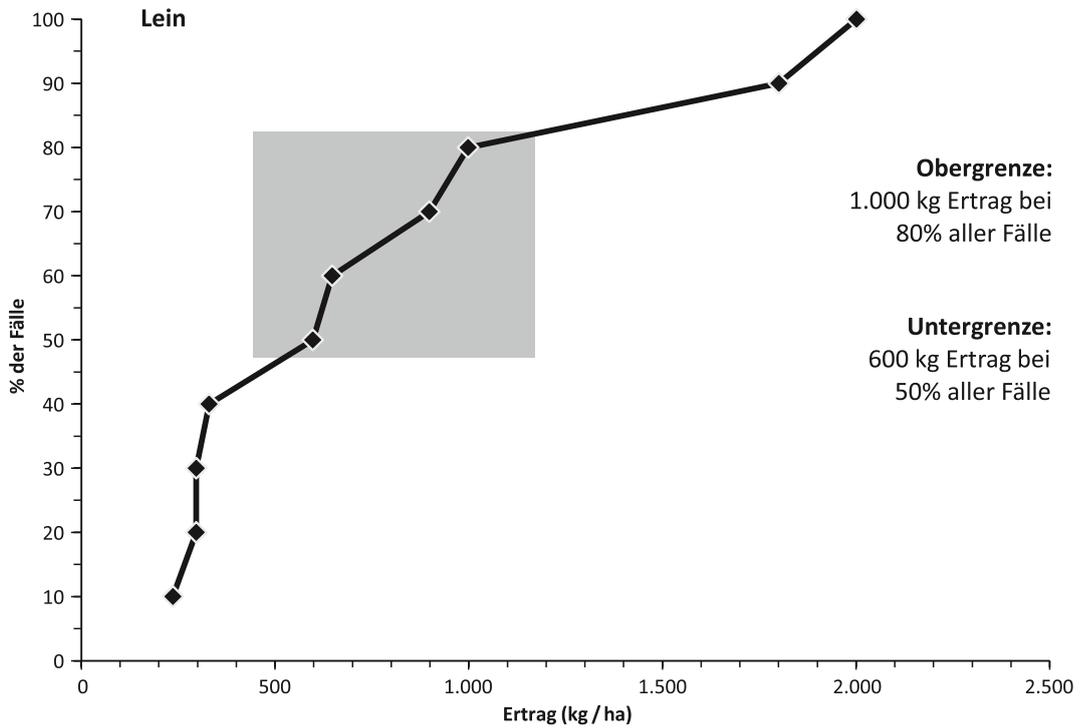


Abb. 19. Kumulierte Ertragszahlen für Lein aus historischen und rezenten Quellen (n = 13).

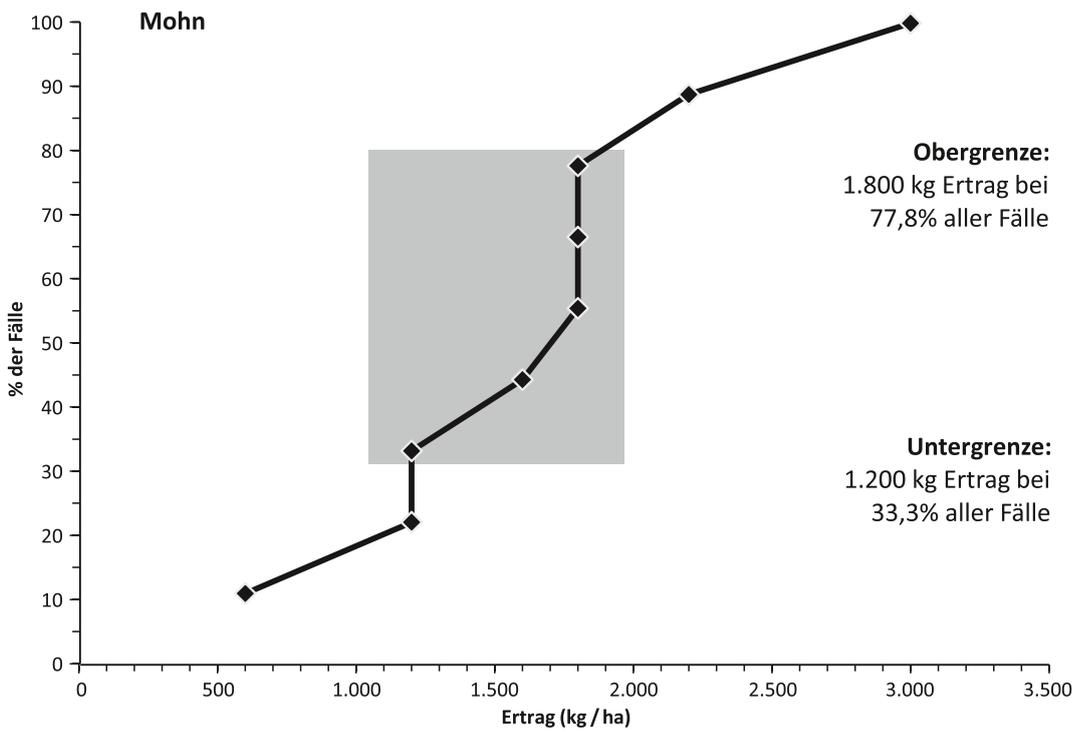


Abb. 20. Kumulierte Ertragszahlen für Mohn aus rezenten Quellen (n = 9).

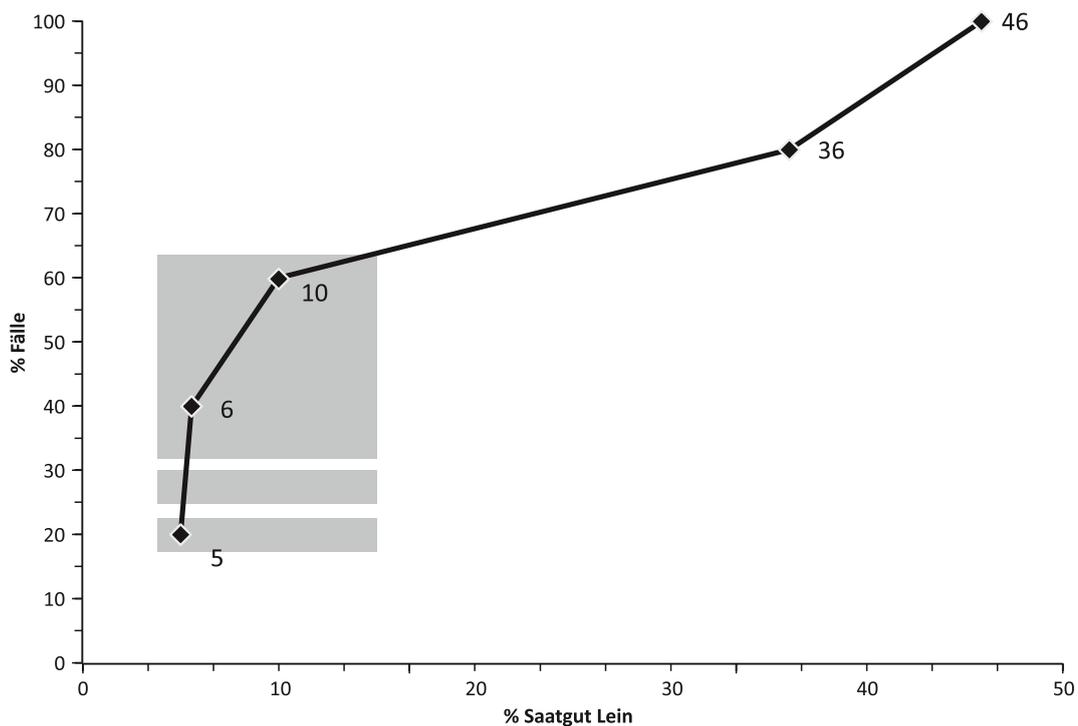


Abb. 21. Anteile von Saattgut bei Lein aus historischen und rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag (n = 5).

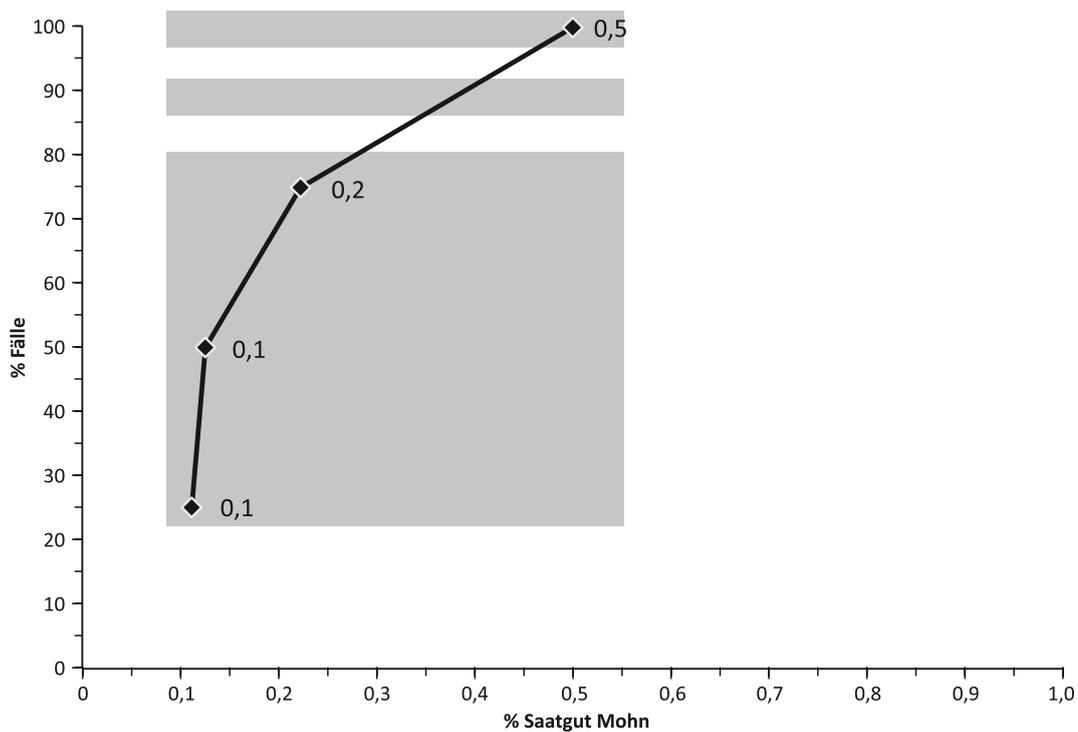


Abb. 22. Anteile von Saattgut bei Mohn aus rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag (n = 4).

Saatgut kaum geschmälert (*Tab. 18*). Beim Lein beträgt die Spanne der Nettoerträge 540–940 kg/ha.

## Tiere (JH)

### Quantifizierung

Die Anteile, welche die verschiedenen Tierarten zur menschlichen Ernährung beitragen, werden mit Hilfe archäozoologisch bestimmter Tierknochen berechnet. Dabei muss von der Annahme ausgegangen werden, dass die gefundenen Tierknochen einen repräsentativen Anteil der vom Menschen verspeisten Tiere darstellen. Demnach waren die Tiere, deren Knochen gefunden wurden, auch Teil des Nahrungsspektrums – die Knochen stellen Nahrungsabfälle dar. Es wird von einer maximalen Ausnutzung ausgegangen; alle genießbaren Teile wurden auch verzehrt. Beim Modell kann keine Rücksicht darauf genommen werden, welche spezifischen Knochenpartien gefunden wurden, um daraus direkt den Fleisch-/Fettertrag zu berechnen. Ebenso wenig können z. B. „kultisch“ bedingte Tabus berücksichtigt werden. Solche Bedingungen, die schon archäologisch schwer zu erkennen sind, kann ein generalisierendes Modell, das auf archäologischen Quellen aufbaut, im ersten Entwicklungsschritt nicht berücksichtigen.

Für die archäozoologische Datenaufnahme stehen unterschiedliche Erfassungsmethoden zur Wahl. Diese korrelieren jedoch teilweise oder bauen aufeinander auf. Hier werden die wesentlichen Größeneinheiten kurz mit ihren für das Landwirtschaftsmodell relevanten Merkmalen vorgestellt. Für eine neue und umfassendere Darstellung der verschiedenen Herangehensweisen bei der Quantifizierung von archäozoologischen Daten und deren quellenkritische Aspekte siehe beispielsweise LYMAN (2008).

An erster Stelle steht die Möglichkeit der Angabe der Knochenzahl (KnZ), wobei die Anzahl der vorhandenen Knochenfragmente einer Art angegeben wird. Weitere Optionen bestehen in der Berechnung von Mindestindividuenzahlen (MIZ) und/oder der Messung der Knochengewichte (KnG). Weitere Methoden, wie beispielsweise Knochenmenge in Bezug auf Volumen der Kulturschicht, können aufgrund der Datenlage für die zu bearbeitenden Inventare hier leider nicht weiter berücksichtigt werden.

Die meisten Angaben aus der Literatur basieren auf der Knochenzahl; neben verschiedenen Problemen, die die Aufnahme der Daten an sich betreffen, müssen hier zwei Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Zum einen variieren Tierarten bezüglich ihrer Anzahl von Knochen, zum anderen kann es durch die Verwendung von KnZ zu einer Überrepräsentation von Arten im Verhältnis zu Individuenzahlen kommen. Dies trifft vor allem bei kleineren Inventaren zu (LYMAN 2008, 36–39). Jedoch empfiehlt sich die KnZ im Vergleich zu den unterschiedlichen Aufnahmesystemen aus anderen Gründen als Ausgangsbasis für weitere Berechnungen. So enthält die Anzahl der Knochen die gleiche Information zu taxonomischen Vorkommen wie die MIZ, bedarf jedoch weniger analytischer Schritte. Dadurch ist sie weniger fehleranfällig und es muss von weniger Annahmen zu Taphonomie, Fundbergung usw. ausgegangen werden (LYMAN 2008, 56). Das Knochengewicht dagegen korreliert wohl hochgradig mit der KnZ, zumindest in der Klasse der Mammalia (LYMAN 2008, 103–105).

Auch da das hier vorgestellte Modell auf Daten aus der Literatur und deren Vergleichbarkeit angewiesen ist, wird auf die KnZ zurückgegriffen. Anhand von ausgesuchten Fundplätzen mit guter Qualität sollen gleichwohl im Rahmen einer Fehleranalyse die Auswirkungen der Zählmethoden untersucht und ihr Einfluss auf die Resultate festgestellt werden. Weitere Vorgehensweisen, bei denen direkt von den gefundenen Knochen auf die

Menge von verzehrtem Fleisch geschlossen wird (wie die Wiegemethode oder die Allometrie), finden hier keine Anwendung. Jedoch können Erkenntnisse aus der Anwendung dieser Methoden in späteren Berechnungsschritten Verwendung finden.

Bei der weiterführenden Analyse von Tierknochen aus archäozoologischen Kontexten steht das Problem der Umrechnung von Thanatozoenose zu Biozoenose im Vordergrund. Grundsätzlich stellt sich dabei die Frage nach den Überlieferungsbedingungen. Zum einen wird davon ausgegangen, dass nur zwischen 1 und 10 % der ursprünglich vorhandenen Knochen gefunden werden (beispielsweise LÜNING 2000, 101). Da jedoch in dem hier vorgestellten Modell nicht direkt von den vorhandenen Knochen auf den tierischen Anteil der menschlichen Ernährung geschlossen wird, spielt dieser Aspekt nur eine sekundäre Rolle.

Wichtiger hingegen sind jedoch Probleme der Selektierung beispielsweise durch taphonomische Prozesse und die damit einhergehende Über- oder Unterbetonung einzelner Tiergattungen oder Altersklassen, was besonders in späteren Berechnungsschritten Auswirkungen hat. So untersuchte MUNSON (2000) archäozoologisch bestimmte Knocheninventare von Schafen und Ziegen. Im Vergleich zu modernen ethnographisch oder historisch dokumentierten Herden und deren Sterblichkeitsraten stellte er bei den archäologischen Inventaren regelmäßig einen Mangel an Jungtieren fest (2–12 Monate<sup>1</sup>), was er mit der Präsenz von Hunden und / oder Schweinen korreliert (MUNSON 2000, 339). Auswirkungen von hungrigen Hunden auf die Schafsknochen verschiedener Altersklassen wurden von BINFORD / BERTRAM (1977) in einem modernen Navajo-Camp untersucht. Dabei dokumentierten die Autoren, welche Überlieferungsrate die Knochen der jeweiligen Altersklasse aufwiesen, während die örtlichen Hunde ungehinderten Zugang zu den Kadavern hatten. Mithilfe dieser Daten führt Munson den Altersklassen angepasste Korrekturfaktoren ein und wendet diese auf die archäozoologischen Daten an. Nach seinen Berechnungen finden die verschiedenen Mortalitätsprofile Entsprechungen in den belegten Datensammlungen.

Es erscheint plausibel, dass die Auswirkungen von Aasfressern auf archäozoologische Knocheninventare bezüglich kleinerer bis mittelgroßer Tiere ausgeprägter sind als auf größere Arten, wie beispielsweise das Rind. Folglich kann es zu einer Benachteiligung in der Repräsentanz der entsprechenden Gattungen kommen. Die Frage stellt sich nach der Relevanz dieser Fakten für das hier vorgestellte Landwirtschaftsmodell. Auf die Einführung eines Korrekturfaktors wird anfangs verzichtet, da eine möglichst große Nähe zu den Primärdaten angestrebt wird, ohne diese bereits vor der Auswertung zu verändern. Außerdem sind die Auswirkungen von Carnivoren auf die jeweiligen Knocheninventare quantitativ schwer zu bestimmen, da diese stark variieren können (MUNSON / GARNIEWICZ 2003). Dabei spielt der Fundzusammenhang eine Rolle, und ob die Knochen zum Zeitpunkt ihrer Ablage für Aasfresser überhaupt zugänglich waren. Um diesen Faktor zu minimieren, werden hier jedoch Datensammlungen aus verschiedensten Fundkontexten verwendet. Bei der Betrachtung einzelner Inventare werden die Daten quellenkritisch betrachtet (s. die jeweiligen Anwendungsbeispiele). Die Unterrepräsentanz von Jungtieren in Knocheninventaren wird mit der Simulierung von möglichen

<sup>1</sup> Neonatale Todesfälle wurden in den Mortalitätsprofilen nicht berücksichtigt. Einerseits kann davon ausgegangen werden, dass sie aufgrund ihrer hohen Fragilität im archäologischen Kontext schwer zu identifizieren und somit systematisch

unterrepräsentiert sind. Andererseits wird diese Altersgruppe in vielen der modern, ethnographisch und historisch dokumentierten Herden nicht aufgeführt.

Herdenzusammensetzungen umgangen. In einer nachfolgenden Fehler-/Sensitivitätsanalyse sollen die Auswirkungen von unter- bzw. überrepräsentierten Tierarten oder Altersklassen jedoch untersucht werden.

### Simulation zur Herdenzusammensetzung

Bei Tieren wie Rindern und Schafen/Ziegen muss die Größe der Gruppe abgeschätzt werden, aus denen die Schlacht- und Milchtiere stammen, die zur menschlichen Ernährung beitragen, da nur ein bestimmter Anteil der Tiere entnommen werden kann, ohne die Stabilität einer sich selbst erhaltenden Herde zu gefährden. Aus archäozoologisch bestimmten Knocheninventaren lassen sich, mit gewissen Beschränkungen (S. 58–60), geschlechts- und altersspezifische Verhältnisse der Thanatocoenose ablesen. Meist können die einzelnen Knochen jedoch nur entweder geschlechts- oder aber altersspezifisch unterschieden werden, daher unterliegt die Interpretation dieser Anteile gewissen Variationsbreiten, die eine unmittelbare Auswirkung auf die zu rekonstruierende Herdengröße haben. Beispielsweise lässt sich an einem Verhältnis der Knochen von männlichen zu weiblichen maturen Tieren von 1 : 1 nicht der reale Anteil innerhalb der Gruppe ablesen. Möglich wäre ein Szenario in dem alle Tiere ihr natürliches Sterbealter erreichten und somit das Geschlechterverhältnis auch unter den lebenden, maturen Tieren 1 : 1 betrug. Es wäre allerdings auch denkbar, dass 90 % der Stiere kurz nach Erreichen der Geschlechtsreife geschlachtet wurden, die weiblichen Tiere jedoch bis zu ihrem natürlichen Tod in der Herde verblieben. Dadurch wären bei gleichzeitiger Verkleinerung der Herde die Milch- und Fleischentnahme gesteigert.

Die Herdenzusammensetzung einer autarken und stabilen, sich selbst erhaltenden Tierherde kann bezüglich der Geschlechts- und Altersklassen vom Menschen manipuliert werden, unterliegt jedoch einigen begrenzenden Faktoren. Diese umfassen als wichtigste Punkte die natürliche Sterblichkeit der unterschiedlichen Alters- und Geschlechtskohorten und die Fruchtbarkeit der weiblichen Tiere. Je geringer der Reproduktionsfaktor und je höher die Sterblichkeit gerade bei den Jungtieren ist, desto größer muss eine Herde sein, um eine gewisse Fleisch- und Milchmenge zu produzieren. Der Anteil der weiblichen Tiere spielt dabei die entscheidende Rolle, da diese den Anteil gleichzeitig lebender Kälbern bestimmen. Demnach darf bei einer gegebenen Reproduktionsrate ein gewisser Anteil von geschlechtsreifen Weibchen nicht unterschritten werden, da sonst nicht genügend Jungtiere geboren werden, um die Stammherde zu ersetzen. Dadurch ergibt sich eine enge Wechselbeziehung, welche z. B. die Verteilung von geschlechtsreifen Kühen zu jüngeren Rindern begrenzt. Der Anteil der männlichen Tiere ist hinsichtlich der Erhaltung der Herde sekundär (BOGUCKI 1988, 85–90; EBERSBACH 2002, 180). So reicht ein Stier aus, um 30–50 Kühe zu befruchten – so praktiziert bei den Nuer, die alle anderen männlichen Kälber kastrieren (CRANSTONE 1969, 255). Auch auf Ganzjahresweiden wird oft nur ein erwachsener Bulle in der Herde gehalten, um Revierstreitigkeiten und die damit einhergehenden, schweren Kämpfe zu unterbinden (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 87). Solange also genügend Jungtiere vorhanden sind, um die erwachsenen Tiere zu ersetzen, weist ein hoher Anteil männlicher Tiere auf besondere Überlegungen beim Herdenmanagement hin und ist variabel (ausführlicher HILPERT 2017).

Diese Angaben stellen den Rahmen dar, innerhalb dessen das Herdenmanagement stattgefunden hat. Explizit wurden andere ökonomische Faktoren außer Acht gelassen, wie zum Beispiel die Unterhaltskosten der Rinder oder Daten zu körperlichen Wachstumskurven, die nicht linear sondern sigmoid verlaufen und ihren Höhepunkt vor dem Eintritt in die Geschlechtsreife erreichen. Diese sind bei der Auswertung der

	0–1	1–4	4–7	7–9	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14
Mortalität	20 %	7 %	5 %	10 %	20 %	33 %	49 %	90 %	100 %

Tab. 21. Die verwendeten natürlichen Sterblichkeitsraten bei Rindern aus der Herdensimulation von DAHL und HJORT (1976, 37–40; 44–48), bestimmt anhand empirischer Daten.

Anwendungsbeispiele von Bedeutung, spielen aber an dieser Stelle keine Rolle. Um die Probleme der fehlenden Verknüpfung von alters- und geschlechtsbestimmten Knochen zu umgehen und der Variationsbreite hinsichtlich der Herdenzusammensetzungen gerecht zu werden, wird hier auf eine Herdensimulation nach dem Vorbild von G. DAHL und A. HJORT (1976) zurückgegriffen (erläuternd HILPERT 2017). Sie untersuchten Tierherden (Rinder, Kamele, Schaf/Ziege) von afrikanischen Pastoralnomaden hinsichtlich ihrer Vulnerabilität und simulierten zu diesem Zwecke verschiedene Herdenkonstellationen. Dabei sammelten sie zahlreiche Daten zur natürlichen Sterblichkeits- und Reproduktionsrate (Tab. 21).

Hier wird in einer einfachen Tabellenkalkulation die Zusammensetzung einer fiktiven Herde über mehrere Jahre hinweg unter Angabe des Alters des ersten Abkalbens, des Reproduktionsfaktors – also der durchschnittlichen Anzahl von Kälbern/mature Kuh/Jahr – und der Sterberate pro Alters- und Geschlechtskohorte berechnet (Abb. 23–26). Abzulesen sind dabei zusätzlich die Wachstumsrate und die prozentuale Zusammensetzung der Sterbegemeinschaft. Durch die Erhöhung der Mortalität kann berechnet werden, bis zu welchem Grad die Entnahmerate durch den Menschen gesteigert werden kann, ohne die Stabilität der Herde zu gefährden. Dabei können verschiedene Szenarien durchgespielt werden. Anhand der Anteile, der für die Fleischverwertung entnommenen Tiere und der maturen Kühe kann letztendlich auch das Verhältnis von Fleisch- zu Milchkalorien bestimmt werden.

Für die Gruppe Schaf/Ziege wurde auf separate Herdensimulationen verzichtet, da diese Tiere archäozoologisch schwer auseinanderzuhalten sind. In der Literatur werden deshalb die Knochen der beiden Tierarten meist zusammen angegeben. So wird hier stattdessen die von DAHL und HJORT (1976, 207) berechnete mittlere Herdenzusammensetzung für eine statische Schaf- bzw. Ziegenherde übernommen. Daraus ergibt sich ein Muttertieranteil von 37 %. Die Entnahmerate für Fleischtiere wurde mit 32 % angegeben, wobei jedoch die natürliche Sterberate der unter sechs Monate alten Tiere nicht berücksichtigt wurde.

Ein weiterer Gesichtspunkt bei der Bestimmung der Kalorienproduktion von Viehherden ist, welcher Anteil des potentiellen Energieertrages durch Fleisch tatsächlich konsumiert wird. S. GREGG (1988, 101) legt, den Angaben von R. W. REDDING (1981) folgend, in ihren Berechnungen eine Verwertung von 60 % zu Grunde, d. h. nur 60 % der an einem Tier verfügbaren Kalorien werden zur Ernährung der Menschen genutzt. KRUMMEL u. A. (1986, 121) gehen bei ihren Simulationen mit afrikanischen Rinderherden davon aus, dass 75 % der natürlich verstorbenen Tiere konsumiert werden. Andere Quellen nennen keine konkreten Zahlen, bezeichnen aber die Verluste als gering (DAHL / HJORT 1976, 168; EBERSBACH 2002, 152). Eine frühzeitige Schlachtung von Tieren aus der Herde würde den konsumierbaren Anteil deutlich erhöhen, da sie nicht mehr zu einem späteren Zeitpunkt krank werden könnten oder Raubtieren und Aasfressern zum Opfer fallen könnten. Im Sinne des hier präsentierten Modells, mit einer möglichst großen Nähe zu den Primärdaten, wird auf einen Korrekturfaktor verzichtet und von einer vollständigen

	Entnahme 13,2%		Wachstum 2,39%		Reproduktionsfaktor 0,7								
	► Geschlechtsreife ► erstes Abkalben												
Mortalität	0,20	0,20	...	0,07	0,07	0,05	0,05	...	0,90	0,90	1,00	1,00	
Alter	0 bis 1		...	3 bis 4		4 bis 5		...	11 bis 12		12 bis 13		Herde
	♀	♂		♀	♂	♀	♂		♀	♂	♀	♂	
Jahr	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
48	53	53	...	40	40	37	37	...	1	1	0	0	760
49	54	54	...	41	41	38	38	...	1	1	0	0	778
<b>50</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	...	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	...	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>797</b>
% Lebende	7%	7%	...	6%	6%	5%	5%	...	0%	0%	0%	0%	100%
Anzahl Tote	13,9	13,9	...	3,1	3,1	2,0	2,0	...	5,8	5,8	0,6	0,6	120,9
% Tote	12%	12%	...	3%	3%	2%	2%	...	5%	5%	1%	1%	100%

Abb. 23. Aufbau der Tabellenkalkulation zur Herdensimulation. Eingabefelder sind in grün unterlegt. Schwarz umrandet wurde beispielhaft das 50. Jahr nach Gründung einer Herde mit 100 männlichen und 100 weiblichen reproduktionsfähigen Tieren. Abzulesen ist die jeweilige Anzahl der Tiere pro Geschlechtskohorte. In den untersten Reihen sind die prozentualen Verteilungen des entsprechenden Jahres innerhalb der lebenden Herde und unter den toten Tieren abzulesen.

	Entnahme 13,2%		Wachstum 2,39%		Reproduktionsfaktor 0,7								
	► Geschlechtsreife ► erstes Abkalben												
Mortalität	0,20	0,20	...	0,07	0,07	0,05	0,05	...	0,90	0,90	1,00	1,00	
Alter	0 bis 1		...	3 bis 4		4 bis 5		...	11 bis 12		12 bis 13		Herde
	♀	♂		♀	♂	♀	♂		♀	♂	♀	♂	
Jahr	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
48	53	53	...	40	40	37	37	...	1	1	0	0	760
49	54	54	...	41	41	38	38	...	1	1	0	0	778
50	56	56	...	42	42	39	39	...	1	1	0	0	797
% Lebende	7%	7%	...	6%	6%	5%	5%	...	0%	0%	0%	0%	100%
Anzahl Tote	13,9	13,9	...	3,1	3,1	2,0	2,0	...	5,8	5,8	0,6	0,6	120,9
% Tote	12%	12%	...	3%	3%	2%	2%	...	5%	5%	1%	1%	100%

Abb. 24. Berechnung der im Jahr 50 geborenen weiblichen Kälber. Anzahl der 0–1-Jährigen<sub>♀50</sub> = Summe geschlechtsreifer Kühe<sub>49</sub> x Reproduktionsfaktor / 2 \* (1-Mortalität<sub>0-1♀</sub>).

	Entnahme 13,2%		Wachstum 2,39%				Reproduktionsfaktor 0,7						
	Geschlechtsreife → erstes Abkalben												
Mortalität	0,20	0,20	...	0,07	0,07	0,05	0,05	...	0,90	0,90	1,00	1,00	
Alter	0 bis 1		...	3 bis 4		4 bis 5		...	11 bis 12		12 bis 13		Herde
	♀	♂		♀	♂	♀	♂		♀	♂	♀	♂	(2)
Jahr	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
48	53	53	...	40	40	37	37	...	1	1	0	0	760
49	54	54	...	41	41	38	38	...	1	1	0	0	778
50	56	56	...	42	42	39	39	...	1	1	0	0	797
% Lebende	7%	7%	...	6%	6%	5%	5%	...	0%	0%	0%	0%	100%
Anzahl Tote	13,9	13,9	...	3,1	3,1	2,0	2,0	...	5,8	5,8	0,6	0,6	120,9
% Tote	12%	12%	...	3%	3%	2%	2%	...	5%	5%	1%	1%	100%

Abb. 25. 1. Beispielhafte Berechnung der Anzahl der Tiere einer Geschlechtskohorte im 50. Jahr: Anzahl der 4–5-Jährigen<sub>QJ50</sub> = Anzahl der 3–4 jährigen<sub>QJ49</sub> x (1-Mortalität<sub>3-4Q</sub>); 2. Berechnung der jährlichen Wachstumsrate der Herde: Wachstumsrate = (Summe Tiere<sub>J50</sub> – Summe Tiere<sub>J49</sub>) / Summe Tiere<sub>J49</sub> \* 100.

	Entnahme 13,2%		Wachstum 2,39%				Reproduktionsfaktor 0,7						
	Geschlechtsreife → erstes Abkalben												
Mortalität	0,20	0,20	...	0,07	0,07	0,05	0,05	...	0,90	0,90	1,00	1,00	
Alter	0 bis 1		...	3 bis 4		4 bis 5		...	11 bis 12		12 bis 13		Herde
	♀	♂		♀	♂	♀	♂		♀	♂	♀	♂	(2)
Jahr	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
48	53	53	...	40	40	37	37	...	1	1	0	0	760
49	54	54	...	41	41	38	38	...	1	1	0	0	778
50	56	56	...	42	42	39	39	...	1	1	0	0	797
% Lebende	7%	7%	...	6%	6%	5%	5%	...	0%	0%	0%	0%	100%
Anzahl Tote	13,9	13,9	...	3,1	3,1	2,0	2,0	...	5,8	5,8	0,6	0,6	120,9
% Tote	12%	12%	...	3%	3%	2%	2%	...	5%	5%	1%	1%	100%

Abb. 26. 1. Beispielhafte Berechnung der toten Tiere des 50. Jahres, die der prozentualen Verteilung innerhalb der Thanatozoenose über mehrerer Jahre entspricht: Anzahl der toten 4–5-Jährigen<sub>QJ50</sub> = Anzahl der 3–4-Jährigen<sub>QJ49</sub> – Anzahl der 4–5-Jährigen<sub>QJ50</sub>; 2. Berechnung der jährlichen Entnahmerate: Entnahmerate = Summe tote Tiere<sub>J50</sub> / (Summe tote Tiere<sub>J50</sub> + Summe Tiere<sub>J50</sub>) \* 100.

Nutzung des potenziellen Energieertrages ausgegangen (zu den möglichen Auswirkungen vgl. HILPERT 2017).

### Gewichtung der Arten

Bei einer auf Knochenzahlen basierenden Quantifizierung müssen die unterschiedlichen Größen der genutzten Arten berücksichtigt werden, da es sonst zu einem Ungleichgewicht bei der Bewertung kommt. Es liegt auf der Hand, dass drei Ziegen weniger Fleisch liefern als die entsprechende Anzahl Rinder. Somit müssen die angegebenen Knochenzahlen mit einem Faktor gewichtet werden, der sich aus dem Lebendgewicht, der Ausschlagungsrate und dem durchschnittlichen Kaloriengehalt der von der jeweiligen Art gelieferten Nahrungsmittel ergibt. Als Referenz sollen dabei die Werte eines maturen Rindes gelten.

Die Berechnung von potenziellen Fleischmengen ist in der Vergangenheit auf Kritik gestoßen, meist bezogen auf die „weight method“. Zum einen ist die Relation zwischen dem Knochengewicht und nicht für den menschlichen Verzehr geeigneten Teilen sowie des verzehrbaren Teiles von Art zu Art, aber auch von Tier zu Tier unterschiedlich (z. B. CASTEEL 1978). Zudem schwankt das Gewicht (und somit das oben genannte Verhältnis) eines einzelnen Tieres im Laufe eines Jahres; so können beispielsweise die Tiere im Laufe des Winters oder während Dürreperioden einen großen Teil ihres Gewichtes verlieren.

Solche Schwankungen sind zum jetzigen Zeitpunkt im hier vorgelegten Modell nicht zu berücksichtigen. Es wird einerseits von einem Durchschnittsgewicht innerhalb einer Art ausgegangen, andererseits von einer maximalen Ausnutzung, was den Schlachtmoment betrifft; von diesem wird angenommen, dass er zu einem Zeitpunkt stattfindet, in dem alle Tiere optimal versorgt sind und ihr maximales Schlachtgewicht erreicht haben.

### Lebendgewicht

Die Verhältnisse der Gewichte der verschiedenen Tiergattungen orientieren sich an der heute gebräuchlichen „Großvieheinheit“ (GVE). Diese Größe stammt aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Tierhaltung. Dabei werden Tiergewichte (Einzeltier oder Gruppe) in Großvieheinheiten von einem bestimmten Gewicht umgerechnet<sup>2</sup>. Hier wird der allgemein gebräuchliche Umrechnungsschlüssel des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. genutzt (KTBL), bei Bedarf wird auf den detaillierten GV-Schlüssel der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) zurückgegriffen. Eine GVE bezieht sich dort auf 500 kg Lebendmasse. Anhand dieser GVE-Angaben lässt sich also das Gewichtsverhältnis der einzelnen Gattungen und Altersklassen zueinander ableiten. Es mussten jedoch teilweise andere Altersgruppen gebildet werden, da rezente Kühe im Vergleich zu (prä-)historischen Rindern frühreif sind (Erläuterungen vgl. HILPERT 2017). Für die hier betrachteten vorindustriellen Rinder wird eine Geschlechtsreife im 5. Lebensjahr angenommen. Zudem werden bei den Jungrindern männliche und weibliche Tiere gemeinsam betrachtet, wobei die weiblichen adulten Tiere die Referenzgruppe bilden. Die Berechnungen für Ziegen ist analog zu denen der Schafe, wobei hier zunächst wie bei allen anderen Gattungen – abgesehen vom Rind – nur ausgewachsene Tiere in die Berechnungen einbezogen wurden (s. o.). Die Faktoren sind in *Tabelle 22*

<sup>2</sup> Im Gegensatz beispielsweise zu Vieheinheiten (VE), die sich auf die benötigte Futtermenge eines

Tieres beziehen, oder Dungeinheiten (DE), die dem Anfall tierischer Exkremeente entsprechen.

Spezies	GVE	Quelle	Umrechnung	(Beispiel-) Gewichte
<b>Rinder</b>				
Färsen, Milch- oder Mutterkuh	1,2	KTBL	1,00	500
Stier/Bulle	1,5	LfL 2006	1,25	625
Jungrind 2 bis 4 Jahre	0,6	KTBL	0,50	250
Kälber und Jungvieh bis 2 Jahre	0,3	KTBL	0,25	125
<hr/>				
Schaf/Ziege	0,1	KTBL	0,08	40
Schwein	0,4	KTBL	0,33	165
<hr/>				
Reh		WW		20
Rotwild		WW		110
Wildschwein		WW		80
Ur		WW		700

Tab. 22. Umrechnungsschlüssel für GVE mit angepassten Altersangaben bezogen auf das mature, weibliche Rind als Referenzwert. KTBL: GV-Schlüssel KTBL; WW: Wilde Weiden (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008).

zusammengestellt. Als Annäherungswert erscheint es plausibel von rezenten Gewichtsverhältnissen auszugehen. Zwar haben sich die Tiere durch die Hochleistungszucht auch bezüglich ihrer Masse verändert, jedoch sollen laut D. SAALFELD (1967, 149) die Relationen zwischen den Gattungen heute und Anfang des 19. Jahrhunderts annähernd die gleichen gewesen sein. Die Gewichte der Wildtiere hingegen orientieren sich an rezenten Angaben.

Da die Leistungszucht erst zu einem späteren Zeitpunkt flächendeckend zu greifen begann, erscheint es zulässig, zumindest diese Daten bzw. Faktoren für prähistorische Zeiten zu übernehmen (z. B. HAHN U. A. 1973, 19; RENFREW / BAHN 2000; EBERSBACH 2002, 289; EBERSBACH / SCHADE 2005). Das jeweilige Referenzgewicht eines Rindes muss entsprechend der Zeitscheibe angepasst werden (S. 106–107; 133–134).

### Ausschlachtungsrate

Bei der Umrechnung des Lebendgewichtes (LG) auf die gelieferte Fleischmenge muss die Ausschlachtungsrate berücksichtigt werden, also wieviel Prozent des Tieres für die menschliche Ernährung zu verwerten sind (Tab. 23). Heutige Angaben beziehen sich meist auf das „Schlachtgewicht“ (SG) eines Tieres, nachdem es ausgeblutet ist und bestimmte Teile entfernt wurden, jedoch immer noch Knochen und Sehnen des Rumpfes beinhaltet. Es wird von Art zu Art unterschiedlich berechnet. Das Schlachtgewicht eines Rindes ergibt sich in der Regel aus dem Lebendgewicht abzüglich des Blutes, der Brust- und Baucheingeweide, des Kopfes und der Beine im Verbund mit der Haut. Schweine erreichen ein wesentlich höheres Schlachtgewicht als Rinder, jedoch werden beim letzteren Kopf und Haut nicht entfernt. Die Schweinehaut oder Schwarte ist jedoch auch teilweise verzehrbar, weshalb diese oft zu „Fett und Muskeln“ gezählt wird. Diese unterschiedliche Handhabung der Tierkörper macht es schwierig, die Anteile der spezifischen Körperteile zu berechnen, da meist nur Angaben in Bezug auf das Schlachtgewicht existieren. Bis auf Haut und Knochen sind jedoch alle Körperteile eines Säugetieres prinzipiell zum Verzehr geeignet, wobei jedoch noch der unverdaute Inhalt des Verdauungsapparates vom LG abgezogen werden muss. Dieser beträgt beispielsweise bei Rindern etwa 14 %, bei Schafen/Ziegen ca. 7 % des Gesamtgewichtes (Anh. 10–17). Bei Schweinen, die im Gegensatz

Spezies		Muskel/Fett	Innereien	Blut	Knochenmark	Verwertbar
Rind	0–2 Jahre	37 %	5 %	5 %	4 %	51 %
Rind	2–4 Jahre	41 %	5 %	5 %	4 %	55 %
Rind	> 4 Jahre	45 %	11 %	4 %	4 %	64 %
Schaf/Ziege		42 %	15 %	5 %	4 %	66 %
Schwein		64 %	9 %	5 %	4 %	82 %
Damwild		40 %	9 %	5 %	4 %	58 %
Rotwild		43 %	15 %	5 %	4 %	67 %
Reh		57 %	14 %	5 %	4 %	80 %
Ur		45 %	11 %	4 %	4 %	64 %
Wildschwein		64 %	9 %	5 %	4 %	82 %

Tab. 23. Zusammenfassung der genießbaren Anteile der hier behandelten Tiere in Bezug zum Lebendgewicht (*Anh. 10–17*). Diese Angaben beziehen sich auf eine maximale Ausnutzung des Tierkörpers, entsprechen darin aber dem Ansatz des hier entwickelten Modells (s. o.).

zu Wiederkäuern nur über einen Magen verfügen, fällt der Anteil geringer aus (PAYNE / WILLIAMSON 1990, 816), allerdings werden nach heutiger Praxis die Tiere 12 bis 24 Stunden vor dem Schlachten auch nicht mehr gefüttert (*Anh. 14*). Knochenmark wiederum, das im Knochengewicht beinhaltet ist, kann ohne Weiteres verzehrt werden; es macht zwischen 2 und 6 % des LGs aus (FIELD u. A. 1981, 28) und ist zudem äußerst nahrhaft. Wie oben erwähnt, ist der Körperaufbau der Tiere je nach Alter unterschiedlich (*Anh. 11; 12*). Die verschiedenen Körperkomponenten unterscheiden sich zeitlich in ihrer Entwicklung und erreichen zu unterschiedlichen Zeitpunkten ihr maximales Wachstum (PAYNE / WILLIAMSON 1990; Fig. 16,1). Mit Rindern als den wichtigsten Fleischlieferanten werden zum jetzigen Zeitpunkt jedoch nur Rinderkälber gesondert in dem LW-Modell berücksichtigt.

Geht man von einer maximalen Ausnutzung der Tierkörper aus, lassen sich vom Lebendgewicht die Knochen (abzüglich einer Pauschale von 4 % Knochenmark), die unverdauten Inhalte des Verdauungstraktes, Kopf, Haut, Füße und Schwanz sowie der Schlachtverlust abziehen (*Tab. 23; Anh. 10–14*). Die Berechnung der verwertbaren Anteile bei Wildtieren orientiert sich an den Werten für Haustiere. Während für Dam-, Rotwild und Reh (*Anh. 15–17*) noch gesonderte Angaben zu den Anteilen von Muskeln/Fett und Innereien (ohne Darm) am Lebendgewicht vorliegen, mussten für Wildschwein und Ur die Werte von Hausschwein und Ochse übernommen werden. Für die Kalkulation der verwertbaren Teile am Lebendgewicht wurden außerdem die entsprechenden Pauschalen für Blut (5 %) und Knochenmark (4 %) hinzugefügt.

### Kaloriengehalt

Anhand von Angaben zum Gewichtsanteil verschiedener Fleischteile und Körperkomponenten kann abgeschätzt werden, wieviel Kalorien ein Kilo verwertbares Material ein Tier liefert (bestehend aus Muskelfleisch, Fett, Innereien, Knochenmark und Blut). Dabei wurden heute gebräuchliche Fleischkalkulationstabellen genutzt ([www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) [letzter Aufruf am 04.03.2014]) sowie Angaben zu Organgewichten aus der Fachliteratur. Die durchschnittlichen kcal-Angaben stammen aus SOUCI u. A. (1991) sowie dem Bundeslebensmittelschlüssel (<http://www.bls.nvs2.de/> [letzter Aufruf am

	Spezies	Durchschnittlicher kcal-Gehalt
Haustiere	Kälber (0–2 Jahre)	1652 kcal
	Jungvieh (2–4 Jahre)	2159 kcal
	matures Rind	2376 kcal
	Schaf/Ziege	2055 kcal
	Schwein	2495 kcal
Wild	Damwild	1656 kcal
	Rotwild	1546 kcal
	Wildschwein	1861 kcal
	Reh	1550 kcal
	Ur	1579 kcal

Tab. 24. Durchschnittlicher kcal-Gehalt von 1 kg Gewebe der hier behandelten Tiere bestehend aus Muskeln, Fett, Innereien, Blut und Knochenmark.

Spezies	GVE	LG (kg)	Ausschlachtung	kcal/kg Gewebe	kcal-Ertrag	Verhältnis Tier: Kuh
<b>Rind</b>						
Kalb 0–2	0,25	125	0,51	1652	105315,0	0,14
Jungvieh 2–5	0,50	250	0,55	2159	296862,5	0,39
<b>Kuh</b>	<b>1,00</b>	<b>500</b>	<b>0,64</b>	<b>2376</b>	<b>760320,0</b>	<b>1,00</b>
Ochse/Stier	1,25	625	0,64	2376	950400,0	1,25
Schaf/Ziege	0,08	40	0,66	2055	54252,0	0,07
Schwein	0,33	165	0,82	2495	337573,5	0,44
<b>Wild</b>						
Rotwild	0,22	110	0,67	1546,00	113940,2	0,15
Wildschwein	0,16	80	0,82	1861,00	122081,6	0,16
Reh	0,04	20	0,8	1550,00	24800,0	0,03
Ur	1,40	700	0,64	1579,00	707392,0	0,93

Tab. 25. Energieertrag verschiedener Tiere im Verhältnis zu einem weiblichen, maturen Rind unter Berücksichtigung des Gewichtes, des Energiegehaltes und der Ausschlachtungsrates. Dieser Faktor dient der Gewichtung der aus der Knochenzahl gewonnenen Prozentangabe. Die Relationen von Wild- zu Haustieren ändern sich je nach dem Referenzgewicht einer Kuh, da das Gewicht der ersteren unveränderlich ist.

04.03.2014]). Dabei wurden, wenn möglich, Angaben zu fettarmen Tieren bevorzugt (*Anh. 18–23*).

Für Rinderkälber wurden nur Näherungswerte berechnet. Der Nährwert von Körpergewebe beruht primär auf Wasser-, Fett- und Eiweißgehalt. Ein Gramm Eiweiß liefert dabei ungefähr 4,1 kcal, ein Gramm Fett etwa 9 kcal (SOUCI u. A. 1991, 98). Mit Angaben über die durchschnittliche Zusammensetzung von Kalbsgewebe (HAECKER 1915, 172) ist es nun möglich, den kcal-Gehalt zu schätzen. Für Wildtiere wurde der durchschnittliche kcal-Gehalt laut SOUCI u. A. (1991) eingesetzt. Wenn nicht anders angegeben, wurde für die Innereien ein Energiegehalt von 1100 kcal/kg angenommen, angelehnt an

die Werte von Rind, Schwein und Schaf/Ziege. Für Blut und Knochenmark wurden die zuvor festgelegten Werte aus *Anhang 10* und *Tabelle 23* eingetragen (*Tab. 24*).

Werden nun zusammenfassend die ermittelten Werte betrachtet und auf eine GVE à 500 kg bezogen, ergeben sich die in *Tabelle 25* aufgeführten Verhältnisse.

### Milchproduktion

Das hier vorgestellte Modell geht davon aus, dass die Menschen das volle ökonomische Potenzial einer Rinder- oder Schaf-/Ziegenherde ausschöpften und somit die Milch regelmäßig als Nährstofflieferant genutzt wurde (S. 107–108). Ob es sich dabei um die Rohmilch oder deren Produkte handelte, ist in diesem Zusammenhang letztendlich zweitrangig. Für das hier vorgestellte Modell stehen die von der Milch gelieferten Kilokalorien im Vordergrund, unabhängig von ihrem Verarbeitungsgrad. Dabei kommt es zwar zu Energieverlusten, es wird aber davon ausgegangen, dass diese durch die Verwendung aller Nebenprodukte minimal gehalten wurden. Welche Menge Milch ein Muttertier jedoch produzierte und welchen Anteil der Mensch für seine Ernährung entnehmen konnte, bedarf einer genaueren Betrachtung.

Um die für den Menschen nutzbare Menge an Milch berechnen zu können, muss zuerst abgeschätzt werden, welche Menge Milch von einer Kuh überhaupt erwartet werden kann. Dies ist primär abhängig vom Bedarf des Kalbes und lässt sich sekundär durch Züchtungsmaßnahmen sowie andere Maßnahmen steigern. Beim Euter handelt es sich um Drüsen, deren Sekretproduktion – wie bei allen Säugetieren – vom Milchbedarf abhängt. Durch zusätzliches Melken oder durch Zugangsbeschränkungen des Kalbes lässt sich die für den Menschen verfügbare Milchmenge steigern (EBERSBACH 2002, 147–150). Begrenzend wirkt sich hier unmittelbar die Nährstoffzufuhr aus – vor allem der Proteingehalt der Nahrung und dessen metabolische Umsetzung sowie die verfügbare Menge an Wasser und die körperlichen Voraussetzungen bestimmter Züchtungen. Moderne Hochleistungsrassen liefern ein Vielfaches der für die Aufzucht eines Kalbes benötigten Milchmenge (bis hin zu 10 000–20 000 l/Jahr). Wie schon mehrfach an anderen Stellen festgestellt, sind diese Zahlen sicher nicht auf vormoderne Rinderrassen zu übertragen (LÜNING 2000; EBERSBACH 2002; HEUERMAN unpub.), doch erscheint eine Verdoppelung der produzierten Milchmenge über den Bedarf eines Kalbes hinaus bei ausreichender Nährstoffzufuhr physiologisch vorbehaltlos denkbar (freundl. Mttl. K. Reuter, Bioland).

Somit steht für die Berechnung der produzierten Milchmenge der Mindestbedarf eines Kalbes im Vordergrund. Gesicherte Aussagen über die Grundbedürfnisse von (ur-) geschichtlichen Rindern sind unsicher, da es kaum möglich ist, von den heutigen Hochleistungs-Rindern auf die in vorindustrieller Zeit üblichen Dreinutzungsrinder zu schließen, die auf die gemeinsame Ausnutzung ihrer Ressourcen Milch, Fleisch und Arbeitskraft hin gezüchtet wurden. Dies trifft nicht nur auf ausgewachsene Tiere, sondern auch das heranwachsende Kalb zu, da bei der Aufzucht heutzutage andere Ziele im Vordergrund stehen. So wird beispielsweise Mastkälbern früh und viel Kraftfutter verfüttert, damit diese möglichst schnell an Gewicht zulegen. Zudem werden in der industriellen Viehhaltung die Kälber kurz nach ihrer Geburt und der Aufnahme des überlebenswichtigen Kolostrums von der Mutter getrennt. In der landwirtschaftlichen Kälberaufzucht, bei der die Jungtiere nach wenigen Tagen von der Mutter getrennt und nach spätestens 12 Wochen abgesetzt werden, reichen ca. 400 l Vollmilch aus (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2001). In der Abtei von Peterborough, England, scheint ein Kalb im 14. Jahrhundert mit 230–300 l Milch aufgezogen worden zu sein (BIDDICK 1989, 95). In der

Zusammenstellung von Werten aus der Literatur berichtet EBERSBACH (2002, 149) von ähnlichen Werten zwischen ca. 230–500 l pro Kalb.

Bei der Mutterkuhhaltung sowie der halbwilden Herdenhaltung kommt es erst vor der Geburt des nächsten Kalbes zur Entwöhnung. Je nach Rasse und Herdenmanagement geschieht das in einem Alter zwischen sechs bis zehn Monaten (TOST 2000, 21). Die tatsächliche Menge der Milch, die ein Kalb bei einer halbwilden Aufzucht zu sich nimmt, ist naturgemäß schwer abzuschätzen. Man kann aber mit einer höheren Milchleistung rechnen, als mit dem Mindestbedarf von ca. 400 l pro Kalb. Physiologisch ist dies problemlos zu leisten (s. o.). Begrenzend wirkt sich hier unmittelbar nur die Nährstoffzufuhr aus, vor allem der Proteingehalt der Nahrung und dessen metabolische Umsetzung sowie die verfügbare Menge an Wasser. So wird in der Milchkuhhaltung pro Liter produzierter Milch (4 % Fett und 3,4 % Eiweiß) von einem zusätzlichen täglichen Bedarf von 400 g Trockenmasse und 85 g nutzbarem Rohprotein ausgegangen (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2001, Tab. I).

Zum jetzigen Zeitpunkt wird für die Ermittlung der jährlichen Milchleistung der Rinder auf einen von V. HEUERMANN (unpub.) entwickelten Ansatz zurückgegriffen. Mittels einer Interpolation wurden der potenzielle Milchertrag und der für den menschlichen Verzehr abzuzweigende Anteil für den Zeitraum zwischen dem Beginn des Neolithikums im Rheinland bis Anfang des 19. Jahrhunderts dargestellt (*Anh.* 24). Der obere Graph beschreibt die Gesamtmilchleistung einer Kuh, der zweite stellt die Entwicklung des minimalen Milchbedarfes eines Kalbes zwischen Anfang- und Endpunkt dar. Die Differenz der jeweiligen Werte ergibt somit die Menge an Milch, die dem Menschen zur Verfügung stand.

Ein Problem bei der Erstellung der Grafik sind die verschiedenen Bezugsgrößen bei den Angaben zur Milchleistung. Für die Bandkeramik existieren Schätzungen zum Nahrungsbedarf der Kälber, Daten ab Christi Geburt beziehen sich auf den gesamten Milchertrag einer Kuh (*Anh.* 25). Demnach wird zur Ermittlung des Anfangspunktes der Gesamtmilchleistung dem geschätzten Milchbedarf eines bandkeramischen Kalbes (300 l) um 5500 BC (250–350 kg nach BENECKE 1994b, 133) die Hälfte des Betrages (150 l) hinzugerechnet, unter der Annahme, dass sich der Ertrag künstlich um 50 % steigern ließe (s. o.). Somit ständen  $\frac{2}{3}$  des Gesamtertrags dem Kalb zur Verfügung.

Die Werte ab Christi Geburt stellen Mittelwerte von verschiedenen Angaben zur Gesamtmilchleistung dar (*Anh.* 24). Entsprechend den Angaben der Abtei von Peterborough wird ab 1300 n. Chr. angenommen, dass die Hälfte des Gesamtertrages für den menschlichen Verzehr entnommen werden konnte, ohne das Kalb zu gefährden (BIDDICK 1989, 95). Dieser Wert bleibt bis zum Endpunkt konstant. Somit wären beispielsweise um 1800 n. Chr. rund 340 l Milch/Kuh zur menschlichen Nutzung verfügbar. Durchschnittlich wurden die Rinder von Beginn des Neolithikums bis hin zur Römerzeit kleiner (BENECKE 1994a, 100–101), weshalb sich auch der Milchbedarf eines Kalbes verringerte. Um einem gewissen Fortschritt in Rinderzüchtung und -haltung Rechnung zu tragen, wird angenommen, dass sich die überschüssige Milchmenge jedoch konstant steigerte (vgl. HILPERT 2017).

Für die Bestimmung der Milchleistung von Schafen und Ziegen wird zunächst wieder auf die Datensammlung von DAHL und HJORT (1976) zurückgegriffen. Dem Modell entsprechend wird bei einer Schaf-/Ziegenherde von einem Muttertieranteil von 37 % ausgegangen (s. o.) und einer Fruchtbarkeitsrate von 0,8. Die durchschnittliche jährliche Milchleistung, welche dem Menschen zur Verfügung stünde, wird mit 40 l/Muttertier beziffert (DAHL / HJORT 1976, 87–112; 207).

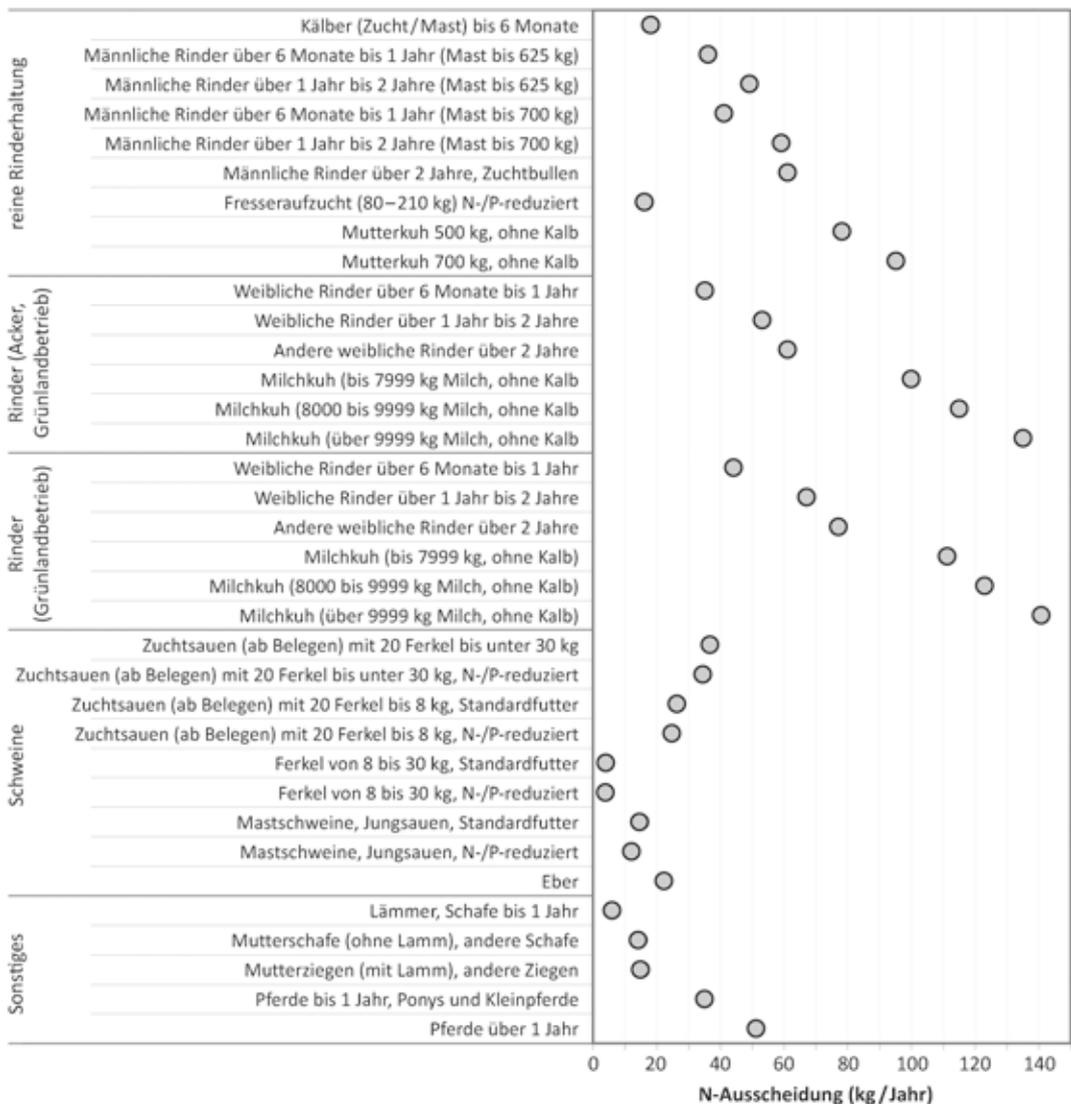


Abb. 27. Jährliche Stickstoffausscheidungen verschiedener Haustiere unter unterschiedlichen Bedingungen (nach LFL 2013).

## Herdengrößen und Stickstoffproduktion

Anhand der bereits rekonstruierten Herdenzusammensetzung, den daraus abgeleiteten geschlechts- und altersspezifischen Entnahmeraten (S. 60–64) und den berechneten relativen Anteilen an der Energieversorgung des Menschen (S. 64–68; 68–69) lassen sich die benötigten Herdengrößen berechnen. Wichtig ist, zu bemerken, dass bei sesshaften Gesellschaften nicht von einer autarken Rinderherde (in der Größenordnung zwischen 30 bis 50 Rinder) auf der Ebene des einzelnen Haushaltes ausgegangen wird (BOGUCKI 1988, 85–90; EBERSBACH 2002, 180). Dörfer oder Siedlungsgemeinschaften jedoch sind imstande, gemeinsam größere Herden zu unterhalten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Rekonstruktion eines Landwirtschaftssystems ist die Bemessung der Stickstoffproduktion der Haustiere und dessen mögliche Nutzung als Dünger (S. 109–110). Die Nährstoffausscheidungen verschiedener Tierarten variieren stark, abhängig von Nutzung und Fütterung der Tiere (*Abb. 27*). Wenn die besonders hohen Werte von Milchkühen außer Acht gelassen werden, kann von Stickstoffausscheidungen zwischen 60 und 80 kg/Jahr bei heutigen Rindern ausgegangen werden. Dabei sind gasförmige Verluste nicht eingerechnet. Im Stall und bei der Lagerung wird mit 15 % Verlust für Rindergülle gerechnet und 30 % Verlust bei Festmist/Jauche (LFL 2013). Rindermist hat nach Abzug dieser Verluste einen Stickstoffgehalt zwischen 5,0 und 5,2 kg/t, Rinderjauche 3,2 kg/m<sup>3</sup>. Bei Schafen und Ziegen kann man mit einer jährlichen Stickstoffproduktion zwischen 14 und 15 kg rechnen (BARKER 1985, 52), für ausgewachsene Schweine liegt der Mittelwert bei 26 kg N/Jahr.

### Flächenbedarf

Die benötigte Fläche für die Ernährung von Haus- und Wildtieren hängt von verschiedenen Faktoren ab: Einerseits von den physiologischen Voraussetzungen der Tiere (beispielsweise Wachstum, Größe, Nährstoffumsetzung, Milchleistung) und somit deren Nahrungsbedarf, andererseits vom Futterertrag, der wiederum von Haltings- und Fütterungssystemen (Weidesysteme wie Waldweide oder Grünlandfütterung, Zufütterung von Kraftfutter, Stallhaltung, Arbeitsleistung) aber auch von naturräumlichen Gegebenheiten (Klima, Niederschlag, natürliche Vegetation und Bestockungsgrad, Bodensubstrat und dessen Ertrag, Hangneigung, Wildtierbesatz) abhängt. Die Verwendung der Fütterungszahlen aus der modernen Landwirtschaft erweist sich erneut als problematisch, da hier wieder moderne Hochleistungszucht im Vordergrund steht, die beispielsweise extrem hohe Milchleistungen der einzelnen Kuh oder eine schnelle Gewichtszunahme von Fleischvieh zum Ziel hat. Der Kalorien- und Proteinbedarf einer modernen Milchkuh, die bis zu 10 000 l Milch im Jahr produzieren kann, steht in keinem Verhältnis zu den Bedürfnissen prähistorischer Rinder (s. o.). Aber auch Angaben zum Nahrungsbedarf von Tieren, die in vergleichbareren Verhältnissen gezüchtet werden, sind schwierig zu vereinheitlichen, da sie sich je nach Fragestellung der Untersuchung auf unterschiedliche Grundgrößen beziehen. So wird zwischen Angaben über Trockensubstanz, Feuchtmasse, Proteingehalt und Kilokalorien unterschieden, wobei die Umrechnungsfaktoren von Futtermittel zu Futtermittel unterschiedlich sein können.

Die Spannweite der Angaben zum Nahrungsbedarf von Rindern wird deutlich, wenn man folgende beispielhaften Angaben betrachtet (*Abb. 28*): Heutige Jungrinder in der Schweiz, die auf subalpinen Waldweiden grasen, nehmen laut Andrea MAYER u. A. (2003, 40) täglich durchschnittlich 1,3 kg pro 100 kg Lebendgewicht (LG) auf, die Kühe 1,8 kg/100 kg LG. Laut B. HÖRNING (1997a, 21–22) fressen ökologisch gehaltene Rinder auf der Weide etwa 8–12 kg Trockenmasse am Tag, was ungefähr 32–48 kg Frischmasse entspricht. P. MANUSCH (1997, 132) hingegen geht bei guter Grundfutterversorgung und niedrigem Kraftfutterniveau von einer Grundfuturaufnahme von ca. 17 kg aus. G. BARKER (1985, 53) nennt für das Mittelalter eine Tonne Heu pro Kuh während des Winters, zwei Zugochsen benötigten drei Tonnen und zusätzlich täglich etwa ein Kilogramm Getreide. Dabei soll eine Tonne Heu dem Produkt von einem halben Hektar Weide entsprechen. Daneben existieren auch Formeln zur Berechnung des Trockenmassebedarfs von Rindern mit unterschiedlichen Nutzungsschwerpunkten und Angaben zum Ernährungsbedarf pro Kilogramm Lebendgewicht (ausführlicher HILPERT 2017).

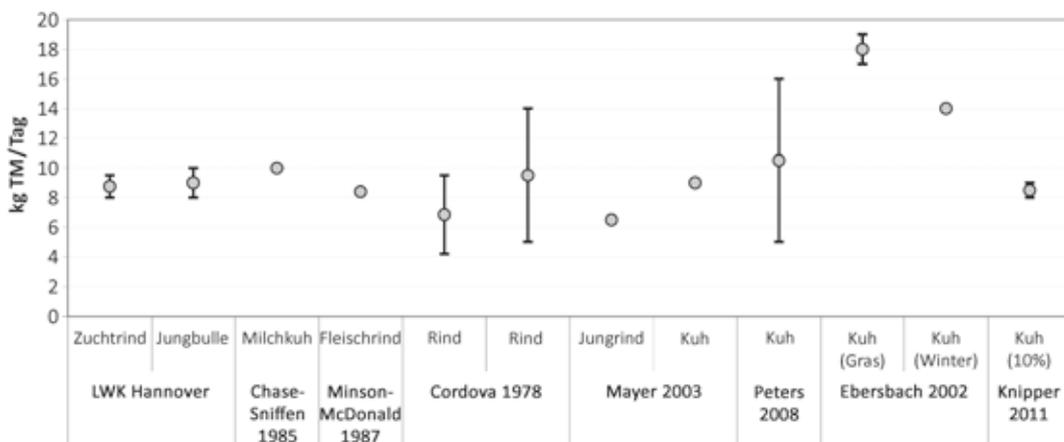


Abb. 28. Durchschnittliche Trockenmasseaufnahme von Rindern berechnet auf unterschiedlichen Grundlagen und vereinheitlicht zu kg TM/GVE à 500 kg/Tag (ausführliche Darstellung HILPERT 2017). Mittelwert: 10 kg TM/Tag, Median: 9 kg TM/Tag (Daten nach LFL 2006; CHASE / SNIFFEN 1985; MINSON / MCDONALD 1987; CORDOVA U. A. 1978; MAYER U. A. 2003; PETERS 1998; EBERSBACH 2002; KNIPPER 2011).

Wie oben beschrieben, ist die Größe der nötigen Fläche für die Ernährung der Haustiere neben dem Nahrungsbedarf abhängig von der Standortnutzung und dessen Energieertrag sowie ihrer spezifischen Haltung. Nach Bestimmung dieser Faktoren für die einzelnen Anwendungsfälle können die möglichen Besatzdichten bestimmt werden.

Die Besatzdichte wird im deutschsprachigen Raum in Tiereinheiten (GVE: Großvieheinheit oder VE: Vieheinheit) pro Flächeneinheit gemessen (s. o.). Die GVE bzw. VE sind aber nicht einheitlich definiert, was einen Vergleich problematisch machen kann (zur Übersicht BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 116). Im englischsprachigen Raum werden oft Animal Units (AU) oder Livestock Units (LU) verwendet, die – analog zu GVE und VE – keine einheitliche Berechnungsgrundlage haben. Prinzipiell gibt es bei der Umrechnung verschiedener Tierrassen und Altersklassen in GVE oder AU weitere Schwierigkeiten, da zum einen das Nahrungsangebot eines Habitats von verschiedenen Arten völlig unterschiedlich genutzt wird (s. o.) und zum anderen der Nährstoffbedarf nicht immer linear ansteigt (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 115). Zudem können sich auch die Fressgewohnheiten je nach Artzusammensetzung verändern (zusammenfassend HILPERT 2017). So scheinen beispielsweise Schafe bei gleichzeitiger Weide mit Ziegen insgesamt weniger Gehölze zu sich zu nehmen (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 72). Untersuchungen in England zum Erhalt von mesotrophem Grünland kamen jedoch zu dem Schluss, dass letztlich die Besatzdichte der Weide entscheidender ist als die Artzusammensetzung (STEWART / PULLIN 2008, 182). So erscheint die Besatzdichte in GVE trotz aller Schwächen in der Umrechnung allgemein als Richtgröße durchaus zulässig zu sein. Sie wird nachfolgend genutzt, um den Flächenbedarf zu quantifizieren.

### Anwendungsbeispiele

Im Folgenden werden zwei Anwendungsbeispiele vorgestellt. Das erste beschäftigt sich mit der ältesten Bauernkultur in Mitteleuropa, der Bandkeramik, und das zweite mit der letzten Phase der vorindustriellen Landwirtschaft, dem frühen 19. Jahrhundert. Die Beispiele stecken den zeitlichen Rahmen des Kölner Rhein-LUCIFS-Projektes ab und sollen

gleichzeitig helfen, das jeweilige Landwirtschaftssystem durch die vergleichende Herangehensweise besser zu verstehen.

Die LBK ist die älteste Zeitscheibe, für die eine Schätzung zur Bevölkerungsdichte aus dem LUCIFS-Projekt vorliegt und für die nun die Flächennutzung über die Schätzung des benötigten Bedarfes kalkuliert wird. Das geschieht für das „Schlüsselgebiet“ Aldenhovener Platte (zum Begriff ZIMMERMANN U. A. 2004, 49–50; 2009a, 6–7). Darüber hinaus ist es notwendig, mehr als ein archäobotanisches Archiv zu berücksichtigen, wie es aus Langweiler 8 (LW8) vorliegt, um zu verhindern, dass ortsspezifische Besonderheiten in der Zusammensetzung der Kulturpflanzenspektren über das vertretbare Maß hinaus verallgemeinert werden. Verschiedene Archive aus Süddeutschland werden herangezogen, LW 8 zur Seite gestellt und damit die Kalkulation auf eine möglichst breite Basis gestellt. Theoretisch trägt dieses Vorgehen die Gefahr einer Unterschätzung von regionalen Besonderheiten in sich. Praktisch kann mit dieser Vorgehensweise jedoch die Bandbreite möglicher Realisierungen des bandkeramischen Landwirtschaftssystems dargestellt werden.

Im Gegensatz zur LBK liegt aus der Zeit der späten vorindustriellen Neuzeit ein Datensatz aus den ehemals preußischen Kreisen des Rheinlandes vor, der es ermöglicht auf Produktionsschätzungen zu verzichten. Er erlaubt umfangreiche, regional differenzierte Analysen zu Produktion und Konsum der damaligen Nahrungsmittel auf der Basis von Schriftquellen (VON RESTORFF 1830). Gleichzeitig stellen die Produktionsleistungen dieser Zeit sicherlich das Maximum dessen dar, was in ur- und frühgeschichtlichen Perioden erreicht werden konnte. Die Nahrungsmittelbilanz des frühen 19. Jahrhunderts bildet also eine verlässliche Obergrenze für unsere Schätzungen.

### Altneolithikum (LBK)

#### Kalkulationsschritte (KPW, JH)

Die zur Berechnung der Anbauflächen notwendigen Kalkulationsschritte werden in zwei getrennten Modulen, nämlich Bedarf und Produktion, ausgeführt. Am Anfang der Untersuchungen stehen für die prähistorischen Epochen die Bedarfsberechnungen, da wir aus diesen Zeiten in der Regel keine Produktionszahlen kennen, die den Bedarfszahlen gegenübergestellt werden könnten. Stattdessen muss zuerst der Bedarf einer Population berechnet werden, bevor man auf dieser Grundlage die Produktionszahlen ermitteln kann, die zu seiner Befriedigung notwendig waren. Diese Zahlen ergeben dann in Verbindung mit den bereits bekannten Ertragsberechnungen und Herdensimulationen die Basis für die Kalkulation der Agrar- und Weideflächen.

#### Bedarf

Für die Berechnung des Nahrungsbedarfes stehen Schätzungen zur Anzahl gleichzeitiger Haushalte und daraus abgeleitete Bevölkerungszahlen zur Verfügung. Für die Aldenhovener Platte wurden die Berechnungen exemplarisch für die Hausgeneration X (HG X) mit 58 Haushalten durchgeführt, da es sich um eine Siedlungsphase mit einem Maximum an Besiedlungsdichte handelt (ZIMMERMANN U. A. 2004, 72 Tab. 5). Pro Haushalt werden je 8,5 Personen angesetzt (SCHIESBERG 2008, 5; 2010, 63; ZIMMERMANN 2010). Daraus ergibt sich eine Bevölkerungszahl von 493 bandkeramischen Siedlern, denen 55,61 km<sup>2</sup> durch Thiessen-Polygone zugeordnet werden. Die Flächennutzung für HG II, VII und X wird in Kapitel „Lage und Größe bandkeramischer Feldfluren auf der Aldenhovener Platte“ (s. S. 90–96) visualisiert und eine kursorische Darstellung aller Hausgenerationen

findet sich in *Anhang 28*. Diese Werte werden nun benutzt, um die zum Überleben der Siedler notwendige Kalorienmenge zu berechnen und den für Ackerbau und Viehzucht benötigten Flächenbedarf zu schätzen. Als Wert für den täglichen Energiebedarf wird hier der zuvor ermittelte Wert von 2600 kcal pro Kopf und Tag als hinreichende Energiemenge angesetzt (S. 24–29). Dieser Wert liegt nahe bei den sonst gebräuchlichen Werten von 2000 bis 3000 kcal (z. B. EBERSBACH 2002, 115; KREUZ 2010, 116), mit dem Unterschied, dass hier Alters- und Geschlechtszusammensetzung der herangezogenen Populationen berücksichtigt sind. Insgesamt müssen nach dieser Vorgabe 467 857 000 kcal in einem Jahreszyklus produziert werden, um die bandkeramische Bevölkerung auf der Aldenhovener Platte zu erhalten.

### Produktion

Für die Anteile der verschiedenen Pflanzen im Anbau wird als erster Näherungswert die Summe aller Samen aus fast allen Zeitabschnitten der LBK herangezogen (älteste LBK bleibt unberücksichtigt). Wir erhalten dadurch ein gemittelt statisches Verhältnis der Kulturpflanzen zueinander, das zwar eventuell vorliegende chronologische oder räumliche Entwicklungen in der Bevorzugung einzelner Arten unberücksichtigt lässt, aber ebenso Fehlschlüsse aufgrund kleiner Zahlen verhindert. Der Flächenbedarf wird dann für den Zeitabschnitt maximaler Besiedlungsdichte auf der Aldenhovener Platte, HG X, kalkuliert.

Um eine möglichst große Bandbreite im Verhältnis der tierischen und pflanzlichen Energiequellen zueinander abzudecken, werden Beispielrechnungen für einen minimalen (5 %) und einen maximalen Tieranteil (20 %) erstellt (S. 29–31).

### Anbauflächen der Kulturpflanzen (KPW)

Als Ausgangspunkt für die Modellrechnung dienen Makrorestinventare aus dem Rheinland, Hessen, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Österreich, die ein hinreichend gut dokumentiertes Archiv an Großresten zur Verfügung stellen (BOGAARD 2011, 290–373; JACOMET 2007, 234–235 Tab. 14,3; KREUZ u. A. 2005, 245 Tab. 5). K.-H. KNÖRZER (1988) hat im Rheinland die archäobotanischen Aufnahmen erarbeitet, deren Zusammenfassung in einer Fundplatzmonographie zu LW 8 erschienen ist. Für die hier vorgestellte Analyse wurden die am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Köln archivierten Originalaufnahmen genutzt (zusammengefasst in *Tab. 26*).

In Kombination mit den anderen archäobotanischen Archiven aus der Mitte und dem Süden Deutschlands ist dies die Basis der Berechnungen für das Schlüsselgebiet der östlichen Aldenhovener Platte. Diese wohlbekannte Fundregion, auf der auch der Fundplatz LW 8 liegt, bietet durch die langjährigen archäologischen Forschungen eine gute Datenbasis für die Ermittlung der Bedarfsseite, die auch im GIS-Modell gut dargestellt werden kann (S. 90–96). Die Gesamtfläche der dort den Bandkeramikern zur Verfügung stehenden Landschaft beruht auf der durch Thiessen-Polygone begrenzten Fläche, die zur Berechnung der Haushaltsdichte ermittelt wurde (ZIMMERMANN 2002, 30; Abb. 13; ZIMMERMANN u. A. 2004, 71–72; Tab. 5). Sie beträgt 55,61 km<sup>2</sup> oder 5561 ha.

Für das gesamte rheinische Gebiet stehen zwar ca. 25 Großrestarchive mit bandkeramischer Datierung zur Verfügung, von denen über ein Viertel (n = 7) noch nicht publiziert sind (KNÖRZER u. A. 2009, 387–392). Diese Proben wurden von einer einzigen Person vorgelegt, jedoch erstrecken sich die Einzelpublikationen über einen Zeitraum von 30 Jahren (1967–1997) und eine Vereinheitlichung der Daten würde zusätzliche Zeit benötigen, was nur in einem anderen Rahmen zu leisten wäre.

Pflanze	n	TKG		Literatur zu TKG und Nährstoffen
		Min.	Max.	
<i>Triticum monococcum</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 322; SOUCI U. A. 1981, 660)
Korn	69	31,18	32,63	TKG (KÖRBER-GROHNE 1997, 27 Tab. 1)
Ährchenbasis	759			
Spelzrest	2436			
<i>Triticum dicoccum</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 326; SOUCI U. A. 1981, 660)
Korn	135	30,80	36,70	TKG (KÖRBER-GROHNE 1997, 27 Tab. 1)
Ährchenbasis	868			
Spelzrest	2298			
<i>Triticum mono-/dicoccum</i>				
Korn	2313			
Spindel	188			
<i>Triticum compactum</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 27 Tab. 1)
Korn	4	39,83	41,83	TKG (KÖRBER-GROHNE 1997, 27 Tab. 1)
<i>Hordeum hex nudum</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 47; SOUCI U. A. 1981, 662)
Korn	4	35,95	39,78	TKG (KÖRBER-GROHNE 1997, 27 Tab. 1)
<i>Hordeum Triticum</i>				
				wie <i>Hordeum hex nudum</i>
Korn	3			
<i>Bromus</i>				
				Nährstoffe (LINNEMANN 2009, 18; kcal von <i>Triticum</i> /4]
Korn	642	2,00	2,75	TKG (LINNEMANN 2009, 18)
Ährchenbasis	3			
<i>Panicum crus galli</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 331–332; <a href="http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_hirse/index.html">http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_hirse/index.html</a> )
Korn	5	2,00	9,00	TKG (LINNEMANN 2009, 18)
<i>Setaria spec.</i>				
				TKG (LINNEMANN 2009, 18);
Korn	12	2,00	9,00	Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 331–332; <a href="http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_hirse/index.html">http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_hirse/index.html</a> )
<i>Pisum sativum</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 133, 172–173 Tab. 8
Samen (LBK)	11	8	8	*TKG (BAKELS 1978, 167), Funde aus Hienheim
Samen rezent		25	25	
<i>Linum usitatissimum</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 371; <a href="http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_leinsamen/index.html">http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_leinsamen/index.html</a> )
Samen	17	7,00	7,00	TKG (GRAF U. A. 2001, 8; SCHUSTER 1992, 104 [Mittelw. Ölfaserlein])
<i>Papaver setigerum</i>				
				Nährstoffe (KÖRBER-GROHNE 1997, 399; <a href="http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_mohn/index.html">http://fddb.info/db/de/lebensmittel/naturprodukt_mohn/index.html</a> )
Samen	24	0,25	0,75	TKG (SCHUSTER 1992, 123)

Tab. 26. Artenliste der in LW 8 aufgefundenen Kulturpflanzen (nach Originalaufnahme KNÖRZER 1988, 838–852). \*Bandkeramische Erbsen sind deutlich kleiner als heutige Varietäten. Deshalb wird hier einem mündl. Vorschlag von W.-D. Becker folgend das TKG von *Vicia sativa* eingesetzt.

Weizenarten	n		+ n SCHRITT I:	
	Samen	%	aoristisch	Ergebnis
<i>Triticum mono-/dicoccum</i> unbestimmt	2313			
<i>Triticum monococcum</i>	69	33,82	782,34	851,34
<i>Triticum dicoccum</i>	135	66,18	1530,66	1665,66
<b>Summen</b>	<b>204</b>	<b>100</b>	<b>2313</b>	<b>2517</b>

Tab. 27. Auszug aus Blatt 2 der Tabelle Kulturpflanzen: aoristische Verteilung der nicht sicher bestimmbareren Samenreste von Einkorn und Emmer (Datenbasis KNÖRZER 1988, 838-852).

Die bereits aufgearbeiteten Daten aus Hessen, Süddeutschland, Österreich und der Schweiz erfüllen hier also einen doppelten Zweck. Zum einen ergänzen sie die rheinischen Großrestarchive und zum anderen erlauben sie die regionale Variabilität zu berücksichtigen. Allerdings kann die Arbeit von JACOMET (2007; 2008a; 2008b) nur bedingt genutzt werden, da keine getrennte Zählung der Getreidekörner und anderer Getreidereste (Spelzen, Ährchenbasen) publiziert ist. Aufschlüsse sind allerdings im allgemeinen Vergleich der Pflanzenspektren zu erwarten, insbesondere bei der Einschätzung, wie repräsentativ Hülsenfrüchte und Ölsaaten überliefert sind (S. 34–36).

### Datenbasis

Die Untersuchung basiert auf einem Datensatz aus 33 deutschen und österreichischen Fundplätzen der älteren und jüngeren LBK (KREUZ u. A. 2005, 245 Tab. 5). Für unsere Zwecke wurden 22 in die Phase LBK II nach W. MEIER-ARENDT (1966) und jünger datierte Inventare aus Hessen, ein archäobotanisches Archiv aus der Pfalz (Herxheim), eines aus Baden-Württemberg (Vaihingen) und das aus LW 8 ausgewählt. Diese Auswahl wird durch die feinchronologisch aufgeschlüsselte Vorlage der Daten ermöglicht.

Liegen von einer Fundstelle mehrere zeitlich unterschiedlich datierte Datensätze vor, so werden sie zusammengefasst. Das gilt für die Phasen LBK II–V nach MEIER-ARENDT (1966), entsprechend den Phasen frühes Flomborn bis späte LBK in Vaihingen und LW 8. Einige bandkeramische Fundkomplexe aus Vaihingen konnten nicht in eine bestimmte Phase der LBK datiert werden (n = 92 [BOGAARD u. A. 2016, 26 Tab. 4]). Sie wurden nicht aus der Untersuchung ausgeschlossen, da die Möglichkeit einer Datierung in die älteste Bandkeramik, die in der Analyse nicht behandelt wird, sehr gering ist. Inventare der Phase LBK I aus Hessen bleiben hier ebenso unberücksichtigt.

Die Summe der Großreste bleibt bei vier Fundstellen unter 100 (Mardorf [Amöneburg]; Kronberg im Taunus; Windecken [Nidderau] und Wembach-Hahn [Ober-Ramstadt]). Diese Summe erscheint im Vergleich zu den anderen Datensätzen als zu gering, um zu verlässlichen Aussagen zu gelangen, deshalb werden sie bei der nachfolgenden Untersuchung nicht mehr berücksichtigt. So reduziert sich die Anzahl der in die Untersuchung eingeflossenen Datensätze auf insgesamt 19 inklusive LW 8.

Der von KREUZ u. A. (2005) vorgestellte hessische Datensatz wurde 2010 von ihr aktualisiert. Er beinhaltet drei Inventare die hier nicht berücksichtigt sind. In der aktualisierten Fassung ist keine Aufschlüsselung der Artenlisten auf Basis der Fundstellen erfolgt, sie sind nach Zeithorizonten zusammengefasst (KREUZ 2010, 148–157; Tab. 13). Es handelt sich um die Fundorte Büdesheim und Kilianstädten in der Wetterau sowie Wittelsberg im Amöneburger Becken.

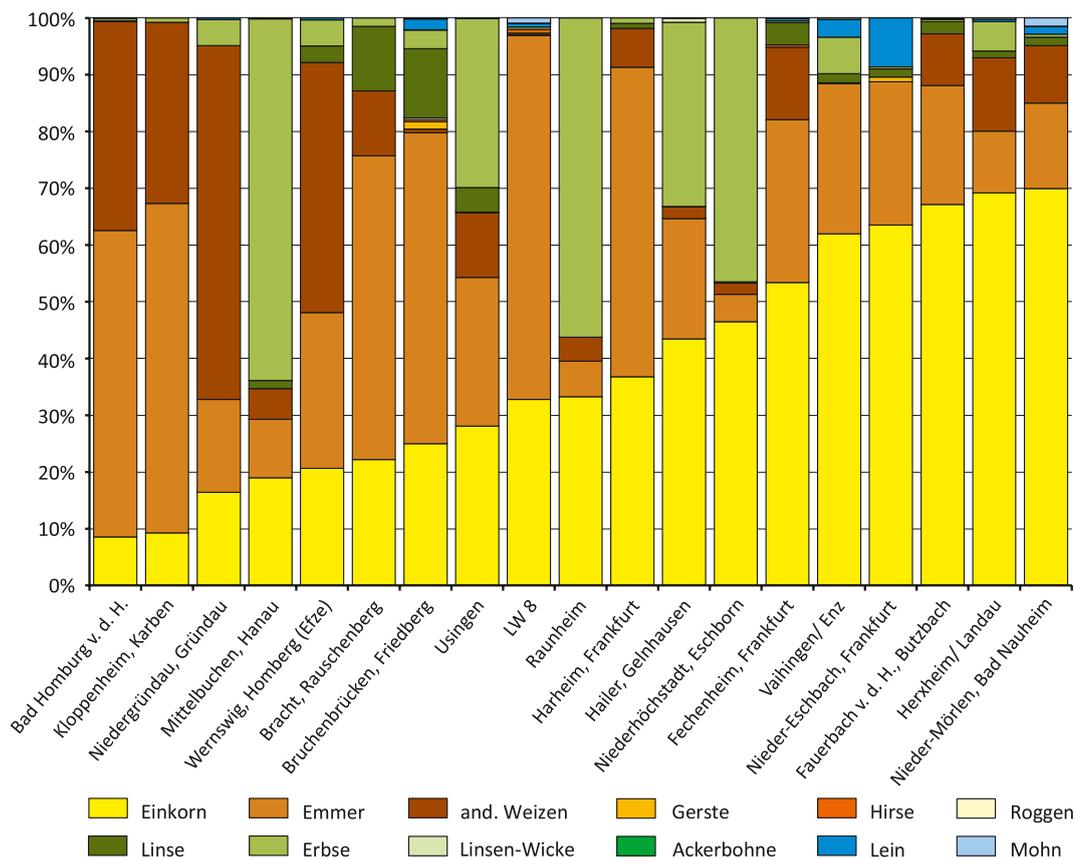


Abb. 29. Prozentuale Verteilung der Kulturpflanzenspezies aus hessischen, süddeutschen und rheinischen Archiven bezogen auf das Großrestaufkommen pro Fundplatz und sortiert nach den Anteilen an Einkorn (Trespen sind nicht berücksichtigt).

Spelzreste und Ährchenbasen, die bei Weitem häufigsten Reste, werden hier nicht als Kalkulationsgrundlage genutzt. Dieser Verzicht ist durch den Anspruch begründet, eine möglichst einheitliche Grundlage für die Berechnung zu erhalten. So sind Hülsenfrüchte und Ölsaaten im archäologischen Befund auf Mineralböden fast nur durch verkohlte Samenkörner überliefert. Es ist schon schwer abzuschätzen, wie stark sich die Überlieferungsbedingungen von Getreiden und den anderen Kulturpflanzen unterscheiden. Werden für die Ertragskalkulationen auch noch verschiedene Pflanzenteile als Schätzbasis benutzt, so würde die Fehlerspannweite noch erweitert.

Kommen in den archäobotanischen Archiven Großreste vor, die sowohl zu Einkorn oder Emmer gehören könnten, oder schließen sie Zugehörigkeiten zu anderen Getreidearten nicht aus, werden die betroffenen Individuen aoristisch zuerst auf Einkorn und Emmer und in einem zweiten Schritt auf alle Getreide verteilt. Ebenso wird mit den nicht näher spezifizierten, aber kultivierten Arten der Hülsenfrüchte verfahren, die aoristisch auf die Arten Linse, Erbse, Ackerbohne und Linsen-Wicke verteilt werden. Dies geschieht sukzessiv (zur Methode MISCHKA 2004). Zuerst werden z. B. diejenigen Großreste verteilt, für die nur zwei Arten in Frage kommen (Einkorn oder Emmer), dann diejenigen die allgemein zu einer Weizenart zählen und zum Schluss diejenigen, für die nur eine Einordnung

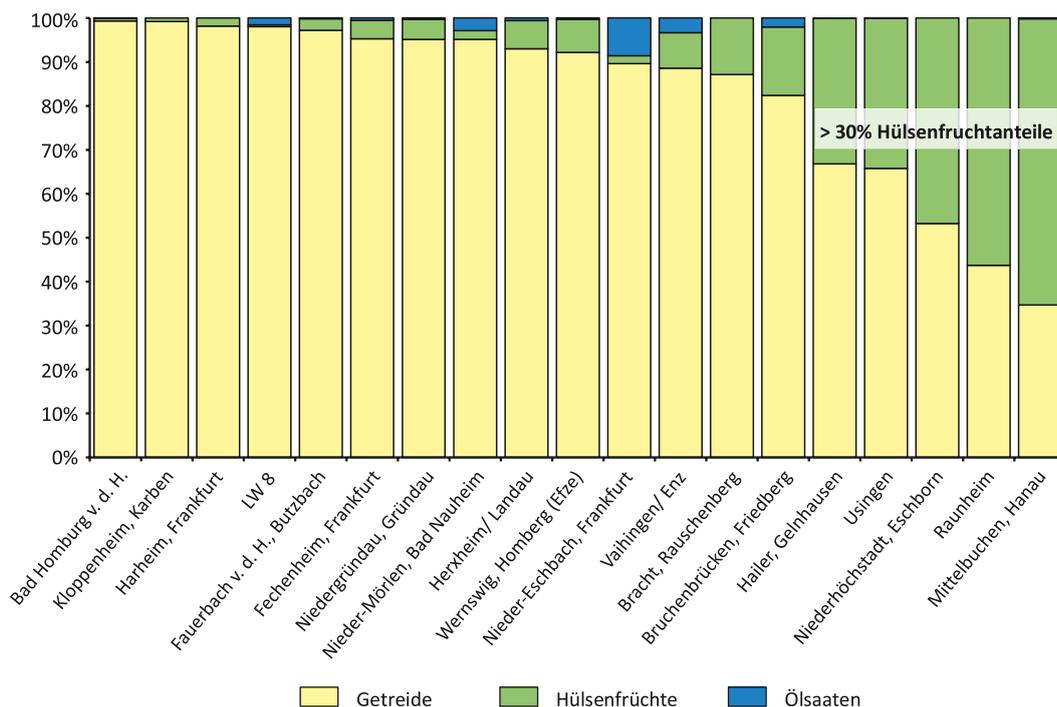


Abb. 30. Verteilung der Kulturpflanzengruppen in den Großrestinventaren hessischer, rheinland-pfälzischer, baden-württembergischer und nordrhein-westfälischer Fundplätze (nach Getreide absteigend sortiert).

als Getreiderest möglich war. Dabei dient die prozentuale Verteilung der sicher bestimmten Arten als Basis. Als einfaches praktisches Beispiel für diesen Kalkulationsschritt wird hier das Inventar von LW 8 angeführt. Dort steigen die Werte für Einkorn von ursprünglich 69 auf über 851 und für Emmer von 135 auf über 1665 Körner (Tab. 27).

Besonderheiten und Modifikationen der Daten, die ebenfalls der Erwähnung bedürfen, sind das Auftreten von Getreidekörnern, die sowohl zu Spelz oder Emmer gezählt werden könnten, und das Vorkommen von Einkorn mit zwei Samenkörnern. Im ersten Fall werden die Großreste zu Emmer gezählt, im zweiten zum „normalen“ Einkorn. Für die Untersuchung werden ebenfalls alle übrigen Weizensorten zusammengefasst. Das gleiche Vorgehen betrifft alle auftretenden Unterarten der Gerste. Das Ergebnis der beschriebenen Modifikationen ist der Tabelle in *Anhang 26* zu entnehmen, die prozentualen Anteile der einzelnen Arten am Gesamtaufkommen der Großreste pro Fundplatz aus der Tabelle in *Anhang 27* und aus *Abbildung 29*.

Im Vergleich zum Inventar von LW 8 treten mit Roggen, Linsen-Wicke und Ackerbohne drei Pflanzenarten neu hinzu. Für Roggen wird erst ab der vorrömischen Eisenzeit ein planmäßiger Anbau angenommen und früheres Auftreten in archäobotanischen Archiven wird in der Regel als zufällige Beimischung diskutiert (evtl. als Unkraut [JACOMET 2007, 233]). Für Gerste, Hirse, Ackerbohne und Linsen-Wicke wird dies ebenfalls vermutet (KREUZ 2010, 82). Die betroffenen Arten besitzen nur ein geringes Aufkommen mit wenig Auswirkung auf die Ergebnisse, deshalb muss an dieser Stelle nicht erörtert werden, ob sie wegen der Frage des planvollen Anbaus aus der Kalkulation auszuschließen sind.

Bei etwa einem Viertel der Inventare (5 von 19) halten Hülsenfrüchte Anteile von über 30 % (Abb. 30). Vor allem Erbsen sind in Hailer (n = 1695; 32,5 %), Mittelbuchen

(n = 828; 63,8 %), Niederhöchststadt (n = 1885; 46,5 %) und Usingen (n = 1947; 29,8 %) sehr häufig. Raunheim hat mit 208 Großresten insgesamt die niedrigste Zahlenbasis unter den ausgewählten Archiven, sodass die Aussagekraft der dortigen prozentualen Verhältnisse geringer ist als die der anderen Fundstellen. Herxheim und Wernswig besitzen ebenfalls noch einen Anteil an Hülsenfrüchten, der 10 % überschreitet. Abgesehen von diesen Ausnahmen, setzen sich die übrigen untersuchten Großrestinventare (n = 10) zu 90 % und mehr aus Getreiden zusammen.

Grundsätzlich spiegeln sich in den meisten der untersuchten Inventare die zu erwartenden Verhältnisse mit einem Schwerpunkt auf Getreideanbau wider. Aber die hohen Werte für Hülsenfrüchte bei einer nicht unerheblichen Zahl an Fundplätzen bedürfen einer genaueren Untersuchung.

Zuerst wird geprüft, ob die Archive mit hohem Anteil an Hülsenfrüchten aus sogenannten Vorratsfunden stammen – also aus Gruben, von denen angenommen wird, dass in ihnen die bandkeramischen Siedler Nahrungsvorräte gelagert haben. Bei den für die Untersuchung ausgewählten Archiven trifft das nach Ansicht der Autoren nur auf die Großreste von Niederhöchststadt zu (KREUZ U. A. 2005, 242 Tab. 3), ein entsprechender Datensatz aus Vaihingen/Enz (Stelle 218), ist hier bereits nicht mehr berücksichtigt. Daraus folgert, dass es LBK-Siedlungen gibt, in denen auch aus dem „Settlement-Noise“ grundsätzlich mehr Großreste von Erbsen, Linsen und Ackerbohnen überliefert wurden als in anderen Siedlungen, sie also dort möglicherweise eine größere Bedeutung gehabt haben könnten. Bei einer Überprüfung der ökologischen Lageparameter der Fundplätze mit hohen Anteilen an Hülsenfrüchten waren keine Zusammenhänge zu fassen und Herxheim nimmt sowohl geographisch als auch durch seine besonderen Fundumstände eine Sonderstellung unter den Archiven ein (z. B. SPATZ 1998, 18).

#### *Überprüfung der Eingangsparameter der Kalkulationsbasis*

Bevor die Kalkulation der Agrarflächen vorgestellt wird, soll eine Überprüfung verschiedener Eingangsparameter stattfinden, deren kulturgeschichtliche Bedeutung zum Teil kontrovers diskutiert wird. In Form kleiner Exkurse ist hier zu überprüfen welche Wirkungen in der Kalkulation das Verhältnis von Einkorn zu Emmer, unterschiedliche Zählweisen und die Berücksichtigung der Trespens auf das Rechenziel „Größe der Anbaufläche“ haben.

Das quantitative Verhältnis von Einkorn zu Emmer und Zählmethoden bei Getreiden

Das Verhältnis zwischen Einkorn und Emmer wird in der Archäobotanik häufig thematisiert. Die unterschiedlichen Häufigkeiten beider Weizenarten werden mitunter als Belege für Sommer- bzw. Winterfruchtanbau herangezogen (KIRLEIS / WILLERDING 2008, 149; KREUZ 2010, 86–90; KREUZ U. A. 2005, 251; WILLERDING 1983, 204) bzw. als Anzeiger unterschiedlicher kultureller Einflüsse zur Zeit der Bandkeramik interpretiert (SALAVERT 2011, 325–328). Diese agrarhistorisch wichtigen Fragen spielen für unsere auf Energieproduktion abzielende Kalkulation keine entscheidende Rolle. Beide Weizenarten unterscheiden sich zwar im Anteil an enthaltenen Proteinen, aber in ihrem Energiegehalt unterscheiden sie sich praktisch nicht. Die Ertragszahlen sind jedoch unterschiedlich hoch und das sollte entsprechend berücksichtigt werden (S. 39–50).

Die Frage, ob ein bestimmtes ideales Verhältnis zwischen Einkorn und Emmer besteht, bzw. ob es durch regionale oder auch zufällige Einflüsse bestimmt wird, kann anhand einiger archäobotanischer Untersuchungen diskutiert werden.

Für das Rheinland zur Zeit der LBK beschreibt KNÖRZER (1997, 662; KNÖRZER U. A. 2009, 415) ein Verhältnis von zwei Teilen Einkorn auf einen Teil Emmer. Ergebnisse aus Hessen und Baden-Württemberg stützen diese Aussage für die jüngere LBK (BOGAARD

	Datierung	Einkorn		Emmer		Total	
		n	%	n	%	N	%
Eschborn	IV	4002	70,40	1683	29,60	5685	100
Gelnhausen 1	IV/V	408	54,18	345	45,82	753	100
Gelnhausen 2	IV/V	884	61,26	559	38,74	1443	100
Σ		5294	67,17	2587	32,83	7881	100
-----							
Vaihingen 218		2774	96,45	102	3,55	2876	100

Tab. 28. Verhältnis von Einkorn zu Emmer in drei hessischen Grubenbefunden (KREUZ 2007, 274; Tab. 15,2) und aus Vaihingen an der Enz (BOGAARD 2011, 309; 325).

Literatur	Region	Ein- korn	50/50	Em- mer	Argument
BIENIK 2007, 328	Zentralpolen	X			Emmer nur bis max. 35 %; Spreuteilchen gezählt
BOGAARD 2011, 290–325	Baden-Württemberg	X			Auf Basis der Getreidekörner: Emmer 35,2 %, Einkorn 64,8 %
GYULAI 2007, 126	Karpatenbecken	X			Abdrücke in Hüttenlehm und Keramik
KNÖRZER U. A. 2009, 415	Rheinland	X			2 Einkorn zu 1 Emmer; Zahlenverhältnis aller Körner und Spelzen
KREUZ 2007, 271–274	Hessen	X			Einkorn 54–70 % (67 % im Mittel); Verhältnisse von Ährchenbasen u. Körnern
MARINOVA 2002, 172	Bulgarien	X			
VALAMOTI 2005, 261	Griechenland	X			
BAKELS 2003, 234 Abb. 1	BRD		X		Keine Angabe
GYULAI 2007, 131–135	Ungarische Tiefebene		X		
KÖRBER-GROHNE 1997, 322	Mitteleuropa		X		Emmer an mehr Fundplätzen
LITYNSKA-ZAJAC 2007, 317	Südpolen			X	alle Pflanzenreste gezählt
HAJNALOVÁ 2007, 297	Slowakei			X	2 Emmer zu 1 Einkorn; nur Körner (1 Probe 100 l aus Blatné-Strky)
SALAVERT 2011, 325–328	Belgien			X	

Tab. 29. Dominanz von Einkorn oder Emmer in archäobotanischen Archiven (eine Auswahl).

2011, 91; KREUZ 2007, 271–274 Abb. 15,8–10; Tab. 15,2; 2010, 55–56). Allerdings haben sich in den nach Fundstellen differenzierten Analysen deutliche Unterschiede zwischen Verhältniszahlen basierend auf Ährchenbasen oder nur auf Samen ergeben. Konkrete Zahlen liegen aus drei Vorratsgruben vor, die alle in die jüngere LBK datiert wurden (KREUZ 2007, 274 Tab. 15,2). Betrachtet man die Zahlen getrennt nach Befund, hält

Einkorn einen Anteil von 54–70 % und bei der gemittelten Betrachtung aller drei Inventare einen Anteil von 67 % (Tab. 28).

Im Gegensatz zu den hessischen Verhältnissen ist die Speichergrube Stelle 218 in Vaihingen/Enz fast ausschließlich mit Einkorn bestückt worden (BOGAARD 2011, 309). Vermutlich wurde hier ein möglichst reines Speichergut ohne Beimischungen angestrebt. Dafür spricht das Fehlen aller Ölsaaten und besonders der Hülsenfrüchte, die mit nur einer Erbse vertreten sind. Werden dagegen alle Befunde in Vaihingen gemeinsam betrachtet (ohne Stelle 218), so zeigt sich wieder ein Verhältnis der sicher bestimmten Samen von Einkorn zu Emmer von 2 zu 1 (Einkorn  $n = 923$  [64,77 %], Emmer  $n = 502$  [35,23 %]). Das entspricht wieder den Ergebnissen der hessischen Speichergruben.

Ähnliche Verhältnisse scheinen auch im späten Neolithikum Bulgariens belegbar zu sein (KREUZ u. a. 2005, 244; MARINOVA 2002, 172) und eine dominante Rolle von Einkorn wird ebenso für neolithische Siedlungen in Nordost-Griechenland angenommen (VALAMOTI 2005, 261). Für Fundstellen der Körös-Starčevo-Kultur im Karpatenbecken wird anhand von Eindrücken in Architekturteilen und Keramikscherben ebenfalls eine vergleichbare Situation vermutet (GYULAI 2007, 126). Auch in Zentralpolen erreichen die Belege für Emmer nie mehr als 35 % der Getreidereste. Einkorn überwiegt auch hier (BIENIK 2007, 328).

Auf den bandkeramischen Fundplätzen in der ungarischen Tiefebene und in Transdanubien wurden dagegen keine Hinweise auf eine Bevorzugung von Einkorn angetroffen (GYULAI 2007, 131–135) und auf dem Gebiet der Slowakei ergaben bisherige Untersuchungen, basierend auf der Anzahl der entsprechenden Getreidekörner, ein Verhältnis von zwei Teilen Emmer auf einen Teil Einkorn (HAJNALOVÁ 2007, 297; 301). Eine Dominanz von Emmer scheint auch auf südpolnischen Fundplätzen der LBK vorzuherrschen (LITYŃSKA-ZAJĄC 2007, 317–318; Tab. 17,1).

Es wäre wünschenswert, die Frage zu klären, ob geographisch-naturräumliche Ursachen für diese unterschiedlichen Verhältnisse von Einkorn zu Emmer vorliegen bzw. ob eine Kombination dieser Faktoren zusammen mit funktionalen Erklärungen zur Deutung herangezogen werden sollte (KREUZ 2007, 271–273). Das unterschiedliche Standvermögen der beiden Getreidearten bei Starkregenereignissen wird zur Begründung der Bevorzugung von Einkorn zur Zeit der jüngeren Bandkeramik als Folge eines feuchten Klimas angeführt (KREUZ 2010, 55–67). Quellenkritische Aspekte sollten dabei ebenso bedacht werden (KREUZ / BOENKE 2002, 235; s. o.). Allerdings könnten auch soziokulturelle Vorlieben der bandkeramischen Bauern Einfluss auf das Verhältnis von Einkorn und Emmer genommen haben.

Tabelle 29 fasst die unterschiedlichen Auffassungen zusammen. Grundsätzlich müssten weitere Datensätze aus Frankreich, den Niederlanden und Luxemburg hinzugenommen werden, um die von A. SALAVERT (2011, 326–327; Abb. 6) postulierte West-Ost-Drift im Verhältnis der beiden Getreidearten zu überprüfen. LW 8 würde mit einem Verhältnis von 32 % Einkorn zu 66 % Emmer mehr Ähnlichkeiten zu den belgischen Fundplätzen aufweisen (Abb. 29). Die Aldenhovener Platte insgesamt sieht sie als einen Bereich, in dem sich ein westliches, Emmer bevorzugendes Gebiet und ein östliches mit einem Schwerpunkt auf dem Anbau von Einkorn überschneiden. Ihre Überlegungen beruhen auf relativ kleinen Mengen an Getreidekörnern ( $n < 100$  für alle angeführten Plätze), die aus von KNÖRZER (1988; 1997) publizierten Archiven stammen. In Südpolen wurde Emmer aber anscheinend ebenfalls bevorzugt genutzt. Das für die Slowakei angeführte Verhältnis ist nur bedingt als Argument anzuführen, denn es beruht nur auf einer Probe. Ein großräumig einheitliches Bild zeigen die Daten also nicht. Dass sogar in einer Region Schwankungen im Verhältnis der beiden Spelzweizen möglich sind, zeigen die Beispiele aus

Zählmethode	Bedarf (kcal)	Agrarfläche (ha)			ha/HH			ha/P		
		Unter- grenze	Medi- an	Ober- grenze	Unter- grenze	Medi- an	Ober- grenze	Unter- grenze	Medi- an	Ober- grenze
n Körner	53 642 225	7,62	12,28	32,09	0,85	1,36	3,57	0,10	0,16	0,42
n Ährchenbasen		7,60	12,32	32,17	0,84	1,37	3,57	0,10	0,16	0,42
Einkorn/Emmer 2:1		7,82	11,85	31,16	0,87	1,32	3,46	0,10	0,15	0,40
Einkorn/Emmer 1:1		7,72	12,06	31,61	0,86	1,34	3,51	0,10	0,16	0,41

Tab. 30. LW 8, Hausgeneration X. Vergleich der unterschiedlichen Zählmethoden von Spelzweizen (Einkorn und Emmer) und ihren Auswirkungen auf die Agrarflächenermittlung und deren Umlegung auf die Haushalte (HH) und Personen (P) bei 95 % Bedarfsdeckung durch Kulturpflanzen. Der Wert für den Bedarf in der Zeile „Ährchenbasen“ variiert aufgrund der anderen Berechnungsgrundlage und des daraus resultierenden höheren Anteils den *Bromus secalinus* (Roggentrespe) am Anteil der Arten erhält (hier 1,78 %).

Hessen (Abb. 29) und auch das Beispiel Langweiler 2 (LW 2) in der von Salavert benutzten Datensammlung. Überregionale Betrachtungen von C. C. BAKELS (2003) und U. KÖRBER-GROHNE (1997) gehen dagegen von einem ausgewogenen Verhältnis aus und werden durch Ergebnisse aus Ungarn zumindest teilweise gestützt.

KREUZ und BOENKE (2002, 235) diskutieren einen weiteren quellenkritischen Aspekt, dessen Bedeutung für unsere Untersuchung hier nur kurz erläutert werden soll. Sie vermuten Verwechslungen zwischen einer noch nicht sehr lange bekannten Unterart des Einkorns mit zwei Körnern und Emmer bzw. Saatweizen. In altneolithischen Archiven Deutschlands und Bulgariens tritt dieses zweikörnige Einkorn relativ häufig auf und kann als Faktor für eine größere Unsicherheit in den bisher vorliegenden Verhältniszahlen gewertet werden (KREUZ u. A. 2005, 244–245; Tab. 4–5). Auch wird diskutiert, ob eine Zunahme des zweikörnigen Einkorns im Verlauf der Bandkeramik erfolgt ist (BOGAARD 2011, 87).

Insgesamt betrachtet sprechen die bisher in Deutschland erhobenen Daten für eine deutliche Bevorzugung von Einkorn vor Emmer zur Zeit der Bandkeramik (BOGAARD 2011, 91). Für die Fragestellung, wieviel Landfläche für den Anbau benötigt wurde, hat das viel diskutierte Verhältnis zwischen beiden Weizenarten jedoch eine untergeordnete Bedeutung. Für die anderen Weizenarten ist diese Fragestellung wegen zu geringer Belegungszahlen nicht wichtig. Ein Vergleich von vier Methoden zur Bestimmung der Anteile von Einkorn und Emmer bestätigt dies anschaulich (Tab. 30).

Für die Kalkulation der Ackerflächen werden hier die tatsächlich aufgefundenen Getreidekörner gezählt (Tab. 30, Zeile „n Körner“). Im Vergleich zu den anderen Möglichkeiten (festgesetzte quantitative Verhältnisse von Einkorn zu Emmer [Tab. 30, Zeile „Einkorn/Emmer 2 : 1“ und Zeile „Einkorn/Emmer 1 : 1“] oder die Berücksichtigung von Ährchenbasen [Tab. 30, Zeile „n Ährchenbasen“]) ändern sich die Ergebnisse wie bereits erwähnt nur geringfügig.

Ausgangsbasis für diese Untersuchungen war jeweils der Datensatz von LW 8, Hausgeneration X mit 7 Haushalten à 8,5 Personen (SCHIESBERG 2008, 5; 2010, 65; ZIMMERMANN 2002, 28 Abb. 11). Als täglicher Kalorienbedarf wurden die in „Sterbetafeln als archäologisch-anthropologische Quelle“ (s. S. 24–29) ermittelten 2600 kcal/Kopf (56 465 500 kcal im Jahr) und als pflanzlicher Anteil an der Versorgung die in Kapitel „Das Verhältnis von tierischen zu pflanzlichen Nahrungsquellen“ (s. S. 29–31) diskutierten 95 % eingesetzt (53 642 225 kcal im Jahr). Die Kalkulation folgt dem in Kapitel

“Modul Kulturpflanzen“ (s. S. 13–16) beschriebenen Rechenweg, der im Anwendungsbeispiel „Altneolithikum“ ausführlicher erläutert wird und zu einer Schätzung der von der Bevölkerung von LW 8 benötigten Ackerflur führt.

Benutzt man statt der Getreidekörner die Ährchenbasen aus LW 8 als Zählbasis, so ist zu beachten, dass sie nicht direkt in Kalorien umzurechnen sind, sondern zuerst die dahinterstehende Zahl an Getreidekörnern ermittelt werden muss. Das Umrechnungsverhältnis beträgt nach H. NEUSS-ANIOL (1987, 39) bei Einkorn 1 : 1 (ohne Berücksichtigung des zweikörnigen Einkorns) und bei Emmer 1 : 2, das heißt, die Ährchenbasen des Emmers stehen im Normalfall für eine doppelt so hohe Anzahl an Körnern. Die aus der veränderten Zahlenbasis resultierende Anbaufläche von 7,6–32,2 ha (Median 12,3 ha) ist praktisch identisch mit derjenigen, die aus der direkten Zählung der Körner resultiert. Die Ergebnisse der anderen Ansätze zur Annäherung an das Verhältnis von Einkorn zu Emmer zeigen ebenfalls, dass der Einfluss des quantitativen Verhältnisses zwischen beiden Weizenarten (Verh. 2 : 1 z. B. KREUZ 2007, 271–274; KNÖRZER U. A. 1999, 75; Verh. 1 : 1 z. B. KREUZ / BOENKE 2003, 234 Abb. 1) nur einen geringen Einfluss auf das angestrebte Kalkulationsergebnis hat (Tab. 30, Zeilen 3 und 4, Mediane = 11,9 zu 12,1 ha). Die Differenzen der Agrarflächengrößen zwischen den einzelnen Rechenvarianten betragen maximal zwischen 0,2 ha (Untergrenze) und ca. 1 ha (Obergrenze). Diese geringen Unterschiede bestätigen den Ansatz, die in den archäobotanischen Archiven erfassten Zahlenverhältnisse der Getreide als möglichen Näherungswert zu den einstigen Verhältnissen ernst zu nehmen.

Die Bedeutung der Trespen und des Verhältnisses von Feldbau zu Viehzucht und Jagd

Im Rheinland treten in alt- und mittelnolithischen Befunden häufig Vertreter von Wildgräsern auf, den Trespen, die vermutlich auch als Nahrung genutzt wurden. Die Schwierigkeit die diversen Unterarten anhand der häufig nur verkohlt überlieferten Überreste zu differenzieren, hat dazu geführt, dass früher als Roggentrespe (*Bromus secalinus*) bestimmte Reste heute eher als Ackertrespe (*Bromus arvensis*) anzusprechen sind. In vielen Fällen lautet deshalb, je nach Zeitpunkt der Bestimmung, die Ansprache in den archäobotanischen Inventarlisten noch *Bromus secalinus* oder *Bromus arvensis/secalinus* (KNÖRZER U. A. 2009, 416–417).

Ausgehend vom Inventar aus LW 8 soll an dieser Stelle die Bedeutung der Trespen anhand ihres quantitativen Auftretens und ihres abzuschätzenden Anteils an der Deckung des Energiebedarfs überprüft werden. Betrachten wir die von diesem Fundplatz stammenden Pflanzenreste insgesamt (inkl. Ährchenbasen und Spelzresten, n = 9791), so halten die Trespen einen Anteil von 6,6 % (n = 645). Gehen nur Körner und Samen in die Untersuchung ein (n = 3239), steigt ihr Anteil auf 19,8 % (n = 642). Das lässt auf den ersten Blick die Funktion der Trespen recht bedeutsam erscheinen, relativiert sich jedoch schnell, wenn statt der Belegungsstärke das über den TKG-Wert ermittelte Gewicht als Basis einer quantitativen Betrachtung dient. Das geringe TKG von 2–3 g führt zu einem deutlich geringeren Anteil der Trespen am nach TKG bestimmten Gesamtgewicht der geborgenen Körner und Samen in LW 8 (2 % von insgesamt 79,8–91,5 g). Unklarheit besteht über den Energiegehalt, den die Körner der Trespen zur Bedarfsdeckung beisteuern können. Hier wird die Annahme vertreten, dass ihr Energiegehalt dem des Weizens entspricht. In diesem Fall stellen sie im Mittel ca. 1,8 % der überlieferten Gesamtkalorienzahl.

In anderen Inventaren – nicht nur in denen des Rheinlandes – scheinen Trespen auch in größeren Zahlen vorzukommen (BEHRE 2008, 70). Für einige hessische Inventare aus der Bandkeramik (Phase II–V) kann der Anteil der Trespen an der Summe aller Körner und Samen berechnet werden (n = 38 547). Dort beträgt der Anteil für alle Arten der

Trespenanteile	Agrarfläche in ha						Max. Differenz in ha (%)		
	80 % Pflanzen			95 % Pflanzen			80 zu 95 % Pflanzen		
	Untergr.	Median	Obergr.	Untergr.	Median	Obergr.	Untergr.	Median	Obergr.
Keine Trespen	6,53	10,53	27,51	7,75	12,50	32,67	1,22 (18,68)	1,97 (18,71)	5,16 (18,76)
Trespen 19,8 % (1,77 % der kcal)	6,41	10,34	27,02	7,62	12,28	32,09	1,20 (18,72)	1,94 (18,76)	5,07 (18,76)
Trespen 33,3 % (2,37 % der kcal)	6,30	10,16	26,54	7,48	12,06	31,52	1,18 (18,73)	1,90 (18,70)	4,98 (18,76)
Max. Spalten- differenz in ha	0,23	0,37	0,97	0,27	0,44	1,15			

Tab. 31. LW 8, Hausgeneration X. Vergleich der Resultate einer Agrarflächenberechnung mit 7 Haushalten und 60 Einwohnern bei verschiedenen hohen Anteilen an Trespen (0 %, 19,8 %, 33,3 % der Gesamtanzahl von Früchten und Samen bzw. 0 %, 1,77 %, 2,37 % an der insgesamt überlieferten Energie) und unterschiedlich hoher Deckungsrate des Energiebedarfs durch Pflanzen (80 % und 95 %) sowie einem täglichen Energiebedarf von 2600 kcal pro Person. Die Spaltennamen „Untergr.“, „Median“ und „Obergr.“ beziehen sich auf die Grenzwerte und statistischen Maßzahlen des jeweiligen Ertrags pro ha, von denen die Größe der Agrarfläche direkt abhängt. Die Differenzwerte geben jeweils den maximal messbaren Unterschied wider. Die in Klammern stehenden Prozentwerte beziehen sich jeweils auf die Werte bei „80 % Pflanzen“.

Trespe 20,8 % (n = 8034 [KREUZ U. A. 2005, Tab. 7: LBK II/LBK III–V]), ist also den rheinischen Daten recht ähnlich. Grundlage der hessischen Zahlen ist in diesem Fall aber nicht die einzelne Siedlung. Sie sind für die gesamte Region zusammengefasst.

In anderen rheinischen Archiven machen Trespen bis zu einem Drittel der Großreste aus (KNÖRZER U. A. 1999, 76), so dass ein Anteil der Trespen von 33,3 % als Maximum diskutiert werden soll. Setzen wir diese Prozentzahl zum Vergleich im Inventar von LW 8 ein, so würde das bedeuten, dass sich die Anzahl von Trespensamen von 642 auf 866 erhöhen würde. Der Betrag für die überlieferten Kalorien erhöht sich faktisch nicht (Differenz ca. 2 kcal), aber der Anteil der Trespen an der Energieversorgung würde im Mittel leicht von 1,8 auf 2,4 % steigen.

Für unseren Rechenweg bedeutet das, dass Trespen in Schritt 1 (Feststellung der Anzahl pro Art) und Schritt 2 (Berechnung des Gewichts pro Art) quantitativ erfasst werden können. Unter der Annahme, dass ihr Energiegehalt dem des Weizens gleicht, kann die Berechnung bis Schritt 6 (Ermittlung des Energieanteils pro Art) fortgeführt werden. Das gilt nicht mehr für die Schritte 7–9, die zur Ermittlung der benötigten Agrarfläche führen, da zu den Trespen keine „Ertragswerte“ oder Besatzzahlen vorzuliegen scheinen.

Geringe quantitative Unterschiede resultieren, wenn die Trespen anteilig an der Bedarfsdeckung beteiligt werden oder nicht (Tab. 31). Da wegen der fehlenden Ertragswerte für die Trespen nicht berechnet werden kann, wie groß die Feldflur für die anderen Kulturpflanzen (Getreide, Hülsenfrüchte und Ölsaaten) und die Trespen zusammen ist, bleibt nur der Weg sich zu überlegen, wieviel kleiner die Anbauflächen für die Kulturpflanzen sein würden, wenn man den Energiebeitrag der Trespen zur Ernährung berücksichtigt. Die maximale Differenz in der jeweils resultierenden Feldflur liegt für LW 8 zwischen 0,2 und 1,2 ha (Tab. 31, Zeile „Max. Differenz“). Bezogen auf die Berechnung ohne Trespen bedeutet das eine Verkleinerung der Flächen um 2,4 %, entsprechend dem Trespenanteil

an den überlieferten Kilokalorien bzw. einem Anteil von einem Drittel an der Summe der Früchte und Samen. Entsprechend sieht das Ergebnis für den in LW 8 gezählten Anteil von 19,8 % aus. In diesem Szenario verkleinert sich die Fläche um 1,8 % (Differenz in % zwischen *Tab. 31*, Zeile „Keine Trespen“ und Zeile „Trespen 19,8 %“). Der Vergleich zeigt, dass die Auswirkungen auf die Agrarflächengröße nicht besonders hoch sind.

Der Anteil der Pflanzen an der Ernährung hat verglichen mit den Sektoren Viehzucht und Jagd deutlich größere Auswirkungen. In absoluten Zahlen bewegen sich die Unterschiede zwischen 1,2–5,2 ha bzw. 18,8 % bezogen auf die bei einem Anteil von 80 % Pflanzen an der Ernährung benötigten Fläche (*Tab. 31*, Spalten „Max. Differenz in ha 80 zu 95 % Pflanzen“).

Die Rechenbeispiele zeigen, dass sich die Berücksichtigung der Trespen nur wenig auf das Kalkulationsergebnis auswirkt. Die folgenden Flächenberechnungen betreffen deshalb nur noch die für die anderen Kulturpflanzen benötigten Feldfluren. Die vermutlich kleinen, für Trespen anfallenden Standorte sind also nicht im berechneten Flächenbedarf enthalten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Zählen der überlieferten Samen und Früchte die bestmögliche Basis darstellt, um eine Kalkulation der Agrarflächen vorzunehmen. Die bisher angestellten Vergleiche, die entweder eine andere Zählbasis benutzten (Ährchenbasen etc.), oder aber von einem bestimmten Verhältnis von Einkorn zu Emmer ausgehen, bewirken bei einem Siedlungsplatz wie LW 8 mit 60 Personen in 7 Haushalten Differenzen in der Gesamtfläche von maximal einem Hektar. Die Anteile der Pflanzen an der Ernährung wirken sich dagegen in größerem Maße aus. Die Erhöhung ihres Anteils von 80 auf 95 % bedeutet einen Zuwachs an benötigter Anbaufläche um ca. 1,2 bis 5,2 ha (18,8 %), also etwa ein Fünftel mehr. Für die folgenden Kalkulationen bleiben deshalb Trespen wegen ihrer geringen Auswirkung auf das Ergebnis unberücksichtigt.

### Kalkulation der überlieferten Energie und ihrer Verteilung auf die Arten

Im vorangegangenen Kapitel wurde eine Auswahl alternativer Verfahren im Umgang mit den zur Verfügung stehenden archäobotanischen Archiven vorgestellt und diskutiert. Das Ergebnis ist, dass die Nutzung der in den Großrestarchiven zur Verfügung stehenden Zahlen zu den überlieferten Arten zu brauchbaren Ergebnissen führt. Die nun folgende Berechnung ist demzufolge nahe an der Datenbasis auszuführen.

Die zum Deckungsbedarf durch Kulturpflanzen benötigten Agrarflächen berechnen sich nach den bereits genannten Schritten (S. 13–16). Hier sollen sie im jeweiligen Kontext noch einmal formelhaft angeführt werden. In den entsprechenden Tabellen finden sich die Bezüge zu den jeweiligen Arbeitsschritten über oder unter den betroffenen Spalten.

Zunächst soll sichergestellt sein, dass im Modell die Energieversorgung der Bevölkerung über die beiden Landwirtschaftssektoren Viehhaltung und Ackerbau gewährleistet ist. Deshalb fokussiert die Kalkulation zunächst auf die Kalorienwerte. In einem späteren Analyseschritt wird unter Einbeziehung des Moduls „Sammelpflanzen“ die Versorgung mit anderen Nährstoffen (Vitaminen, Mineralien usw.) diskutiert. In den ersten drei Arbeitsschritten werden die Nährwerte der überlieferten Pflanzen ermittelt (Quellen vgl. *Tab. 26*) und ihr prozentuales Verhältnis zueinander an der überlieferten Energiemenge berechnet:

- Zählen der Individuen pro Art und aoristische Verteilung = **Anzahl pro Art** (SCHRITT 1)
- Anzahl pro Art \* TKG / 1000 = zu berücksichtigendes **Gewicht pro Art** (SCHRITT 2)
- Gewicht pro Art \* kcal pro 100 g / 100 = überlieferte Kilokalorien pro Art (SCHRITT 3)
- Summe überlieferte Kalorien pro Art = **Gesamtkilokalorienzahl** (SCHRITT 4)
- (überlieferte Kalorien pro Art \* 100) / Gesamtkilokalorienzahl = **Anteil der Art in %** (SCHRITT 5)

Früchte/Samen	Körner n	%	Gewicht in g		kcal/100g	Σ		kcal		%
			Min.	Max.		Min.	Max.	Min.	Mittelw.	
	<b>SCHRITT 1</b>		<b>SCHRITT 2</b>			<b>SCHRITT 3</b>		<b>SCHRITT 4</b>		<b>SCHRITT 5</b>
<i>Trit. monoc.</i>	16 583,2	43,5	517,06	541,11	362,90	1876,42	1963,69	51,06	49,84	48,63
<i>Trit. dicoc.</i>	10 267,8	27,0	316,25	376,83	362,90	1147,66	1367,51	31,23	32,55	33,87
andere <i>Trit.</i>	2857,1	7,5	113,80	119,51	362,90	412,97	433,71	11,24	10,99	10,74
<i>Hordeum</i>	48,4	0,1	1,74	1,93	369,32	6,43	7,11	0,17	0,18	0,18
<i>Panicum/Setaria</i>	27,3	0,1	0,05	0,25	358,00	0,20	0,88	0,01	0,01	0,02
<i>Secale cereale</i>	6,0	0,02	0,21	0,28	296,00	0,61	0,82	0,02	0,02	0,02
<i>Lens culinaris</i>	780,6	2,0	18,73	28,88	303,00	56,76	87,51	1,54	1,86	2,17
<i>Pisum sativum</i>	6960,3	18,3	55,68	55,68	285,00	158,69	158,69	4,32	4,12	3,93
<i>Vicia faba</i>	1,0	0,0	0,35	0,60	290,00	1,02	1,74	0,03	0,04	0,04
<i>Vicia ervilia</i>	41,2	0,1	0,99	1,52	303,00	3,00	4,62	0,08	0,10	0,11
<i>Linum usitat.</i>	439,0	1,2	3,07	3,07	372,00	11,43	11,43	0,31	0,30	0,28
<i>Papaver setig.</i>	86,0	0,2	0,02	0,06	478,00	0,10	0,29	0,00	0,005	0,01
Σ	38 097,76	100,0	1027,96	1129,72		3675,30	4038,00	100,0	100,0	100,0

Getreide &amp; Hülsenfrüchte aoristisch verteilt

TKG *Secale cereale* (Roggen) = 30–40TKG *Lens culinaris* (Linsen) = 24–37TKG *Vicia faba* (Ackerbohne) = 350–600

Tab. 32. Berechnung der überlieferten Energieanteile pro Kulturpflanzenart (in kcal) auf Basis der Häufigkeiten der in den hessischen, baden-württembergischen und rheinischen Archiven aufgefundenen verkohlten Samen ohne Trespenn (Werte für kcal nach KÖRBER-GROHNE 1997; SOUCI u. A. 1981). TKG-Werte aus Tab. 26; TKG für Arten, die nicht in LW 8 auftraten, stehen unterhalb der Tabelle. Nummern der Arbeitsschritte („Modul Kulturpflanzen“ S 13–16).

Arten	95 %-Beitrag Pflanzen (kcal)	kcal-Bedarf pro Art		Bedarfsflächen in ha			
		in %	absolut	(absolut)		(% )	
				Unterggr.	Oberggr.	Unterggr.	Oberggr.
		SCHRITT 6		SCHRITT 8			
<i>Trit. monoc.</i>		49,84	221 532 612	33,41	127,18	44,84	49,60
<i>Trit. dicoc.</i>		32,55	144 656 398	20,13	90,59	27,01	35,33
andere <i>Trit.</i>		10,99	48 840 092	6,28	21,57	8,43	8,41
<i>Hordeum</i>		0,18	780 225	0,25	0,46	0,33	0,18
<i>Panicum / Setaria</i>		0,01	60 140	0,02	0,02	0,02	0,01
<i>Secale cereale</i>	444 464 150	0,02	82 220	0,03	0,09	0,04	0,03
<i>Lens culinaris</i>		1,86	8 248 269	1,36	2,12	1,82	0,83
<i>Pisum sativum</i>		4,12	18 329 384	12,54	13,53	16,83	5,28
<i>Vicia faba</i>		0,04	157 135	0,04	0,04	0,05	0,02
<i>Vicia ervilia</i>		0,10	435 260	0,07	0,11	0,10	0,04
<i>Linum usitat.</i>		0,30	1 320 364	0,39	0,67	0,52	0,26
<i>Papaver setig.</i>		0,005	22 050,853	0,006	0,011	0,01	0,00
Σ/Agrarfläche ha/HH (58)		100	444 464 150	74,52	256,40	100	100
ha/P (493)				1,28	4,42		
				0,15	0,52		

Tab. 33. Berechnung der Bedarfsflächen pro Art (5 % tierische 95 % pflanzliche Quellen). Bedarf 2600 kcal/Kopf/Tag für 58 Haushalte à 8,5 Personen. Nettoerträge vgl. *Tab. 14; 18* (Schritt 7); absolute und Prozentwerte für Kalorienbedarf/Art aus *Tab. 32*.

Die Ergebnisse lassen sich in *Tab. 32* betrachten. Getreide nehmen einen Anteil von 78,2 % an der Gesamtanzahl der überlieferten Früchte und Samen der Kulturpflanzen ein (Spalte „Körner %“). An der „überlieferten Energie“ (d. h. der in kcal gemessene Wert, der anfallen würde, wären die in den Bodenarchiven aufgefundenen Samen frisch) beträgt ihr Anteil im Mittel über 90 % (93,6 %).

Nur auf die Weizenarten bezogen betragen die Anteile 78 % bei der Anzahl und 93,4 % im Mittel bei der Energie. Einkorn und Emmer sind unter den Getreiden erwartungsgemäß die wichtigsten Arten. Zusammen stellen sie über 70 % der Früchte und Samen und im Mittel über 80 % der Kilokalorien. Bei den Hülsenfrüchten (ca. 20 % der Früchte und Samen) sind Erbsen am häufigsten, bei den Ölsaaten ist es der Lein. Beide Gruppen zusammen, stellen im Mittel etwas weniger als 6,5 % der Energie.

Nach diesen ersten Berechnungsschritten zeichnet sich bereits sehr deutlich das Übergewicht ab, das die Weizenarten in der Ernährung der Bandkeramiker besaßen. Deren Anbau dürfte also auch entscheidend die Größe der Ackerflächen beeinflusst haben. Die in Arbeitsschritt 5 berechneten Anteile der Kulturpflanzenarten an der „überlieferten Gesamtkilokalorienzahl“ werden als Transferwerte an die folgenden Rechenschritte weitergegeben.

### Kalkulation der Nettoerträge und Anbauflächen

In den nächsten Arbeitsschritten werden nun die zur Bedarfsdeckung benötigten Flächen in Abhängigkeit der Anteile der Kulturpflanzen am zu erbringenden Energiebetrag kalkuliert.

Tägl. Bedarf/Kopf	Anteil Pflanzen	Agrarfläche in ha			Anteil an Ald. Pl. (%)		Fläche Ald. Pl. (ha)
		Min.	Mittelw.	Max.	Min.	Max.	
1800 kcal	80 %	43,45	63,75	149,48	0,78	2,69	5561
	87,5 %	47,52	69,73	163,49	0,85	2,94	
	95 %	51,59	75,70	177,51	0,93	3,19	
2600 kcal	80 %	62,76	92,08	215,91	1,13	3,88	
	87,5 %	68,64	100,71	236,16	1,23	4,25	
	95 %	74,52	109,35	256,40	1,34	4,61	

Tab. 34. Übersicht über die Ergebnisse der Agrarflächenkalkulation bei verschiedenen hohen Anteilen der Kulturpflanzen an der Energieproduktion und bei unterschiedlichen Eingangswerten beim täglichen Energiebedarf pro Person. Dargestellt ist der für den Anbau von Kulturpflanzen benötigte Anteil an der zur Verfügung stehenden Gesamtfläche, berechnet für 58 Haushalte in Hausgeneration X.

- *Durch Pflanzen zu deckender Energiebedarf (kcal) / 100 \* prozentualer Anteil pro Art an der überlieferten Gesamtkalorienzahl = Kalorienbedarf pro Art (Schritt 6)*
- *Nettoertrag (kg/ha) pro Art \* Kalorien pro 100g \* 10 = Nettoenergieertrag pro Art (kcal/ha) (Schritt 7)*
- *Kalorienbedarf pro Art / Nettoenergieertrag pro Art (kcal/ha) = Flächenbedarf pro Art (Schritt 8)*

Das Rechenbeispiel beruht auf einem täglichen Energiebedarf von 2600 kcal pro Person (S. 24–29) sowie einem Verhältnis von tierischen und pflanzlichen Energielieferanten von 95 % Energie aus Pflanzen zu 5 % Energie aus tierischer Produktion (S. 29–31).

Insgesamt werden zwischen 74,5 und 256 ha (Median bei 109,4 ha) Ackerflächen benötigt, um die bandkeramische Bevölkerung von Hausgeneration X auf der Aldenhovener Platte mit Energie aus Kulturpflanzen zu versorgen (Tab. 33). Das entspricht pro Haushalt (HH) einer Fläche von 1,3 bis 4,4 ha (Median bei 1,9 ha) bzw. pro Person von ca. 0,2 bis 0,5 ha (Median 0,2 ha).

Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse die Spannen zwischen guten (kleine Flächen) und schlechten Ertragssituationen (große Flächen) an, ohne dass dabei extreme Ausreißer in beide Richtungen das Bild verfälschen (S. 39–58).

Würde man den von EBERSBACH (2002, 119) benutzten Bedarfswert einsetzen (1800 kcal/P/Tag), so ergäben sich Werte für die Anbauflächen von 43,5 ha im Minimum und 177,5 ha im Maximum (Tab. 34). Die Differenz liegt also zwischen 19,3 und 78,9 ha und entspricht dem Unterschied zwischen den eingesetzten Bedarfswerten (44 %). Die Ergebnisse der Bilanzierung für unterschiedlich hohe Anteile der Pflanzen an der Energieproduktion und für die verschiedenen Bedarfswerte zeigen aber auch, dass trotz deutlicher Erhöhung der Bedarfswerte die Anteile an der insgesamt zur Verfügung stehenden Fläche auf der Aldenhovener Platte weiterhin sehr klein bleiben. Sind es bei 1800 kcal zwischen 0,8 % im Minimum und 3,2 % maximal, so erreichen die prozentualen Anteile bei 2600 kcal Bedarf Werte zwischen 1,1 und 4,6 %. Der relativ hohe Zuwachs von 44 % im Energiebedarf beansprucht also aufgrund der relativ geringen Bevölkerungszahl an Bandkeramikern auf der Aldenhovener Platte wenig mehr an Fläche (1,2 % der Aldenhovener Platte).

Tägl. Bedarf/Kopf	Anteil Pflanzen	Agrarfläche/HH (58) in ha			Agrarfläche/P (493) in ha		
		Min.	Mittelw.	Max.	Min.	Mittelw.	Max.
2600 kcal	80 %	1,08	<b>2,40</b>	3,72	0,13	<b>0,29</b>	0,44
	85 %	1,15	<b>2,55</b>	3,96	0,14	<b>0,30</b>	0,47
	87,5 %	1,18	<b>2,63</b>	4,07	0,14	<b>0,31</b>	0,48
	90 %	1,22	<b>2,70</b>	4,19	0,14	<b>0,32</b>	0,49
	95 %	1,28	<b>2,85</b>	4,42	0,15	<b>0,34</b>	0,52

Tab. 35. Aldenhovener Platte, Hausgeneration X. Ergebnisse der Agrarflächenkalkulation auf der Basis eines täglichen Verbrauchswertes von 2600 kcal pro Person, umgelegt auf die einzelnen Haushalte und Personen (Mittelwerte zwischen Minimal- und Maximalwerten in fett).

Auf die Bedeutung der Unterschiede zwischen den verschiedenen hohen Anteilen an tierischen und pflanzlichen Nahrungsquellen wurde bereits hingewiesen (Tab. 31). Von 95 % pflanzlichem Beitrag zu 80 % Anteil an der Energiedeckung beträgt das Gefälle jeweils ca. 18,7 %.

Insgesamt betrachtet ist der Platzbedarf für den Anbau der Nutzpflanzen in bandkeramischer Zeit (Hausgeneration X) sehr niedrig. Selbst bei einer hohen Deckung des Kalorienbedarfes aus pflanzlichen Quellen und minimaler Nettoertragslage liegt der Anteil der agrarisch genutzten Fläche bei unter 5 % der zur Verfügung stehenden Landschaftsflächen (5561 ha [Tab. 34]).

Ein vergleichbares Ergebnis zu den 1,3 bis 4,4 ha/HH liegt von der Aldenhovener Platte bereits vor (ZIMMERMANN 2002, 27). Die dort berechnete Spanne von 1,8–2,5 ha Feldflur/HH deckt den unteren und mittleren Bereich des hier vorgestellten Ergebnisses ab bzw. liegt sehr nahe bei dem ermittelten Mittelwert von 2,85 ha/HH (Tab. 35). Zu einem ähnlichen Ergebnis von 2,5 ha kommt T. KERIG (2007, 391), der sich dem Thema über den Faktor Arbeitskraft nähert. Er berücksichtigt die monatliche Arbeitsleistung eines Erwachsenen ohne Unterstützung durch Gespanne (29 Tage für einen Hektar) und kommt so zu dem Ergebnis, dass zwei Erwachsene die gesamte Feldfläche in einem Monat für die Aussaat vorbereitet haben könnten. Bei drei bis vier arbeitsfähigen Erwachsenen pro bandkeramischen Haushalt würden nicht mehr alle für die direkte Feldarbeit benötigt. Werden die Arbeitszeitdaten auf die hier ermittelten Flächengrößen übertragen, so würden vier arbeitsfähige Erwachsene allerdings gerade ausreichen, um bei schlechter Ertragslage innerhalb eines Monats die notwendige Feldflur zu bestellen (4,4 ha).

Für die Berechnung der bandkeramischen Feldflächen lässt sich zusammenfassend folgendes festhalten: Im Kalkulationsmodell besitzen vor allem die Größen täglicher Energiewert pro Kopf und Anteil der Kulturpflanzen an der Bedarfsdeckung einen ernst zu nehmenden Einfluss auf das Endergebnis. Das Verhältnis von Einkorn zu Emmer, die Frage ob Trespen in der Kalkulation berücksichtigt werden, aber auch verschiedene andere Varianten in der Zusammensetzung der Ausgangsdaten haben deutlich geringeren Einfluss auf die Größe der Anbauflächen.

#### *Wechselnde Ertragslagen und die Anteile der Kulturpflanzengruppen*

Die Anteile der einzelnen Kulturpflanzengruppen an der Produktionsfläche entsprechen grob ihrem Anteil an der Energiebedarfsdeckung. Sie verändern sich jedoch leicht nach unterschiedlicher Ertragslage. Dabei ist zu beobachten, dass bei schlechter Ertragslage die Anteile an dominanten Arten wachsen, während bei guter Ertragslage die Anteile weniger

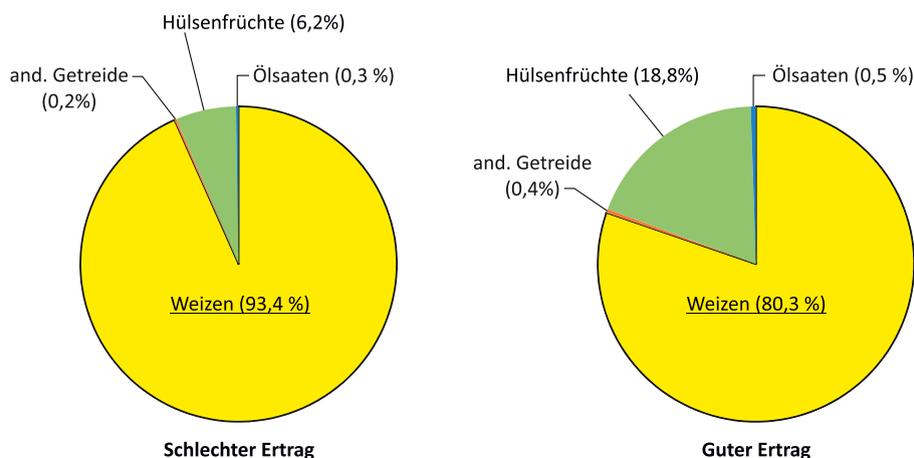


Abb. 31. Verteilung der Kulturpflanzengruppen nach Ertragslage. Bedarf = 2600 kcal/P/Tag; Deckung der Energie zu 95 % aus Pflanzen (Daten aus *Tab. 33* schlechter Ertrag = Spalte „Obergrenze“; guter Ertrag = Spalte „Untergrenze“).

stark vertretener Arten zunehmen (*Abb. 31*). Davon besonders betroffen sind Hülsenfrüchte, deren Anteile an der Anbaufläche von ca. 6 % auf knapp 19 % wachsen.

Die Eingangsgröße, also die zu erreichende Energiemenge, ist für beide Ertragslagen gleich, aber die Spannen zwischen guten und schlechtem Ertrag sind pro Art individuell verschieden und bewirken so eine unterschiedliche prozentuale Zusammensetzung der Artenanteile an den Bedarfsflächen (S. 39–58; *Tab. 14; 18*).

Trotz der vorangestellten Einschränkungen liefern die absoluten Flächenangaben und die prozentualen Anteile wertvolle Informationen zum Platzbedarf der einzelnen pflanzlichen Nahrungskomponenten (*Tab. 33*). Einkorn hat den größten Bedarf an Anbaufläche (45–50 %), gefolgt von Emmer (27–35 %), anderen Weizensorten (ca. 8 %) sowie Erbsen (5–17 %) und Linsen (1–2 %). Die anderen Arten summieren sich auf ca. 0,5 %.

Auch wenn das Verhältnis der Arten zueinander nicht überinterpretiert werden soll, so ist die unterschiedliche Ertragslage der Getreidearten nicht nur als zufälliger Faktor zu verstehen. Hohe Erträge werden in der Regel mit Sommer- und niedrige mit Winteranbau verbunden.

### Lage und Größe bandkeramischer Feldfluren auf der Aldenhovener Platte

Die von uns bisher vorgestellten Untersuchungen beschäftigen sich mit einer möglichen Zusammensetzung der Ernährung einer bandkeramischen Bevölkerung und zielen auf die Größe ihrer Feld- und Weideflächen. Daran schließen sich die Fragen an, wo diese Flächen im Umfeld der Siedlungen zu vermuten sind und wie weit der direkte Einfluss auf die umgebende Landschaft wohl reichte. Diesen Fragen soll hier beispielhaft für das mittlere Merzbachtal und für einige Zeitscheiben (Hausgenerationen I, II, VII und X) auch darüber hinaus (Aldenhovener Platte) nachgegangen werden.

Die Ausgestaltung dieses Moduls kann auf verschiedene Arten erfolgen. Für eine Siedlung eine gemeinsame Feldflur zu rekonstruieren, ist eine Möglichkeit, eine andere, die Flächenanteile getrennt nach Haushalten mit den entsprechenden Anteilen an Brachen auszuweisen. Der zuerst genannte Weg wurde bereits in verschiedenen Varianten für das Merzbachtal (LÜNING 1988, 62 *Abb. 31*; 71 *Abb. 39*; ZIMMERMANN 2002, 30 *Abb. 13*)

und die Aldenhovener Platte beschriften (LÜNING 1988, 72 Abb. 41; ZIMMERMANN U. A. 2009a, 41 Abb. 15).

Der ältere Vorschlag von J. LÜNING (1988, 86) geht von 5 bis 7 Mitgliedern eines Haushalts aus und 0,5 Hektar Feldflur pro Person. Er behandelt die Wirtschaftsflächen pro Siedlung als zusammenhängende Einheiten. So entstehen große und einheitliche Flächen mit einem Mix aus aktiven Feldern und Brachen, die im Turnus von drei Jahren fällig und bereits bei der Größe der Feldfluren eingerechnet sind. Die Flächen bilden am Verlauf der Täler orientierte Wirtschaftskorridore (LÜNING 1988, 72 Abb. 41).

Der spätere Ansatz von ZIMMERMANN (2002, 30 Abb. 13) konstruiert ebenfalls eine gemeinsame Feldflur für jede Siedlung möglichst dicht bei den jeweiligen Häusern; weiter entfernt befinden sich diejenigen Waldbereiche, in denen die Eichen für den Hausbau gefällt wurden. Aufgrund der benutzten Rechentechnik („Hinterland“ in der GIS-Software IDRISI) entstehen um die Siedlungen radial angeordnete Nutzungszonen. Der sieben Personen umfassende Haushalt erhält in diesem Rekonstruktionsversuch 1,8 bis 2,5 ha Feldflur (auf 2 ha gemittelt [ZIMMERMANN 2002, 27]). Diese Flächengröße stellt einen unteren Grenzwert für die Modellierung der bandkeramischen Wirtschaftsareale dar. Durch die radiale Anordnung der Feldflächen entsteht so eine minimierte Flächennutzung und keine Korridore wie bei Lünings Vorschlag (s. o.).

Das neue Modul zur Verortung der bandkeramischen Felder betrachtet das Verhältnis von Feldfluren und Brachen von der Ebene der einzelnen Haushalte aus. Eine weitergehende, funktionale Aufteilung in Flächen mit anderen Nutzungsansprüchen (z. B. Bau- oder Brennholz) braucht hier nicht zu erfolgen, weil nach 75 Jahren der Bauholzbedarf durch das Roden der Brachfläche vollständig gedeckt werden kann. Die Haushaltgröße umfasst nach den Berechnungen von S. SCHIESBERG (2007, 5; 2010, 63) 8,5 Mitglieder. Die Rekonstruktion geht hier von einem oberen Grenzwert für die Feldflur aus (4,4 ha pro Haushalt [0]). Das würde den schlechteren Ertragswerten eines Sommeranbaus von Getreide entsprechen und wäre die Maximalfläche, die ein bandkeramischer Haushalt ohne Pflug bearbeiten konnte (KERIG 2007, 391). Der Einsatz der maximalen Feldflächen dient dazu, die größtmögliche Einflussnahme des bandkeramischen Wirtschaftens zu ermessen und mit den minimalen Flächenschätzungen von Zimmermann direkt zu vergleichen (s. u.). Brachen sind in dieser Rekonstruktion ein konstitutives Element der Bewirtschaftung und wachsen bald auf das Dreifache der Feldfluren an. Im Bereich des mittleren Merzbachtals werden die Felder und Brachen auf der Grundlage wohl begründeter Annahmen in einen räumlichen Kontext zu den archäologisch nachgewiesenen Häusern gestellt, während sie in den anderen Regionen der Aldenhovener Platte schematisch eingetragen sind.

Für die konkrete, GIS-gestützte Konstruktion der Felder und Brachen müssen einige Annahmen getroffen werden, die hier zusammenfassend aufgelistet werden:

- Um die Verortung von bandkeramischen Feldern zu vereinfachen, werden jedem Haushalt zwei Felder von ca. 2–2,4 ha Fläche zugeordnet, die er sich nicht mit anderen Haushalten teilen muss und die in ihrer Summe eine Fläche von ca. 4,4 ha ergeben.
- Die aktiven Felder befinden sich immer in größtmöglicher Nähe zu den zugehörigen Häusern.
- Die Felder sind bis auf topographisch bedingte oder auf Platzmangel zurückzuführende Ausnahmen rechteckig, um ihre Konstruktion zu vereinfachen.
- Die ununterbrochene Nutzungsdauer der Felder entspricht der Länge einer Hausgeneration, also in etwa 25 Jahre.

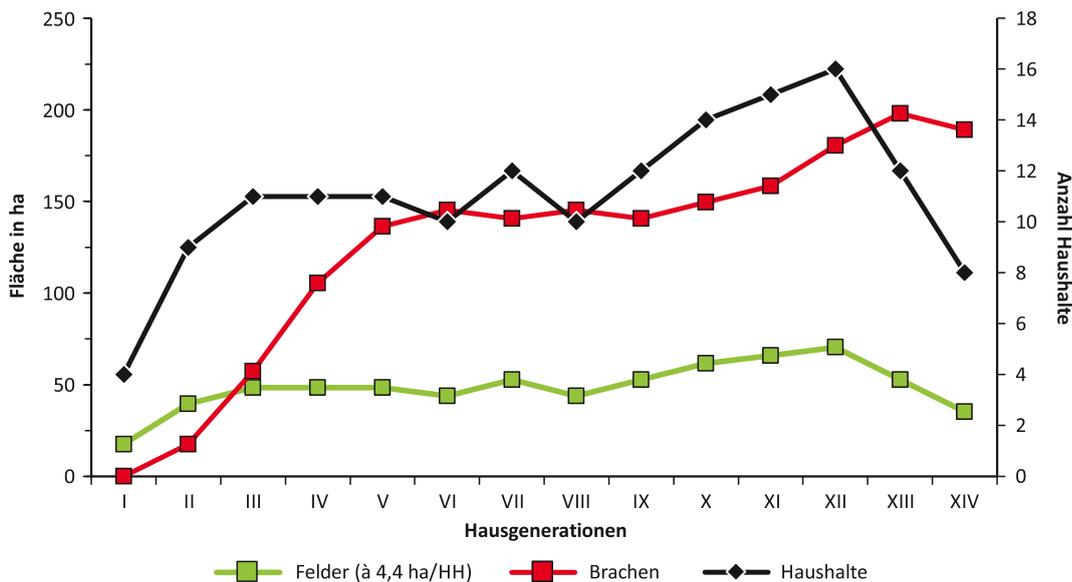


Abb. 32. Mittleres Merzbachtal (Szenario mit maximalen Feldflurgrößen). Verhältnis von Haushalten zu Feldern und Brachen getrennt nach Hausgenerationen.

- Auf die Phase der aktiven Nutzung folgen drei Brache-Phasen von je 25 Jahren Dauer, um die Regeneration der Flächen zu gewährleisten und dann einer weiteren Nutzung zur Verfügung zu stehen.

Die Agrarfläche eines Haushalts wird auf zwei Felder aufgeteilt, um in der Modellierung jedem Haushalt einen möglichst guten Zugang zu ermöglichen. Kleinere Feldgrößen wären also ebenso praktikabel wie die hier favorisierte Größe von ca. 2,2 ha pro Feld. Würde man aber mit größeren Feldern arbeiten, hätten einige Haushalte längere Wege als andere.

Man kann darüber diskutieren, ob weitgehend gleiche Zugangsmöglichkeiten zu den Feldern für die damaligen Menschen ein wichtiges Organisationsprinzip war. BOGAARD u. A. (2011, 405) halten in Vaihingen an der Enz eine Differenzierung in zwei Haushaltsgruppen mit näheren und weiter entfernten Feldern für möglich. Im Fall von Vaihingen wäre sogar zu überlegen, ob die beiden Haushaltsgruppen jeweils eine gemeinsame Feldflur bearbeiteten. Dabei würde man durch das Wegfallen von Flurgrenzen und Feldrainen weniger Fläche benötigen. Hier soll jedoch ein Szenario mit maximalem Flächenbedarf entwickelt werden. Deshalb gehen wir von zwei Feldern pro Haushalt aus.

Die Nutzungsdauer eines Feldes wird mit der eines Hauses synchronisiert, da die Ergebnisse aus Forchtenberg eine Nutzung in der Länge einer Generation möglich erscheinen lassen (EHRMANN u. A. 2009, 68). Um eine Regeneration des Baumbewuchses zu gewährleisten, der spätestens für die Errichtung neuer Häuser und deren Reparatur, aber auch als Quelle für Feuerholz und Gerätschaften notwendig war, mussten auf eine aktive Phase der Feldflur von ca. 25 Jahren, drei gleichlange Phasen mit keiner oder verminderter Nutzung (evtl. partiell und zeitlich begrenzte Weide) folgen, sodass in unserer Simulation ein vierstufiger Zyklus von 100 Jahren die Verteilung von aktiven Feldflächen und Brachen in der Landschaft steuert (ZIMMERMANN 2002, 28). Das ist in etwa die Hälfte der Zeit, die heute

HG	$\Sigma$ Häuser	$\Sigma$ Feldflur (ha)	$\Sigma$ Brachen (ha)	$\Sigma$ Feldflur/ Brachen (ha)	Anteil an Ald. Pl. (%)
I	4	17,6	0	17,6	0,32
II	9	39,6	17,6	57,2	1,03
III	11	48,4	57,2	105,6	1,9
IV	11	48,4	105,6	154	2,77
V	11	48,4	136,4	184,8	3,32
VI	10	44	145,2	189,2	3,4
VII	12	52,8	140,8	193,6	3,48
VIII	10	44	145,2	189,2	3,4
IX	12	52,8	140,8	193,6	3,48
X	14	61,6	149,6	211,2	3,8
XI	15	66	158,4	224,4	4,04
XII	16	70,4	180,4	250,8	4,51
XIII	12	52,8	198,0	250,8	4,51
XIV	8	35,2	189,2	224,4	4,04

Tab. 36. Mittleres Merzbachtal (Szenario mit maximalen Feldflurgrößen). Verhältnis von Haushalten zu Feldern und Brachen, getrennt nach Hausgenerationen (Hauszahlen nach CLASSEN 2005, 120 Abb. 8; Feldflur = 4,4 ha/Haus; Fläche Aldenhovener Platte = 5561 ha; Anteil an Nahrungsproduktion: Tiere 5 %; Kulturpflanzen 95 %).

	Minimale Flächen	maximale Flächen
<b>Täglicher Bedarf</b>	2000 kcal	2600 kcal
<b>Topographische Annahmen</b>	kreisförmige, gemeinsame Feldflur, kurze Wege	getrennte Felder der einzelnen Haushalte, lange Wege
<b>Flächennutzung</b>	Wintergetreide keine Brachen	Sommergetreide mit Brachen

Tab. 37. Charakteristiken der Szenarien mit minimalem und maximalem Flächenbedarf für die Landschaftsnutzung auf der Aldenhovener Platte zur Zeit der Bandkeramik.

in bewirtschafteten Eichenwäldern für die vollständige Regeneration veranschlagt wird (<http://de.wikipedia.org/wiki/Mosaik-Zyklus-Konzept> [Zugriff: 11.03.2014]). Nach unserer Auffassung wird also der Holzbedarf für den Hausbau mit dem Einschlag für neue Felder abgedeckt bzw. mit der Reaktivierung der Brachen ca. 100 Jahre nach der Rodung befriedigt (vgl. ZIMMERMANN 2002, 27–28).

Die für das mittlere Merzbachtal erstellten Kartenausschnitte zur lokalen Landschaftsnutzung werden durch das entsprechende Thiessen-Polygon begrenzt und finden sich in *Anhang 28*. In jeder Hausgeneration ist sichtbar genug Raum für die benötigte Agrarfläche, selbst mit der hier vorausgesetzten maximalen Größe der Feldflächen (*Tab. 36*).

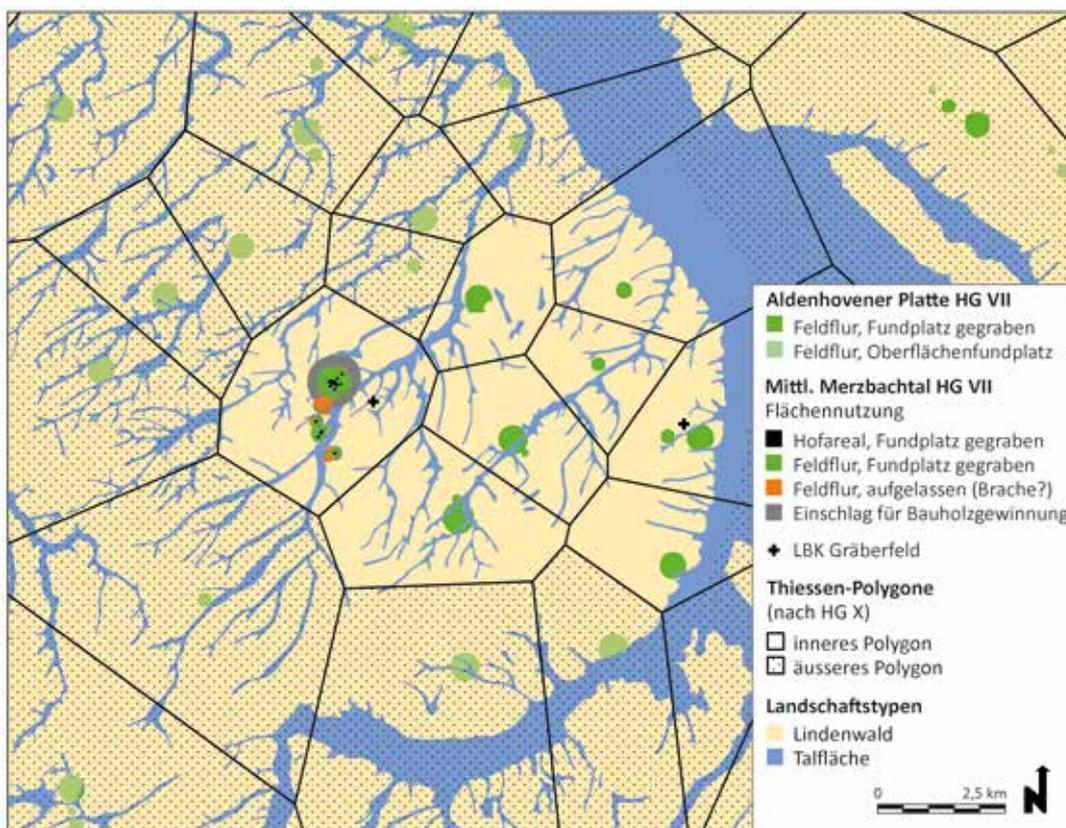


Abb. 33. Aldenhovener Platte Hausgeneration VII. GIS-gestützte Rekonstruktion der Landschaftsnutzung (minimale Flächen) bei einem Bedarf von 2 ha Feldflur pro Haushalt.

Eine Übersicht über die nach Hausgenerationen (HG) differenzierte Entwicklung der Feldflächen im Verhältnis zur Anzahl der Häuser und der Größe der angenommenen Brachflächen zeigt, dass die Brachen nach HG III das Dreifache an Feldflur einnehmen (Abb. 32; Tab. 36). Während bei den Feldflächen natürlich die Anzahl der Häuser der größtenbestimmende Faktor ist, reagieren die Brachen um bis zu drei Generationen zeitverzögert auf entsprechende Schwankungen. Ihre Flächengröße steigt noch an, als bereits Feldflurgröße und Hauszahlen im mittleren Merzbachtal gegen Ende der bandkeramischen Besiedlung abnehmen (ab HG XIII).

An dieser Stelle werden nun die Kartenausschnitte der regionalen Landschaftsnutzung für die Hausgenerationen II, VII und X auf der östlichen Aldenhovener Platte vorgestellt. Vorausgehend wird für Hausgeneration VII ein Vergleich zwischen einem Szenario mit minimaler und einem mit maximaler Flächennutzung durchgeführt.

Die wichtigsten Merkmale der Rekonstruktionsversuche mit minimalem und maximalem Flächenbedarf sind in *Tabelle 37* zusammengefasst. Entscheidend für die Größe der landwirtschaftlich genutzten Gesamtfläche sind der tägliche Energiebedarf der bandkeramischen Siedler, die Art des Anbaus (Winter- oder Sommeranbau) und die Integration von Brachen in das Modell zur Landwirtschaftsrekonstruktion. Beide Szenarien decken damit die Bandbreite möglichen wirtschaftlichen Handelns in der Bandkeramik des Rheinlands ab.

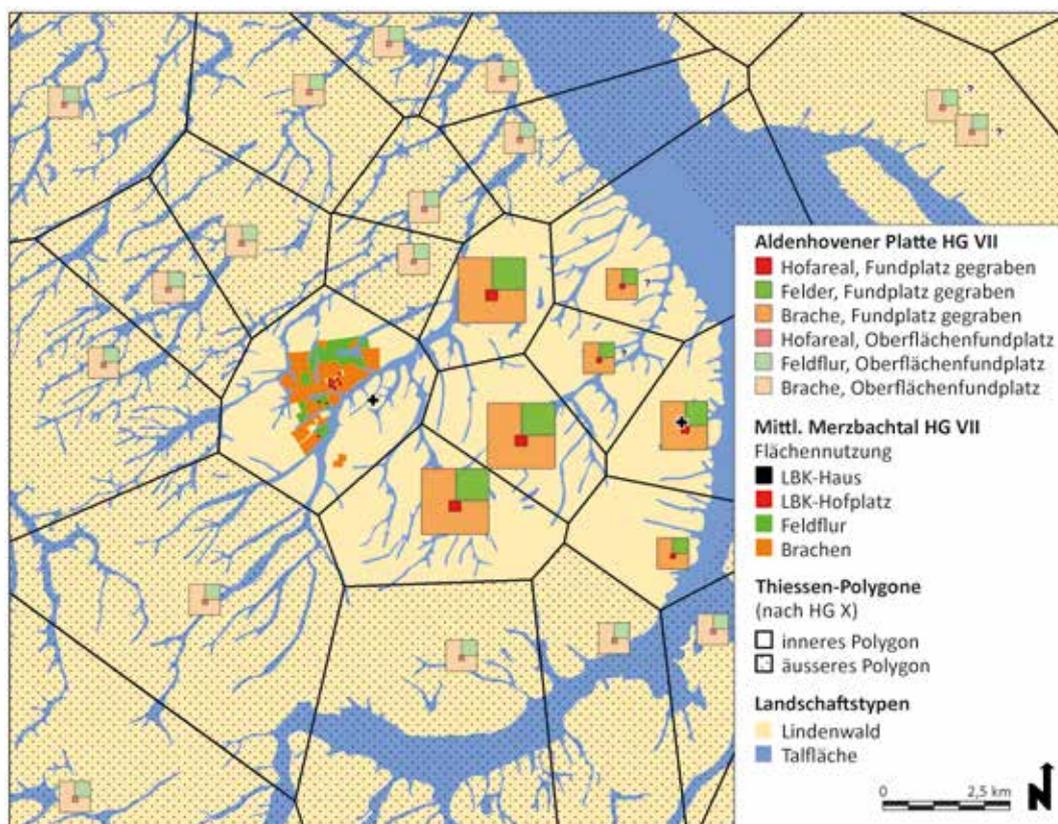


Abb. 34. Aldenhovener Platte Hausgeneration VII. GIS-gestützte Rekonstruktion der Landschaftsnutzung (maximale Flächen) bei einem Bedarf von 4,4 ha Feldflur pro Haushalt.

Die Entscheidung, die verschiedenen Nutzflächen außerhalb des mittleren Merzbachtals schematisch darzustellen (Abb. 34), verdeutlicht den Umstand, dass die bandkeramischen Plätze dort in einem weitaus geringeren Umfang ausgegraben wurden und die Anzahl der Haushalte auf Hochrechnungen beruht. Dieses optische Kriterium fehlt im Szenario, dass mit der Funktion „Hinterland“ berechnet wurde (Abb. 33). Hier macht die unterschiedlich stark differenzierte Aufteilung der Flächen nach Funktionen die bessere oder minder gute Quellenlage sichtbar.

Die Beispiele aus den Hausgenerationen II (Abb. 35), VII (Abb. 34) und X (Abb. 36) zeigen, dass auf der Aldenhovener Platte nicht der Flächenbedarf der Agrarwirtschaft der limitierende Faktor für die Aufsiedlung der Landschaft war. In keinem der Kartenausschnitte wird das durch die Thiessen-Polygone angedeutete Territorium der einzelnen bandkeramischen Siedlungen komplett ausgeschöpft. Dem bereits erwähnten Ansatz von KERIG (2007, 391) folgend, hätte die bandkeramische Bevölkerung auf der Aldenhovener Platte sowieso nicht mehr Land bewirtschaften können, als die im Szenario mit maximalen Feldflächen angesetzten 4,4 ha/HH. Ein ganz ähnliches Szenario wird auch für die niederländische LBK rekonstruiert (van Wijk u. a. 2014, 33–43; bes. Abb. 3,3). Insbesondere die dort rekonstruierten Heckeneinfassungen der Felder sind als Standorte für Sammelpflanzen wie Brombeere, Haselnuss, Himbeere und Holunder sehr gut geeignet.

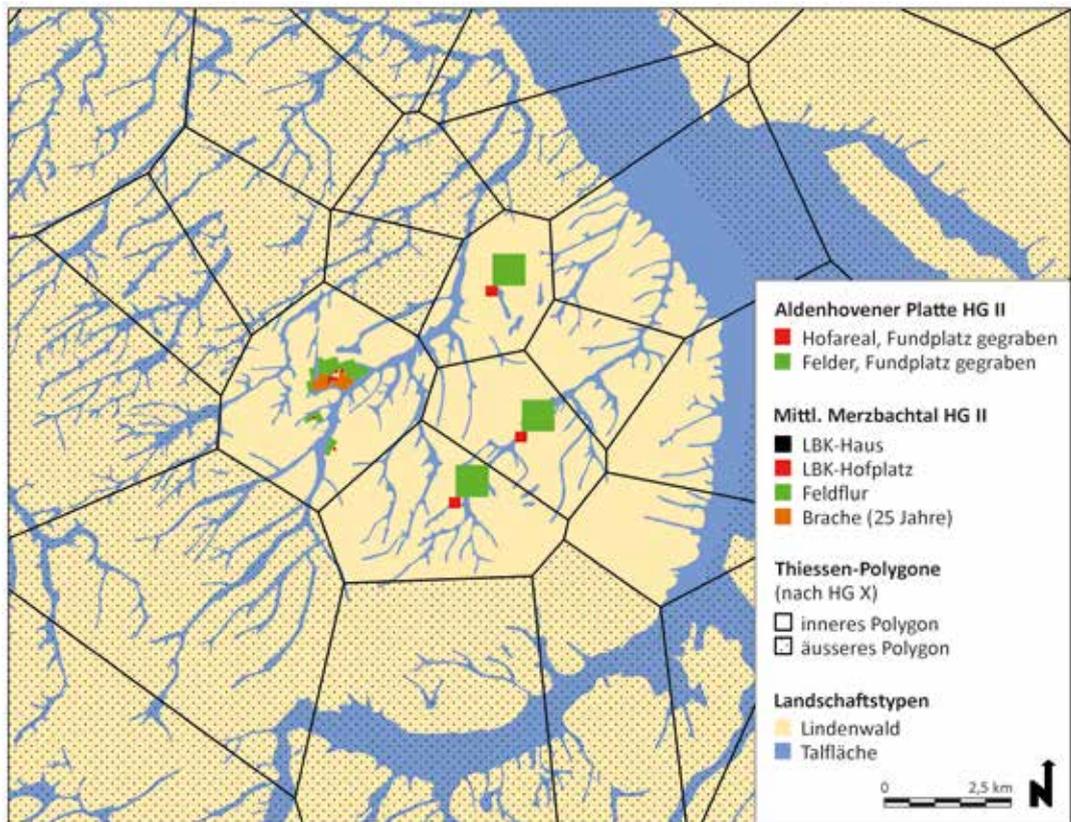


Abb. 35. Aldenhovener Platte Hausgeneration II. GIS-gestützte Rekonstruktion der Landschaftsnutzung (maximale Flächen) bei einem Bedarf von 4,4 ha Feldflur pro Haushalt. Außerhalb des mittleren Merzbachtals erfolgt die Darstellung der Flächennutzung schematisiert.

Es bleibt aber die Frage, warum die bandkeramische Bevölkerung nicht weiter angewachsen ist, war doch die Grenze der Tragfähigkeit noch nicht erreicht. Kulturelle Faktoren können natürlich nicht gänzlich ausgeschlossen werden, aber auch die Wirtschaftssektoren Viehzucht und Sammelpflanzen müssen hier betrachtet werden, was im Anschluss an dieses Kapitel erfolgt (S. 96–116; S. 118–120)

### Berechnung des Flächenbedarfs für Viehzucht (JH)

#### Quantifizierung

Für die Aldenhovener Platte ist kein belastbares Knocheninventar zur Quantifizierung verfügbar. Daher müssen Inventare aus dem restlichen Verbreitungsgebiet der LBK herangezogen werden, um das mögliche Spektrum der bandkeramischen Tiernutzung im

<sup>3</sup> Wie auch R. L. LYMAN (2008) beschreibt, kann es bei der Berücksichtigung kleiner Inventare zu einer Überrepräsentation von Tieren kommen, die bei

der Gesamtbetrachtung eigentlich eine geringe Rolle spielen („Quantifizierung“ S. 58–60).

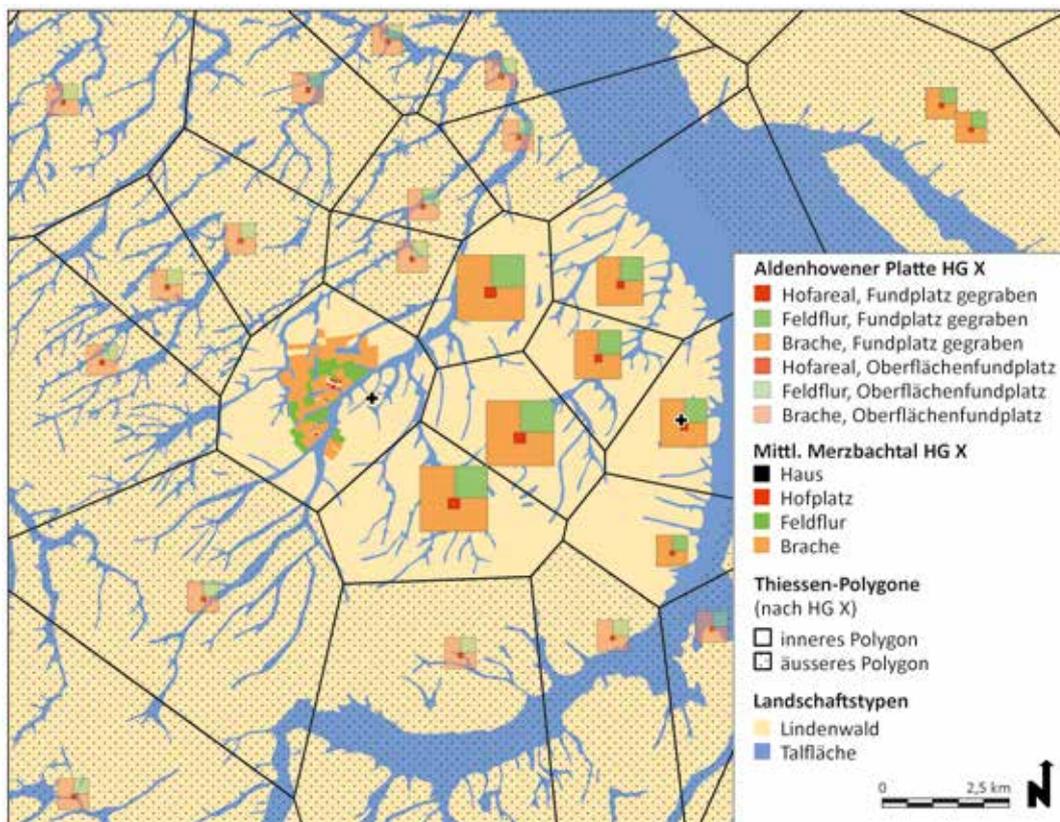


Abb. 36. Aldenhovener Platte Hausgeneration X. GIS-gestützte Rekonstruktion der Landschaftsnutzung (maximale Flächen) bei einem Bedarf von 4,4 ha Feldflur pro Haushalt. Außerhalb des mittleren Merzbachtals erfolgt die Darstellung der Flächennutzung schematisiert.

Rheinland zu erfassen. Dabei kann auf umfangreiche (über)regionale Zusammenfassungen zur bandkeramischen Tierhaltung und -nutzung zurückgegriffen werden (beispielsweise MÜLLER 1964; LÜNING 1988; 2000; DÖHLE 1993; ARBOGAST 1994; BENECKE 1994a; 1994b; ARBOGAST / JEUNESSE 2001; BENECKE U. A. 2003; KUHN 2008; KREUZ 2010). Die jeweiligen Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Faunenspektren aus LBK-Fundstellen wurden jüngst nochmals von C. KNIPPER (2011, 17–40) ausgearbeitet und sollen hier nur kurz in ihren Grundzügen referiert werden. Die genutzten Daten zu den Tierknochen von 141 Fundstellen basieren auf der von ihr ergänzten Datenbank von R.-M. ARBOGAST U. A. (2001; KNIPPER 2011, Anh. 2).

Insgesamt hat die Jagd in der Bandkeramik im Vergleich zur Haustierhaltung eine relativ kleine Rolle gespielt. Betrachtet man alle Fundkomplexe, überwiegen in ca. 90 % der Fundstellen die Haustierknochen (n = 125); berücksichtigt man nur die Komplexe mit über 100 bestimmten Tierknochen<sup>3</sup>, überwiegen diese sogar in 99 der 105 infrage kommenden Fälle (Abb. 37). Bei Gesamtbetrachtung der Knocheninventare treten jedoch die existierenden regionalen bzw. zeitlichen Unterschiede in den Hintergrund.

Bei den Jagd- und Haustieranteilen in den Knocheninventaren lässt sich ein chronologischer Effekt fassen. Grundsätzlich geht im frühneolithischen Knochenmaterial der Jagdanteil nach einem anfänglichen Hoch stark zurück. Eine Beobachtung, die durch

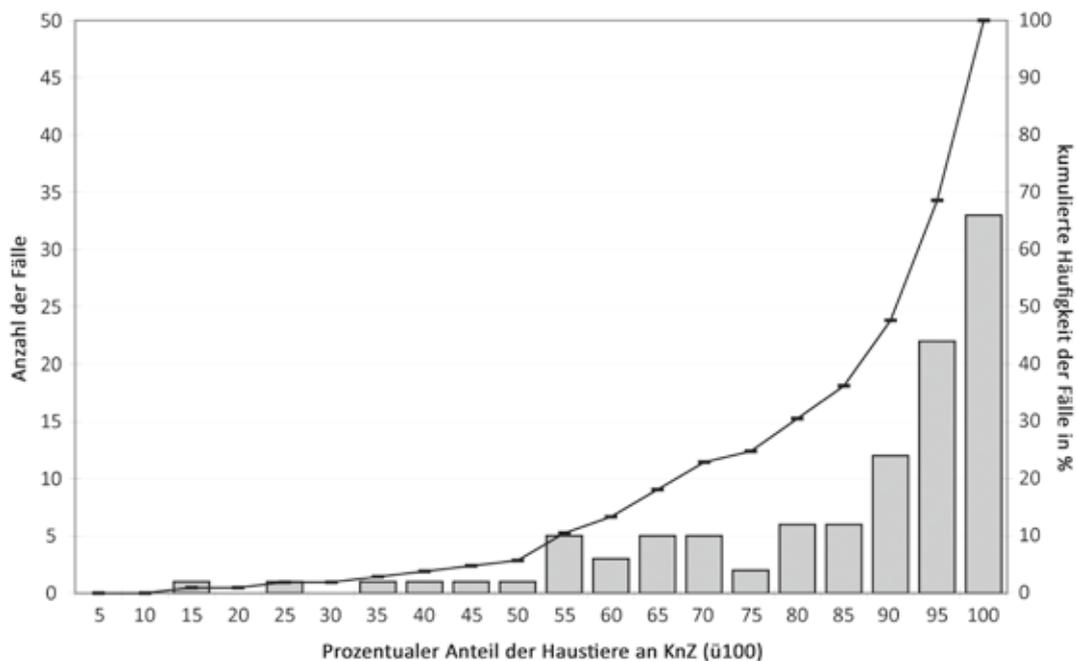


Abb. 37. Prozentualer Anteil der Haustierknochen bei Fundkomplexen mit mehr als 100 Knochen (105 Fälle) und die jeweilige Anzahl der Fälle (Daten aus KNIPPER 2011, Anh. 2).

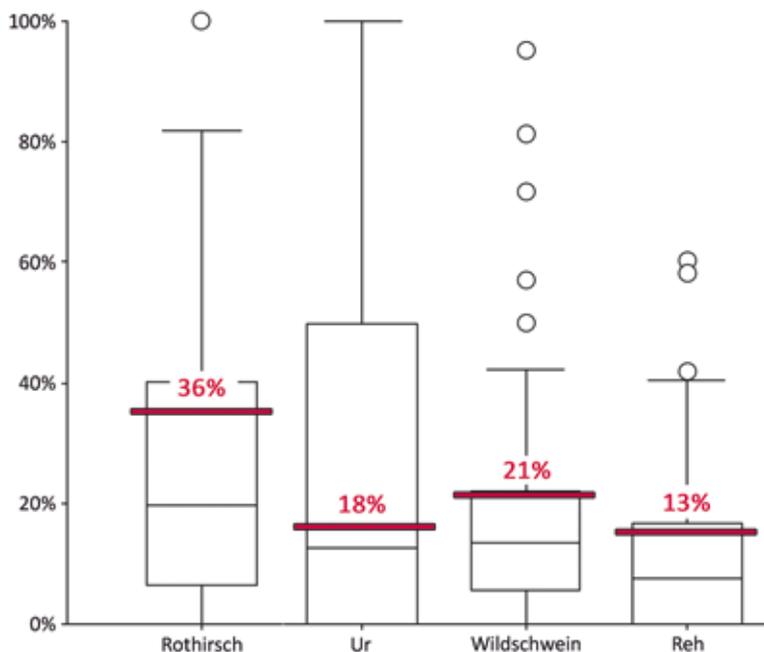


Abb. 38. Jeweilige Anteile der Arten an den Wildtierknochen pro Inventar nach Ausschluss der eindeutig in die älteste Bandkeramik datierten Fundplätze. Dabei wurden nur Inventare mit über 100 KnZ dargestellt. Rot: Die Gesamtanteile aller Knochen; dabei wurden auch Inventare berücksichtigt, die weniger als 100 KnZ aufwiesen.

Isotopenuntersuchungen unterstützt wird. So stellt LÜNING (2000) bereits fest, dass die Verhältnisse in der ältesten Bandkeramik zwar vielfältig, der Wildtieranteil zu Beginn jedoch erhöht ist. In Mitteldeutschland fallen die Werte von 10 auf 4 % Jagdanteil zurück und bleiben dann bis auf wenige Ausnahmen unverändert. Diese Tendenz lässt sich beispielhaft auch im hessischen Bruchengraben nachvollziehen, wo der Jagdanteil von 30–40 % in der ältesten Bandkeramik auf 8,6 % abfällt (LÜNING 2000, 114–115; KNIPPER 2011, 22).

Betrachtet man die Fundkomplexe aus der Datenbank von „Arbogast / Knipper“ (ARBOGAST U. A. 2001; KNIPPER 2011, Anh. 2) wird diese Beobachtung bestätigt. 36 % der eindeutig in die älteste Bandkeramik datierten Tierknochen (KnZ) stammen von Wildtieren, während der Wildanteil bei den restlichen Inventaren bei 13 % liegt. Auch bei Isotopenuntersuchungen lässt sich dieses Muster wiederfinden. In Nieder-Mörlen, ein Fundplatz, der während der gesamten Bandkeramik belegt ist, wurden an 17 flombornzeitlichen und jüngeren linienbandkeramischen Individuen Isotopenuntersuchungen durchgeführt. Dabei wurde eine leichte Abnahme der durchschnittlichen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von den flombornzeitlichen zu den darauffolgenden bandkeramischen Proben beobachtet<sup>4</sup>. Die erhöhten Stickstoffwerte in den älteren Proben aus Nieder-Mörlen werden durch einen höheren Anteil von Wildfleisch in der flombornzeitlichen Ernährung erklärt (NEHLICH U. A. 2009).

Doch auch nach der Eliminierung der eindeutig in die älteste Bandkeramik datierenden Datensätze bleibt die Zusammensetzungen der Fauneninventare uneinheitlich, ähnlich wie die Zusammenstellung der Wildtierknochen pro Art. Die Anteile der verschiedenen Tierarten sind breit gefächert, wobei aber Rothirsch vor Ur, Wildschwein und nachfolgendem Reh eine prominente Rolle übernimmt (*Abb. 38*). Daneben treten noch andere Tierarten auf, wie Biber, Fuchs etc. Da hier jedoch der Anteil, den unterschiedliche Tiere zur Ernährung des Menschen beisteuerten, im Vordergrund steht, werden nur Arten behandelt, bei denen davon ausgegangen werden kann, dass sie verspeist wurden. Laut T. ASAM U. A. (2006, 19) spielte Süßwasserfisch, den Isotopenanalysen nach, im bayerischen Neolithikum keine große Rolle. Dies passt zu dem allgemeinen archäozoologischen Befund, dass Süßwasserfische lediglich 3–5 % des Faunengutes ausmachen und somit nur eine Ergänzungsnahrung darstellen.

So unterschiedlich die Knocheninventare in Bezug auf die Wildtieranteile sind, so vielfältig sind sie auch hinsichtlich der Anteile von Haustierknochen (*Abb. 39*). Insgesamt überwiegen unter den Haustierknochen meist die Rinder, gefolgt von Schaf/Ziege und Schwein; so stammen im zusammengefassten Material aus Mitteldeutschland 53 % der Knochen von Rindern, 32 % von Schaf/Ziege und 13 % von Schweinen (LÜNING 2000, 110 nach DÖHLE 1993, 115). Betrachtet man die zusammengefassten KnZ aus den Datensätzen von „Arbogast / Knipper“ (ARBOGAST U. A. 2001; KNIPPER 2011, Anh. 2) lassen sich ganz ähnliche Verhältnisse ablesen (56 % Rind, 25 % Schaf/Ziege, 19 % Schwein).

Dabei ist auch hier wie bei den Jagdanteilen eine deutliche chronologische Komponente zu erkennen (s.o.), da sich die ältestbandkeramischen Fundplätze von den jüngeren Inventaren unterscheiden (ausführlich HILPERT 2017). So lassen sich im Elsass exemplarisch die räumlichen und chronologischen Entwicklungen, die am Jagdanteil aufgezeigt wurden, auch bei der Nutzung der Haustiere nachvollziehen (s.o.). Während in den Fundplätzen des Pariser Beckens (Rubané du Sud-Ouest) der Jagdanteil im Laufe der

<sup>4</sup> Zur Problematik des Dünge-Effektes siehe S. 29–31.

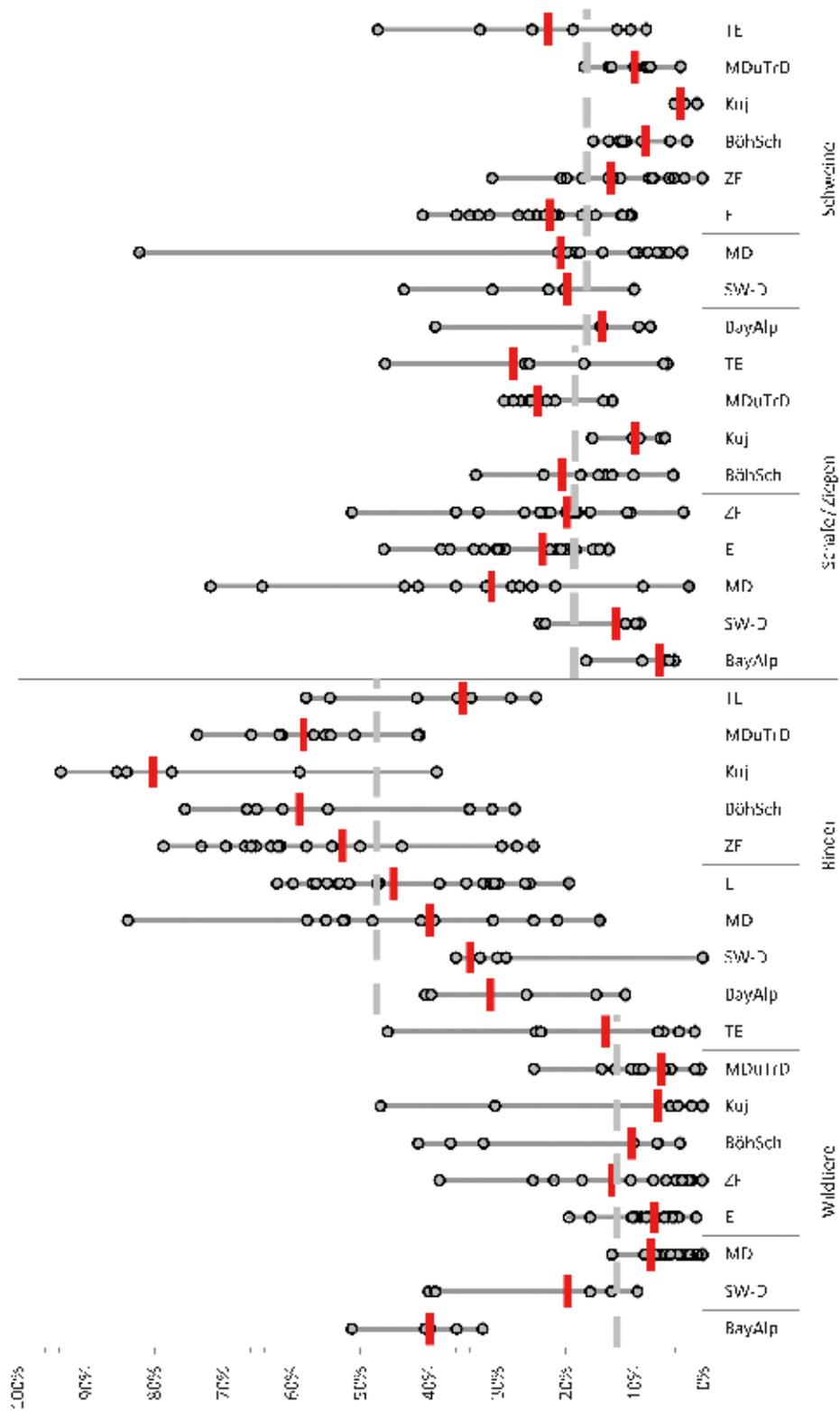


Abb. 39. Die jeweiligen prozentualen Anteile der verschiedenen Tiere nach geografischen Regionen (n = 93). Die grauen horizontalen Linien markieren die Mittelwerte. Berücksichtigt wurden Inventare mit mehr als 100 KnZ; Fundkomplexe aus der ältesten Bandkeramik wurden nicht berücksichtigt. BayAlp: Bayerisches Alpenvorland; SW-D: Südwestdeutschland; MD: Mitteldeutschland; E: Elsass; ZF: Zentralfrankreich; BöhSch: Böhmen, Schlesien und Sachsen; Kuj: Kujawien; MduTrD: mittlerer Donauraum und Transdanubien; TE: Theisesebene (Daten nach KNIPPER 2011).

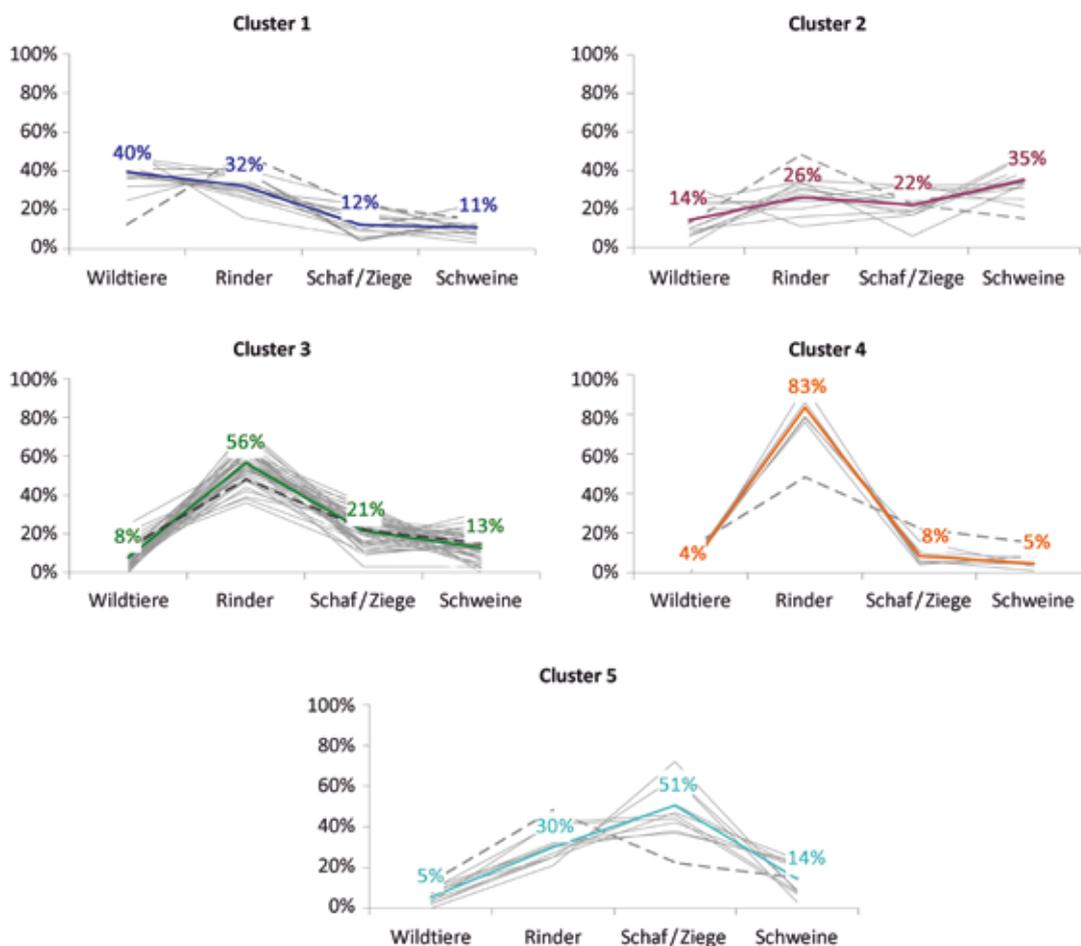


Abb. 40. Die prozentualen Anteile von Wildtieren, Rindern, Schafen/Ziegen und Schweinen in den Clustern 1 bis 5 und die dazugehörigen Mittelwerte zur Anzahl der Tierarten innerhalb der jeweiligen Cluster. Die gestrichelte Linie markiert die Mittelwerte aller betrachteten Fundplätze.

Bandkeramik steigt, bleibt er bei den elsässischen Fundplätzen konstant niedrig. Daneben findet jedoch im Elsass eine Veränderung in der Haustiernutzung statt. Vom Rubanéé ancient zum Rubanéé récent fällt der Gesamtanteil der Boviden an der Tierknochenanzahl von fast 52 auf 38 %, der Prozentsatz der Schaf-/Ziegenknochen steigt von 16 auf 27 % (ARBOGAST / JEUNESSE 2001). Auch deshalb werden für die hier vorliegende Untersuchung, die auf die spätere Bandkeramik zielt, die ältestbandkeramischen Inventare aus der Datenbank entfernt und fließen nicht in die weiteren Kalkulationen ein.

Die Gründe für die unterschiedlich starke Nutzung der Jagd- und Haustiere sind nicht vollständig geklärt (ausführlich HILPERT 2017). Sie werden teilweise in Zusammenhang mit krisenhaften Umwelteinflüssen gebracht (z. B. HÜSTER-PLOGMANN U. A. 1999; ASAM U. A. 2006; KUHN 2008; NEHLICH U. A. 2009, 1794). Aber auch kulturelle (z. B. ARBOGAST 1993; 1994; ARBOGAST / JEUNESSE 2001) genauso wie regionale Besonderheiten (UERPMANN / UERPMANN 1997; LÜNING 2000; KNIPPER U. A. 2005) scheinen eine Rolle gespielt zu haben. Daneben gibt es noch alternative Erklärungsansätze für die Variabilität der Zusammensetzungen der Fauneninventare, beispielsweise auf Siedlungsebene

(KNIPPER 2011, 20) oder Haushaltsebene (z. B. HACHEM 2000). Auch eine gesellschaftliche Differenzierung in den Subsistenzstrategien wird zur Begründung herangezogen (HACHEM 2000, 309; PRICE U. A. 2006; BENTLEY U. A. 2008; ZVELEBIL / PETTITT 2013).

Neben den oben genannten Gründen für die variablen Zusammensetzungen der Tierknocheninventare werden auch immer wieder naturräumliche Faktoren herangezogen (zusammenfassend zuletzt KNIPPER 2011, 37). In Anbetracht der beschriebenen Unterschiede innerhalb derselben geographischen Region und den dazu existierenden mannigfachen Erklärungsansätzen kann kein monokausaler Zusammenhang zwischen der Tierwirtschaft und den ökologischen Bedingungen erwartet werden. Nichtsdestotrotz können Tendenzen erkannt werden, welche die Differenzen in Tierhaltung und -nutzung weiter beleuchten, um letztlich zu einer plausiblen Modellierung der Tierhaltung im Rheinland zu gelangen. Zu diesem Zweck wurden die Fauneninventare zunächst mithilfe einer Clusteranalyse in fünf Gruppen eingeteilt, die sich in ihrer Zusammensetzung bezüglich der Tierknochenanteile deutlich voneinander unterscheiden (*Abb. 40*; zum Verfahren HILPERT 2017).

Im Vergleich zu den Mittelwerten zeichnet sich Cluster 1 durch deutlich erhöhte Wildwerte aus, die tendenziell den größten prozentualen Anteil der Tierknochen stellen, knapp gefolgt von Rinderknochen. Schaf/Ziegen- und Schweineknochen machen zu etwa gleichen Teilen zusammen das letzte Viertel der Knochenanteile aus. Das zweite Cluster wird von hohen Anteilen der Schweineknochen geprägt, während Schaf/Ziege und Rinder ähnliche Anteile aufweisen und zusammen etwa die Hälfte der Knochen stellen. Die Wildtiere spielen keine so bedeutende Rolle wie im vorigen Cluster. Insgesamt scheint die Nutzung der Tiere nicht so sehr auf eine einzelne Art spezialisiert, sondern auf verschiedene Arten gleichmäßig verteilt zu sein (s. a. ARBOGAST / JEUNESSE 2001).

Die Daten des dritten Clusters nähern sich tendenziell den Mittelwerten, bei denen ungefähr die Hälfte der Knochen von Rindern stammt, gefolgt von ca. 20 % Schaf-/Ziegenknochen und schließlich ca. je 10 % Anteilen von Schweine- und Wildknochen, wobei die Anzahl der Schweine leicht überwiegt. Dieser Gruppe gehören auch mit knapp über 53 % die meisten Fälle an. Im vierten Cluster wird die dominierende Rolle der Rinder nochmals betont, die zwischen 76 und 94 % der Knochen liefern, die anderen Arten fallen dagegen stark ab. Das fünfte Cluster schließlich zeichnet sich durch größere Anteile von Schaf-/Ziegenknochen aus, wobei dann Rinder und Wildtiere im Vergleich zu den Mittelwerten an Bedeutung verlieren.

Für die untersuchten Fundplätze wurden für eine weiterführende Analyse der vorherrschenden Umweltbedingungen sowohl die durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmengen und Temperaturen (*Abb. 41*) als auch Daten über die monatlichen (rezenten) Werte ermittelt (*Abb. 42*), wie sie in den öffentlich zugänglichen WorldClim-Karten angegeben werden (HIJMANS U. A. 2005; zur Vergleichbarkeit rezenter Klimaverhältnisse zu denen in bandkeramischer Zeit ZIMMERMANN U. A. 2009a, 28). Zu diesem Zwecke wurden die jeweiligen Mittelwerte aus einem Radius von 5 km um die spezifischen Fundplätze herum berechnet. Bei der Gegenüberstellung der jährlichen Niederschlagsmengen und der durchschnittlichen Temperaturen an den jeweiligen Fundplätzen fällt zunächst eine Häufung im Bereich verhältnismäßig niedriger Niederschläge auf, der typischen Verteilung bandkeramischer Fundplätze entsprechend (ausführlicher HILPERT 2017).

Auffälligerweise jedoch werden bei Fundplätzen aus relativ feuchtkühlen Gebieten ab ca. 650 mm Niederschlag/Jahr und unter ca. 9° C Durchschnittstemperatur/Jahr ausschließlich Fauneninventare gefunden, die dem ersten und zweiten Cluster zugeordnet wurden – dementsprechend also mit erhöhten Wild- respektive Schweineanteilen. Dabei

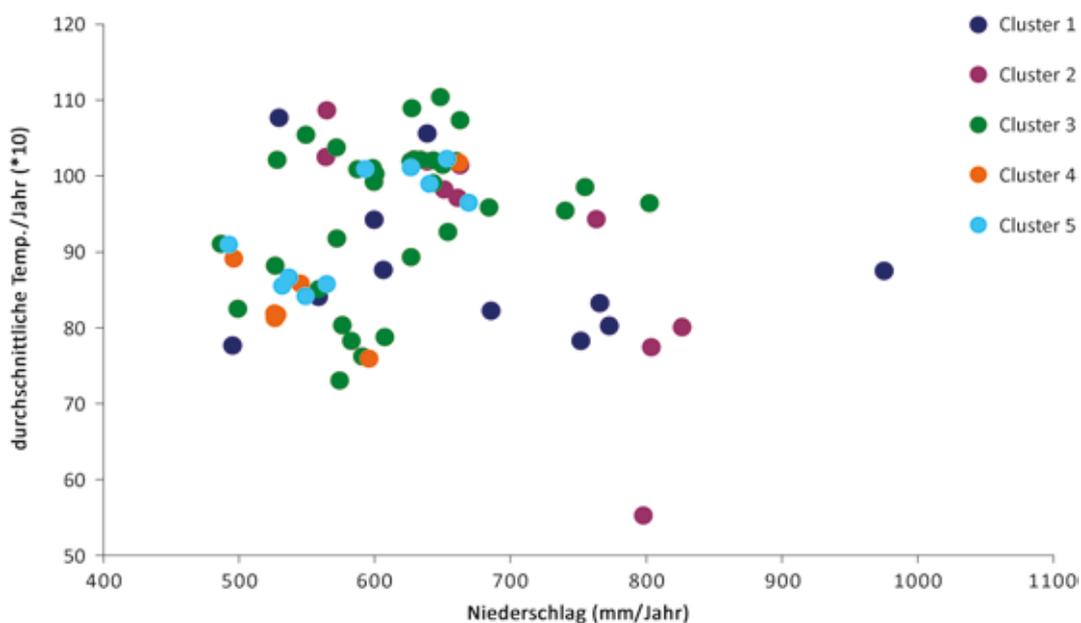


Abb. 41. Rezente Klimaverhältnisse (durchschnittliche Temperatur [ $\times 10$ ] und Niederschläge) an den untersuchten Fundplätzen. Fundstellen der ältesten Bandkeramik und solche mit KnZ unter 100 wurden nicht berücksichtigt. Klimadaten nach HIJMANS U. A. 2005; Clusterzusammensetzung s. Abb. 40.

sind sie jedoch nicht typisch für diese feuchtkühlen Gebiete, da sie auch in Bereichen mit anderen Umweltbedingungen auftreten. Die Fundplätze, die dem Cluster 4 und 5 zugeordnet wurden (starke Dominanz der Rinder bzw. der Schafe/Ziegen) wiederum sind auf Gebiete mit vergleichsweise niedrigen Niederschlagsmengen begrenzt (bis ca. 675 mm); dabei scheinen die Inventare mit sehr hohen Rinderknochenanteilen eher typisch für kältere Regionen zu sein. Dieses Muster lässt sich bei der differenzierten Betrachtung der jahreszeitlichen Durchschnittswerte wiederfinden (Abb. 42). Die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Winter scheinen dabei eine prägende Rolle zu spielen. Fundplätze mit erhöhten Wildanteilen treten in Gebieten mit winterlichen Durchschnittstemperaturen von ca.  $0^{\circ}\text{C}$  und niedriger auf. Die Fundplätze mit starken Schweineanteilen wiederum kommen in Räumen mit trockenkalten Wintern kaum vor. Die Inventare mit hohen Schaf-/Ziegenanteilen sind fast ausnahmslos in Gebieten mit Wintertemperaturen über  $0^{\circ}\text{C}$  und bis ca. 130 mm Winterniederschlag vertreten.

In Gebieten mit feuchtkaltem Winter scheint sich demnach die bandkeramische Versorgung mit tierischen Produkten weniger auf Rinder und Schaf/Ziege konzentriert zu haben, als es ansonsten typischerweise der Fall ist. Entweder stieg die Bedeutung der Jagd und fing die schwächeren Rinder- und Ovicapridenanteile auf oder alternativ übernahmen die Schweine eine wichtigere Rolle. Im Hinblick auf die artspezifischen Eigenheiten der Tiere (HILPERT 2017) ist es zweckmäßig, dies auch bezüglich der naturräumlichen Gegebenheiten zu interpretieren. So sind weder Rinder noch Ovicapriden an feuchtkaltes Wetter angepasst. In modernen Ratgebern zur ganzjährigen Außenhaltung von Weidetieren wird darauf hingewiesen, dass Ziegen extrem witterungsempfindlich sind und deren ganzjährige Außenhaltung nur auf trockenen Böden zu erwägen sei, da sonst beispielsweise mit großen Gewichtsverlusten zu rechnen sei (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 70). Auch für Schafe gilt ähnliches: Sie „[...] sind angepasst an trockene, warme Lebensräume

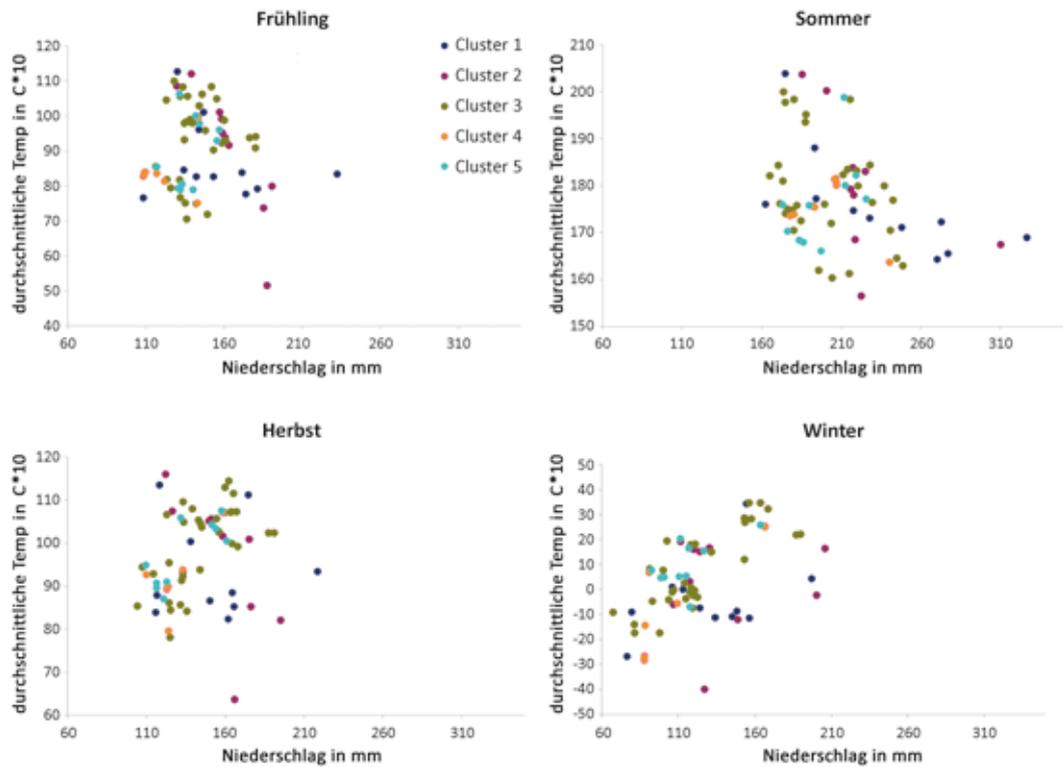


Abb. 42. Rezente Klimaverhältnisse (durchschnittliche Temperatur [ $^{\circ}\text{C} \cdot 10$ ] und Niederschläge) der vier Jahreszeiten an den untersuchten Fundplätzen (Klimadaten nach HIJMANS U. A. 2005; Clusterzusammensetzung s. Abb. 40). Fundstellen der ältesten Bandkeramik und solche mit KnZ unter 100 wurden nicht berücksichtigt.

in offenen oder halboffenen Landschaften. Dauerhaft nasse Feuchtgebiete oder regelmäßig hohe Schneelagen sollten Ausschlusskriterien für die ganzjährige Freilandhaltung sein“ (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 75). Für Rinder bzw. taurine Hausrinder wird angemerkt, dass dauerhafte Schneelagen ungünstig seien, da diese „[...] nicht, wie Wisente, Futterflächen mit dem Kopf frei räumen und wahrscheinlich nicht über längere Zeit von Zweigen und Rinde allein leben können. Sie scharren auch nicht wie Pferde im Schnee nach Nahrung, sondern stecken auf verschneiten Weiden nur die Nase in den Schnee“ (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 85).

Offensichtlich sind demnach Gebiete mit einem insgesamt feuchtkalten Klima, insbesondere mit kalten, nassen bzw. schneereichen Wintern, nicht optimal für die Rinder- und Ovicapridenhaltung. Es erscheint sinnvoll, die allgemeine Tiernutzung danach auszurichten und diese stärker auf mehrere Standbeine zu verteilen, um diesen Wirtschaftssektor weniger anfällig für eventuelle Verluste zu machen. Gleichzeitig lässt sich die Begrenzung von Inventaren mit Betonung der Schaf-/Ziegen- oder Rinderhaltung auf Gebiete mit trockenen Wintern hinsichtlich der Anpassung dieser Tiere erklären (weiterführend HILPERT 2017).

Insgesamt betrachtet zeigt sich die bandkeramische Fleischversorgung bzw. Tiernutzung keineswegs uniform, sondern weist Unterschiede und differenzierte Ausprägungen auf. Es stellt sich nun die Frage nach der regionalen Einordnung der bandkeramischen

Spezies	%-Anteile KnZ
Rinder	57,1
Schaf/Ziege	21,4
Schwein	13,3
Rothirsch	3,3
Reh	1,2
Ur	1,6
Wildschwein	2

Tab. 38. Prozentuale Verteilung der Anzahl an Knochen (KnZ), die genutzt wurde, um die Anteile an der Ernährung zu rekonstruieren.

	0–1	1–3	3–4		5–6		6–7	7–9	9–10
			m	w	m	w			
Mortalität	0,15	0,07	<b>0,75</b>	0,07	0,05	<b>0,2</b>	0,05	0,1	1

Tab. 39. Angaben zur Mortalität der jeweiligen Alters- und Geschlechtskohorten (Daten nach DAHL / HJORT [1976]). An drei Stellen wurde die Sterblichkeit pro Alters- und Geschlechtskohorte jedoch erhöht (fett markiert): Einerseits wurden die für den Erhalt der Herde nicht benötigten Tiere entfernt, andererseits wurde die Kälbersterblichkeit neuen Untersuchungen gemäß angepasst. Den bekannten Daten entsprechend (s. o.) wurden die Tiere nicht älter als 9 bis 10 Jahre.

Tierhaltung im Rheinland, insbesondere der Aldenhovener Platte. Das Gebiet liegt in einer Gegend mit erhöhten Niederschlägen (zwischen 700 und 800 mm/Jahr) und milden Temperaturen (ca. 9,6° C), besonders im Winter.

Der hier dargestellten Argumentationslinie folgend macht dies eine Zuordnung zu dem von Rindern dominierten Cluster 4 oder dem durch Schaf-/Ziegenhaltung charakterisierten Cluster 5 unwahrscheinlich, wenn auch nicht unmöglich. Unterstützt von den wenigen bandkeramischen Tierknocheninventaren aus dieser Region erscheint eine „typische“ Tiernutzung als wahrscheinlich, wie sie in Cluster 3 beschrieben wird. Unterstützend stellt J. KUHN (2008, 26) in ihrer Untersuchung zur neolithischen Wirtschaft fest, dass sich in Krisensituationen das Subsistenzverhalten kulturell zusammengehöriger Siedlungen deutlich unterscheiden kann: Jedoch „[...] in Zeiten, in denen ein optimales Klima herrscht, ähneln sich die Tierartenzusammensetzungen einer Kultur meistens sehr“. Dementsprechend wurden für die Rekonstruktion der Ernährung der bandkeramischen Menschen im 51. Jahrhundert v. Chr. die Werte des dritten Clusters übernommen. Bei den Wildtieren wurde die gesamte KnZ von Rothirsch, Reh, Wildschwein und Ur berücksichtigt, die restlichen Prozente wurden aoristisch verteilt (Tab. 38). Die Auswirkungen der anderen Nutzungsstrategien auf die Flächennutzung werden zur Feststellung von Bandbreiten ebenfalls untersucht und in den betreffenden Kapiteln summarisch vorgestellt (ausführlicher HILPERT 2017).

### Simulation zur Herdenzusammensetzung

Zur den Alters- und Geschlechtsverhältnissen der bandkeramischen Rinderherden lassen sich nur grobe Aussagen treffen. In Mitteldeutschland beträgt das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen subadulten bis adulten (und damit

Spezies	Lebendgewicht in kg
<b>Rind</b>	
Kalb 0–2	119
Jungrind 2–5	238
Kuh	475
Ochse/Stier	594
Schwein	157
Schaf/Ziege	38
<b>Rotwild</b>	
Wildschwein	80
Reh	20
Ur	700

Tab. 40. Geschätzte Lebendgewichte von in der LBK genutzten Tieren. Für die Wildtiere wurden rezente Werte übernommen (s. S. 58–60).

geschlechtsbestimmten) Knochen 1 : 1 (BENECKE 1994a, 96). Zusammenfassende Angaben über die Altersstrukturen gibt es für diese Region vorerst nicht. Besser untersucht sind Inventare aus dem Elsass, die sich jedoch wesentlich von denen in Mitteldeutschland unterscheiden. Bei der zusammenfassenden Betrachtung des Inventars überwiegen die weiblichen Tiere mit 3 : 1, dabei wurden etwa 40 % der Rinder in einem Alter zwischen zwei und vier Jahren geschlachtet. Die älteren Tiere erreichten meist ein Alter von 6,5 und nur selten von 9–11 Jahren (LÜNING 2000, 113; ARBOGAST 1994). Ein ähnliches Muster scheint in Vaihingen vorzuliegen. Hier sollen die meisten Rinder zwischen dem dritten und siebten Lebensjahr geschlachtet worden sein; das Höchstalter von neun Jahren scheint nur von sehr wenigen Tieren erreicht worden sein (SCHÄFER in Vorb. nach KNIPPER 2011, 39). DAHL und HJORT (1976) nennen als natürliche Lebenserwartung von Rindern 13 bis 15 Jahre, somit könnte das geringe Sterbealter auf ein frühzeitiges Entfernen maturer Rinder aus der Herde hinweisen. Hier wird jedoch von einer geringeren Kälbersterblichkeit ausgegangen, die rezenten Angaben für sehr geringe Kälberverluste in der Freilandhaltung zwischen 5–7 % berücksichtigend (BUNZEL-DRÜKE u. A. 2008, 87). Dementsprechend wurden die in *Tabelle 39* angegebenen Parameter genutzt, um die Herdenzusammensetzungen zu rekonstruieren. Für die Schaf- und Ziegenherden wurden die von DAHL und HJORT (1976) vorgeschlagenen Entnahmeraten von 32 % übernommen.

### Gewichtung der Arten

Wie in Kapitel „Lebendgewicht“ (s. S. 64–65) beschrieben, werden die durchschnittlichen Gewichte der Tierarten in Bezug zur Lebendmasse einer maturen Kuh berechnet. Diese ist für die LBK ein schwer zu bestimmender Faktor und abhängig von der Größe und dem Körperbau der Kühe. Es ist festzuhalten, dass die frühneolithischen Rinder kleiner als das Ur waren und in der Widerristhöhe zwischen 1,35 und 1,60 m bei den männlichen und 1,25 und 1,40 m bei den weiblichen Tieren schwankten (MÜLLER 1964, 22). Wie auch schon N. BENECKE (1994a, 51) feststellte, scheinen sich die bandkeramischen Rinder Mitteleuropas in einem fortgeschrittenen Züchtungsstadium befunden zu haben; neuere Untersuchungen unterstützen die These, dass keine autochthone Domestikation

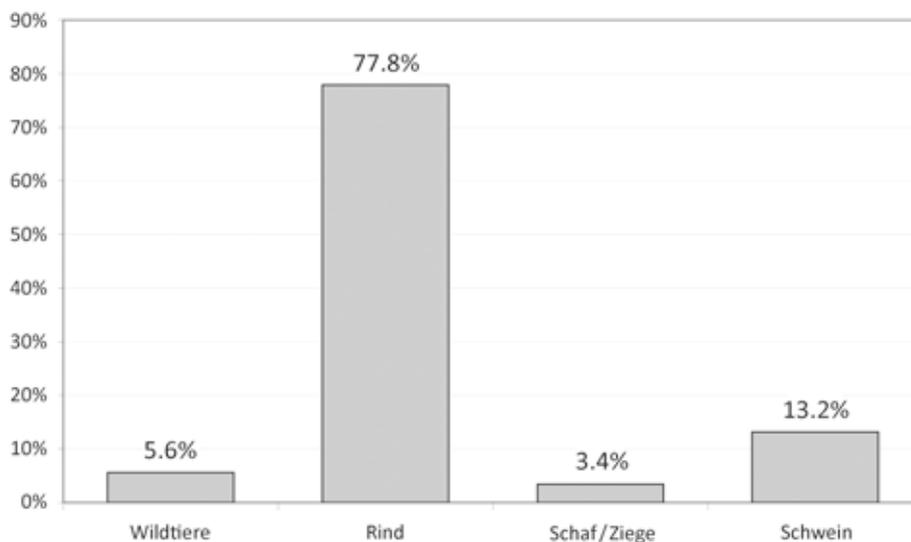


Abb. 43. Prozentuale Verteilung der von den verschiedenen Tieren für die menschliche Ernährung benötigte Energiemenge.

des Ures stattfand, sondern die Rinder im Zuge der Neolithisierung mitgeführt wurden (beispielsweise EDWARDS U. A. 2007).

Wie in den bereits vorgelegten Übersichten der existierenden Schätzungen zum Gewicht der Tiere abzulesen ist, schwankte dieses erheblich und lag zwischen 200–700 kg. BAKELS (1982, 10) geht von 400 kg/Kuh aus, GREGG (1988, 105) von 550 kg/Kuh. J. PECHTL (unpub., 511) rechnet aufgrund der von A. VON DEN DRIESCH U. A. (1992) rekonstruierten Widerristhöhen von 1,30 m bei Kühen und 1,45 bei Stieren und einem Vergleich mit dem „Murnau-Werdenfelser Rind“ mit jeweils 550 und 900 kg für neolithische Rinder. KREUZ (2010, 126) dagegen schätzt das Gewicht bandkeramischer Rinder auf 250 kg. Hier wird von einem gemittelten Gewicht eines murenen weiblichen Rindes von 475 kg ausgegangen. Dementsprechend berechnen sich die Gewichte der übrigen berücksichtigten Tiere wie in *Tabelle 40* angegeben.

In Verbindung mit den oben festgelegten Lebendgewichten, den Ausschachtungsraten, dem Kaloriengehalt und der Simulation zur Zusammensetzung von Rinderherden ergeben sich die in *Abbildung 43* dargestellten Relationen der von den verschiedenen Tierarten gelieferten Kilokalorien in Bezug auf Fleisch, Fett und Blut – zunächst ohne Berücksichtigung der aus Rinder- und aus Schaf-/Ziegenmilch gewonnenen Energie.

Die Mortalitätsraten, das Lebendgewicht, die Ausschachtung und den durchschnittlichen kcal-Gehalt berücksichtigend, liefert eine 100-köpfige Beispielherde von Rindern 3548 kg Fleisch (8 061 923 kcal), eine Schaf-/Ziegenherde 803 kg Fleisch (1 649 260 kcal).

### Milchproduktion

Ob die Bandkeramiker tatsächlich Milch verzehrten, ist ungeklärt. Einerseits spricht die rasche Ausbreitung der Laktosepersistenz für einen frühen, großen evolutionären Vorteil. Andererseits deuten aber genetische Untersuchungen an bandkeramischen Menschenknochen auf eine Laktoseintoleranz hin (BURGER U. A. 2007; ITAN U. A. 2009; LEONARDI U. A. 2012; VUORISALO U. A. 2012).

Spezies		Fleisch (kg)	Milch (kg)
Rinder	0–2 Jahre	437	
	2–5 Jahre	1708	
	Rinder (w)	3406	5020
	Rinder (m)	1145	
Schaf/Ziege		325	493
Schweine		1030	
Wildtiere		680	
	<b>Insg.:</b>	<b>8730</b>	<b>5514</b>
	<b>kg/Jahr/P</b>	<b>17,7</b>	<b>11,2</b>
	<b>kg/Woche/P</b>	<b>0,340</b>	<b>0,215</b>

Tab. 41. Gewicht des jährlich von 493 Menschen konsumierten Fleisches und der verfügbaren Milch in der Bandkeramik sowie der jährliche bzw. wöchentliche Konsum pro Person bei einer Deckung von 5 % des Energiebedarfes durch tierische Produkte.

Eine Laktoseintoleranz schließt jedoch nicht den Verzehr von Frischmilch aus, anders als eine echte Laktoseallergie. Bei Ersterer können immer noch kleinere Mengen von Laktose ohne gesundheitliche Beschwerden verdaut werden. Zudem baut sich Laktose in weiterverarbeiteten Milchprodukten ab. Bei der Herstellung von Joghurt beispielsweise fällt der Laktosegehalt von ca. 5 % bei frischer Kuhmilch innerhalb von 11 Tagen auf 2,4 %, einem Niveau, das auch von laktoseintoleranten Menschen gut vertragen wird (VUORISALO U. A. 2012, 166). Es existieren auch einige frühe Nachweise von Milchfettspuren an Keramikgefäßen (BROTHWELL 1969; DUERR 2006; VIGNE / HELMER 2007; EVERSLED U. A. 2008; SALQUE U. A. 2013), die auf eine Weiterverarbeitung dieses Lebensmittels hinweisen. Von genetisch nachgewiesenen Laktoseintoleranzen bei prähistorischen Menschen auf den völligen Verzicht von Milchprodukten in deren Ernährung zu schließen, erscheint somit zumindest problematisch (s. a. KREUZ 2010, 135). So wird auch in genetischen Untersuchungen von dem fehlenden Allel, das mit Laktosepersistenz in Zusammenhang gebracht wird, auf den Verzehr von Käse bei den Bandkeramikern und nicht auf das völlige Vermeiden dieses wichtigen Lebensmittels geschlossen (z. B. LEONARDI U. A. 2012, 89).

In dem hier entwickelten Modell wird von einer regelhaften Nutzung von (Tier-) Milch von Beginn der Haustierhaltung an und der Ausschöpfung des jeweiligen ökonomischen Potenzials der Herden ausgegangen. Wie oben vermerkt, ist der durchschnittliche Milchertrag einer prähistorischen Kuh eine schwer einzuschätzende Größe. Dem Modell von HEUERMANN (unpub.) entsprechend, wird hier zum Zeitpunkt 5150 BC von einer Milchmenge von 156 l/Kuh/Jahr ausgegangen. Der Herdenrekonstruktion nach würden bei einer Beispielherde von 100 Tieren 17 Tiere Milch geben, da bei den 21 murenen Rindern von einer Fruchtbarkeitsrate von 80 % ausgegangen wird. Dementsprechend würden diese Tiere 2617 l Milch mit einem Gehalt von 1 831 579 kcal liefern (700 kcal/l).

Den Angaben von DAHL und HJORT (1976, Tab. 9,3) folgend wird bei einer Schaf-/Ziegenherde von 37 % murenen Weibchen ausgegangen. Die Fruchtbarkeitsrate beträgt 80 % und der Milchertrag 40 l/Jahr/Muttertier bei einem durchschnittlichen Energiegehalt von ca. 900 kcal/l. Die Beispielherde von 100 Tieren produziert folglich 1184 l bzw. 1 065 600 kcal.

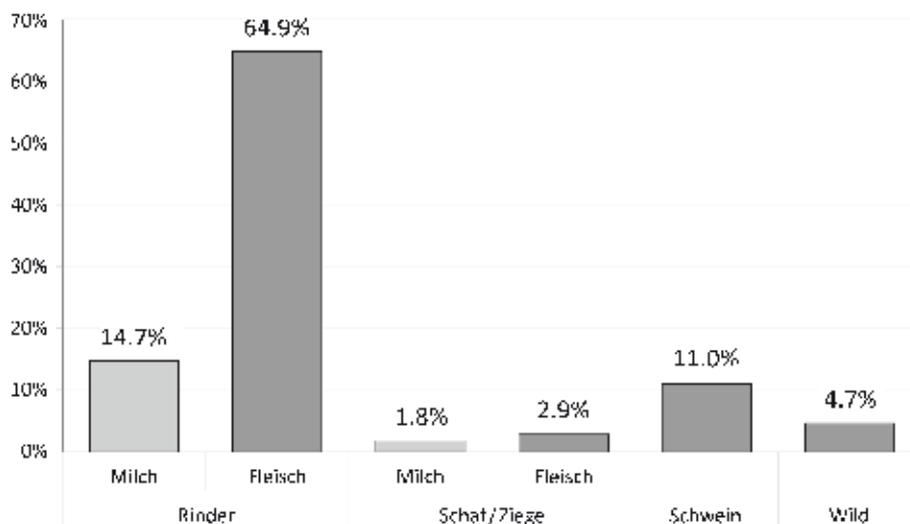


Abb. 44. Prozentuale Anteile der Tierprodukte nach Tiergattung.

### Zusammenfassung Ertrag

Berücksichtigt man die Verhältnisse von Milch- zu Fleischkalorien bei Rindern und Schaf/Ziege, können mithilfe eines einfachen Dreisatzes die bisher nur auf Fleisch, Fett und Blut bezogenen Energiemengen (Abb. 43) auch in Bezug auf Milch aufgeschlüsselt werden (Abb. 44). Durch die Berücksichtigung von Milch reduziert sich die Größe der jeweils benötigten Herde und natürlich ihr Flächenbedarf; die Energieanteile der Tierarten an der menschlichen Ernährung sind hier letzten Endes aus ihren Knochenanteilen abgeleitet.

Bei 493 Siedlern im 51. Jahrhundert v. Chr. mit einem durchschnittlichen Bedarf von 2600 kcal/Tag pro Person (S. 18–31) und einer Deckung von 5 % des menschlichen Energiebedarfes durch tierische Produkte (S. 73–74) ergibt sich, dass 23 392 850 kcal im Jahr verbraucht wurden, die von Milch, Fleisch, Fett und Blut geliefert werden mussten. Unter Berücksichtigung der benötigten Kalorien, dem prozentualen Anteil, den die jeweilige Art zur Ernährung beitrug, und dem durchschnittlichen Energieertrag eines einzelnen Tieres kann nun die erforderliche Fleisch- und Milchmenge berechnet werden, die nötig ist, um den Bedarf an tierischen Kalorien über Fleisch, Fett und Blut zu decken.

### Herdengrößen und Stickstoffproduktion

Mithilfe der oben errechneten Entnahmeraten bei Rinder- und Ziegen-/Schafherden und deren Zusammensetzung kann die erforderliche Gruppengröße ermittelt werden (Tab. 42).

Unter Berücksichtigung heutiger Daten zur Stickstoffausscheidung von Nutztieren und deren Anpassung an bandkeramische Verhältnisse (HILPERT 2017), läge die Gesamtproduktion durch Haustiere auf der Aldenhovener Platte um 8 t N/Jahr. Berücksichtigt man die Möglichkeit verschiedener Nutzungsschwerpunkte in der Tierhaltung, ergibt sich eine Bandbreite der möglichen N-Produktion zwischen 5,5 t und 9,5 t (S. 70–71).

<sup>5</sup> Vgl. auch KREUZ 2010, Fußnote 381.

Spezies	Anzahl Tiere	GVE	N-Produktion (kg)
<b>Rinder</b>			
0–2 Jahre	69	16,4	1457
	34		
2–5 Jahre	67	31,8	2675
Rinder (w)	39	37,2	2544
Stiere (m)	12	14,8	750
<b>Insgesamt</b>	<b>188</b>	<b>100,3</b>	<b>7426</b>
<b>Schaf/Ziege</b>	<b>40</b>	<b>3,1</b>	<b>385</b>
<b>Insgesamt</b>	<b>229</b>	<b>103,4</b>	<b>7811</b>
<b>Viehbesatz/P:</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	

Tab. 42. Übersicht der Herdengrößen auf der Aldenhovener Platte, deren Umrechnung in GVE (à 500 kg), die daraus resultierende jährliche Stickstoffproduktion in kg und der durchschnittliche Viehbesatz pro Person (Bandkeramik; 5 % Energie durch tierische Produkte gedeckt).

Umgerechnet auf einen durchschnittlichen Haushalt würde sich die Produktion auf ca. 135 kg N/Jahr (Bandbreite: 96–163 kg N/Jahr) belaufen.

### Flächenbedarf

Bei der Berechnung des Flächenbedarfes bandkeramischer Haustierhaltung stehen der grundsätzliche Nahrungsbedarf der Tiere, das Landwirtschaftssystem und damit einhergehend die genutzten Gebiete und ihre naturräumlichen Gegebenheiten im Vordergrund (s. o.).

Eine Stalltierhaltung ist aufgrund der Ergebnisse von Phosphatanalysen auszuschließen (STÄUBLE / LÜNING 1999). Eine winterliche Stallhaltung erscheint physiologisch für die Rinder auch nicht zwingend. Untersuchungen sowohl an Galloway-Rindern, einer alten schottischen Landviehrasse, als auch an Limousin/Schwarzbunten Hochleistungsrindern „[...] zeigen deutlich, dass aufgrund der ethologischen und der physiologischen Thermoregulationsmechanismen [...] die Köpertemperatur auch bei extremen klimatischen Verhältnissen nicht absinkt“ (WALLBAUM U. A. 1997, 277). In Naturschutzprojekten mit Weidelandschaften gelten Rinder neben Pferden als wichtigste Tierart für die ganzjährige Freilandhaltung (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 90)<sup>5</sup>, die sogar als die tiergerechteste Form für die Robustrinderhaltung angesehen wird (SCHLEY / LEYTEM 2004, 76). Die deutlich geringeren Kälberverluste in der Freilandhaltung (5–7 %) im Vergleich zur Winterstallhaltung (10–12 %) sprechen für diese Annahme (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008, 87). Somit ist eine Winteraußenhaltung zumindest tiergerecht und nur aus anderen (ökonomischen) Gründen kann man davon abweichen.

Grundsätzlich wird in der LBK von der Waldweide ausgegangen, wobei hier der Bestockungsgrad des die bandkeramischen Siedlungen umgebenden Waldes für die Untersuchung im Vordergrund steht. Für Standorte in Nordwesteuropa wird von einem hauptsächlich geschlossenen, dunklen Wald auf den Lößflächen ausgegangen. Hier herrschte auf den trockenen Böden und Hängen die Linde vor, an feuchten Standorten mischte sich die Ulme mit bei (KALIS / MEURERS-BALKE 1997, 33). BAKELS (1978, 35) bezieht sich auf IVERSEN (1973, 71), dessen Beschreibung des atlantischen Waldes (in Dänemark) mit folgenden Worten zitiert wird: „[...] when after some difficulty we have penetrated the thick

undergrowth of the forest edge [...] the interior strikes us as a contrast: a world of naked trunks [...] As we walk in the gloom of the primeval forest we feel as though we are cut off from life. It is because of the dead and dying young trees and the fallen, rotting old trunks among which we walk, whilst high up in the tree canopy life unfolds in its inaccessibility. The uniformity is tiring. The vegetation on the forest floor is strikingly sparse.“ Aufgrund der geringen Krautschicht stünde in einem solch relativ arten- und nährstoffarmen Wald nur wenig Viehnahrung bereit und eine große Fläche würde benötigt, um die Rinder zu ernähren, die vor allem auf offene Lichtungen und Wiesen angewiesen sind. Im Winter bzw. zu Beginn des Frühlings wäre eine zusätzliche Laubheufütterung nötig, um große Verluste zu vermeiden.

Diese Annahme des artenarmen, dunklen Waldes wird jedoch von einer Reihe von Forschern angezweifelt, welche schon für den Beginn der bandkeramischen Aufsiedelungen in Europa von offeneren, parkähnlichen Wäldern ausgehen (beispielsweise VERA 2000; BUNZEL-DRÜKE u. A. 2001; KREUZ 2008; zuletzt mit ausführlicher Diskussion KREUZ 2010). Dabei wird die Rolle von Wildtieren betont, die vornehmlich durch ihren Verbiss von Jungtrieben zu einer beträchtlichen Auffichtung des Waldes beitragen. Zusätzlich werden Biberwiesen, die erhebliche Ausmaße annehmen können, und Naturereignisse wie Waldbrände, Stürme usw. als Faktoren genannt, die insgesamt zu einem lockereren Bestockungsgrad führen als im erstgenannten Modell. Ein solcher Wald ist um einiges arten- und damit ertragsreicher, wodurch naturgemäß auch eine kleinere Fläche benötigt wird, um eine gegebene Anzahl von Tieren zu ernähren.

Inwiefern sich das Waldbild vom Beginn des Neolithikums bis zur Mitte des 51. Jahrhunderts v. Chr. auch noch zusätzlich durch die wirtschaftliche Nutzung (Viehhaltung, Holzeinschlag usw.) im Vergleich zum Beginn der neolithischen Aufsiedelung geändert hat, ist eine schwer abzuschätzende Größe. Isotopenuntersuchungen scheinen für das kontinentale Mitteldeutschland das Bild eines mosaikartigen, offeneren Waldes zur Zeit der bandkeramischen Nutzung zu unterstützen. So wurden anhand der Knochen und Zähne von Menschen, Haus- und Wildtieren dreier Fundstellen in Sachsen-Anhalt (Derenburg „Meerenstieg II“, Halberstadt „Sonntagsfeld“ und Karsdorf), welche von der frühen bis zur späteren Phasen der LBK datieren, derartige Untersuchungen durchgeführt. Stark vereinfachend gesagt können Unterschiede in den  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten, neben Aussagen über den Verzehr mariner Proteine, u. a. bei Weidetieren Hinweise auf Beschirmung und so auf die Bewuchsdichte eines Waldes und damit ihrer Weidegründe geben. Die Kohlenstoffwerte der herbivoren Wildtiere aus bandkeramischer Zeit sind im Vergleich zu Werten rezenter Tiere erhöht und können hinsichtlich eines offeneren Waldbildes interpretiert werden (OELZE u. A. 2011, 274).

Bei den Boviden lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den wilden und den domestizierten Tieren erkennen. Im Vergleich zu den Auerochsen sind die Stickstoffwerte der Hausrinder erhöht. Diese höheren  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte können durch eine Stickstoffanreicherung in den Futterpflanzen der Tiere erklärt werden, wie sie bei einer Beweidung von Feldern und der damit einhergehenden Düngung des Bodens geschieht. Zudem deuten die Isotopenanalysen bzw. die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auf eine Nutzung der Flusstäler als Rinderweide hin, wie es KREUZ (2008; 2010) anhand von Pollendiagrammen schon nahelegte. „It seems plausible that flood plains and meadows that are repeatedly affected by freshwater systems should be enriched in  $\delta^{15}\text{N}$  and could exhibit more negative  $\delta^{13}\text{C}$  values than terrestrial ecosystems“ (OELZE u. A. 2011, 275). Solche Wiesen liefern auf gleicher Fläche mehr Nährstoffe und würden so den Flächenbedarf weiterhin verringern. Die erhöhten Kohlenstoffwerte können jedoch auch als Folge einer Nutzung der Flusstäler zum Schneiteln von Bäumen und der Verwendung dieses Laubheus zur Winterfütterung interpretiert werden.

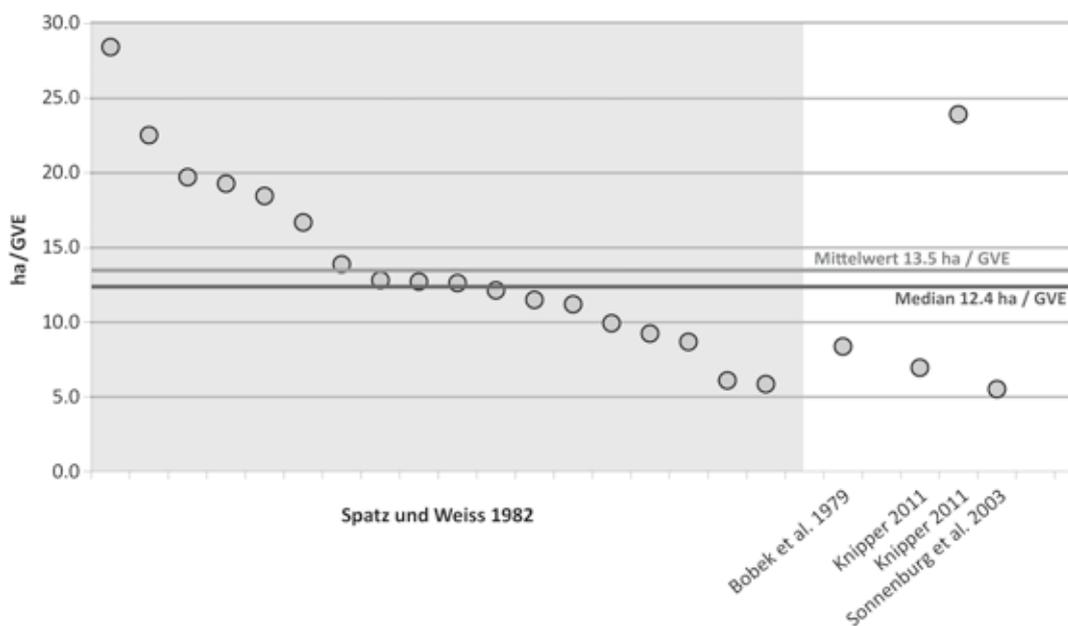


Abb. 45. Verschiedene Ertragszahlen von Waldweide umgerechnet auf ha/GVE (à 500 kg) (Erläuterungen s. Text).

Strontium-Isotopenanalysen aus dem Südwestdeutschen Raum deuten ebenso auf die Nutzung der Flussniederungen als Weidegründe (KNIPPER 2011). Strontium löst sich aus dem Gestein, wird durch die Nahrungskette an Tiere (oder Menschen) weitergegeben und lagert sich in Zähnen und Knochen ein. Durch die Mehrfachbeprobung von einzelnen Zähnen oder verschiedener Zähne eines Individuums lässt sich somit eine räumliche Mobilität in Zeiten der Zahnschmelzmineralisation, d.h. in den ersten Lebensjahren, nachweisen (KNIPPER 2011, 196–197). In Stuttgart-Mülhausen „Viesenhäuser Hof“ wurden insgesamt zehn Zähne von sieben Rindern beprobt. Bis auf eine Ausnahme wurden in allen Zähnen Sr-Isotopenverhältnisse festgestellt, die unterhalb der typischen Lösswerte liegen. Die Werte können aber mit Muschelkalk in Verbindung gebracht werden, wie er in Bachtälern und im Neckartal in unmittelbarer Nähe der Fundstelle aufgeschlossen ist (KNIPPER 2011).

Eine ganze Reihe von Arbeiten beschäftigen sich mit der These eines offeneren Waldbildes in prähistorischen Zeiten (z. B. SVENNING 2002; KIRBY 2004; MITCHELL 2005; SOEPBOER / LOTTER 2009; CHIARUCCI U. A. 2010), vorerst erscheint es jedoch unmöglich, den ursprünglichen Zustand des Waldes ohne anthropogene Einflüsse zu rekonstruieren. Festzustellen bleibt: „Der siedelnde, ackerbautreibende und rodende Mensch griff also nicht in einen statischen Vegetationszustand, sondern in ein dynamisches Geschehen ein, das noch längst nicht zum Abschluss gekommen war“ (POTT 1999, 50).

Demnach muss hier mit Durchschnittswerten gearbeitet werden, die sich auf ein geschlossenes Blätterdach bis hin zu einem offenen, parkähnlichen Zustand beziehen (zum Ernährungsverhalten spezifischer Tiere und dessen Auswirkungen auf unterschiedliche Naturräume HILPERT 2017). Hier lassen sich Daten zur Primärproduktion von Wäldern, rezenter Waldweide aus dem (Vor-)Alpengebiet sowie aus den in neuerer Zeit eingeleiteten Renaturierungs- bzw. Erhaltungsmaßnahmen – beispielsweise von Flussauen, Heidelandschaften oder Wirtschaftswäldern – ziehen. Dort wird Vieh (Heckrinder, Ponys

u. a.) zur Offenhaltung der Naturlandschaften ganzjährig draußen gehalten. Jedoch wird hier meist aus ethischen und tierschutzrechtlichen Gründen im Winter zugefüttert, was einen Vergleich der Bestandsdichten zu prähistorischen Zeiten erschwert (s. a. KREUZ 2010, 59–64). Zum anderen werden viele der Gebiete auch noch zusätzlich vom Menschen gepflegt, beispielsweise durch großflächige Mahd oder durch Zurückschneiden von Büschen. Zudem handelt es sich um bereits anthropogen veränderte Naturräume, die nun offengehalten werden sollen, und nicht um „Urwälder“, die man auflichten will. Insofern sind die Ertragszahlen dieser Flächen nicht das Ergebnis einer natürlichen Entwicklung und sind differenziert zu betrachten.

In der Datensammlung von H.-W. WINDHORST (1979) zu Schätzungen zur Produktion von Wäldern schwanken die Werte zwischen 9500 und 21 700 kg TM/ha. Es gilt jedoch abzuschätzen, welcher Anteil der Primärproduktion Huftieren bei einer Waldweide zu Verfügung stehen würde. B. BOBEK U. A. (1979) untersuchten den Einfluss von Wild auf einen Linden-Eichen-Hainbuchen-Wald in Südpolen. Nach Abzug der von Wildtieren benötigten Nährstoffe schätzen sie das den Haustieren zur Verfügung stehende Futter auf 415 kg TM/ha (ausführlicher HILPERT 2017). Einem 500 kg schweren Rind mit einem täglichen Bedarf von 9,5 kg TM/Tag bzw. 3468 kg TM/Jahr würden demnach 8,3 ha Wald zur Ernährung ausreichen, hier sind jedoch keine Verluste durch Komfortverhalten, Vertritt und Ähnlichem eingerechnet. Außerdem muss in diesem Szenario davon ausgegangen werden, dass jegliche Mehrproduktion in der Wachstumsphase geerntet wird, um die Ertragslücken im Winter und Frühjahr auszugleichen. Zudem würde bei dieser Besatzstärke die Verjüngung des Waldes vollständig gestoppt.

G. SPATZ und G. WEISS (1982) untersuchten den Futterertrag von Waldweiden in Tirol im Vergleich zu Lichtweiden (Abb. 45). Dabei maßen sie Werte zwischen 122 und 594 kg TM/ha, wobei der Mittelwert bei ca. 300 kg TM/ha lag. KNIPPER (2011, 56–57) sammelte zu den Aufwuchsmengen von Waldweiden – auch vornehmlich aus dem alpinen Raum – Werte zwischen knapp 100 und knapp 2000 kg TM/ha, mit einem Mittelwert von ca. 500 kg TM/ha. Bei Untersuchungen zu Waldweiden im Alpengebiet (MAYER U. A. 2002) wurde die Biomasse der Bodenvegetation auf durchschnittlich 2300 kg TM/ha geschätzt, dabei wiesen ca. 20 % der Fläche alten Baumbestand auf. Wieviel dem Vieh jedoch davon zur Verfügung stand, ist unklar.

Die Produktion von Weiden lässt sich auch in der Produktion von Megajoule Netto-Energie-Laktation (MJ NEL)/ha messen. Dies beziffert den Energiegehalt der Nahrung, der für die Milchproduktion genutzt werden kann. Die von KNIPPER (2011, 56; Abb. 4,17) gesammelten Daten bewegen sich zwischen ca. 0,3 und 2,5 MJ NEL/ha/Tag mit einem Mittelwert von 1,3 MJ NEL/ha/Tag.

Eine weitere Möglichkeit, den Waldweide-Ertrag abzuschätzen, besteht über den Vergleich historischer oder rezenter Besatzdichten (GVE/ha). Diese sind jedoch leider sehr schwer zu quantifizieren, da sie meist nicht ganzjährig konstant, sondern mit stark schwankenden Dichten betrieben wurden. Haustiere weideten meist nicht ganzjährig im Wald, sondern wurden im Winter eingestallt oder zumindest beigefüttert (zusammenfassend VERA 2000). Auch in heutigen Hutewald-Projekten kommt es oft nur zu saisonaler Weide oder die Tiere werden im Winter zugefüttert, wodurch sich ihr Verhalten grundsätzlich verändert (s. o.). Die Engpässe in den Futtererträgen aller Weideformen treten jedoch nicht während der Wachstumsphase auf, sondern in den vegetationsarmen Perioden im Winter bzw. im zeitigen Frühjahr (BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008). Eine Zusammenstellung von Besatzdichten in Projekten mit extensiver Tierhaltung und aus historischen Überlieferungen findet sich bei KNIPPER (2011, 147–422; Anh. C).

Weideform	Fläche	Quelle	Gewicht Rind	Umrechnung in ha/GVE (à 500 kg)
Waldweide	12,00 ha	(BOGUCKI 1982, 106)		
Waldweide	5,00 ha	(KREUZ 2010, 126)	250 kg	10 ha/GVE
Waldweide	10,00 ha	(EBERSBACH / SCHADE 2005, 265) 2002,265 265)		10 ha/GVE
Waldweide	6,00 ha	(GREGG 1988, 107)	550 kg	6,65 ha/GVE
Grünland	0,38 ha			
(Weide-)Heu	0,500 ha			
(Getreide-)Stroh	0,435 ha			
Waldweide	5,00 ha	(PECHTL unpub., 509)	500 kg	5 ha/GVE

Tab. 43. Übersicht über die in der prähistorischen Forschung genutzten Zahlen zum Flächenbedarf von murenen Rindern.

Anteil tierischer Produkte an der menschlichen Ernährung	GVE/P	Größe Waldweide	Waldweide pro HH	Anteil Waldweide
5 %	0,2	1003 ha	17,3 ha	18 %
10 %	0,4	2005 ha	34,6 ha	10 %
20 %	0,8	4010 ha	69,1 ha	72 %
35 %	1,4	7018 ha	121,0 ha	126 %

Tab. 44. Durchschnittlicher Rinderbesatz (GVE/P) und der Anteil der Waldweide auf der Aldenhovener Platte (von Thiessen-Polygonen umschlossene 5561 ha) bei steigendem Anteil von tierischer Energie an der menschlichen Ernährung nach den Ergebnissen von Cluster 3 (Tab. 38; Abb. 40).

Eines der wenigen Projekte mit ganzjähriger Hutewald-Haltung findet sich im niedersächsischen Solling auf einem 170 ha großen Gebiet. Die Region besteht aus historischen Hutewald-Relikten und Eichenwirtschaftswäldern (ca. 60 %), Fichten- und Lärchenbeständen (20 %), ehemaligen Acker- und Weideflächen (3 %) sowie Bachläufen, Auenwald, Hochstaudenfluren und Bachwiesen (SONNENBURG U. A. 2003, 37). 2003 lebten in dem Gebiet 14 Exmoorponies und 18 Heckrinder, was bei einem durchschnittlichen Gewicht von 350 kg/Pony und 600 kg/Rind einem Besatz von ca. 5,5 ha/GVE entspricht. Zusätzlich befanden sich zahlreiche Rehe und Wildschweine und drei bis fünf Rothirsche in dem Gebiet. Das Areal reichte aus, diese Tiere zu ernähren, jedoch wurden die Rinder im Winter zugefüttert. Laut Berechnungen von KNIPPER (2011, 66) würde die Baumschneitelung auf 0,3–0,5 ha für die Winterfütterung eines Rindes pro Jahr reichen. Ob man diese Fläche dem Bedarf hinzurechnen muss, ist strittig; wie KREUZ (2010, 126; Fußnote 391) feststellt, konnten die Areale je nach Höhe der Schneitelung parallel genutzt werden.

Betrachtet man die verfügbaren Ertragszahlen von Waldweiden (Abb. 45) und berücksichtigt dabei die Nutzung von möglichen Offenlandanteilen in Form von Flussauen u. ä. verringert sich der Flächenbedarf für Weidetiere entsprechend. Demnach scheint sich die in der Archäologie mehrfach genutzte Einschätzung von ca. 10 ha Waldweide/GVE

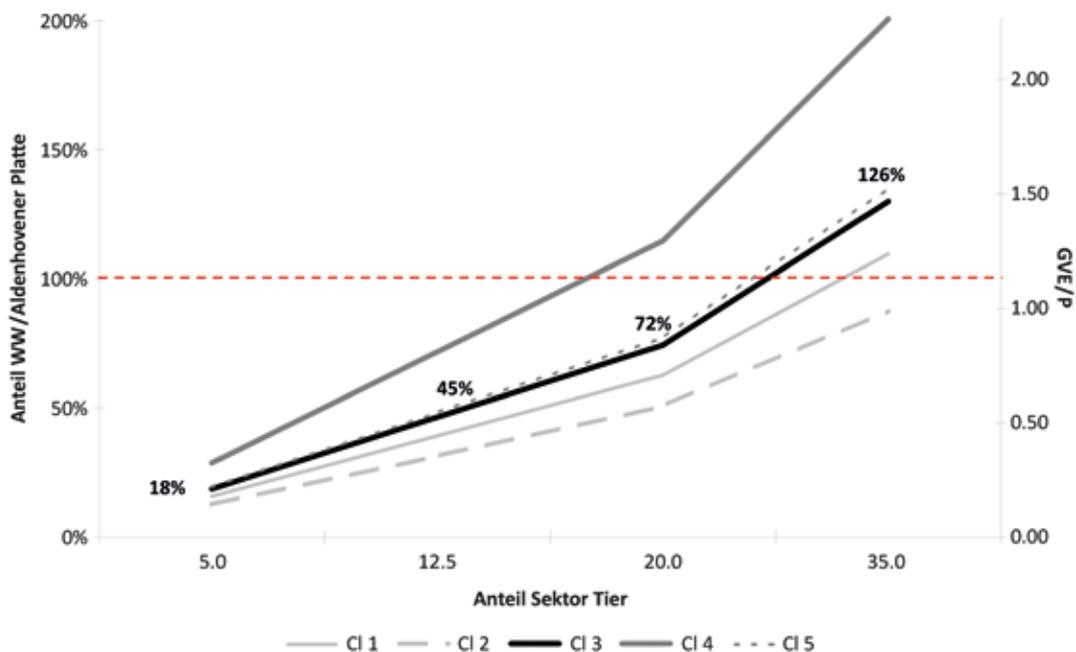


Abb. 46. Anteile der Waldweide und der Rinderbesatz. Die verschiedenen Nutzungsschwerpunkte (S. 96–105) bei steigendem Anteil des Sektors Tiere an der menschlichen Ernährung (CI = Clusternummer s. Abb. 40).

(à 500 kg) zu bestätigen und wird hier als Richtwert genutzt (Tab. 43). Dabei wird davon ausgegangen, dass die Tiere tendenziell weniger Fläche für ihre Ernährung benötigen.

Bei einer fünfprozentigen Deckung des menschlichen Kalorienbedarfes (insg.: 2600 kcal) durch tierische Produkte würden die 493 Siedler der Aldenhovener Platte Mitte des 51. Jahrhunderts v. Chr. 198 Rinder (100,3 GVE) und 40 Schafe/Ziegen halten, umgerechnet 103 GVE à 500 kg. Von einem Flächenbedarf von 10 ha Waldweide/GVE ausgehend würden entsprechend 1003 ha Wald zu Ernährung der Rinder benötigt, also ca. 18 % der verfügbaren Fläche (5561 ha). Bei einer Steigerung des Fleisch- und Milchanteils an der Ernährung der Menschen, erhöht sich entsprechend auch der Bedarf an Waldweide und der Viehbesatz (Tab. 44; Abb. 46).

Werden jedoch die Brachflächen als mögliche Weiden für die Haustiere berücksichtigt, ändert sich das Bild beträchtlich (ausführlich HILPERT 2017). Durch die Öffnung der Flächen und dem einhergehenden höheren Flächenertrag würde sich der Platzbedarf der Tiere verringern; hier wird ein Wert von 5 ha/GVE genutzt. Ein alteingesessener Hofplatz, der über vier Hausgenerationen bestand, hätte bei einem Viehbesatz von ca. 1,8 GVE etwa 13 ha Brachfläche zur Verfügung (0,14 GVE/ha). Davon ausgehend, dass die Hälfte des produzierten Stickstoffes (ca. 140 kg N/Jahr/HH [S. 109–110]) verloren geht, würden rund 5,5 kg N/ha/Jahr auf diese Flächen gelangen. Dies entspricht ca. 27,5 t heutigem Stalldünger, also etwa einem Zwanzigstel der Menge, die heutige Biobauern auf ihre Felder aufbringen dürfen.

Isotopenuntersuchungen legen tatsächlich die Düngung der bandkeramischen Felder in dieser Größenordnung nahe (FRASER u. A. 2011, 2802). In den genannten Dichten ist kein negativer Einfluss auf die Verjüngung des Waldes durch eine Beweidung der Flächen

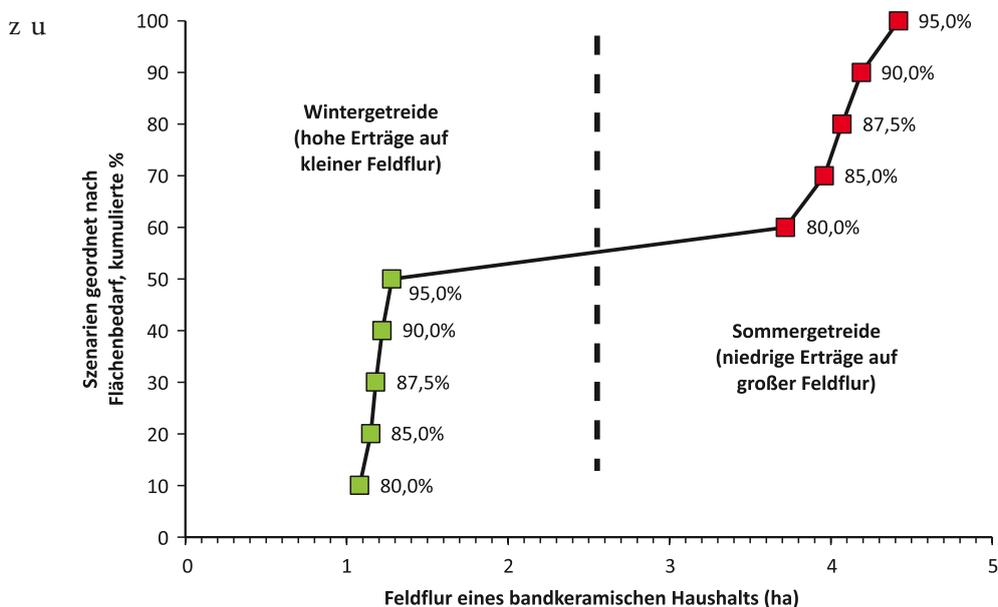


Abb. 47. Anteil der Feldflur am bandkeramischen Siedlungsgebiet in Abhängigkeit von „guten“ zu „schlechten Ernten“ (Winter- zu Sommergetreide). Die Beschriftung der Datenpunkte gibt den jeweiligen Energieanteil der pflanzlichen Nahrung am gesamten Lebensmittelspektrum wider. Der Rest wird durch Fleisch und Tierfett gedeckt.

erwarten. Rezente Untersuchungen bezüglich Renaturierungsmaßnahmen mit Weidevieh in der ganzjährigen Offenlandhaltung berichten erst ab einem Besatz von 0,5 GVE/ha von einer stärkeren Verlangsamung bzw. Verhinderung der Waldregeneration (HILPERT 2017). Neugegründete oder jüngere Hofplätze konnten so weiterhin auf Flächen in den Flussniederungen und dem umgebenden Wald ausweichen, um ihre Tiere ausreichend zu ernähren. Im mittleren Merzbachtal hätten jedoch theoretisch ab Hausgeneration IV die Brachen – in verschiedenen Stadien der Wiederbewaldung – allen Haustieren genügend Weideplatz geboten, um eine ganzjährige Ernährung sicher zu stellen (Tab. 36).

Überträgt man den durchschnittlichen Anteil von Brachflächen/HH in der Hausgeneration X (10,7 ha [Tab. 36]) im mittleren Merzbachtal auf die gesamte Aldenhovener Platte, lägen ca. 620 ha brach. Damit würde berücksichtigt, dass noch nicht alle Haushalte einen vollen Brachezyklus vollzogen hätten. Der oben berechnete Haustierbesatz von 103 GVE hätte somit zumindest theoretisch auf den aufgelassenen Feldern genügend Platz zur ausreichenden Ernährung gefunden.

Kombination der Ergebnisse aus den Modulen Tiere und Pflanzen (KPW, JH, AZ)

Ein entscheidender Unterschied zwischen den verschiedenen Szenarien für den bandkeramischen Feldbau sind die Erträge. Sie sind abhängig vom Anbau als Sommergetreide mit niedrigen Erträgen (KREUZ 2010, 117; KREUZ U. A. 2010, 93) oder als Wintergetreide mit hohen Erträgen (z. B. ZIMMERMANN U. A. 2007, 23 mit Bezug auf BOGAARD 2004). Am Kurvenverlauf in *Abbildung 47* ist der Unterschied zwischen den Anbauweisen gut zu erkennen. Allein für die Feldflur schwankt der Flächenbedarf pro Haushalt bei 95 %iger Energiedeckung durch Kulturpflanzen zwischen 1,3 und 4,4 ha (Tab. 35). Setzt

Bedarf/P/ Tag	Verhältnis Tiere/ Pflanzen (%)	HH/P	Nutzfläche				Fläche (ha) Ald. Pl.
			ha		%		
			Unter- grenze	Obergrenze	Unter- grenze	Obergrenze	
2600 kcal	20 zu 80	alle HH	4072,76	4225,91	73,24	75,99	5561
		1 HH	70,22	72,86	1,26	1,31	
		1P	8,26	8,57	0,15	0,15	
	5 zu 95	alle HH	1077,52	1259,40	19,38	22,65	
		1 HH	18,58	21,71	0,33	0,39	
		1P	2,19	2,55	0,04	0,05	

Tab. 45. Die Ergebnisse der Flächenbilanzierung in Abhängigkeit von der Höhe des tierischen und pflanzlichen Anteils an der Energieproduktion (bei einem Bedarf von 2600 kcal/P/Tag). Im Spaltenbereich „Nutzfläche“, Unterbereich „ha“, ist die Größe der Bedarfsfläche für Tiere (Tab. 44) und Pflanzen (Tab. 33; 34) summiert; im Unterbereich „%“ befinden sich die jeweiligen Anteile an der Gesamtfläche der Aldenhovener Platte.

Bedarf/P/ Tag	Verhältnis Tiere/ Pflanzen (%)	HH/P	Nutzfläche				Fläche (ha) Ald. Pl.	
			Acker- fläche	Brache	zusätz- liche Wald- weide	Σ Wirt- schafts- flächen		% Wirt- schafts- flächen
2600 kcal	20 zu 80	alle HH	215,91	524,90	3083,00	3823,81	69 %	5561
		1 HH	3,72	9,05	53,16	65,93	1,19 %	
		1P	0,44	1,06	6,25	7,76	0,14 %	
	5 zu 95	alle HH	256,40	620,60	-	877,00	16 %	
		1 HH	4,40	10,70	-	15,10	0,27 %	
		1P	0,52	1,26	-	1,78	0,03 %	

Tab. 46. Die Ergebnisse der Flächenbilanzierung in Abhängigkeit von der Höhe des tierischen und pflanzlichen Anteils an der Energieproduktion bei Berücksichtigung der Brachflächen und deren Nutzung als Weidegründe (bei einem Bedarf von 2600 kcal/P/Tag).

man einen niedrigeren Kalorienwert für Weizen an, so wie in den neueren Ausgaben des meistgenutzten Tabellenwerkes (297 kcal [SOUCI u. A. 2011, 241]), so wären es 1,6 und 5,4 ha. Die zweitwichtigste Größe, der Anteil des Wirtschaftssektors Tiere, ist demgegenüber von untergeordneter Bedeutung. Wenn auf der Aldenhovener Platte in der Hausgeneration X (etwa um 5100 v. Chr.) in einem Besiedlungsmaximum 58 Haushalte mit 493 Personen existierten, führte dies entweder zu einem Flächenbedarf für die Feldflur von rund 1,2 % der Gesamtfläche oder zu etwas über 4 %. Führt man die Berechnung mit einem geringeren Kaloriengehalt beim Weizen aus (s. o.) sind es zwischen 1,4 und 5,4 %.

Grundsätzlich zeigt diese Modellierung aber auch, dass hinsichtlich der Kalorienversorgung die Getreide, vor allem die Weizenarten, die wichtigste Gruppe unter den

Kulturpflanzen sind. Dabei übt das Verhältnis von Einkorn zu Emmer einerseits sowie zwischen Weizen insgesamt und den Leguminosen andererseits nur einen marginalen Einfluss auf den Bedarf an Agrarflächen aus.

Für die Viehzucht ist innerhalb unseres Modells das Vorhandensein von Brachflächen die zentrale Variable und zwar geht es dabei um die Anzahl der Brachflächen in unterschiedlichen Regenerationszuständen von Gebüsch bis zum Niederwald. Wir haben uns für einen viergliedrigen Zyklus mit einer Umtriebszeit von jeweils einer Hausgeneration entschieden, weil bei früheren Rechenexperimenten der entsprechende Holztertrag gerade für das Errichten eines bandkeramischen Hauses genügte.

Die Umtriebszeit ist für den Flächenbedarf jedoch weniger wichtig; entscheidender ist stattdessen die Anzahl von Flächen in unterschiedlichen Regenerationszuständen. Wie vielgliedrig ein derartiger Zyklus in der Bandkeramik war, wissen wir jedoch nicht. Deshalb werden im Folgenden zwei unterschiedliche Szenarien diskutiert. Im ersten spielen wir den hypothetischen Fall durch, dass überhaupt keine Brachen existierten. Dies ist schon ein Element bei früheren Überlegungen gewesen (ZIMMERMANN 2002, 28). Heute erscheint das zwar wenig wahrscheinlich, weil dann einige Feldflächen auf der Aldenhovener Platte 350 Jahre ohne Unterbrechung als Felder genutzt worden wären. Trotzdem kann dieses Modell als charakteristisch für eine Viehzucht betrachtet werden, die vollständig auf Waldweide im Primärwald beruht. In diesem Szenario ist der Flächenbedarf für das Vieh maximal. Allein für die Waldweide beträgt der Flächenbedarf pro Haushalt bei 5 %iger Deckung des Energiebedarfs durch tierische Produkte durchschnittlich 17,3 ha (1003 ha insgesamt [Tab. 44]) – zusammen mit der Feldflur sind das für alle Haushalte 23 % der Aldenhovener Platte (Tab. 45). Selbst dieses Szenario mit maximalem Flächenbedarf wäre also zu realisieren. Der maximale Flächenbedarf pro Haushalt ist in diesem Szenario (21,7 ha) etwas kleiner als derjenige Wert, der für die Wetterau postuliert wurde (33,5 ha [EBERSBACH / SCHADE 2005, 65 Abb. 7]).

Als zweites Szenario diskutieren wir ein Modell mit drei Brachflächen in unterschiedlichen Regenerationszuständen zusätzlich zur jeweils genutzten Feldflur. Bei dieser Konstellation ist der Flächenbedarf für das Vieh viel geringer (Tab. 45). Bei einem geringen Anteil des Sektors Tiere an der Ernährung des Menschen (5 %) würden die verschiedenen Brachflächen ausreichen, um die Tiere zu ernähren. Der Gesamtanteil der Wirtschaftsflächen würde sich auf 16 % der Aldenhovener Platte verringern. Dieses Modell halten wir für das wahrscheinlichere. In dem Szenario bei dem 20 % der Energie über den Sektor Tiere erwirtschaftet wird, wird aber doch immerhin 69 % der Aldenhovener Platte für Feldflur und Waldweide benötigt. Das bedeutet eine großflächige Nutzung von Primärwald zusätzlich zu den Brachflächen. In jedem Fall benötigt die Viehzucht erhebliche Flächen, obwohl sie nur relativ wenig zur Energieversorgung beiträgt.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts beträgt der Mittelwert in den preußischen Kreisen des Rheinlands für den Anteil der Viehzucht an der Energieproduktion 9,5 %. Die für die bandkeramischen Zeiten durchgerechnete Bandbreite deckt also auch denjenigen Bereich ab, der in der Neuzeit realisiert war.

### Kalkulation der Nährstoffe aus Sammelpflanzen (JH, KPW, AZ)

In den bisherigen Kalkulationen waren Bedarf und Angebot von Energie das Thema. In diesem Abschnitt stehen andere für die menschliche Ernährung wichtige Nährstoffe im Mittelpunkt. Dazu zählen Proteine, Fette, Kohlenhydrate, Vitamine und verschiedene Mineralstoffe und Spurenelemente wie Calcium, Eisen und Jod (Tab. 47). Sie sind für eine ausgewogene Ernährung wichtig und ihr Fehlen kann zu typischen

Inhaltsstoffe	Bedarf				
	Männer	Frauen	Mittelwert	Ald. Pl. HG X	Ald. Pl. 493 P
	P/Tag	P/Tag	P/Tag	Tag	Jahr
Proteine (g)	56,43	46,14	51,29	25 284	9 228 479
Fett (g)	85,47	63,62	74,55	36 .752	13 414 499
Cholesterin (mg)	300,00	300,00	300,00	147 900	53 983 500
Kohlenhydrate (g)	317,80	236,20	277,00	136 561	49 844 632
Ballaststoffe (g)	30,00	30,00	30,00	14 790	5 398 350
Natrium (mg)	550,00	550,00	550,00	271 150	98 969 750
Kalium (mg)	2000,00	2000,00	2000,00	986 000	359 890 000
Magnesium (mg)	358,57	310,00	334,29	164 803	60 152 914
Calcium (mg)	1033,33	1033,33	1.033,33	509 432	185 942 567
Mangan (mg)	2,00	2,00	2,00	986	359 890
Eisen (mg)	10,33	13,33	11,83	5832	2 128 749
Kupfer (mg)	1,00	1,00	1,00	493	179 945
Zink (mg)	10,00	7,00	8,50	4191	1 529 533
Nickel (mg)	0,03	0,03	0,03	12	4499
Chrom (mg)	0,03	0,03	0,03	15	5398
Phosphor (mg)	700,00	700,00	700,00	345 100	125 961 500
Chlorid (mg)	830,00	830,00	830,00	409 190	149 354 350
Fluorid (mg)	3,80	3,10	3,45	1701	620 810
Iodid (mg)	0,20	0,20	0,20	99	35 989
Selen (mg)	0,03	0,03	0,03	15	5398
Vitamin A (mg)	1,00	0,80	0,90	444	161 951
Vitamin D (mg)	0,02	0,02	0,02	10	3599
Vitamin E (mg)	14,00	12,00	13,00	6409	2 339 285
Vitamin K (mg)	0,07	0,06	0,07	32	11 696
Vitamin B1 (mg)	1,20	1,00	1,10	542	197 940
Vitamin B2 (mg)	1,40	1,20	1,30	641	233 929
Vitamin B6 (mg)	1,50	1,20	1,35	666	242 926
Niacin (B3) (mg)	16,00	13,00	14,50	7149	2 609 203
Panthothensäure (B5) (mg)	6,00	6,00	6,00	2958	1 079 670
Biotin (B7) (mg)	0,03	0,03	0,03	15	5398
Folat (B9) (mg)	0,40	0,40	0,40	197	71 978
Vitamin B12 (mg)	0,003	0,003	0,003	1	540
Vitamin C (mg)	100,00	100,00	100,00	49 300	17 994 500

Tab. 47. Aldenhovener Platte, Hausgeneration X. Menschlicher Bedarf an Proteinen, Fetten, Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen. Der mittlere Bedarf von Männern und Frauen (Spalte „Bedarf, Mittelwert, P/Tag“) entspricht dem die Alters- und Geschlechtsverhältnisse berücksichtigenden Mittelwert des Energiebedarfs von 2600 kcal/P/Tag. Die Originalwerte stammen von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (HESEKER / HESEKER 2012, 18–20; <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/> [Zugriff: 27.01.2015]). Vitamin A und Carotinoide werden unter „Bedarf“ in den folgenden Tabellen getrennt ausgewiesen.

Mangelkrankungen (Anämie, Rachitis, Skorbut etc. [BARTH 2009, 22–37]) führen. Erhebliche körperliche Einschränkungen und Missbildungen sind die Folge, in schweren Fällen oder einer Kumulation von Mangelerscheinungen tritt der Tod ein.

### Der menschliche Nährstoffbedarf

In den hier genutzten Tabellen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE; HESEKER / HESEKER 2012; <http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=10> [Zugriff: 02.03.2014]) und dem Tabellenwerk SOUCI U. A. (1981; 1991; 2004; 2011) sind die Werte des Nährstoffbedarfs getrennt nach Altersklassen und Geschlecht angegeben. Um die heute gültigen Angaben so umzurechnen, dass sie dem Mittelwert von 2600 kcal in der Menge an Proteinen, Fetten, Vitaminen usw. entsprechen, werden zuerst Mittelwerte aus den Angaben der Tabellenwerke zum Nährstoffbedarf für die Altersklassen 15 Jahre und älter (Jugendliche und Erwachsene) gebildet. Der Mittelwert des nach heutigen Maßstäben erstrebenswerten Energiebedarfs liegt für diese Altersklassen (ohne Berücksichtigung von Zuschlägen für Schwangere, Stillende und verschiedene Stufen von Schwerarbeitern) für beide Geschlechter bei 2600 kcal/P/Tag. Differenziert nach Geschlecht ist er für Frauen deutlich niedriger (2300 kcal) als für Männer (2900 kcal [SOUCI U. A. 1991]). Der Mittelwert aus den Tabellen der DGE liegt mit 2480 kcal etwas niedriger (HESEKER / HESEKER 2012, 18), vermutlich weil heute der Anteil älterer Menschen deutlich größer ist.

Eine auf Sterbetafeln beruhende Berechnung der Nährwerte analog zu dem geschlechts- und altersangepassten Energiebedarf ist hier nicht nötig, da mit den Werten für Erwachsene eine Obergrenze des Bedarfs ermittelt werden kann. Im Alter geht der Bedarf an Energie um 600 bis 700 kcal pro Tag zurück, während der Bedarf an Nährstoffen gleichbleibt, so dass als medizinische Empfehlung für ältere Menschen die Zufuhr von besonders nährstoffreicher Kost gilt (BARTH 2009, 13). Der Bedarf an Calcium ist dagegen in der Altersgruppe zwischen 10 und 19 Jahren besonders hoch (HESEKER / HESEKER 2012, 19). Der Bedarf für die einzelnen Nährstoffe ist in Gramm und Milligramm umgerechnet, um möglichst einheitliche und vergleichbare Werte zu erhalten (*Tab. 47*).

### Nährstoffbilanz Aldenhovener Platte, LBK, berechnet für Hausgeneration X

Die aus den Tabellen zu den Nährstoffen der Lebensmittel entnommenen Daten (SOUCI U. A. 1981) wurden entsprechend der Bilanzierung des Energiebedarfs in Hausgeneration X auf der Aldenhovener Platte für 493 Personen mit den Gewichten der benötigten Pflanzen, der Milch und den Fleischgewichten multipliziert (Rechenweg: S. 16–18). Dazu kommt die Menge an Nährstoffen, die bei einem Verbrauch von drei Litern Trinkwasser pro Person und Tag anfällt. Als Informationsquelle zu dieser Lebensmittelgruppe dienen die im Internet erhältlichen Werte von Wasseranalysen aus vier Versorgungsbereichen des Kreiswasserwerks Heinsberg (Bereiche: Arsbeck, Erkelenz, Uevakoven und Wassenberg [*Anh. 29*]). Deren Mittelwerte fließen ergänzend in die Bilanzierung ein.

Eine Zusammenstellung der kalkulierten Nährstoffinhalte getrennt nach Nahrungsmittelgruppen findet sich, umgerechnet auf die für die Aldenhovener Platte veranschlagten Gewichte, in den *Anhängen 30–37*. Die Ergebnisse der Bilanzierung werden hier für das favorisierte Beispiel mit einem Kulturpflanzenanteil von 95 % und einem Anteil von 5 % an tierischen Produkten vorgeführt (*Tab. 48*).

Die größten Defizite in der Nährstoffbilanz liegen bei Fett, Cholesterin, Kochsalz (Natrium und Chlorid) sowie Vitamin C. Der Bedarf an den weniger wichtigen Mineralstoffen Chrom, Fluorid und Jodid bleibt ebenfalls nahezu ungedeckt. Nennenswerte Mengen fehlen auch an Vitamin A und Calcium. Carotinoide decken einen Teil des

Nährstoffe	Bedarf Ald. Pl./Jahr	Kultur- pflanzen	Fleisch	Milch	Wasser	Bilanz Ald. Pl./Jahr	Bilanz P/Tag
Proteine (g)	9 228 479	14 390 961	1 533 433	191 323		6 887 237	38,274
Fett (g)	13 414 499	2 312 508	1 448 888	214 697		-9 438 406	-52,452
Cholesterin (mg)	53 983 500		9 258 044	551 359		-44 174 097	-245,487
Kohlenhydrate (g)	49 844 632	72 155 695	28 898	263 419		22 603 381	125,613
Ballaststoffe (g)	5 398 350	16 940 822				11 542 472	64,144
Natrium (mg)	98 969 750	10 794 216	6 821 779	2 732 127	7 058 343	-71 563 286	-397,695
Kalium (mg)	359 890 000	526 810 717	21 770 784	8 418 396	1 592 513	198 702 410	1104,240
Magnesium (mg)	60 152 914	122 597 606	1 532 069	683 832	7 220 293	71 880 886	399,460
Calcium (mg)	185 942 567	43 742 307	543 481	6 813 656	42 269 081	-92 574 043	-514,457
Mangan (mg)	359 890	3 679 565	3992	315	4184	3 328 165	18,495
Eisen (mg)	2 128 749	4 264 283	523 217	2905	6613	2 668 269	14,828
Kupfer (mg)	179 945	492 904	26 864	923		340 746	1,894
Zink (mg)	1 529 533	3 311 611	283 497	21 174		2 086 749	11,597
Nickel (mg)	4499	14 955				10 457	0,058
Chrom (mg)	5398	29				-5369	-0,030
Phosphor (mg)	125 961 500	428 677 265	14 096 254	5 273 183		322 085 202	1789,909
Chlorid (mg)	149 354 350	5 970 031	6 481 973	5 538 259	15 115 380	-116 248 707	-646,024
Fluorid (mg)	620 810	304	4731	940		-614 836	-3,417
Iodid (mg)	35 989	900	141	386		-34 561	-0,192
Selen (mg)	5398	2898				-2501	-0,014
Vitamin A (mg)	161 951	1360	89 260	2474		-68 857	-0,383
Carotinoide (mg)		8228		1015		9242	0,051
Vitamin D (mg)	3599		7	6		-3587	-0,020
Vitamin E (mg)	2 339 285	1 603 266	32 518	7166		-696 335	-3,870
Vitamin K (mg)	11 696	8752	1069	228		-1647	-0,009
Vitamin B1 (mg)	197 940	587 565	16 868	2316		408 810	2,272
Vitamin B2 (mg)	233 929	133 837	31 630	10 294		-58 168	-0,323
Vitamin B6 (mg)	242 926	332 583	22 548	2581		114 786	0,638
Nicotinamid (mg)	2 609 203	6 094 924	435 172	6442		3 927 337	21,825
Panithensäure (mg)	1 079 670	1 549 181	89 273	19 421		578 205	3,213
Biotin (mg)	5398	6863	655	183		2303	0,013
Folsäure (mg)	71 978	114 311	1572	318		44 224	0,246
Vitamin B12 (mg)	540		580	27		67	0,000
Vitamin C (mg)	17 994 500	304 866	202 327	100 145		-17 387 162	-96,625

Tab. 48. Aldenhovener Platte, Hausgeneration X. Bilanz der Nährstoffinhaltsstoffe (Kulturpflanzen 95 %, Fleisch und Milch 5 %). Der Jahresbedarf steht in Spalte „Bedarf Ald. Pl./Jahr“; die Beiträge der Lebensmittel in den entsprechenden Spalten daneben, gefolgt von den Spalten „Bilanz Ald. Pl./Jahr“ und „Bilanz P/Tag“ mit den Ergebnissen (rote Zahlen = Nährstoffe mit negativer Bilanz); alle Werte bis auf Spalte „Bilanz P/Tag“ sind gerundet.

	Hasel- nuss	Brom- beere	Hage- butte	Heidel- beere	Him- beere	Holun- derbeere	Schlehe	Mittelw. Beeren
Fett (g)	61,6	1,0	0,6	0,6	0,3	1,7	1,0	0,87
Natrium (mg)	2,0	2,4	24,0	1,0	1,3	0,5	2,0	5,20
Chlorid (mg)	10,0		16,0	5,0			2,0	7,67
Calcium (mg)	226,0	44,0	257,0	10,0	40,0	35,0	20,0	67,67
Vitamin A (mg)	0,005	0,045	0,8	0,006	0,004	0,06	0,025	0,16
Vitamin B2 (mg)	0,21	0,04	0,067	0,02	0,05	0,078	0,04	0,05
Vitamin C (mg)	3,0	17,0	1250,0	22,0	25,0	18,0	8,0	223,33
Vitamin E (mg)	26,0	0,72	4,2	2,1	0,912		0,5	1,69
Vitamin K (mg)			0,092	0,012	0,01		0,01	0,03

Tab. 49. Übersicht über in westeuropäischen Waldlandschaften verbreitete und archäologisch nachgewiesene Sammelpflanzen (ohne Holzäpfel) und deren möglicher Beitrag zum Ausgleich von Nährstoffmangel (Inhaltsstoffe pro 100 g [Souci u. a. 2011, 349, 356–359]; Werte für Schlehen: <http://www.naehwertrechner.de/naehrwerte-details/F403111/Schlehe+frisch/> [Zugriff: 27.01.2015]). Mittelwerte für alle Beeren und Hagebutten in Spalte „Mittelw. Beeren“.

Vitamin-A-Defizites ab. Weniger dramatisch erscheint das Missverhältnis zwischen Bedarf und bereitgestellten Nährstoffen bei den Vitaminen K, E und B2. Unwichtig ist die Bedarfslücke beim Vitamin D.

Würde statt mit 5 % mit 20 % Anteilen tierischer Produkte an der Energieversorgung der Bandkeramiker gerechnet, so wären die Defizite bei Fett und Cholesterin etwas geringer, da Fleisch der Hauptlieferant für beide Stoffe ist. Entsprechend ist auch die Versorgung mit Salz (Natrium und Chloride) deutlich besser. Die Defizite der Mineralstoffe Calcium, Chrom, Fluorid und Jodid verändern sich im Vergleich zum Rechenbeispiel mit weniger Tieren nur wenig. Eine Ausnahme ist Selen, dessen Deckung hier um etwa 10 % niedriger ausfällt. Ein Mangel bei den Vitaminen A und B12 existiert beim Beispiel mit höheren tierischen Ernährungsanteilen nicht.

Vitamin D wird vom Körper selbsttätig gebildet und muss nur in speziellen Ausnahmen zugeführt werden (BARTH 2009, 31). Solche Szenarien finden in dieser Bilanzierung keine Berücksichtigung. Der Mangel an Chrom, Fluorid, Jodid und Selen kann zwar zu bleibenden Schäden führen (BARTH 2009, 24–29), ist jedoch in der Regel nicht tödlich. Zu wenig Vitamin A führt zu Infektanfälligkeiten, Schädigungen der Hornhaut und Sehstörungen (BARTH 2009, 30), ist also nicht direkt lebensbedrohlich. Unterversorgung mit Vitamin K führt dagegen zu Blutgerinnungsstörungen und infolge zu Hämatomen, Blutungen im Magen-Darm-Bereich; bei Säuglingen kann es sogar zu Hirnblutungen kommen (BARTH 2009, 32).

Definierte Untergrenzen für die meisten Nährstoffe existieren aus verständlichen Gründen nicht, da entsprechende Versuche jede ethische Regel verletzen würden. Medizinische Angaben zu diesem Thema sind deshalb zu wenig deutlich und werden hier nicht weiter diskutiert. Die für viele Nährstoffe angegebenen Werte sind Dosierungen, die möglichst jedes Gesundheitsrisiko ausschließen sollen. Deshalb werden in Bezug auf Cholesterin, Chrom, Fluorid, Jodid und Selen keine weiterführenden Überlegungen angestellt. Die anschließende Bilanzierung der Nährstoffe beschränkt sich auf Fett, Salz (Natrium und Chlorid), Calcium und die Vitamine A, B2, B12, C, E und K.

	Nordamerika			Ald .Pl.		
	Min.	Mittelw.	Max.	Min.	Mittelw.	Max.
Haselnuss	0,8	20*	40,2	4243,2	106 080,0	213 167,8
Beeren	-	100**	-	-	530 400,0	-

\*aufgerundet von 19,76 kg/ha

\*\*abgerundet von 108 kg/ha

Tab. 50. Erträge von Haselnüssen und Waldbeeren im Waldland Nordamerikas (nach KEENE 1981, 70–71) und ihre Umrechnung auf die Aldenhovener Platte.

*Tabelle 49* enthält die als kritisch bestimmten Nährstoffe, die jetzt durch Sammelpflanzen abzudecken sind. Dazu sollen zuerst die aus archäologischen Zusammenhängen bekannt gewordenen Arten angeführt werden. In einem weiteren Schritt können dann weitere, natürlich im Raum der Aldenhovener Platte vorkommende Arten hinzugezogen werden, falls dadurch eine Verbesserung der Ernährungsbilanz zu erwarten ist.

Die in letzter Zeit aufgefundenen bandkeramischen Brunnen werden unser Wissen zur Nutzung der Wildpflanzen im Altneolithikum deutlich verbessern (z. B. ZERL / HERBIG 2012). Im Rheinland war das Wissen über die Artenvielfalt und den Umfang der Nutzung von Wildarten im Neolithikum bis dahin noch eingeschränkt. Generell besteht die Ansicht, dass gesammelte Pflanzen meistens direkt verzehrt und nicht bevorratet wurden. Als Ausnahme gelten Sammelfunde von Holzapfel und Kratzbeere, einer Brombeerenart (KNÖRZER U. A. 1999, 77). Nachgewiesen sind seit dem Neolithikum auch Hagebutte, Himbeere, Mehlbeere, Schlehe, Schwarzer Holunder und Haselnüsse, seit Kurzem auch Feldsalat (ZERL / HERBIG 2012, 10). In der Bronzezeit treten die Früchte der Stieleiche und Traubenholunder hinzu, aber erst seit der Eisenzeit sind wilde Möhre, Rübenkohl und Walderdbeere nachgewiesen (KNÖRZER U. A. 1999, 87–92). Die schlechte Unterscheidbarkeit zwischen Wild- und Kulturformen, dies betrifft unter anderem die Möhre und den Feldsalat, erschwert die Beurteilung, ob es sich bei den Funden aus archäologischen Kontexten um die Reste von Sammeltätigkeiten oder planvollem Anbau handelt.

In den Seerandsiedlungen der Schweiz treten Erdbeeren im 3. Jahrtausend v. Chr. auf, zusammen mit wildem Kohl und Eicheln (JACOMET 2008a, 368 Tab. 5). Haselnüsse, Äpfel, Schlehen, Holunder, Erdbeeren und Himbeeren oder Brombeeren treten dort in seltenen Fällen auch in sogenannten Anhäufungen auf. Im Zusammenhang mit dem Auftreten von Moospolstern handelt es sich aber eher um Hinweise auf menschliche Ausscheidungen als auf Hinweise einer Bevorratung von Sammelpflanzen.

Es ist zwar theoretisch vorstellbar, dass besondere kulturelle Vorstellungen die rheinischen Bandkeramiker daran hinderten das Potenzial der sie umgebenden Natur auszuschöpfen – in unseren Berechnungen gehen wir jedoch davon aus, dass kulturelle Wahl die Nutzung des Nahrungsmittelangebots nur dort eingeschränkte, wo die Befriedigung der elementaren Bedürfnisse bereits gesichert war.

Die meisten Nährstoffe sind zumindest saisonal über Sammelpflanzen verfügbar. Haselnüsse können auch über längere Zeiträume gelagert werden und standen vermutlich das ganze Jahr über zur Verfügung. Das gilt eingeschränkt ebenso für Trockenbeeren und getrocknete Pilze.

Nährstoffe	Bedarf	Lieferanten		Bilanz Aldenhovener Platte		
		Haselnuss	Beeren	g, mg/Jahr	kg/Jahr	g/P/Tag
Fett (g)	<u>-9 438 406</u>	65 345 280	4 596 800	60 503 674	60 503,674	336,234
Natrium (mg)	<u>-71 563 286</u>	2 121 600	27 580 800	<u>-41 860 886</u>	<u>-41,861</u>	<u>-0,233</u>
Chlorid (mg)	<u>-116 248 707</u>	10 608 000	40 664 000	<u>-64 976 707</u>	<u>-64,977</u>	<u>-0,361</u>
Calcium (mg)	<u>-92 574 043</u>	239 740 800	358 904 000	506 070 757	506,071	2,812
Vitamin A (mg)	<u>-68 857</u>	5304	835 380	771 827	0,772	0,004
Vitamin B2 (mg)	<u>-58 168</u>	222 768	265 200	429 800	0,430	0,002
Vitamin C (mg)	<u>-17 387 162</u>	3 182 400	1 184 560 000	1 170 355 238	1170,355	6,504
Vitamin E (mg)	<u>-696 335</u>	27 580 800	8 944 666	35 829 131	35,829	0,199
Vitamin K (mg)	<u>-1647</u>		164 424	162 777	0,163	0,001

Tab. 51. Aldenhovener Platte. Bilanzierung der Mangelnährstoffe und der Erträge von Haselnüssen und Beerenfrüchten (basierend auf einer Fläche von 5304 ha). Eingesetzte Ertragswerte pro ha: Haselnuss 20 kg; Beerenfrüchte 100 kg; Nährstoffe je 100 g aus *Tab. 49*, Spalten „Haselnuss“ und „Mittelw. Beeren“.

Ein besonderes Augenmerk dient in der vorliegenden Bilanzierung dem Ausgleich von fehlendem Fett und Vitamin C, da hier am schnellsten bedrohliche Umstände durch Unterversorgung eintreten können. Die Zusammenstellung an möglichen Lieferanten leitet sich aus den bekannten archäobotanischen Archiven ab (s. o.), ihr Nährstoffgehalt ist hinsichtlich der fehlenden Nährstoffe in *Tabelle 49* zusammengestellt.

Von vielen Pflanzen, die vielleicht von den Bandkeramikern genutzt wurden, fehlt uns das Wissen über ihre Verbreitungsdichte und damit über die möglichen Sammelerträge pro Hektar Waldfläche. Deshalb ist die Modellierung der Nährstoffversorgung so aufgebaut, dass ausgehend von den archäologisch nachgewiesenen Sammelpflanzen, insbesondere denen, die einen hohen Beitrag zur Überwindung der Mangelerscheinungen leisten können (hohe Dichte an Inhaltsstoffen, hohe Ertragszahlen), die Nährstoffmängel sukzessive geschlossen werden.

Haselnüsse bieten den höchsten Fettgehalt in der Gruppe der Sammelpflanzen und liegen auch bei den anderen, fehlenden Nährstoffen relativ hoch. Sie sind der Ausgangspunkt der hier vorgestellten Nährstoffmodellierung.

Mit etwas über 60 g Fett pro 100 g Nüsse deckt diese Menge etwas mehr als den täglichen Bedarf von einem Bandkeramiker (bei einem Anteil der Viehzucht von 5 % an der Ernährung). Die gesamte bandkeramische Bevölkerung der Aldenhovener Platte müsste also täglich ca. 49,3 kg Haselnüsse verzehren um ihren gesamten Tagesbedarf an Fett zu decken. Im Jahr würde sich der Bedarf auf ca. 18 000 kg belaufen. Bei A. S. KEENE (1981, 70–71) sind jährliche Ertragszahlen von Haselnüssen für drei Gebiete in Nordamerika vorhanden, die allerdings auf einen Hektar bezogen stark schwanken (*Tab. 50*). Von den 5561 ha der Aldenhovener Platte, die hier berücksichtigt werden, benötigt man ca. 257 ha (aufgerundet) für die Feldflur. Die verbleibenden 5304 ha erbrachten im günstigsten Fall einen Ertrag von über 200 t Nüsse (213 167,8 kg). Setzen wir den ungünstigsten Ertragswert ein, so wären es immer noch über vier Tonnen (4243,2 kg). Das wäre selbst im schlechtesten Fall nur etwas weniger als die Hälfte der Nüsse, die notwendig wären, um den restlichen Fettbedarf (nach Abzug des durch Kulturpflanzen und Haustiere gedeckten Betrags verbleibt ein Minus von 9438,4 kg) zu dieser Zeit zu stillen. Der mittlere Wert

von aufgerundet 20 kg pro Hektar bedeutet für die Aldenhovener Platte mit etwas mehr als 100 t (106 080 kg) bereits einen deutlichen Überschuss.

Für Wildobst, insbesondere Beerenfrüchte, können ebenfalls Ertragszahlen in die Kalkulation eingegeben werden (KEENE 1981, 80). Für die meisten Arten zusammengefasst (Brombeeren, Hagebutten, Heidelbeeren, Holunderbeeren, Himbeeren und Johannisbeeren) beträgt der von Keene geschätzte mittlere Wert 108 kg/ha. Für unsere Kalkulation wird er auf 100 kg/ha abgerundet, um die Ertragsschwankungen zwischen den einzelnen Wildobstarten etwas aufzufangen (*Tab. 50*). Die Nährstoffangaben zu den einzelnen Beerenarten und die Angaben zur Haselnuss finden sich in *Tabelle 49*. Sie werden über einen Mittelwert zusammengefasst, damit der Ertragswert nach Keene benutzt werden kann (*Tab. 51*).

Ein nahezu vollständiger Ausgleich bei den Nährstoffen ist nun festzustellen. Kein Mangel ist bei den wichtigen Mineralien und Vitaminen zu beobachten und nur das Angebot an Salz unterschreitet den Bedarf für die gesamte bandkeramische Bevölkerung um ca. 105 kg pro Jahr (Summe aus Natrium und Chlorid). Für den einzelnen Bewohner liegt der tägliche Fehlbetrag bei etwas über einem halben Gramm (0,59 g). Beim Fett wird ein deutlicher Überschuss von täglich über 300 g pro Person erzielt, der ausreichen würde um vier weitere Personen zu versorgen (74,55 g/P/Tag [*Tab. 47*]). Da die zugrunde liegenden Bedarfswerte aus den D-A-CH-Studien keine minimale, sondern eine ausgewogene Versorgung nach den heutigen medizinischen Ansprüchen repräsentieren, ist es wahrscheinlich, dass die bandkeramische Bevölkerung auf der Aldenhovener Platte nur in Ausnahmefällen lebensbedrohliche Mängel in der Versorgung mit Fett, Vitaminen, Mineralien und den anderen Nährstoffen erdulden musste.

Es darf aber nicht übersehen werden, dass durch den Einsatz der Sammelpflanzen in unserem Modell für viele wichtige Nahrungsinhaltsstoffe (Calcium und die Vitamine A, B2, E und K) nur ein knapper Ausgleich zum Bedarf erreicht wird. Hier können sich einige nicht in die Berechnung eingeflossene Faktoren auswirken. Wie eingangs erwähnt, sind nicht alle möglichen Sammelpflanzen in der Bilanzierung erfasst. Aber es ist nicht wahrscheinlich, dass die Nutzung weiterer Wildpflanzen zu einer deutlichen Verbesserung der Ertragsleistung geführt hätte. Eine saisonale Verbesserung wäre aber möglich. Brennnesseln, wie sie im Inventar des Brunnens von Kückhoven erfasst wurden (ZERL / HERBIG 2012, 12), könnten geholfen haben, das Salzdefizit etwas auszugleichen, da sie 80 mg Natrium und 150 mg Chloride je 100 g Pflanzenmasse enthalten (<http://www.naehrwertrechner.de/naehrwerte-details/G261000/Brennnessel/> [Zugriff: 27.01.2015]). Auch ist es möglich, dass höhere Ertragswerte für Sammelpflanzen auf den Brachen erzielt wurden, die in dieser Berechnung vom potentiellen Sammelgebiet abgezogen sind (s. o.). Außerdem sind die Flächen relativ klein. Das Maximum der geschätzten Brachfläche liegt knapp unter 200 ha (*Tab. 36*). Das entspräche bei einem mittleren Ertrag einem Zugewinn von vier Prozent (ca. 20 t Beeren und 4 t Haselnüsse). Das scheint nicht ausreichend, um deutlich höhere Überschüsse bei den Nährstoffen zu erzielen.

Der Umstand, dass das Gebiet der Aldenhovener Platte den bandkeramischen Siedlern vermutlich nicht deutlich mehr Nährstoffe in Form von Sammelpflanzen zur Verfügung stellen konnte, eröffnet Raum für weitere Überlegungen. Es wäre denkbar, hier einen Faktor zu sehen, der direkt auf die Populationsgröße und damit auf die Intensität der Landschaftsnutzung Einfluss genommen hat. Im Lauf der Bandkeramik ist zunächst ein Ansteigen der Bevölkerung und dann ein Stagnieren auf einem gewissen Niveau zu beobachten (z. B. ZIMMERMANN u. A. 2009b b, Abb. 6). Inwieweit sich solche demographischen Entwicklungen aber mit einem begrenzten Zugang zu den notwendigen Vitaminen und Mineralstoffen verbinden lässt, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Die Frage

bleibt offen, ob Nahrungsinhaltsstoffe kritische Größen im Sinne einer landschaftlichen Tragfähigkeit sind.

### Späte vorindustrielle Neuzeit um 1820: preußische Rheinprovinzen

#### Einleitung (KPW)

Die späte vorindustrielle Neuzeit ist für die diachrone Betrachtung der wirtschaftlichen Entwicklung ein besonders gut geeigneter Zeithorizont. Nahezu alle entscheidenden Entwicklungen, die zur intensiven, industriell geprägten Agrarwirtschaft führten, sind vor der Mitte des 19. Jahrhunderts abgeschlossen. Allerdings orientierten sich die Gebiete des Deutschen Reiches und seiner Nachfolgestaaten im Bereich der Landwirtschaft vor allem an den Entwicklungen Englands und der Schweiz (ACHILLES 1993, 168), aber auch an Frankreich und Belgien (BORCHARDT 1985, 140). Die dabei stattfindende zeitliche Verzögerung in der Übernahme und Anwendung von Neuerungen hatte dabei nach K. BORCHARDT (1985) deutlich positive Aspekte, da man auf ausgereifte Konzepte zurückgreifen konnte und nicht verschiedene Fehlschläge und Entwicklungsschritte durchlaufen musste wie in den Ursprungsländern der Innovationen (eine datierte Liste der wichtigsten Neuerungen bei P. JAY 2006, 253–261).

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion durch Einführung neuer Methoden (verbesserte Fruchtwechselfolge in Verbindung mit Feldgraswirtschaft, deutlich zurückgehende Brachzeiten durch den Anbau von Rüben und anderen Hackfrüchten, stärkere Nutzung der Kartoffel) prägte diesen Untersuchungsabschnitt. Begleitet wurden die im 18. Jahrhundert begonnenen Prozesse von politischen Veränderungen (Abschaffung der Leibeigenschaft, neue Agrarverfassungen mit nachfolgenden Flurbereinigungen), einer beständigen Ausweitung der Ackerflächen (Trockenlegung von Mooren, Einbeziehung von Heideflächen) und einer anwachsenden Bevölkerung in den europäischen Ländern, deren Zuwachsraten jedoch regional (nach Staaten) und strukturell (Land oder Stadt) recht unterschiedlich verteilt waren (ABEL 1966, 187; ARMENGAUD 1976, 15–19; BORCHARDT 1985, 146–153; MIKL-HORKE 1999, 468–469; MINCHINTON 1976, 47; WURM 1966, 221–222).

Insbesondere die demographische Entwicklung trat ab der Mitte des 18. Jahrhunderts in eine Wechselwirkung mit der agrarischen Leistungssteigerung und der zunehmenden Verbesserung in der medizinischen Versorgung sowie effizienterer Infra- und Verwaltungsstrukturen (MINCHINTON 1976, 47), sodass die Sterblichkeitsrate in Europa (auf unterschiedlichem regionalem Niveau) ständig sank (ARMENGAUD 1976, 24–27). Gleichzeitig stiegen die Preise für Agrarprodukte seit der Mitte des 18. Jahrhunderts kontinuierlich an und machten eine Ausweitung der Anbauflächen finanziell attraktiv. Eine verbesserte Dreifelderwirtschaft und das Hausvieh berücksichtigende Fruchtwechsel sorgten über eine höhere Produktion an Futtermitteln auch für generelle Steigerungsraten in der Viehwirtschaft. Die lieferte wiederum mehr Dünger für die Feldwirtschaft, sodass sich die positiven Entwicklungen beider Landwirtschaftszweige gegenseitig begünstigten (ABEL 1966, 188–195). Über die Ursache dieser Entwicklungen, die letztendlich in das Zeitalter der industriellen Revolution einmündeten, lassen sich unterschiedlich gewichtete Gründe anführen. Nach JAY (2006, 266) ist der technische Fortschritt einer der wesentlichsten Faktoren dieser Entwicklung, für andere Autoren (u. a. ACHILLES 1993, 186; BORCHARDT 1985, 148; CIPOLLA 1972, 91–95) ist die rasche Bevölkerungszunahme als ein entscheidender Faktor zu werten.

Von dieser Periode hebt sich die nachfolgende industrialisierte Entwicklungsphase zuerst nur undeutlich ab. Der in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts fallende

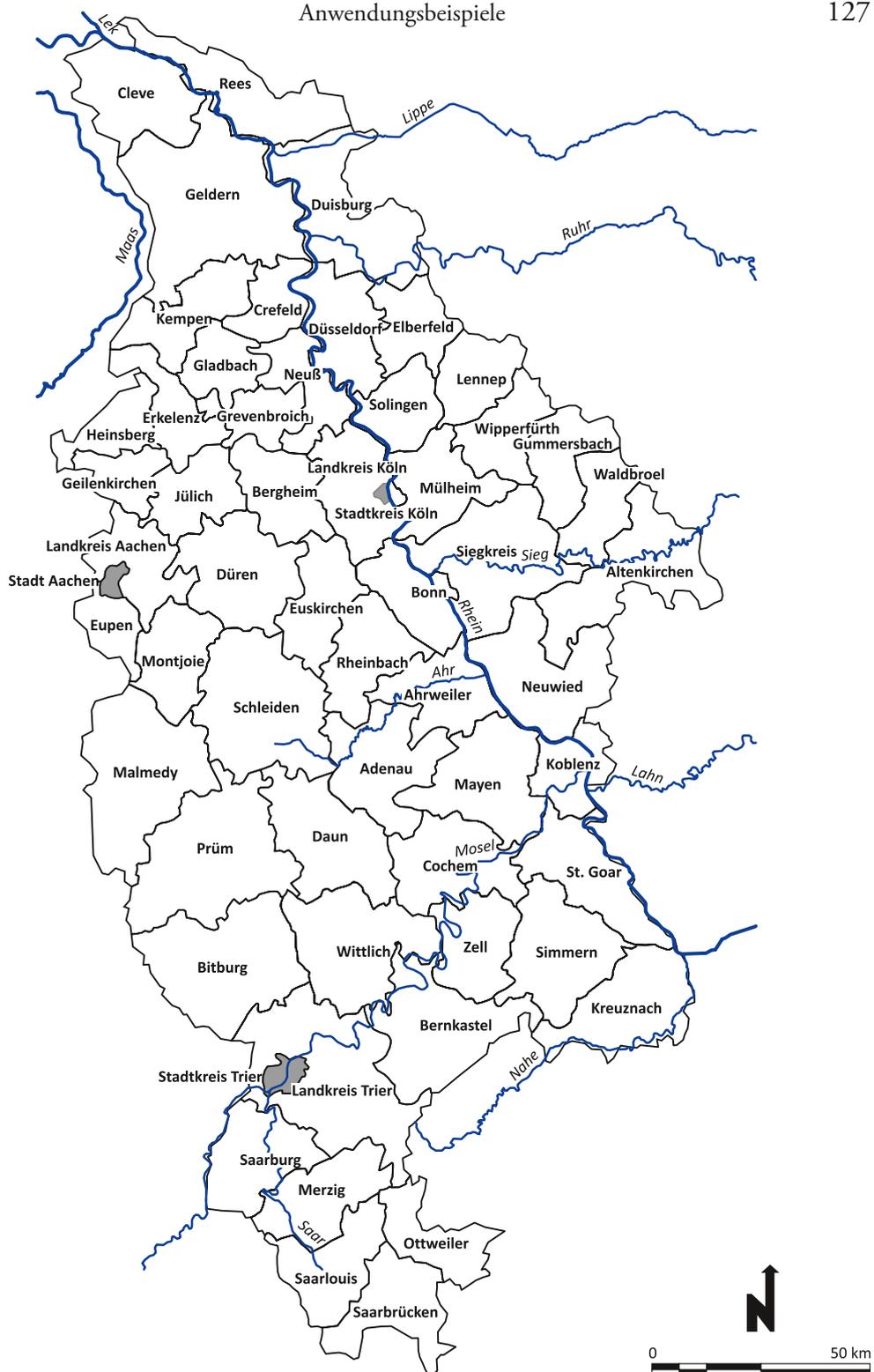


Abb. 48. Die preußischen Kreise des Rheinlandes um 1830. Der Kreis Neuwied und das Territorium des Fürsten zu Wied sind hier und in der Kalkulation der Energiebilanz zusammengefasst.

Preisanstieg für agrarische Produkte, hatte bereits Vorläufer im 18. Jahrhundert (ACHILLES 1993, 186), führte aber anscheinend zu einem weiteren Anwachsen der Produktion. Ermöglicht wurde diese Entwicklung durch den zunehmenden Einsatz von Kunstdüngern und Maschinen, die erneute Ausweitung von Ackerflächen, den Einsatz neuer Kulturpflanzen und ein höheres Schlachtgewicht sowie jüngeres Schlachalter bei Rindern (MINCHINTON 1976, 49–50).

### Datengrundlage (KPW)

Die „Topographisch-Statistische Beschreibung der Königlich Preussischen Rheinprovinzen“ (VON RESTORFF 1830) wurden bereits an anderer Stelle von J. Hilpert vorgestellt und dort die Bevölkerungsdichten auf Kreisebene und exemplarisch für einige Gemeinden berechnet (HILPERT 2017; WENDT U. A. 2010, 293–303). Diese Datensammlung dient nun der Rekonstruktion der landwirtschaftlichen Produktion gegen Ende der vorindustriellen Neuzeit. Das Arbeitsgebiet umfasst 59 preussische Kreise im Rheinland (*Abb. 48*). VON RESTORFF (1830) hatte in ihnen Daten zur Bevölkerungsanzahl, funktional differenzierte Flächenangaben (z. B. Acker-, Garten-, Waldflächen), Daten zum Viehbestand und zu den auf den Flächen erwirtschafteten Bruttoerträgen (in den Hohlmaßen Wispel, Scheffel und Malter) erhoben. Die alten Maßeinheiten müssen auf das heute gebräuchliche Volumenmaß Liter umgerechnet werden. In einem zweiten Schritt werden daraus Gewichte abgeleitet, die dann die Grundlage für die Kalkulation der produzierten Kalorienwerte bilden (*Anh. 38*). Diese lassen sich dann unmittelbar zu den Kalorien aus der tierischen Produktion in Bezug setzen und ermöglichen direkte diachrone Vergleiche. An dieser Stelle werden nur die umgerechneten Tabellen präsentiert. Die zugrunde liegenden Originaldaten (VON RESTORFF 1830) werden in der Dissertationsschrift von HILPERT (in Vorb.) vorgelegt.

Entsprechend der guten Datenlage werden unter Beibehaltung der Tabellenstruktur neue Arbeitsblätter eingeführt. Das ist auch deshalb notwendig, weil nun ein Datensatz pro Kreis angelegt werden kann und mehr Arten in die Analyse einfließen.

Einige Kreise sind durch Besonderheiten charakterisiert, die eine individuelle Betrachtung notwendig machen bzw. Maßnahmen erfordern, die ihre Einbindung in die Bilanzierung ermöglichen. Das Gebiet des Fürsten zu Wied ist unter den Kreisen der preussischen Rheinprovinz als eigenständig ausgewiesen, entsprechend sind Bevölkerungszahlen und Flächen für das Gebiet des Fürsten angegeben, jedoch sind die Erträge mit denen des Kreises Neuwied zusammen und nicht einzeln erfasst worden. Eine getrennte Berechnung ist in diesem Fall nicht möglich. Stattdessen werden der Kreis Neuwied und das Fürstentum Wied für die weiteren Untersuchungen als Einheit zusammengefasst. Dadurch reduziert sich die Anzahl der Kreise im Arbeitsgebiet auf 58.

Für Elberfeld, Wuppertal, liegen keine Angaben zu den pflanzlichen Erträgen vor, aber zur Größe der Ackerflächen (16 244,48 ha). Um nicht auf Elberfeld in der Gesamtkalkulation verzichten zu müssen, wird der durchschnittliche Ertrag pro Hektar Ackerfläche eingesetzt. Er errechnet sich aus der Netto-Gesamtproduktion an pflanzlichen Kalorien aller hier erfassten preussischen Kreise im Rheinland ohne Elberfeld von 1 769 854,3 Mio. kcal dividiert durch die Summe ihrer Ackerflächen (993 782,80 ha). Der Wert des Quotienten beträgt 1,78 Mio. kcal/ha (1 780 926,66 kcal/ha) und wird nun mit der Fläche des Kreises Elberfeld (16 244,48 ha) multipliziert. So errechnet sich für Elberfeld eine geschätzte jährliche Energieproduktion aus pflanzlichen Ressourcen von 28,93 Mrd. kcal (28 930 226 949 kcal).

Werden für die Berechnung noch Gartenflächen und Schiffelland berücksichtigt, so verringert sich der für Elberfeld einzusetzende Betrag um 8,5 % auf 26,47 Mrd. kcal (26 471 157 658 kcal). Da wegen der fehlenden Daten nicht zu entscheiden ist, welche

Hohlmaß	Liter	Scheffel	Quelle
Wispel	1319,06	24	ABEL 1966, 274
Malter	659,53	12	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Alte_Ma%C3%9Fe_und_Gewichte_%28Preu%C3%9Fen%29">http://de.wikipedia.org/wiki/Alte_Ma%C3%9Fe_und_Gewichte_%28Preu%C3%9Fen%29</a> (Zugriff: 11.03.2014)
			<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Alte_Ma%C3%9Fe_und_Gewichte_%28Preu%C3%9Fen%29">http://de.wikipedia.org/wiki/Alte_Ma%C3%9Fe_und_Gewichte_%28Preu%C3%9Fen%29</a> (Zugriff: 11.03.2014)
Scheffel	54,96		ABEL 1966, 274

Tab. 52. Umrechnungstabelle der bei VON RESTORFF (1830) benutzten Hohlmaße.

der beiden Zahlen die Situation in diesem Kreis zutreffender beschreibt, wird hier mit einem mittleren Wert von 27,7 Mrd. kcal gerechnet.

Ein anderer Sonderfall betrifft den Stadtkreis von Köln, bei dem keine Erträge an Kulturpflanzen und keine Anbauflächen ausgewiesen sind, aber die Einwohnerzahl (61 091 Personen). In diesem Fall handelt es sich um einen Kreis, der nur als Abnehmer (Verbraucher) berücksichtigt werden kann.

Insgesamt betrachtet produzierten die preußischen Rheinlande nach diesen Berechnungen einen Nettoertrag von ca. 1,8 Bio. kcal (1 797 555 Mio. kcal; Tab. 55) aus pflanzlichen Quellen.

### Kulturpflanzen (KPW)

Im Gegensatz zu der zuvor betrachteten Zeitscheibe der LBK zeichnete sich dieser Abschnitt der Agrarwirtschaft durch eine dramatisch angewachsene Vielfalt im Anbauspektrum der Kulturpflanzen aus: Nacktweizen, Roggen, Gerste, Spelz und Hafer, ergänzt durch Buchweizen, waren die genutzten Getreidearten. Erbsen und Bohnen stellten die gebräuchlichen Hülsenfrüchte. Linsen werden bei von Restorff nicht extra angeführt, dürften aber unter dem Sammelbegriff Hülsenfrüchte vertreten sein. Leinsamen, Raps und Rübsamen waren die gebräuchlichen Vertreter der Ölsaaten. Ein wichtiger Neuzugang war die Kartoffel, die Ende des 18. Jahrhunderts vor allem in der Schnapsbrennerei und als Viehfutter Einzug gehalten hat und sich im 19. Jahrhundert langsam als Nahrungsmittel für den Menschen durchsetzte. So nahmen um 1800 Kartoffeln nur 1,5 % des Ackerlandes im Deutschen Reich ein, um 1850/1855 waren es bereits 9,4 % (ACHILLES 1993, 198). Dagegen scheinen die Erträge dieser Pflanze nicht im gleichen Umfang angestiegen zu sein (SEIDL 2006, 190 Tab. 2; von 80 auf 90 Doppelzentner pro ha). Dabei kommt der Kartoffel zugute, dass sie als Wechselfrucht zu Getreide, als sogenannte Brachfrucht, eingesetzt werden konnte (SEIDL 2006, 186). Unsicher bleibt der Anteil, der als Nahrungsmittel verwandt wurde. Es muss davon ausgegangen werden, dass ein nicht unerheblicher Teil weiterhin in die Branntweinherstellung und die Haustierfütterung abfloss (MINCHINTON 1976, 82; SEIDL 2006, 192). Trotzdem scheint es sinnvoll, Kartoffeln in der Bilanz als Bestandteil der menschlichen Ernährung zu führen, denn spätestens seit den Hungerjahren nach den Napoleonischen Kriegen war diese Feldfrucht als Grundnahrungsmittel bei der rheinischen Bevölkerung etabliert (TEUTEBERG 1977, 49).

Handelskräuter, Tabak und verschiedene Tierfutterpflanzen, die ebenfalls die Getreidebrachen sinnvoll nutzbar machten, trugen keine für die Selbstversorgung der Bevölkerung

	Reduktionsgewicht	spezifisches Gewicht	Unterschied zu Reduktionsgewicht in %
Weizen	0,7733	0,75	3,01
Roggen	0,7278	0,68	6,57
Gerste	0,5913	0,65	-9,93
Hafer	0,4367	0,48	-9,92
Bohnen	*0,8750	0,70	20,00
Erbsen	*0,8045	0,70	12,99
Buchweizen	*0,8045	0,55	31,63
Kartoffel	*0,6670	0,50	25,04
Leinsaat	*0,6852	0,64	6,60

\*nach Ramm, auch Abel 1966, 273-274; spezifisches Gewicht nach Kolverath 1993, 189

Tab. 53. Gegenüberstellung von Reduktionsfaktoren für Gewicht pro Liter und spezifischem Gewicht.

nutzbaren Kalorien bei und werden deshalb nicht für die Berechnung des pflanzlichen Anteils an der Energiebilanz berücksichtigt. Der als Mengfrucht bezeichnete, gleichzeitige Anbau mehrerer Feldfrüchte, oft Hafer und Gerste, aber auch Weizen und Gerste als Viehfutter oder „minderwertiges Mehl“ (KECK 1794, 37; PABST 1832, 252) führt zu Schwierigkeiten bei der Bestimmung der erwirtschafteten Kalorien, da die Anteile der verschiedenen Feldfrüchte nicht in den Quellen vermerkt wurden. Bei einem Bruttoertrag von etwas über 5000 Wispel (zum Vergleich: Weizen brachte über 510 000 Wispel im gleichen Arbeitsgebiet [HILPERT 2017]) und der unklaren Verwendung, scheint es jedoch zulässig, diesen Posten ebenfalls aus der Berechnung der Energiebilanz herauszunehmen.

Ein Problem bei der Bestimmung historischer Produktionsmengen sind die überlieferten Maße, deren Wertigkeiten nicht nur regional, sondern auch nach Art des bemessenen Gutes stark differierten (ABEL 1966, 273; ALDEFELD 1835; GERHARD / KAUFHOLD 2001, 22). Für Getreide wurden i. d. R. nur Hohlmaße benutzt. In den preußischen Rheinlanden waren dies Wispel und Scheffel, in Duisburg auch der sogenannte Malter. Ein preußischer oder auch Berliner Scheffel beinhaltete um 1800 n. Chr. 54,96 Liter, 24 Scheffel ergaben einen Wispel oder 1319,06 Liter (ABEL 1966, 274). Wieviele Liter ein Malter im Kreis Duisburg umfasste, ist nicht eindeutig zu bestimmen, aber es ist naheliegend, für die folgenden Berechnungen den preußisch-brandenburgischen Malter zu 12 Scheffel oder 659,53 Liter zu benutzen (Tab. 52).

Die nun in Liter umgerechneten Hohlmaße müssen in Gewichte überführt werden, damit die erzeugten Kalorien errechnet werden können. ABEL (1966, 273–274; Umrechnungstab. 1; Anm. 15) schlägt für die vier wichtigsten Getreidesorten je einen speziellen Reduktionsfaktor vor, der empirisch ermittelt wurde und nach seiner Ansicht für Weizen, Roggen, Gerste und Hafer die Angabe eines genaueren Gewichtes ermöglicht als das spezifische Gewicht.

Eine zweite Möglichkeit ist die Nutzung des spezifischen Gewichtes für die Kalkulation der Ertragsgewichte. Da dies von der jeweiligen Durchfeuchtung des Wiegegutes und seiner Reinheit abhängig ist, kann hier nur ein Mittelwert oder eine Spanne zum Einsatz kommen.

Die Gegenüberstellung in *Tabelle 53* zeigt, dass die Unterschiede bei den Hauptgetreiden zwischen 3 % (Weizen) und 10 % (Gerste und Hafer) liegen. Bei den anderen Kulturpflanzen ist die Differenz deutlich höher (6,6 % bei Leinsamen und über 31 % bei

Kulturpflanzen	Bruttoertrag kg/ha	Saatgut		Nettoertrag		Quelle
		kg/ha	%	kg/ha	%	
Buchweizen	1000,00	100,00	10,00	900,00	90,00	<a href="https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1163-buchweizen.pdf">https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1163-buchweizen.pdf</a> (Zugriff: 11.03.2014)
*Hülsenfrüchte	1738,00	214,52	13,25	1523,48	87,66	Ackerbohnen, Erbsen, Bohnen, Linsen (Tab. 18)
Bohnen	3000,00	250,00	8,33	2750,00	91,67	<a href="https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1000-bioackerbohnen.pdf">https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1000-bioackerbohnen.pdf</a> (Zugriff: 11.03.2014)
Kartoffeln	22400,00	2300,00	10,27	20100,00	89,73	<a href="http://orgprints.org/10578/11/speiser-2006-Kartoffelsorten_BIO_2006.pdf">http://orgprints.org/10578/11/speiser-2006-Kartoffelsorten_BIO_2006.pdf</a> (Zugriff: 11.03.2014); SAATGUTWIRTSCHAFT 2008, 12  Tab. 2
***Raps	2000,00	6,00	0,30	1994,00	99,70	<a href="https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1343-raps.pdf">https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1343-raps.pdf</a> (Zugriff: 11.03.2014)
**Rübsamen	1542,50	6,00	0,39	1536,50	99,61	AGRARBERICHT BRANDENBURG 2005, 47  Tab. 3.23
*Ölsamen	1523,13	22,52	2,72	1500,62	98,52	Lein und Mohn (Tab. 18)

\*Mittelwerte; \*\*Saatgut von Raps übernommen; \*\*\*etwas unterhalb des in der Broschüre Bioraps angegebenen Betrags

Tab. 54. Erträge (Mittelwerte), Saatgutanteile und Nettoerträge der in den preußischen Rheinlanden angebauten Kulturpflanzen, soweit sie noch nicht in der Bilanzierung der LBK-Agrarflächen eingeführt wurden. Für Weizen, Roggen, Gerste, Hafer und Dinkel werden entsprechende Werte aus Tab. 14, Spalte „Median“, eingesetzt. Bei den Hülsenfrüchten werden die Werte aus Tab. 18, Spalte „Median“, verwandt. Mittelwerte von Hülsenfrüchten und Ölsaaten werden ebenfalls aus den Werten von Tab. 18, Spalte „Median“, gebildet.

Buchweizen). Hier wird eine gemischte Nutzung vorgeschlagen. Für die Getreide werden die bei Abel angeführten Reduktionsfaktoren benutzt und für die restlichen Werte das spezifische Gewicht. Das scheint den Daten besser zu entsprechen, insofern bei den Fällen mit den größten Abweichungen die kleineren Werte angewendet und somit Ertragschwankungen nach unten aufgefangen werden, also schlechten Ernten Rechnung getragen wird. Für Kartoffeln wurde der geringste Wert einer im Jahre 1835 von F. KÖRTE (1836, 19) vorgenommenen Messreihe von 45 Messungen genutzt. Er ermittelte als höchstes Gewicht 110 Pfund und als geringstes Gewicht 101 Pfund pro Scheffel, also gerundet 50 kg.

Gegen den Gebrauch von Reduktionsfaktoren oder spezifischem Gewicht sprechen sich H.-J. Gerhard und K. H. Kaufhold aus. Sie führen an, dass die Gewichtsunterschiede an einem Tag auf engstem Raum bei Getreide um 10 % liegen können und durch die

Kultur- pflanzengruppe	n Kreise	Ertrag (Mio. kcal)	% vom Gesamtertrag
Getreide	56	1 196 430,3	67,60
Kartoffeln	46	484 076,2	27,35
Buchweizen	37	61 151,6	3,46
Hülsenfrüchte	45	14 294,1	0,81
Ölsaaten	43	13 902,1	0,79
		<b>1 769 854,3</b>	<b>100</b>
+ Elberfeld		27 700,7	
Gesamtertrag		<b>1 797 555,0</b>	

Tab. 55. Anteile der Kulturpflanzengruppen an den von Pflanzen produzierten Kalorien und ihr Auftreten in den preußischen Kreisen.

unterschiedlichen Reinigungs- und Lagerungsbedingungen keine einheitlichen spezifischen Gewichte heranzuziehen sind (GERHARD / KAUFHOLD 2001, 23–24). Dagegen ist einzuwenden, dass für die in dieser Studie angestrebten Ergebnisse gerade eine Verallgemeinerung der Ertragswerte notwendig ist. Bandbreiten von Abweichungen sollen in die Ergebnisse einfließen und sind als Fehlerspannweiten bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Die in *Tabelle 54* ausgewiesenen Prozentanteile für das Saatgut werden von den Bruttoerträgen abgezogen und so die Nettoerträge für jeden Kreis berechnet. Als Zwischenergebnis erhalten wir eine nach Kreisen differenzierte Ertragstabelle (*Anh. 38*). Hier finden sich die Erträge in Tonnen Gewicht und in Millionen Kalorien. Die produzierten Kalorien werden dann in *Tabelle 57* summiert und auf die Einwohnerzahl pro Jahr umgelegt. Die prozentuale Verteilung der Nettoerträge ist in *Anhang 39* aufgelistet.

Eine Übersicht über die in den Kreisen der preußischen Rheinprovinz in ihrer Gesamtheit erfassten Kulturpflanzengruppen ist in *Tabelle 55* dargestellt. Die Versorgung der Bevölkerung mit pflanzlicher Energie beruhte demnach um 1820 fast ausschließlich auf Getreide und Kartoffeln (zusammen fast 95 %). Dies allerdings unter der Annahme, dass alle Erträge zur Ernährung und nicht als Viehfutter verwandt wurden. Buchweizen stellte mit 3,5 % noch einen erwähnenswerten Posten im Nahrungsbudget, Ölpflanzen und Hülsenfrüchte lagen unter 1 %.

Inwieweit diese Annahme gerechtfertigt ist, kann nur indirekt und nicht anhand der Daten, die von Restorff vorgelegt hat, überprüft werden. Die in Alkohol umgewandelten Kalorien (ca. 30 000 Brennereien waren im preußischen Staatsgebiet amtlich bekannt) müssen ebenfalls als Energiequelle zur Deckung des menschlichen Bedarfs gewertet werden. Grundsätzlich dürfte somit der Anteil der Kulturpflanzen an der Versorgung der rheinischen Bevölkerung etwas zu hoch angesetzt sein. Um diesen Fehler zu minimieren, müssten nicht nur die als Viehfutter genutzten Brennwerte aus der Bilanzierung herausgerechnet werden, sondern auch sämtliche Exporte und Verkäufe. Geht man davon aus, dass nur die Mengen veräußert wurden, bzw. an Vieh verfüttert wurden, die nach der Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse übrig waren, so können eigentlich nur die Kreise betroffen worden sein, die entsprechende Überschüsse produziert haben (das mag in Ausnahmen nicht immer zutreffen).

	Stiere	Ochsen	Kühe	Jungvieh	Kälber	Schafe	Ziegen	Schweine
Schlachtranteil	16,67 %	14,29 %	12,50 %	5,00 %	75,00 %	16,67 %	16,67 %	75,00 %

Tab. 56. Prozentualer Anteil des Viehstandes, der zur Fleischproduktion geschlachtet wurde (nach DIETERICI 1838, 228–229).

	Gesamtertrag in kcal	%	Einwohner	Ertrag in kcal/P/Tag	Bedarf
<b>Pflanzen</b>	1 797 554 979 113	90,48		2300	
<b>Tiere</b>	189 034 335 427	9,52		242	
<b>Total</b>	1 986 589 314 540	100	2 140 788	2542	1 562 775 240 000

Tab. 57. Beispiel unter Berücksichtigung eines hohen Milchertrages. Zusammenstellung der bilanzierten Bedarfs- und Nettoertragswerte in den preußischen Kreisen des Rheinlandes zu Beginn des 19. Jahrhunderts (nach HILPERT 2017; VON RESTORFF 1830).

## Haustiere (JH)

Wie oben bereits beschrieben, wurde der Datensammlung VON RESTORFFS (1830) der Viehstand des Jahres 1828 entnommen (*Anh. 40*; zur Diskussion HILPERT 2017). Dabei treten jedoch Auswertungsprobleme auf. Zunächst beinhalten die Daten nicht die Anzahl der Saugkälber (VON FINCKENSTEIN 1960, 256). H. VON FINCKENSTEIN (1960, 260) gibt jedoch an, dass laut der zeitgenössischen Literatur jährlich auf eine Milchkuh 0,7 Kälber entfielen; die dementsprechende Anzahl an Saugkälbern wurde hier ergänzt. Ein weiteres Problem besteht ihm zufolge im Zeitpunkt der Datenerhebung. Das geschah im Dezember, zu einem Termin, an dem das Vieh eingestallt war. Dadurch wurde nicht die gesamte Jahresproduktion erfasst. Ein Teil der Tiere wurde bereits vor der Zählung abgegeben, um überzählige Tiere nicht kostspielig über den Winter bringen zu müssen. Im Vergleich mit zeitgenössischer Literatur der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts und den darin befindlichen Angaben zur Viehproduktion kommt VON FINCKENSTEIN (1960, 259) jedoch zu dem Schluss, dass mehr als 90 % des Viehstandes durch die Datenerhebung repräsentiert worden sein dürften. Daher werden zunächst die Zahlen von Restorffs nach Ergänzung der Saugkälber ohne weitere Veränderungen hier übernommen.

Anhand der statistischen Erhebungen lässt sich also die Anzahl des Viehs in den preußischen Rheinlanden bestimmen. In einem anschließenden Schritt muss jedoch noch berechnet werden, welcher Anteil dieser Tiere der Fleischerzeugung diene. Mithilfe zeitgenössischer Literatur (DIETERICI 1838, 228–229) konnte der Anteil des Viehstandes geschätzt werden, der nicht zur Stammhaltung oder Erzeugung von Sekundärprodukten notwendig war und geschlachtet wurde (*Tab. 56*). Die Plausibilität dieser Werte wurde mit der oben vorgestellten Herdensimulation überprüft (HILPERT 2017).

Die Gewichte der Tiere entstammen der „Beschreibung der Landwirtschaft in Westfalen und Rheinpreußen“ von J. N. VON SCHWERZ (1836). Wenn dort keine Angaben zu finden waren, wurde auf die Zusammenstellung von VON FINCKENSTEIN (1960, 260–275) zurückgegriffen. Mit den oben bestimmten Daten zu Ausschachtungsraten und dem

Flächennutzung	Fläche in ha	Fläche in %	Zusammenfassung	Fläche in ha	Fläche in %
Acker	1 010 027,28	39,47	intensiv genutzt		
Gärten	60 106,92	2,35			
Wein	11 387,53	0,45		1 081 521,73	42,27
Wiesen/Weiden	224 818,45	8,79	extensiv genutzt		
Wild- u. Schiffelland	171 072,31	6,69			
Wald	784 993,85	30,68		1 180 884,62	46,15
Ödland	222 216,49	8,68	ungenutzt/Infrastruktur		
Wege/Flüsse	74 165,86	2,90		296 382,35	11,58
<b>Summe</b>	<b>2 558 788,70</b>	<b>100</b>		<b>2 558 788,70</b>	<b>100,00</b>

Tab. 58. Flächennutzung in den rheinischen Kreisen der preußischen Provinzen zu Beginn des 19. Jahrhunderts (Umrechnungen in ha nach HILPERT 2017 beruhend auf den Daten von VON RESTORFF 1830).

durchschnittlichen kcal-Gehalt konnte so der Ertrag aus Fleisch bzw. Fett berechnet werden.

Bei der Bestimmung der produzierten Milchmenge wurden ein maximaler und ein minimaler Ertrag berechnet, die beide auf Angaben von VON FINCKENSTEIN (1960, 260–265) für die preußischen Rheinlande im Allgemeinen und auf VON SCHWERZ (1863, 69) für die Eifel basieren. Es wird jedoch nicht erkenntlich, welcher Anteil der laktierenden Kühe auch zur tatsächlichen Milchproduktion genutzt wurde. Im Sinne der hier vorliegenden Berechnungen wird von einer maximalen Ausnutzung des ökonomischen Potenzials ausgegangen (s. o.). Geht man davon aus, dass nur die Hälfte der laktierenden Kühe Milch für den menschlichen Konsum lieferten, reduziert sich die von Tieren gelieferten kcal/P/Tag um ca. 100 kcal und mindert den tierischen Anteil an der Ernährung von 9,5 auf 6 % (Tab. 57).

#### Ergebnisse der Energie- und Flächenbilanz zu Beginn des 19. Jahrhunderts (KPW)

Nach der Erläuterung des historischen Hintergrundes und der Berechnungsgrundlagen von Kulturpflanzen und Haustieren erfolgt nun die Analyse der Kalorienproduktion und des Flächenverbrauchs analog zu den Arbeitsschritten im altneolithischen Fallbeispiel. Aus verschiedenen Varianten des Milchertrags fließt hier diejenige mit höheren Erträgen ein (Tab. 57).

In der Gesamtbilanz (alle rheinischen Kreise) wurden ca. 1,8 Bio. kcal durch Pflanzenanbau (1797 Mrd. kcal) und 189 Mrd. kcal (9,5 %) durch Viehzucht produziert. Werden diese Werte auf die 2 140 788 zu dieser Zeit lebenden Personen umgelegt, so deckt der Ackerbau pro Person und Tag 2300 kcal und die Viehzucht 242 kcal (Tab. 57). Das sind nahezu zwei Billionen Kilokalorien im Jahr (1 986 287 330 040 kcal).

Für die Flächennutzung in den preußischen Rheinprovinzen zu Anfang des 19. Jahrhunderts können ebenfalls Daten von Restorffs herangezogen werden (Tab. 58). Die größten Flächenanteile entfielen auf Äcker und Waldungen. Zusammen nahmen sie ca. 70 % der Fläche ein. Wiesen, Weiden, Ödland sowie Wild- und Schiffelland hatten zusammen ca. 24 % Flächenanteil. Die restlichen Nutzungsformen (Gärten, Weinanbau, Wege und Flüsse) machten die übrigen 6 % aus. Rechnet man das extensiv genutzte Wild- und Schiffelland, das eine

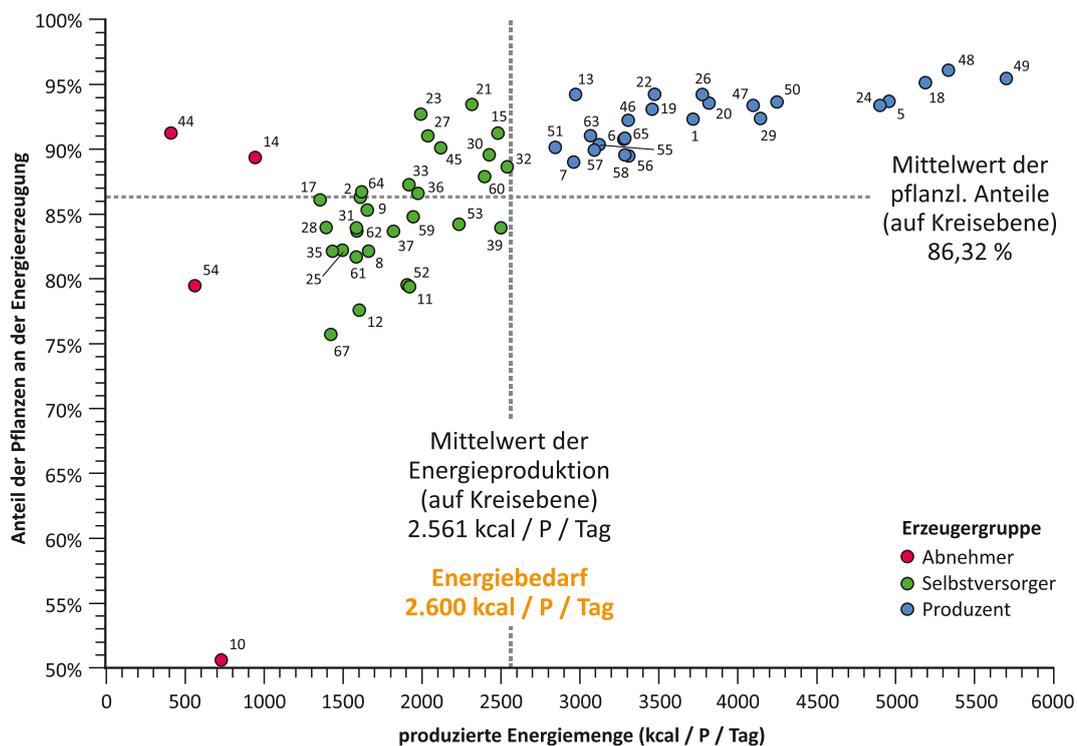


Abb. 49. Die Kreise der preußischen Rheinlande. Pflanzliche Anteile gegen Kalorien pro Kopf und Tag unter Berücksichtigung hoher Milcherträge (Nr. im Diagramm entsprechen Spalte „Nr.“ in *Anh. 38*).

besondere Form der Brandwirtschaft im Gebiet der Eifel darstellt, noch zu den Ackerflächen, so erreicht diese Nutzungsform um die 45 % der Gesamtfläche. Dies zeigt auf, wie wichtig der Ackerbau für die Versorgung der preußischen Provinzen war. Das entspricht in etwa den Verhältnissen im Gebiet des späteren Deutschen Reiches (ACHILLES 1993, 198 Tab. 13).

Die von Achilles angeführten Verhältniszahlen berücksichtigen keine Weideflächen für die Zeit um 1800, auch Wald-, Infrastruktur-, Weinberg- und Gartenflächen fehlen. Brache wird mit 25 % der Fläche angegeben und ergibt zusammen mit der Fläche der Futterpflanzen nahezu 29 % (28,9). Bis 1850 ist dieser Posten auf 11,3 % gesunken und der von Ackerweide, Futterkräutern und Grünfutter eingenommene Platz wird mit 10,4 % der bewirtschafteten Fläche beziffert. Werden die von Restorff'schen Zahlen für einen direkten Vergleich bereinigt (Gärten, Wein, Wald und Wege; Flüsse werden nicht berücksichtigt; Wiesen/Weiden und Ödland werden mit Brache und Flächen für Futterpflanzen gleichgesetzt), zeigen die Datensätze große Übereinstimmungen. Die funktional der Brache vergleichbare Fläche liegt dann bei 27,5 %. Es gibt also Grund anzunehmen, dass das Rheinland in der prozentualen Verteilung der unterschiedlichen Wirtschaftsflächen dem großen Trend im übrigen Reich folgte.

Die erzeugte Energie (kcal) pro Kopf und Tag eignet sich besonders gut zur Klassifikation der Produktionsleistung pro Kreis, da diesem Wert die jeweiligen Einwohnerzahlen der untersuchten Kreise gegenübergestellt werden können. In *Abbildung 49* werden drei Gruppen von Kreisen visuell sichtbar. Die Abnehmer liegen mit Produktionsleistungen pro Person und Tag von unter 1000 kcal deutlich unter einem Wert, der für den täglichen

Bedarf einer erwachsenen Person als ausreichend gelten kann. Selbstversorger belegen einen Bereich zwischen 1200 und 3000 kcal, in dem eine mehr oder weniger ausreichende Versorgung möglich scheint. Die dritte Gruppe, die Produzenten, erwirtschaftet Überkapazitäten, die ein Vielfaches ihrer Einwohnerzahl ernähren könnten.

Wertet man diese Zahlen im Hinblick auf die Subsistenzleistung der preußischen Rheinlande um 1800, so war die Leistung des Agrarsektors mit 2542 kcal pro Kopf und Tag zufriedenstellend. Sie liegt nahezu genau im Bereich des mittleren Energiebedarfswertes, der über die Auswertung von Sterbetafeln ermittelt wurde (2600 kcal/P/Tag [S. 24–29]), und hätte die Bewohner stets ausreichend mit Energie versorgt, wenn nicht Ertragsschwankungen durch Witterungsbedingungen, Pflanzenkrankheiten und Mängel in der Infrastruktur zu Engpässen geführt hätten. Auswanderungsbewegungen der ansässigen Bevölkerung aus den Krisengebieten war eine praktizierte demographische Antwort auf diese Probleme (MINCHINTON 1976, 53). Dies betraf vor allem die Jahre nach den Napoleonischen Kriegen und die Jahre um die Jahrhundertmitte, in denen gerade aus deutschen und irischen Gebieten größere Bevölkerungsanteile nach Amerika abwanderten.

Regional differenziert fällt die Energiebilanz sehr unterschiedlich aus (*Abb. 49*). Es macht geradezu den Eindruck, dass die vier Kreise (der Stadtkreis Köln wurde nicht mehr in Grafik erfasst), deren Versorgung in jedem Fall von außen erfolgen musste, sich deutlich von allen anderen abheben (das betrifft die Landkreise Aachen, Elberfeld und Gummersbach sowie den Stadtkreis Köln und den Landkreis Trier). Sie liegen im äußersten linken Bereich der Abbildung (Elberfeld) bzw. außerhalb davon.

Zwischen den Kreisen mit der Nr. 17 (Lennep, 1355 kcal) und der Nr. 32 (Mayen, 2540 kcal) lässt sich eine Gruppe von Kreisen erkennen ( $n = 31$ ), die sich vermutlich zum größten Teil selbst versorgen konnten. Sie nehmen den mittleren Bereich der Grafik zwischen 1200 kcal/P/Tag und dem auf Kreisebene berechneten Mittelwert von 2561 kcal ein. Sie bleiben auch knapp unterhalb des auf die Gesamtbilanz bezogenen Mittelwertes von 2542 kcal/P/Tag (*Tab. 57*). Die Gruppe ist durch eine größere Spannweite im Verhältnis der Energiequellen (Haustiere oder Kulturpflanzen) gekennzeichnet (in der Regel zwischen ca. 80 und 95 % Pflanzenanteil). Ausnahmen stellen die Kreise Eupen (*Abb. 49*, Nr. 67) und Wipperfürth (*Abb. 49*, Nr. 12) dar, die deutlich unterhalb der 80 %-Linie platziert sind. Auf dieser Grenze liegen die Kreise Montjoie (*Abb. 49*, Nr. 52) und Waldbröhl (*Abb. 49*, Nr. 11).

Die Grenze zur nächsten Erzeugergruppe liegt oberhalb der Mittelwerte der Energieproduktion. Bei ca. 2800 kcal/P/Tag (2844 kcal im Kreis Schleiden [*Abb. 49*, Nr. 51]) beginnt die Gruppe der Produzenten ( $n = 22$ ), die in zwei sichtbare Gruppen zerfällt. Sie nehmen Spannen in der täglichen Energiebilanz von ca. 2800–4300 kcal und von ca. 4800–5800 kcal ein. Dort ist die Spannweite im Verhältnis von pflanzlichen zu tierischen Energielieferanten geringer (ca. 90–95 % Pflanzen). Sie liegt deutlich oberhalb des Mittelwertes von 86,3 %.

### Überprüfung der Erzeugergruppen

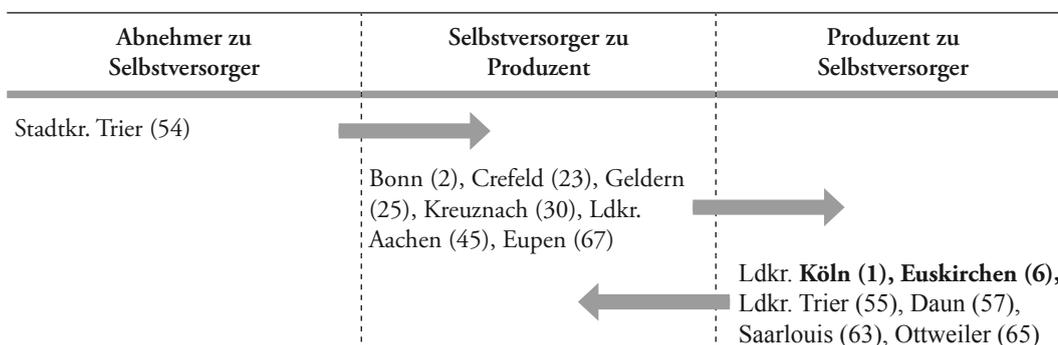
Eine andere Art der Gliederung der preußischen Kreise wurde bereits vorgeschlagen (HAHN u. A. 1973, 24). Als Grundlage dienten die auf Basis der Historischen Wirtschaftskarte der Rheinlande um 1820 erhobenen Daten. Sie führte bereits zu einer regional differenzierten Einteilung in sieben Klassen (A–G) und wurde hauptsächlich auf der Grundlage der unterschiedlichen Bevorzugung verschiedener Getreidearten erarbeitet, ohne Berücksichtigung der Kartoffel (HAHN u. A. 1973, *Abb. 2*). Demnach lassen sich vereinfacht dargestellt die Kreise innerhalb der Niederrheinischen Bucht und des heutigen Saarlandes durch

Erzeugerkategorie nach <i>Abb. 49</i>	Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit			Gesamt	
	Abnehmer	Selbstversorger	Produzent		
N	Abnehmer	4	1	-	5
	Selbstversorger	-	24	7	31
	Produzent	-	6	16	22
%	Abnehmer	80	20	-	100
	Selbstversorger	-	77,4	22,6	100
	Produzent	-	27,3	72,7	100

Tab. 59. Ergebnis der Diskriminanzanalyse nur mit dem Merkmal „Pflanzenanteile (%)“. Die durch das Verfahren bestätigten Fälle sind fett hervorgehoben (75,9%).

Korrelation	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Spelz	Buchweizen	Kartoffeln	Hülsenfrüchte	Ölsaaten
Weizen	1,000	,106	<b>,430</b>	-,285	-,321	,290	,056	,190	-,096
Roggen	,106	1,000	,157	,108	-,041	<b>,630</b>	-,105	-,183	-,513
Gerste	<b>,430</b>	,157	1,000	-,262	-,078	,281	,011	,190	-,188
Hafer	-,285	,108	-,262	1,000	-,085	<b>,634</b>	-,139	-,172	-,475
Spelz	-,321	-,041	-,078	-,085	1,000	,009	-,284	-,119	,059
Buchweizen	,290	<b>,630</b>	,281	<b>,634</b>	,009	1,000	-,206	-,122	-,692
Kartoffeln	,056	-,105	,011	-,139	-,284	-,206	1,000	<b>,346</b>	,041
Hülsenfrüchte	,190	-,183	,190	-,172	-,119	-,122	<b>,346</b>	1,000	,034
Ölsaaten	-,096	-,513	-,188	-,475	,059	-,692	,041	,034	1,000

Tab. 60. Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse auf der Basis von Pflanzenspektren mit den Korrelationswerten der einzelnen Kulturpflanzen. Die höchsten Korrelationswerte zwischen unterschiedlichen Arten sind fett hervorgehoben.



Tab. 61. Migration der preußischen Kreise des Rheinlands zwischen den drei Erzeugerklassen nach einer Gliederung auf Basis der Pflanzenspektren. Die Zahlen in den Klammern beziehen sich auf *Abb. 49*.

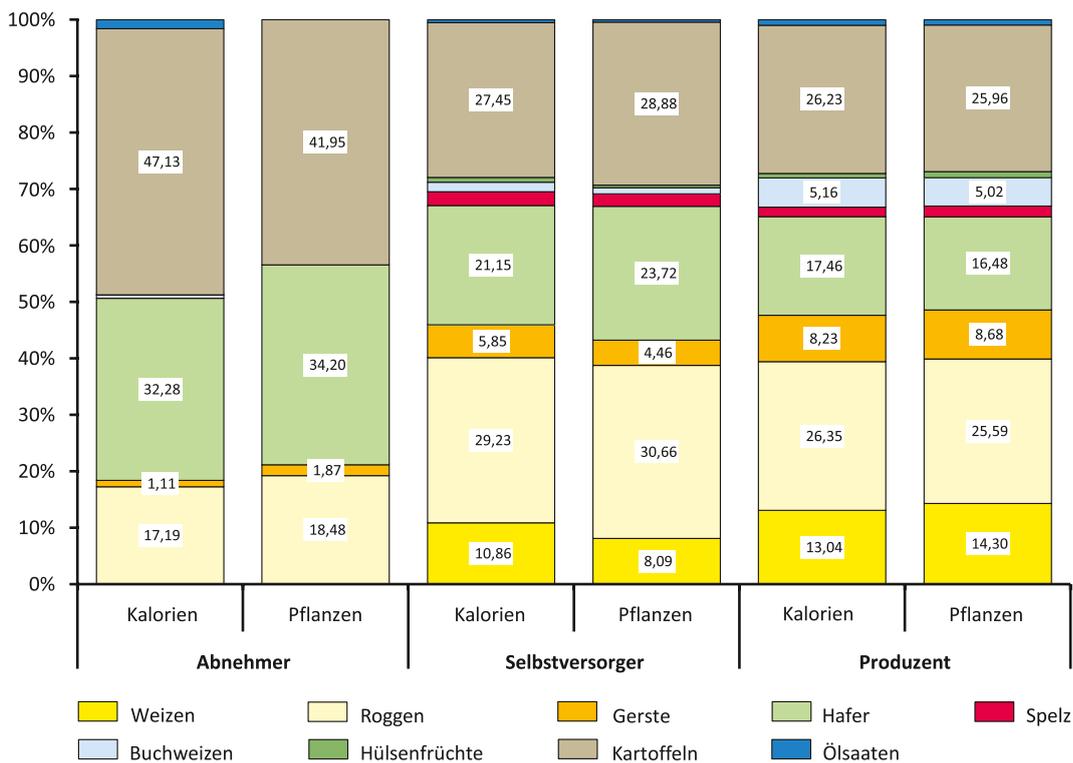


Abb. 50. Gegenüberstellung der auf Kalorienerzeugung (Kalorien) und Kulturpflanzenpektren (Pflanzen) basierenden Erzeugergruppen. Dargestellt sind die jeweiligen prozentualen Kulturpflanzenanteile am Gesamtertrag pro Tag innerhalb der jeweiligen Klassen (Netto-Erträge in % in *Anh. 39*).

besonders hohe Weizenanteile (Klasse A) von denen trennen, die sowohl Flächenanteile an der Bördenlandschaft als auch am Niederrheinischen Tiefland (Klasse B) halten. Bei ihnen ist Roggen das wichtigste Getreide und Weizen tritt dahinter zurück. Klasse C umfasst eine regional heterogen zusammengesetzte Gruppe. Das zugehörige Getreidespektrum zeigt ebenfalls einen Schwerpunkt bei Roggen, aber Hafer ist bereits das zweitwichtigste Getreide. Kreise aus Eifel und Hunsrück bilden die Klasse D mit besonders hohem Roggenanteil, Klasse E bilden vier Rheinkreise – in der Eifel – mit geringem Haferanteil. Zur Klasse F gehören Kreise, die mit Ausnahme Bitburgs vom Rhein bis auf die Höhenlagen des Bergischen Landes hinaufreichen und bei denen Hafer das wichtigste Getreide darstellt. Die Klasse G umfasst Kreise aus den Höhenlagen des Bergischen Landes und der nordwestlichen Eifel, in denen ebenfalls vor allem Hafer angebaut wurde.

Diese Gliederung überzeugt nur in Teilbereichen. Die Bedeutung der Kartoffel für die Ernährung wurde bereits angeführt (S. 129–133), deshalb erscheint es sinnvoll, den Gedanken einer unabhängigen Gliederung auf Basis der Kulturpflanzenerträge aufzugreifen, aber alle Pflanzen zu berücksichtigen und sie den bekannten Erzeugergruppen gegenüberzustellen. Zur Bestätigung bzw. Korrektur der Gliederung wird die Diskriminanzanalyse benutzt (zur Methode WOTZKA 1997).

58 Kreise fließen in die Analyse ein. Bei dieser Untersuchung werden auch diejenigen Kreise berücksichtigt, bei denen einzelne Pflanzen nicht genutzt wurden. Dass dadurch auch Köln und Elberfeld in die Untersuchung einfließen, ist gewollt.

Für eine Analyse, welche Rolle die Pflanzenspektren als unabhängige Bestätigungen der Erzeugergruppen spielen können bzw. inwieweit Zusammenhänge zwischen beiden Datengruppen existieren, können die Prozentwerte der einzelnen Arten am Gesamtertrag genutzt werden. Fließen nur sie in die Analyse ein, werden etwas mehr als 75 % der Klassifikation bestätigt (*Tab. 59*). Abnehmer und Selbstversorger liegen bei der Einzelbewertung der Gruppen im Trend der Gesamtklassifikation. Ein schlechteres Ergebnis erzielen die Produzenten. Von ihnen werden 27 % ( $n = 6$ ) durch die Diskriminanzanalyse den Selbstversorgern zugeordnet.

Die Korrelationsmatrix zeigt zwar grundsätzlich relativ niedrige Werte, aber auch, dass tendenziell verschiedene Kombinationen von Arten auftreten (*Tab. 60*). Gerste ist enger an Weizen angebunden als an andere Arten, Buchweizen ist dagegen mit Hafer und Roggen positiv korreliert. Kartoffeln sind mit Hülsenfrüchten enger verbunden. Bevor die nach diesem Ergebnis zu erwartenden Regelmäßigkeiten in der Zusammensetzung der Kulturpflanzen und der Energieproduktion der Kreise untersucht werden, sollen zuerst die Unterschiede in den vorgestellten Klassifikationsergebnissen genauer betrachtet werden.

Werden nur die Pflanzenspektren für eine Gliederung berücksichtigt (*Tab. 59*), so wechseln mehrere Kreise die Erzeugerklassen (*Tab. 61*).

Um die Unterschiedlichkeiten der möglichen Klassifikationsdifferenzen zu verdeutlichen, wird eine vergleichende Untersuchung der auf Kalorien und der nur auf den Anteilen der Pflanzen am Ertrag basierenden Klassen durchgeführt (*Abb. 50*). Ein weiteres Ziel ist es, charakteristische Zusammensetzungen in den Pflanzenspektren für jede Klasse zu ermitteln.

Für die Abnehmer kann zusammenfassend Folgendes festgehalten werden: Diese Gruppe weicht am stärksten von allen anderen preußischen Kreisen im Rheinland ab. Im Unterschied zu den anderen hat sie einen deutlich geringeren Anteil an Weizen und Roggen ( $< 20\%$ ). Dies wird durch besonders hohe Kartoffel- und Haferanteile kompensiert (zusammen ca. 76–80 %).

Die Klasse der Produzenten weist eine etwas ausgewogenere Zusammenstellung der Kulturpflanzen auf. Etwa 26 % Roggen, ca. 17 % Hafer, rund 26 % Kartoffeln, 13–14 % Weizen und ca. 8 % Gerste werden durch den höchsten Anteil an Buchweizen in den Erzeugergruppen ergänzt (ca. 5 %). Hülsenfrüchte und Ölsaaten (zusammen 1,8–2 %) erreichen in dieser Gruppe ihre höchsten Anteile am Artenspektrum.

Bei den Selbstversorgern ist der Weizen- und Gerstenanteil etwas geringer (ca. 8–10 % Weizen, etwa 5 % Gerste). Roggen liegt mit ca. 30 % an der Spitze der pflanzlichen Energielieferanten, knapp vor der Kartoffel, die bei 29 % liegt. 21–24 % erreicht der Hafer. Hülsenfrüchte und Ölsaaten kommen in dieser Gruppe nur noch mit 0,9–1,4 % vor. Buchweizen ist mit 1,1–1,8 % deutlich schwächer vertreten als in der Gruppe der Produzenten. Spelt erreicht in beiden Gruppen etwa 2 %.

Das Ergebnis der Untersuchungen legt nahe, die eingangs vorgestellte Gliederung beizubehalten. Durch die Auswahl der Daten, nämlich produzierte kcal/Kopf/Tag und pflanzliche Anteile am Ertrag, fließen die Bevölkerungszahl im Verhältnis zur Größe des Kreises und indirekt die naturräumliche Zusammensetzung (über den Anteil der Pflanzen) gemeinsam in eine Klassifikation ein, die sich auch visuell einfach nachvollziehen lässt. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass bei den Produzenten, unter optimalen Bedingungen, eine möglichst ausgewogene Mischung an Anbaufrüchten angestrebt wurde. Dieser Idealfall, der von den Kreisen der Selbstversorger vielleicht ebenfalls angestrebt wurde, steht zu Beginn des 19. Jahrhunderts für eine Strategie der Risikominimierung durch Diversität der Feldfrüchte.

Die gemittelten Unterschiede zwischen den Kreisen der Selbstversorger und der Produzenten dürften wesentlich geringer sein als die Differenzen zwischen verschiedenen

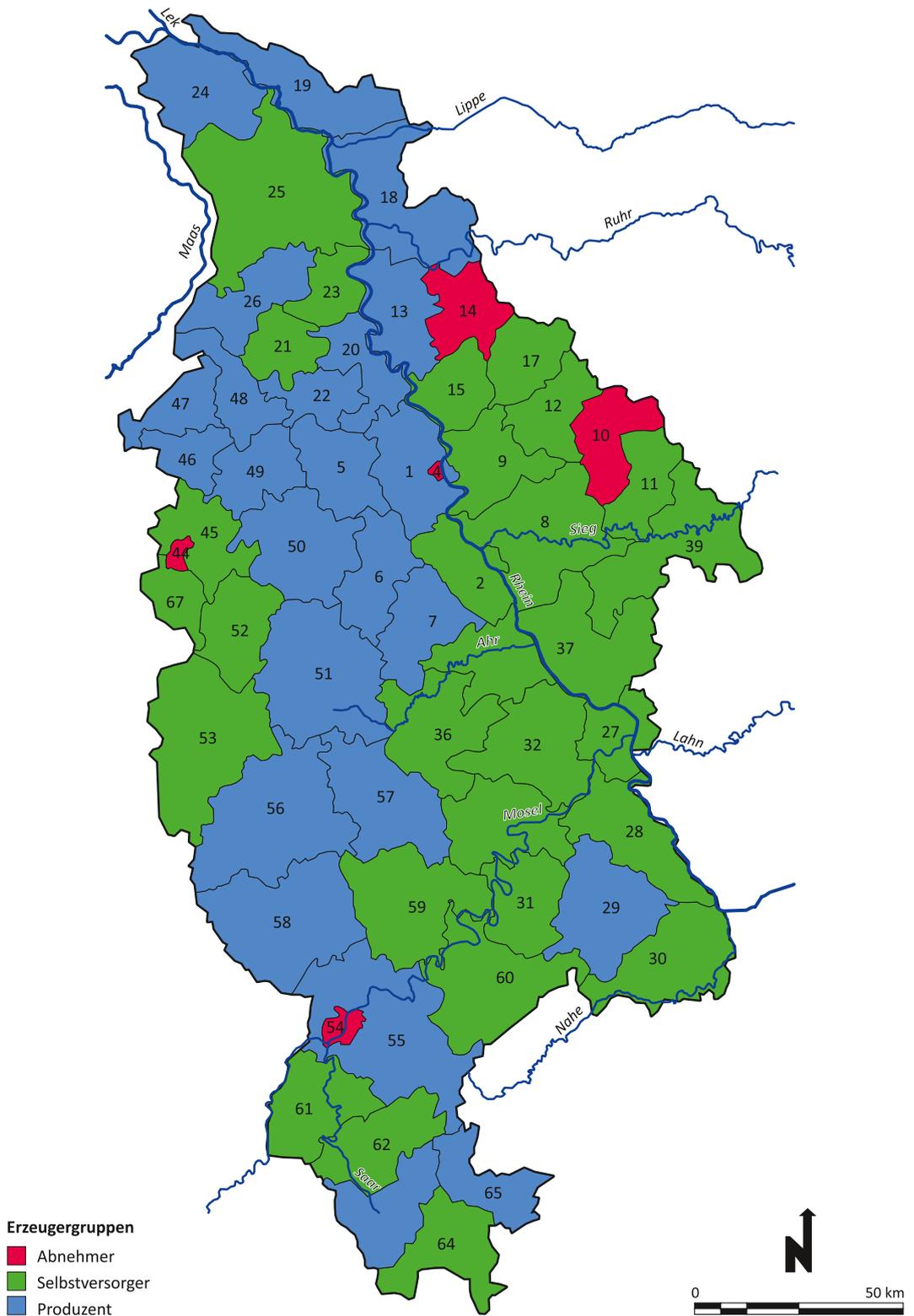


Abb. 51. Verteilung der Erzeugerklassen auf die Kreise der preußischen Rheinlande (Nr. entsprechen der Spalte „Nr.“ in *Anh. 38*).

bäuerlichen Haushalten. Entsprechend variabel wird auch die individuelle Wirtschaftsweise der verschiedenen handkeramischen Familien gewesen sein.

### Räumliche Analyse der Kreisdaten (KPW)

Bevor die Ergebnisse aus der Bilanzierung der Flächennutzung in den preußischen Kreisen des frühen 19. Jahrhunderts mit den Ergebnissen der LBK verglichen werden, soll noch eine kurze räumliche Analyse folgen. Sie soll die Grundlage für den regional differenzierten, diachronen Vergleich bilden.

*Abbildung 51* zeigt die räumliche Verteilung der Erzeugergruppen. Die Abnehmer (Nr. nach *Anh. 39*) streuen über das gesamte Arbeitsgebiet. Der Gruppe gehören strukturell sehr unterschiedliche Kreise an: Aachen (44), Köln (4) und Trier (54) sind Stadtkreise, Elberfeld (14) und Gummersbach (10) gehören zu den für die frühindustrielle Entwicklung wichtigen Kreisen im Bergischen Land. In beiden Untergruppen war die Landwirtschaft nur bedingt die Existenzgrundlage.

Die Selbstversorger finden sich im Westen vor allem in der Eifel und einigen Kreisen zwischen Rhein und Maas und an der Saar. Im Osten konzentrieren sie sich auf das Bergische Land und auf die Kreise im Hunsrück entlang der Mosel. Hier bildet südlich der Mosel der Kreis Simmern (Nr. 29) als Produzent eine Ausnahme. Die anderen Produzenten bilden einen Nord-Süd ausgerichteten Korridor, der über verschiedene Naturräume hinweg einen Riegel zwischen dem rechtsrheinischen Schiefergebirge im Osten und der Hocheifel im Westen bildet. Aus diesem Schema fallen im Norden die Kreise Crefeld, Geldern und Gladbach (21, 23, 25) heraus. Im Süden gilt dies für die ebenfalls bereits angeführten Kreise Saarburg (61) und Merzig (62).

Die Erklärungen für diese regionalen Verteilungsunterschiede können nicht durch die Zugehörigkeit zu bestimmten Naturräumen allein erklärt werden, wenn auch generelle Tendenzen – Selbstversorger in den Mittelgebirgszonen, Produzenten in den Tiefländern und Vorgebirgszonen – zu beobachten sind.

Der Stadtkreis Köln hebt sich als besonders bevölkerungsstarke Gemeinde mit 5685,55 E/km<sup>2</sup> von den anderen Abnehmern ab. Der Mittelwert der Einwohnerdichte liegt für alle Abnehmer bei 1472 E/km<sup>2</sup>. Bei den Stadtkreisen lässt sich also ein ungünstiges Verhältnis zwischen Platzbedarf und Verfügungsfläche konstatieren, wenn der Mittelwert mit denen der anderen Kreise verglichen wird (Selbstversorger: 87,6 E/km<sup>2</sup>; Produzenten: 84,3 E/km<sup>2</sup>). Bei den Kreisen Elberfeld (162,89 E/km<sup>2</sup>; 943 kcal) und Gummersbach (78,33 E/km<sup>2</sup>; 729 kcal) ist dies sicher nicht der Fall. Für beide spielen Faktoren eine Rolle, die im Zusammenhang mit einer hoch entwickelten Handwerkstradition und der frühindustriellen Entwicklung des Bergischen Landes zu sehen sind (s. u.). Als Ganzes heben sich die Abnehmerkreise von den anderen Erzeugergruppen durch den höchsten Prozentsatz an tierischen Nahrungsmitteln und den geringsten Erträgen (Ausnahme Buchweizen) ab.

Auch in den mittleren Jahresniederschlägen (berechnet aus den durchschnittlichen minimalen und maximalen Jahresniederschlägen nach den Daten des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum von 1961–1990; <http://www.dwd.de/mittelwerte> [Zugriff: 11.03.2014]) unterscheiden sich die Kreise voneinander. Die Abnehmer liegen im Jahresmittel bei 959 mm Niederschlagshöhe, die Selbstversorger liegen nah auf bei 911 mm und die Produzenten setzen sich mit 811 mm ab. Dass sich die Abnehmer noch einmal von den Selbstversorgern abheben, liegt vor allem an den bergischen Kreisen (*Abb. 52*). In Elberfeld liegt die im Kreis gemessene Spanne der heutigen Niederschläge zwischen 815 bis 1308 mm im Jahresdurchschnitt, in Gummersbach liegen die Werte zwischen 1059

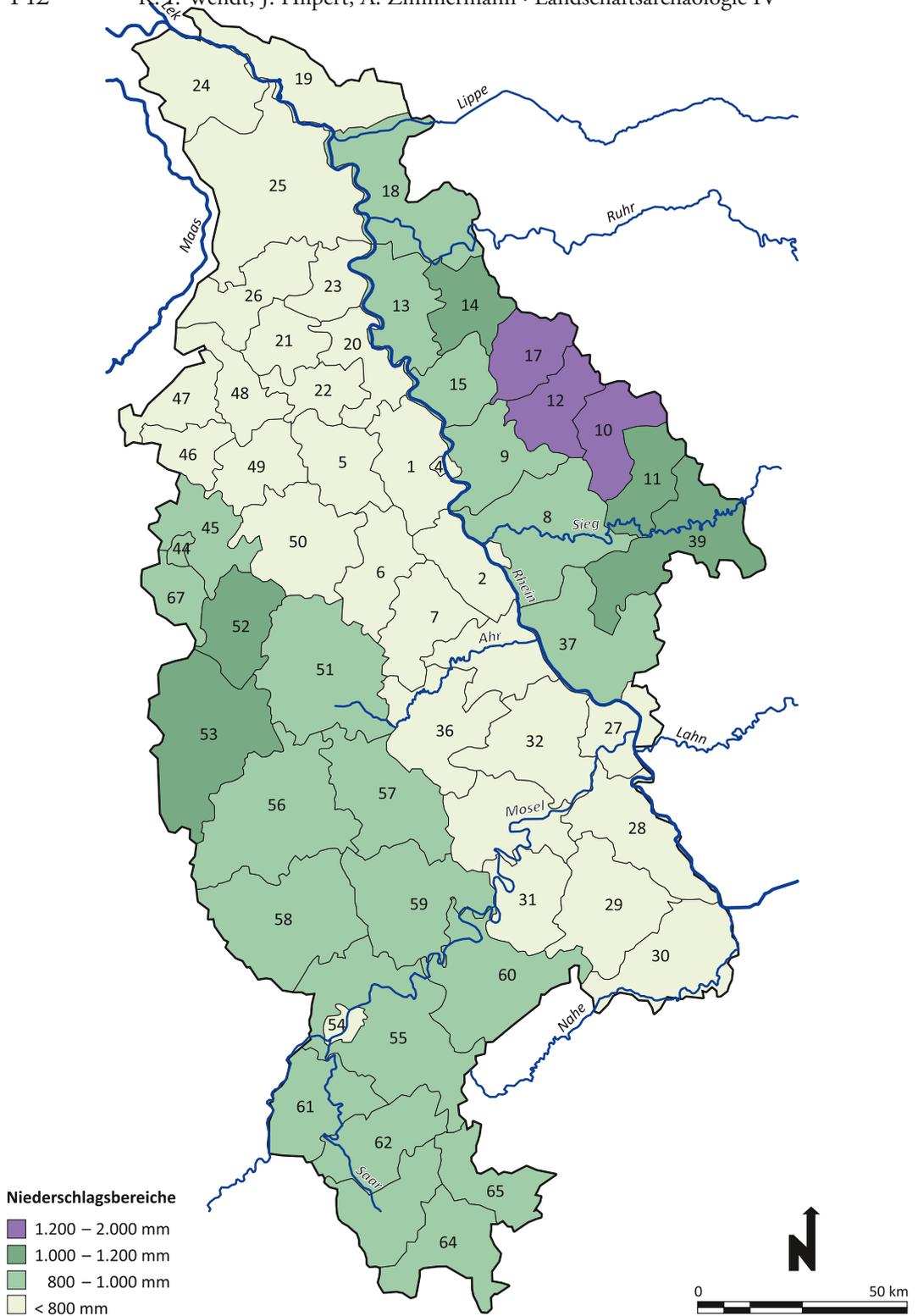


Abb. 52. Preußische Kreise im Rheinland. Niederschlagshöhe im Jahresmittel (mm) nach Daten des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum von 1961–1990 (<http://www.dwd.de/mittelwerte> [Zugriff: 10.07.2013]; Nr. entsprechen der Spalte „Nr.“ in *Anh. 38*).

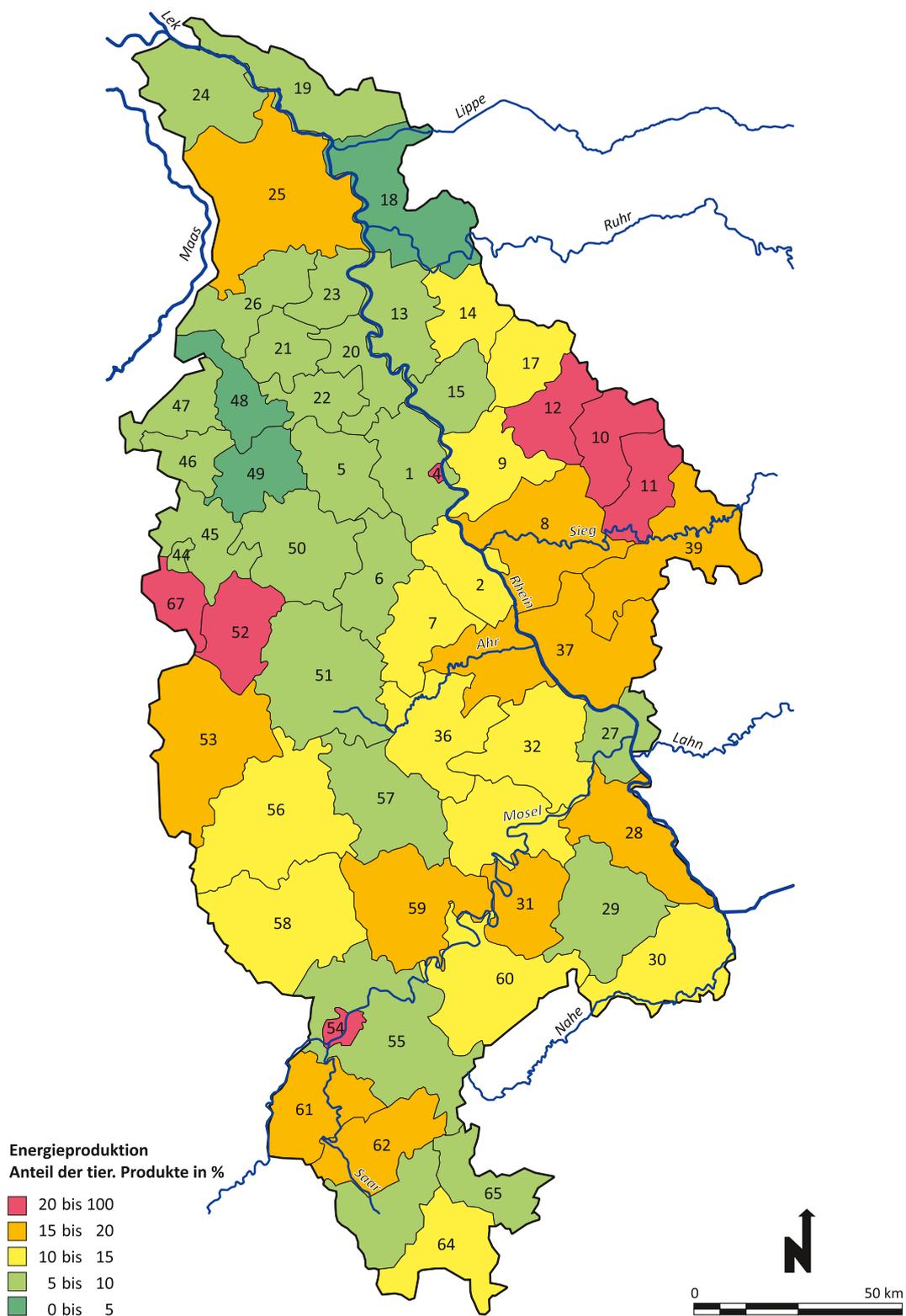


Abb. 53. Standorte erhöhter Fleisch- und Milchproduktion in den preußischen Kreisen im Rheinland (Nr. entsprechen der Spalte „Nr.“ in *Anh. 38*).

und 1477 mm. Die Stadtkreise erreichen bei den Maximalwerten dagegen nur knapp 1000 mm.

In der Gruppe der Selbstversorger, die zu einem großen Teil aus Kreisen des Rheinischen Schiefergebirges bestehen (Altenkirchen, Mülheim, Lennep, Siegkreis, Waldbröl, Wipperfürth), werden die dort gemessenen hohen Werte (im Mittel 1127 mm) durch niedrigere Niederschlagsmengen in den anderen Landschaften kompensiert, sodass der Mittelwert für die gesamte Gruppe der Selbstversorger deutlich tiefer liegt (s. o.). Hier zeigt sich womöglich ein Hinweis darauf, warum diese Kreise ein besonders breit gefächertes Spektrum im Verhältnis von pflanzlicher zu tierischer Produktion aufweisen (*Abb. 49*).

Die Gruppe der Produzenten zeichnet sich durch den niedrigsten Mittelwert bei den Jahresniederschlägen pro Quadratmeter aus (s. o.). Die extremen Werte liegen zwischen 566 mm im Minimum und 1320 mm im Maximum. Aber entscheidend ist, dass bei dieser Gruppe nur neun von 24 Kreisen (37,5 %) bei den maximalen Jahreswerten die Grenze von 1000 mm überschreiten, bei den Selbstversorgern sind es 18 von 29 Kreisen (62 %). Die relativ trockenen Verhältnisse eignen sich besonders für den Anbau von Getreiden. Hier zeigt sich ein Ansatz für die Erklärung der hohen Produktionsraten pro Kopf und der relativ hohen Anteile an Weizen. Dass die klimatischen Voraussetzungen aber nicht alleine als Begründung für die vorliegende Situation ausreichen, zeigen z. B. die bereits bekannten Kreise Crefeld, Geldern und Gladbach (21, 23, 25), die, obwohl sie ähnliche mittlere Jahresniederschläge aufweisen können, zu den Selbstversorgern gehören. Es müssen also weitere Faktoren hinzugenommen werden, um zu zufriedenstellenden Erklärungsmodellen zu gelangen.

Beim Verhältnis von tierischer zu pflanzlicher Nahrung zeigen vor allem die Selbstversorger und die Abnehmer besonders hohe Werte zugunsten der tierischen Ernährung (*Abb. 53*). Eine Ausnahme ist der Stadtkreis Aachen, der aber im Kreis Eupen einen Nachbarn mit hohem Tieranteil in der Energieproduktion hat. Betrachtet man die Verteilung unter naturräumlichen Gesichtspunkten, so finden sich Kreise mit besonders hohen Anteilen an tierischen Nahrungsquellen zwar im gesamten Kartenausschnitt des Geschichtlichen Atlas der Rheinlande, aber konzentriert in den feuchteren Mittelgebirgszonen. Im Westen, in der Nordeifel, sind es die Kreise Eupen und Montjoie, im Osten sowohl Teile des Bergischen Landes (Gummersbach, Waldbroel und Wipperfürth) als auch der Siegkreis, die sich durch hohe Prozentwerte abheben. Nahezu zentral im Untersuchungsgebiet ist der Kreis Ahrweiler gelegen und im Süden die Kreise Merzig und Saarburg sowie der Stadtkreis Trier, die am Schnittpunkt von Moseltal, Hunsrück und Saar-Nahe-Bergland liegen. Bei allen liegen die tierischen Anteile an der Energieproduktion bei über 15 %. Damit werden hier Anteile von deutlich über dem für das gesamte Rheinland ermittelten Wert von 9,52 % beobachtet (*Tab. 57*). Die höheren Niederschlagsraten verursachen in den betroffenen Mittelgebirgsregionen schlechtere Bedingungen für den Getreideanbau (*Abb. 52*). Eine Ausnahme ist der Kreis Geldern. Er liegt zwar in einer günstigen Niederschlagszone, doch wird ein Großteil des Kreisgebietes von der Niersniederung, einem Feuchtgebiet, eingenommen (306,4 km<sup>2</sup> oder 29,1 % der Kreisfläche), das durch die engste Stelle zwischen Rhein und Maas verläuft. Hier waren ebenfalls keine guten Voraussetzungen für den Anbau von Getreide vorhanden.

Auf die Erzeugergruppen kennzeichnenden Unterschiede in den Bevölkerungsdichten wurde bereits eingegangen (s. o.). Die Betrachtung der Bevölkerungsverteilung auf der Kreisebene ist eine weitere Informationsquelle. Die Dichten weisen enge Bezüge zum Prozess der beginnenden Industrialisierung oder zu der entwickelten Gewerbewirtschaft in verschiedenen Kreisen des Rheinlandes auf.

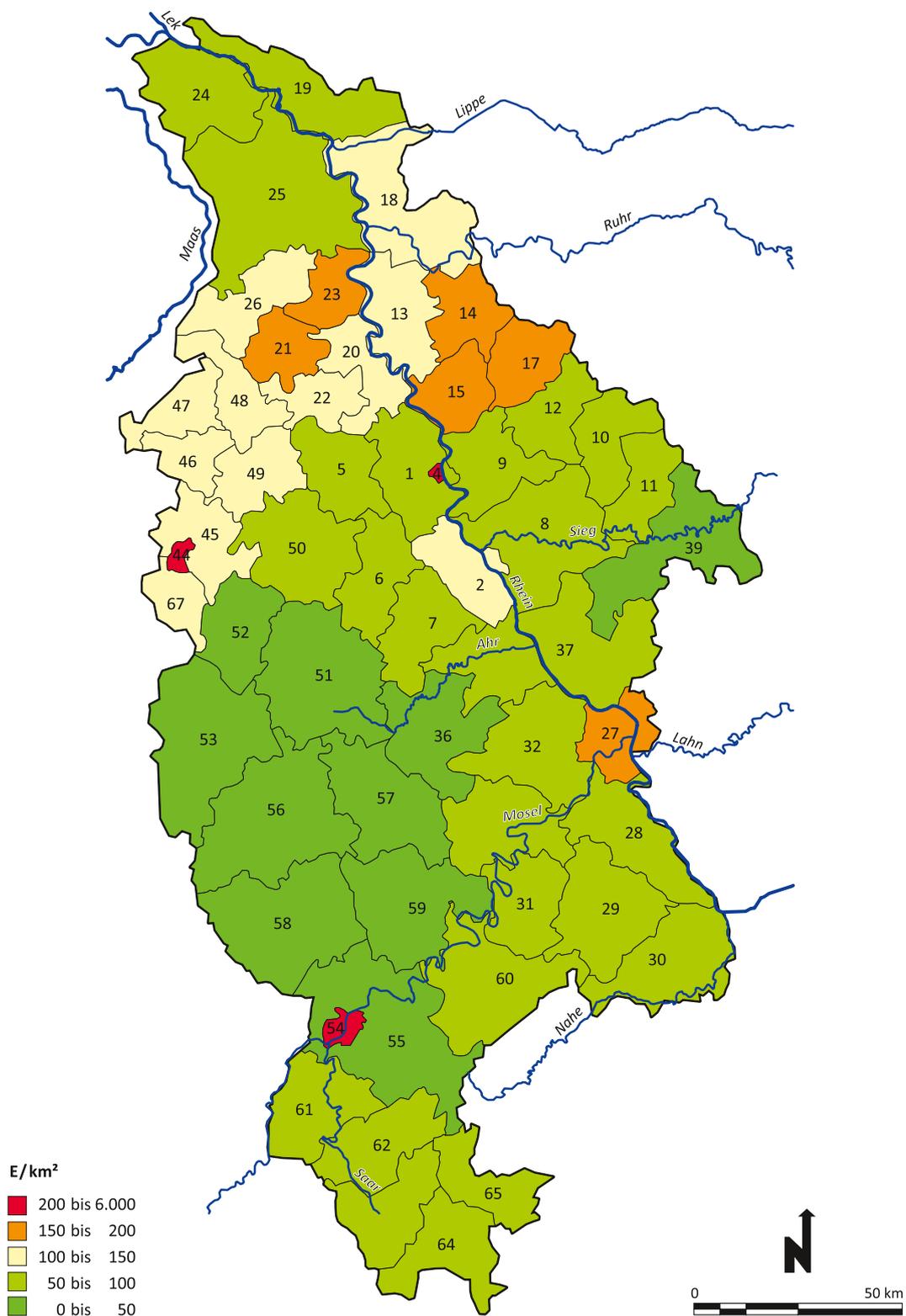


Abb. 54. Verteilung der Bevölkerungsdichten in den preußischen Kreisen des Rheinlandes (arbiträre Klassengrenzen; Nr. entsprechen der Spalte „Nr.“ in *Anh. 38*).

Die Städte Köln und Aachen weisen wie erwartet die höchsten Bevölkerungsdichten pro km<sup>2</sup> auf. Die anderen Kreise erreichen maximal 322,78 E/km<sup>2</sup> im Stadtkreis Trier. Der Kreis Prüm in der Eifel hat mit 29,04 E/km<sup>2</sup> die Position des bevölkerungsärmsten Kreises inne. Im Mittel weisen die Kreise des Rheinlands eine Bevölkerungsdichte von 205,62 E/km<sup>2</sup> auf (Median = 80,01). 60 % der Kreise liegen unterhalb einer Bevölkerungsdichte von 100 E/km<sup>2</sup>.

Bei Betrachtung der Verteilung der Dichten im Untersuchungsgebiet fällt auf (*Abb. 54*), dass Eifel und Venn geringere Werte aufweisen als der größte Teil des Bergischen Landes. Dort gehören die bergischen Kreise Elberfeld, Lennep und Solingen zu sechs Kreisen, deren Bevölkerungsdichte zwischen 150 und 200 E/km<sup>2</sup> liegt. Auch die niederrheinischen Kreise Crefeld und Gladbach haben ähnlich hohe Dichten, ebenso der Kreis Koblenz. Die wirtschaftliche Entwicklung dieser Kreise wird im 19. Jahrhundert von Eisen verarbeitendem Gewerbe und Textilherstellung geprägt.

Im bergischen Elberfeld und in Lennep waren wohl beide frühindustriellen Zweige vertreten (THUN 1879b, 163–164), wobei die Textilherstellung ihren Schwerpunkt in der Produktion von unterschiedlichen Garnen hatte. Im Tal entlang der Wupper wurden um 1767 bereits 32 000 Beschäftigte in der Textilfertigung gezählt, ein Wert, der von G. ADELMANN (2001, 19) zwar als zu hoch angesehen wird, aber auch seiner Meinung nach die Stellung des Bergischen Landes als bedeutendste Region dieser Zunft in Nordwestdeutschland unterstreicht.

In den Gemeinden des Kreises Solingen wurde hauptsächlich die Schneidwarenherstellung betrieben (THUN 1879b, 54–57; 117–118) und in Crefeld und Gladbach die Tuchfertigung aus Seide, Samt, Leinen, Wolle und Baumwolle (THUN 1879a, 86–91; 157–159). Das verarbeitende Gewerbe war in den besprochenen Kreisen bereits seit Längerem bekannt, gut eingeführt und hatte bereits erfolgreich Veränderungen überstanden (z. B. den Übergang von der Leinen- zur Baumwollweberei [ADELMANN 2001, 18]).

Koblenz war dagegen Verwaltungsstadt und Sitz der preußischen Provinzregierung, womit eine entsprechend hohe Anzahl an Beschäftigten in der zivilen Verwaltung und im Militär verbunden war. Die dort ebenfalls hohe Bevölkerungsdichte überrascht deshalb nicht.

Bis auf den zuletzt genannten liegen die erwähnten Kreise innerhalb eines Gürtels von Nachbarn, die ebenfalls eine höhere Bevölkerungsdichte von über 100 E/km<sup>2</sup> gemeinsam haben. Er erstreckt sich von Aachen im Südwesten bis nach Duisburg im Nordosten und umfasst den Landkreis Aachen und die Kreise Erkelenz, Eupen, Geilenkirchen, Grevenbroich, Heinsberg, Jülich, Kempen und Neuß links des Rheins sowie Düsseldorf und Duisburg im rechtsrheinischen Gebiet. Ein Ausreißer existiert mit dem Kreis Bonn. Die räumlichen Verteilungen der Bevölkerungsdichten und der Erzeugerklassen entsprechen sich hier nicht und nur im Niederrheingebiet weisen sie Überschneidungen auf.

In etwas weniger intensiven Ausmaßen zeigt auch dieses Band aus Kreisen mit hoher Bevölkerungsdichte Beschäftigungsmöglichkeiten im sekundären Sektor. Beispielsweise hatten die den Zentren der Textilindustrie benachbarten Kreise Vorteile von dieser Nähe. Das äußerte sich in Auftragsarbeiten für Handwerker und die Auslagerung von Bleichflächen, z. B. in den an Elberfeld angrenzenden Kreis Duisburg (ADELMANN 2001, 38–42). Duisburg gehörte zur Gewerberegion Mark, deren Schwerpunkt ebenfalls die Textilfertigung und Eisenverarbeitung war (AMBROSIUS / NORTH 2005, 146 *Abb. „Gewerbegebiete um 1800“*).

Eisen-, Blei- und Zinkerzvorkommen bildeten im Großraum Aachen die Basis für metallverarbeitendes Handwerk (REINICK / DECHEM 1866, 241–276). Aus dem ursprünglichen eisenverarbeitenden Gewerbe ging in der frühen Neuzeit eine Messingproduktion von europäischem Ruf hervor (VAN EYLL 1971). Auch diese der Eifel nordöstlich

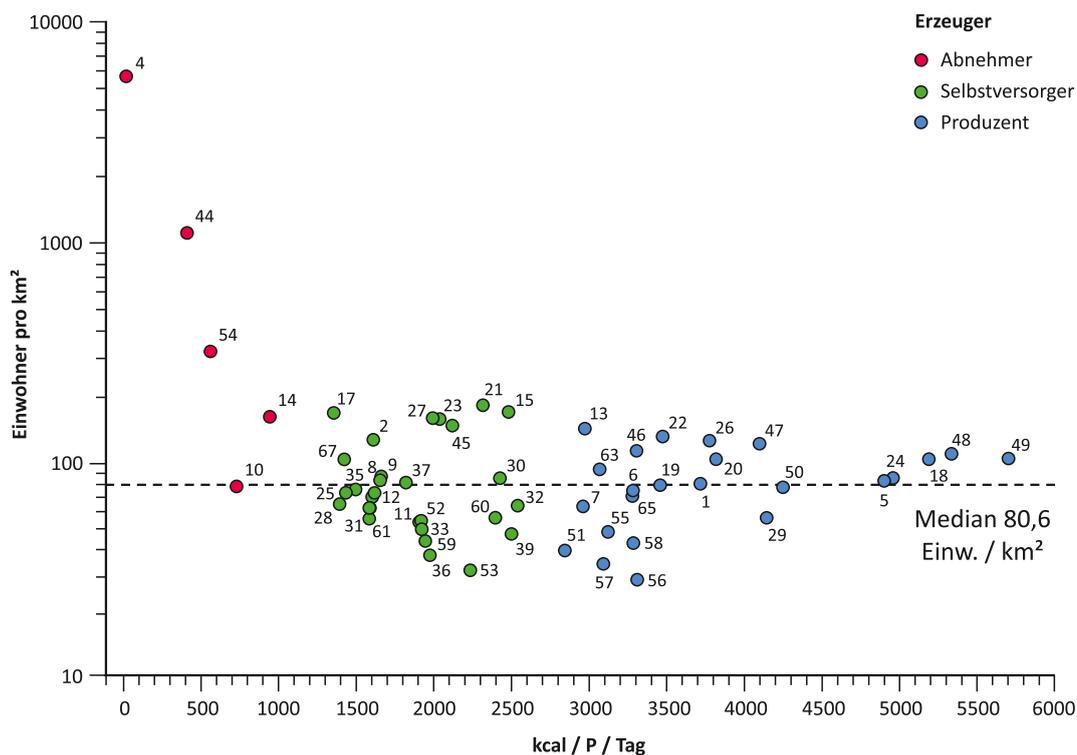


Abb. 55. E/km<sup>2</sup> gegen tägliche Energieproduktion in den preußischen Rheinlanden getrennt nach Erzeuger-  
klassen (Y-Skala logarithmisch formatiert), gestrichelte Linie markiert den Mittelwert der Bevölkerungsdichte  
(205,62 E/km<sup>2</sup>; Nr. entsprechen der Spalte „Nr.“ in *Anh. 38*).

vorgelagerte Region hatte eine traditionelle Textilindustrie, die hier allerdings nicht auf Leinen, sondern auf Wolle basierte (AMBROSIUS / NORTH 2005, 146).

Die im Norden des Untersuchungsgebietes gelegenen Kreise mit höherer Bevölkerungsdichte haben also alle gemeinsam, dass sie Nachbarn der nordwestdeutschen Zentren für Textil- und Metallverarbeitung waren, von deren Entwicklung sie profitierten. Sie hatten Teil am gewerblichen Leben und bildeten teilweise mehr oder weniger unabhängige Zentren aus. Vermutlich hatten sie auch, bedingt durch ihre Lage, Anteil am Vertrieb der Gewerbeprodukte bzw. konnten mit ihren landwirtschaftlichen Erzeugnissen für die Versorgung der bevölkerungsreichen Kreise sorgen.

Betrachtet man das Verhältnis von produzierter Energie zu Bevölkerungsdichte in den Kreisen der preußischen Rheinlande, so ist eine auffällige Trennung innerhalb der Produzenten zu beobachten (*Abb. 55*). Ab einer Tagesleistung von 4500 kcal und mehr ( $n = 5$ ) liegt die Bevölkerungsdichte regelhaft zwischen 85,6 und 110,4 E/km<sup>2</sup> (Spanne 24,8 E/km<sup>2</sup>), also über dem Median von 80,6 E/km<sup>2</sup>. Den höchsten Wert für einen ländlichen Kreis erreicht Gladbach aus der Gruppe der Selbstversorger mit 183,87 E/km<sup>2</sup>, dessen Energieproduktion bei 2316 kcal liegt. Bei dieser Erzeugerklasse und den Produzenten bis unter 4500 kcal ( $n = 43$ ) ist die Spannweite der Bevölkerungsdichten bedeutend höher (34,4–183,9 E/km<sup>2</sup>, Spanne 149,5 E/km<sup>2</sup>) als bei den intensiver produzierenden Kreisen.

Die Untersuchung der Bevölkerungsdichte führt zu dem Schluss, dass für die Produzenten hoher Kalorienmengen nur eine bestimmte Spannweite in der

Bevölkerungsdichte günstig war. Abgesehen von den städtischen Kreisen treten besonders hohe Werte dagegen nur in denjenigen Kreisen auf, in denen bereits vorindustrielle Produktionsverfahren seit dem Mittelalter Fuß gefasst hatten. In diesen Kreisen konnte die Subsistenzproduktion des primären Sektors durch weitere Einkommensquellen im sekundären Sektor der Wirtschaft unterstützt werden. Entweder geschah dies direkt mit entsprechenden Fertigungsabläufen im eigenen Kreisgebiet oder aber indirekt durch Vertrieb und Handel. In diesen Kreisen konnte eine deutlich höhere Bevölkerungszahl durch Zukauf von Nahrungsmitteln versorgt werden. War die eigene Energieproduktion pro Kopf aber niedrig, wie generell in den Mittelgebirgskreisen, so bestand zumindest für die unteren sozialen Schichten (Kleinbauern, Kleinhandwerker, Arbeiter) eine erhöhte Gefährdung durch Hungersnöte. Eine Antwort auf diese Bedrohungslage war die Bildung von Genossenschaften (Raiffeisen) um die Mitte des 19. Jahrhunderts (S. 126–128).

### **Die Resultate der Kulturpflanzenanalyse zusammengefasst**

Die späte vorindustrielle Neuzeit wird durch eine wirtschaftliche Momentaufnahme charakterisiert, die von Restorff bei seinen Inspektionsreisen nach den Napoleonischen Kriegen vorgefunden und in seinem Werk von 1830 umfassend publiziert hat. Die vorliegenden Daten erlauben eine Bilanzierung von Bevölkerung, Nutzfläche und produzierten Kalorien. Ist bei den meisten Kreisen die Umrechnung der alten preußischen Hohlmaße relativ einfach anhand der schriftlichen Überlieferungen zu bewerkstelligen, so ist Duisburg die Ausnahme (S. 130).

Das Ergebnis der Kulturpflanzenanalyse zeigt, dass es möglich war, die Bewohner der preußischen Kreise im Rheinland mit der agrarischen Wirtschaftsleistung nach heutigen Kriterien gut zu ernähren. Trotz verbesserter Infrastruktur und der anderen eingangs geschilderten Innovationen traten auch noch im 19. Jahrhundert in Deutschland Hungersnöte auf (1816 und 1817, 1845–1847 [HUFF 2010; SEIDL 2006, 194; 204]). Kurzfristig reagierte man darauf mit Importen aus den preußischen Ostprovinzen, langfristig führte dies neben anderen Gründen (Kapitalintensivierung der bäuerlichen Betriebe) um die Mitte des Jahrhunderts zur Gründung von Selbsthilfevereinen – die, die Vorläufer der Raiffeisenbanken wurden (SEIDL 2006, 211). Solche Ernährungskrisen hatte es auch im Neolithikum gegeben; damals war es jedoch weniger einfach, Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

Über die Bilanzierung von Ertrag und Verbrauch hinaus kann eine Bewertung der Kreise nach agrarischer „Wirtschaftskraft“ vorgenommen werden und eine Untersuchung der Zusammensetzung der angebauten Kulturpflanzenspektren bestätigt die vorgestellte Klassifizierung in Abnehmer, Selbstversorger und Produzenten.

Die regional differenzierte Betrachtung zeigt die Unterschiede zwischen Tieflandkreisen und denen der Mittelgebirgsregionen. In Letzteren waren bereits seit dem Mittelalter Strukturen des Handwerks ausgebildet, die die Grundlagen für die spätere Textil- und Metallindustrie in Westdeutschland gelegt haben. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wies z. B. der Industriebezirk Remscheid bereits um die 300 Hammerschmiede(werke), über 200 Schleifer und ca. 2500 Kleinschmiede auf (ZIEGLER 1901, 55). Die Verbindung von Holzreichtum und Wasserenergie machte die deutschen Mittelgebirge zu Hauptgewerbe-zonen, in denen die handwerklich in Zünften strukturierte Produktion bis in die Mitte des Jahrhunderts vorherrschte (BORCHARDT 1985, 154–156; MIKL-HORKE 1999, 445). Mitunter war dieses Beharren auf alten Organisationsformen eine Folge des Wissens breiter Bevölkerungsschichten um die „englischen Verhältnisse“, es war also bekannt, welches soziale Elend in den frühen industriellen Zentren Englands herrschte und wie schwer die Arbeitsbedingungen in den frühen Fabriken waren (WURM 1966, 217; 225–226).

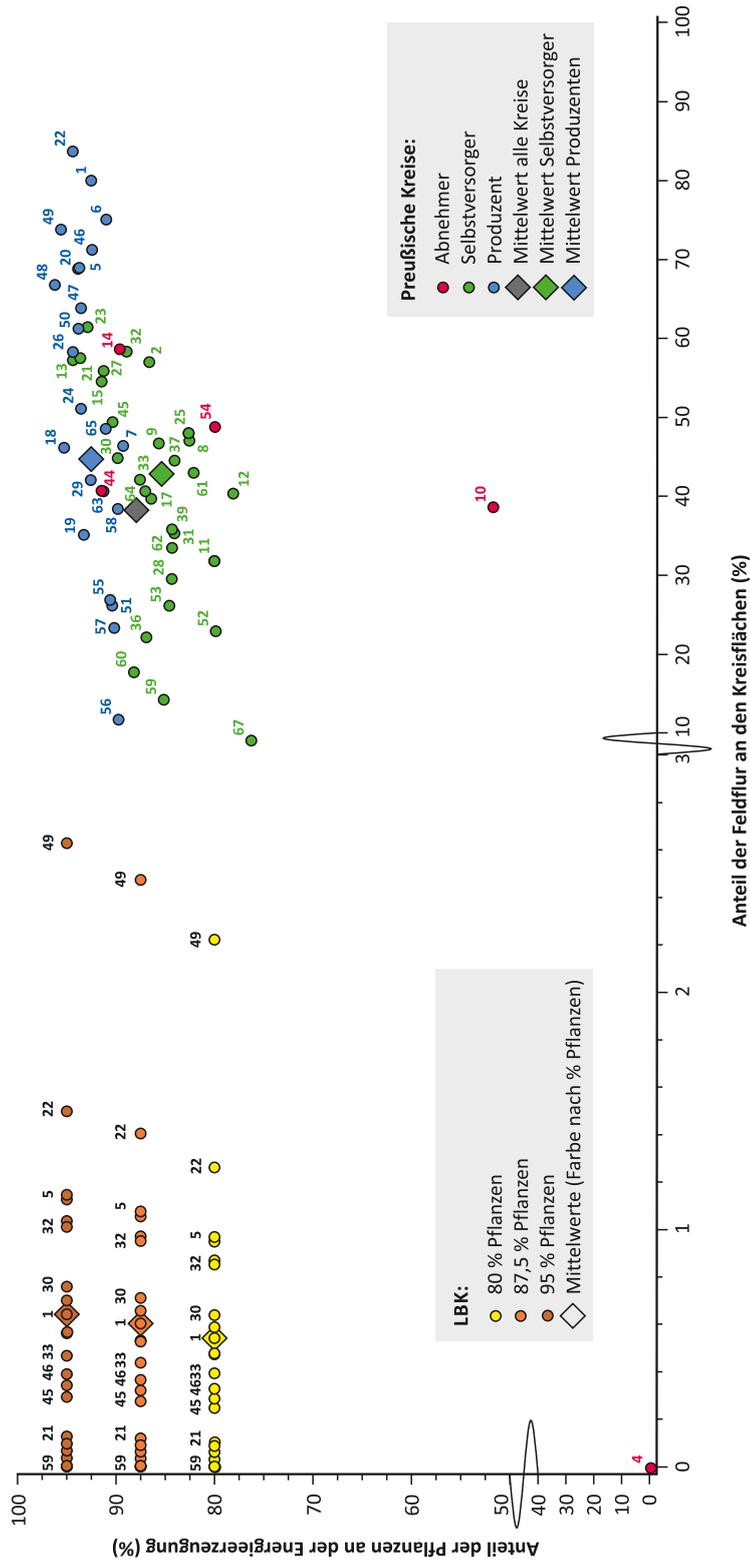


Abb. 56. Anteile von Feldflur und Energie von Pflanzen für die Ernährung. Bandkeramik (LBK) und Zeit um 1800 im Vergleich (Nnr. entsprechen der Spalte „Nnr.“ in *Anh. 38*).

Anteil Pflanzen	Bedarf (kcal)	Mittelwerte (ha)	
		Feldflur in preuß. Kreisen	Feldflur/HH
80 %		203,95	2,40
87,5 %	2600	223,07	2,63
95 %		242,19	2,85

Tab. 62. Feldflurgrößen der LBK auf der Basis eines gemittelten Energiebedarfs bei unterschiedlichen Szenarien zum Anteil der vegetarischen Ernährungskomponenten. Die Transferwerte (fett) für den Vergleich mit den preußischen Kreisen basieren auf den in *Tab. 35* gelisteten Zahlen zur Feldflurgröße eines bandkeramischen Haushaltes. Die Mittelwerte zur kompletten Feldflur ergeben sich aus der Heranziehung aller Kreise mit Bandkeramik.

Preußische Rheinlande  (Fläche in ha)	Bandkeramische Feldflur			Preußische Feldflur	
	Pflanzen (%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
2 558 788,70	80	4486,85	0,18	1 081 521,73	42,27
	95	5328,13	0,21		

Tab. 63. Größe der Feldflur im diachronen Vergleich (bandkeramische Feldflur differenziert nach Anteil der pflanzlichen Energielieferanten).

Durch die Tätigkeiten in der Eisen-, aber auch in der frühen Textilproduktion konnte zwar ein Ausgleich zur geringen Menge an produzierten Kalorien geschaffen werden, aber gerade die Hungersnot von 1816/1817 zeigte, dass die Infrastruktur noch recht anfällig war (WURM 1966, 218).

Die Hauptlast der Versorgung mit pflanzlichen Kalorien lag auf den Getreidearten. Die Kombination aus Roggen und Weizen ist für die Tiefländer, Hafer und Roggen für die Mittelgebirgslandschaften typisch. Der inhomogene Anteil an Kartoffeln ist der unterschiedlich hohen Akzeptanz geschuldet, den die Feldfrucht bei der Bevölkerung im preußischen Rheinland um 1830 besaß. Ihre Anforderungen an den Standort sind geringer als die von Getreide und der Ertrag dagegen recht gut. So betrug um 1800 in der preußischen Provinz Kleve der Nettoertrag für die Kartoffel 14 427 Wispel bei einem Einsatz von 2061 Wispel, es bestand also ein Verhältnis von 1 : 7 (BEHRE 1905, 238 Tab. 76). Der Ertrag an Kalorien pro 100 g ist aber deutlich geringer als bei Getreide (ca.  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{3}$  von Weizen), sodass in den rheinischen Provinzen zu Beginn des 19. Jahrhunderts der Anbau von Getreidearten weiterhin den Mittelpunkt der agrarischen Produktion bildete.

#### Gegenüberstellung der Untersuchungen zu den Landwirtschaftssystemen der Bandkeramik und der Zeit um 1800 (AZ, KPW, JH)

Es ist davon auszugehen, dass die Simulation des bandkeramischen Landwirtschaftssystems viel weniger genau ist als die Berechnungen für 1800 auf der Grundlage der Daten von Restorffs. Dies liegt vor allem daran, dass für den Beginn des Neolithikums

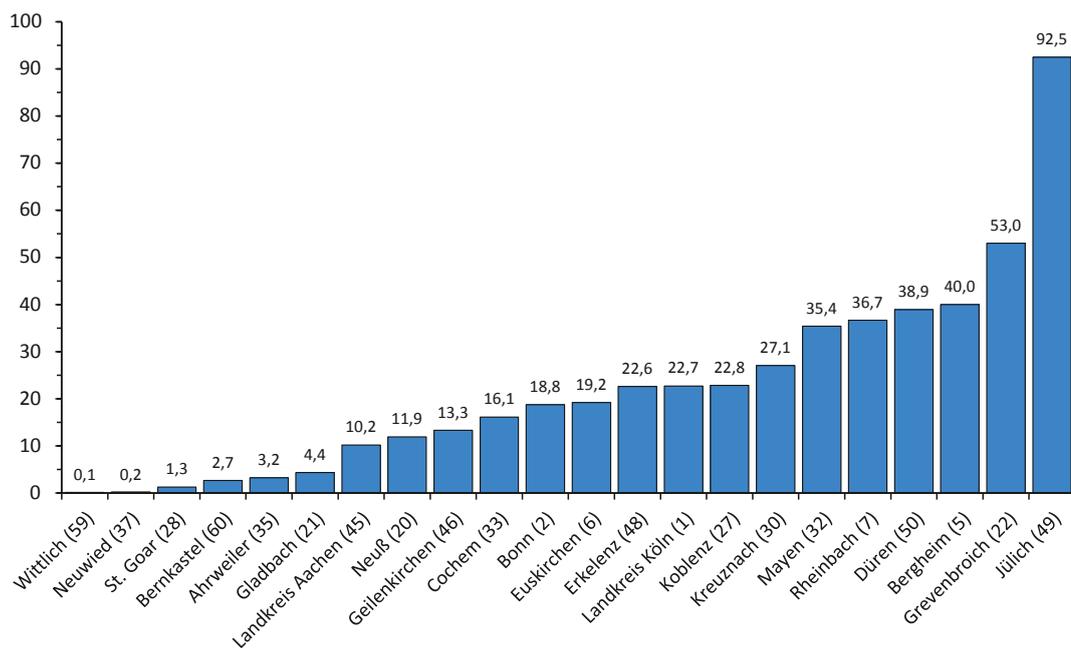


Abb. 57. Anteile der LBK-Siedlungsflächen an den jeweiligen Flächen der preußischen Kreise um 1800 (Nr. in Klammern entsprechen der jeweiligen Kreis-Nr. in *Abb. 49* und der Spalte „Nr.“ in *Anh. 38*). Die LBK-Siedlungsflächen in Wittlich und Neuwied betragen unter 1 km<sup>2</sup> und sind der Vollständigkeit halber in dieser Grafik, aber nicht in *Abb. 49* berücksichtigt.

kontrovers diskutiert wird, ob die Spelzweizen als Wintergetreide (mit höheren Erträgen) oder als Sommergetreide (mit niedrigeren Erträgen) angebaut wurden. Die in der Neuzeit punktuell fehlenden Daten für die Kreise Elberfeld sowie das genaue Volumen des Duisburger Malters beeinträchtigen das Gesamtergebnis in viel geringerer Weise.

Das nach Kreisen aufgeschlüsselte Ergebnis für die Zeit um 1800 (*Abb. 56*, oberer rechter Quadrant) vermittelt aber auch für die Bewertung des bandkeramischen Landwirtschaftssystems eine wichtige Erkenntnis. Während für das Altneolithikum die Schätzungen notgedrungen zunächst auf Mittelwertbildungen gezielt haben und man mit Bandbreiten wegen Unsicherheiten in den Daten experimentieren muss, erschließen die neuzeitlichen Werte eine Ahnung der wirklich existierenden Variabilität, die man im Neolithikum auf den Skalenebenen von Haushalt, Siedlung und Region erwarten kann.

Allerdings ist die Bandbreite der in der Neuzeit für die Landwirtschaft genutzten Naturraumbedingungen viel größer, die regionale Arbeitsteilung erheblich weiter fortgeschritten und der Stadt-Land-Gegensatz existierte im Neolithikum nicht. Aus diesen Gründen ist damit zu rechnen, dass die Variabilität des Landwirtschaftssystems in der Neuzeit wesentlich größer ist als in der Steinzeit.

Ein zweiter Gesichtspunkt ist das Verhältnis von Fleisch zu Pflanzennahrung, das wir für die Bandkeramik gegenwärtig nur auf der Basis von Stickstoff-Isotopen grob schätzen können.

Um dennoch die Landwirtschaftssysteme der Bandkeramik und der Neuzeit vergleichen zu können, wird simuliert, dass die preußischen Kreise mit ihren Grenzen schon in der Zeit der Bandkeramik existiert hätten (*Abb. 56*, oberer linker Quadrant). Außerdem bilden wir hohe Erträge (Wintergetreide weiter links) als auch niedrigere (Sommergetreide

weiter rechts) ab. Die Größe der bandkeramischen Feldflur im Gebiet des preußischen Kreises Jülich ergibt sich aus der Anzahl der steinzeitlichen Haushalte und der Größe ihrer Felder (*Tab. 35*). Die Ergebnisse dieser Rechenvarianten sind in *Anhang 41* nachzuschlagen. Der folgende Vergleich beschränkt sich auf die Größe der Feldflur. Der mittlere Energiebedarf ist auf 2600 kcal pro Person und Tag festgesetzt, die pflanzlichen Anteile der Ernährung auf 80 %, 87,5 % und 95 %. Für die pro bandkeramischem Haushalt benötigte Größe der Felder stehen dann entsprechende Mittelwerte zur Verfügung (*Tab. 62*).

Die berechneten Mittelwerte liegen bei 2,4 bis 2,9 ha/HH. Sie werden entsprechend der Größe bandkeramischer Siedlungsgebiete innerhalb der preußischen Kreise des Rheinlandes mit einer davon abhängigen Anzahl an Haushalten (1 HH pro km<sup>2</sup>) multipliziert und die resultierende Feldflur in Bezug zur Kreisfläche gesetzt. Für jeden der 22 preußischen Kreise (*Abb. 57*), der bandkeramische Siedlungsgebiete enthält, ergeben sich nun drei Szenarien (Berechnungen ohne Wittlich [59] und Neuwied [37], da in beiden Kreisen die bandkeramische Siedlungsfläche < 1 km<sup>2</sup> ist).

Die oberste Reihe in *Abbildung 56* beinhaltet Schätzungen, bei denen 95 % des Energiebedarfs durch Pflanzennahrung gewonnen wurde, die unterste Reihe die weniger wahrscheinlichen Fälle, bei denen nur 80 % aus dem Sektor Ackerbau stammen. Die mittlere Reihe enthält die Ergebnisse Siedlungsgebieten eines zwischen beiden gemittelten Anteils von 87,5 %. Diese drei Reihen zeigen im Vergleich, dass beim preußischen Kreis Jülich, der beinahe vollständig von bandkeramischen Siedlungsgebieten eingenommen wurde, der Anteil der Feldflur von 2,2 % bei 80 % Pflanzennahrung auf 2,6 % bei 95 % vegetarischer Komponente steigt (*Abb. 56*, Nr. 49). In preußischer Zeit betrug der Feldfluranteil dort etwa 74 %. Die Werte wachsen noch wesentlich langsamer, je geringer der Anteil der bandkeramischen Siedlungsgebiete an der Kreisfläche der Zeit um 1800 ist. Im Mittel nehmen sie 0,5 % des zur Verfügung stehenden Landes ein (bei 80 %igem Pflanzenanteil) und bis 0,6 % bei 95 % pflanzlicher Nahrung (*Abb. 56*, große Rauten im linken oberen Quadranten). Werden hier die Mittelwerte aller Kreise gegenübergestellt (*Abb. 56*, graue Raute im rechten oberen Quadranten; *Tab. 63*), so ist der Unterschied mehr als deutlich. Über 42 % werden im gesamten preußischen Rheinland intensiv durch Ackerbau bewirtschaftet. Betrachtet man nur die Selbstversorger, so sind es etwa 39 % (*Abb. 56*, grüne Raute), oder nur die Produzenten (*Abb. 56*, blaue Raute) mit 45 %, so wächst die Differenz weiter an. Ein Mittelwertvergleich mit den städtischen oder auf industrielle Produktion ausgerichteten Kreisen der Zeit um 1800 und der Steinzeit erscheint nicht sinnvoll. Nicht berücksichtigt ist bei diesem Vorgehen, dass es eine ganze Reihe von preußischen Kreisen gibt, in denen keine bandkeramischen Siedlungsgebiete vorhanden sind. Wird dies miteingerechnet, reduziert sich die Feldflur (das Offenland) auf 0,18–0,21 % der preußischen Rheinlande (*Tab. 63*). Die zentrale Ursache für diese enormen Unterschiede liegt in der sehr unterschiedlichen Bevölkerungsdichte.

### Literaturverzeichnis

ABEL 1962

W. ABEL, Geschichte der deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert. Dt. Agrargesch. 2 (Stuttgart 1962).

ABEL 1966

W. ABEL, Agrarkrisen und Agrarkonjunktur. Eine Geschichte der Land- und Ernährungs-

wirtschaft Mitteleuropas seit dem hohen Mittelalter (Hamburg 1966).

ACHILLES 1993

W. ACHILLES, Deutsche Agrargeschichte im Zeitalter der Reformen und der Industrialisierung (Stuttgart 1993).

ADELMANN 2001

G. ADELMANN, Die Baumwollgewerbe Nord-

- westdeutschlands und der westlichen Nachbarländer beim Übergang von der vorindustriellen zur frühindustriellen Zeit 1750–1815. Verflechtung und regionale Differenzierung. Beitr. Unternehmensgesch. 11 (Stuttgart 1970).
- AGRARBERICHT BRANDENBURG 2005  
 MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (MLUV), Agrarbericht 2005 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg (Frankfurt/Oder 2005). [http://www.mil.brandenburg.de/media\\_fast/4055/Agrarbericht\\_2005.pdf](http://www.mil.brandenburg.de/media_fast/4055/Agrarbericht_2005.pdf) (Zugriff: 11.03.2014).
- ALDEFELD 1835  
 C. L. W. ALDEFELD unter Mitwirkung F. AHN, Die älteren und neuen Maße und Gewichte der Königlich Preußischen Rheinprovinz. Ein Handbuch für Beamte, Kaufleute und Geschäftsmänner (Aachen 1835).
- AMBROSIUS / NORTH 2005  
 G. AMBROSIUS / M. NORTH, Deutsche Wirtschaftsgeschichte. Ein Jahrtausend im Überblick (München 2005).
- ARBOGAST 1993  
 R.-M. ARBOGAST, Restes osseux d'animaux du Rubané du nord-est de la France. In: A. Bulard / C. Constantin / J.-C. Blanchet (Hrsg.), Le Néolithique au quotidien. Actes du XVI<sup>e</sup> colloque interrégional sur le Néolithique, Paris, 5 et 6 novembre 1989. Doc. Arch. Française 39 (Paris 1993) 133–148.
- ARBOGAST 1994  
 R.-M. ARBOGAST, Premiers élevages néolithiques du Nord-Est de la France. Études et Rech. Arch. Univ. Liège 67 (Liège 1994).
- ARBOGAST / JEUNESSE 2001  
 R.-M. ARBOGAST / C. JEUNESSE, Variabilité des Faunes du Rubané du Nord de la France et Clivages Cultures Régionaux. In: H. Buitenhuis / W. Prummel (Hrsg.), Animals and man in the past. Essays in honour of Dr. A. T. Clason, Emeritus Professor of Archaeozoology, Rijksuniversiteit Groningen, the Netherlands. Arch. Research and Consultancy (ARC) Publ. 41 (Groningen 2001) 209–216.
- ARBOGAST U. A. 2001  
 R.-M. ARBOGAST / C. JEUNESSE / J. SCHIBLER (Hrsg.), Rôle et statut de la chasse dans le Néolithique ancien danubien (5500–4900 av. J.-C.). Premières rencontres danubiennes Strasbourg 20 et 21 novembre 1996. Actes de la première table-ronde. Internat. Arch. – Arbeitsgemeinschaft, Symposium, Tagung, Kongress 1 (Rahden/Westf. 2001).
- ARMENGAUD 1976  
 A. ARMENGAUD, Die Bevölkerung Europas von 1700–1914. In: C. M. Cippola / K. Borchardt (Hrsg.), Die industrielle Revolution. Europ. Wirtschaftsgesch. 3 (Stuttgart, New York 1976) 11–46.
- ASAM U. A. 2006  
 T. ASAM / G. GRUPE / J. PETERS, Menschliche Subsistenzstrategien im Neolithikum. Eine Isotopenanalyse bayerischer Skelettfunde. Anthrop. Anz. 64,1, 2006, 1–23.
- ATTI U. A. 2000  
 N. ATTI / P. NOZIÈRE / M. DOREAU / C. KAYOULI / F. BOCQUIER, Effects of underfeeding and refeeding on offal's weight in the Barbary ewes. Small Ruminant Research 38, 2000, 37–43.
- BABATUNDE U. A. 1966  
 G. M. BABATUNDE / W. G. POND / L. D. VANVLECK / G. H. KROENING / J. T. REID / J. R. STOUFFER / G. H. WELLINGTON, Relationships among some physical and chemical parameters of full- versus limited-fed Yorkshire pigs slaughtered at different live weights. Journal Animal Scien. 25, 1966, 526–531.
- BACH 1978  
 A. BACH, Neolithische Populationen im Mittelbe-Saale-Gebiet. Zur Anthropologie des Neolithikums unter besonderer Berücksichtigung der Bandkeramik. Weimarer Monogr. Ur- u. Frühgesch. 1 (Weimar 1978).
- BAKELS 1978  
 C. C. BAKELS, Four Linearbandkeramik Settlements and their Environment. A Palaeoecological Study of Sittard, Stein, Elsloo and Hienheim. Analecta Praehist. Leidensia 11 (Leiden 1978).
- BAKELS 1982  
 C. C. BAKELS, Zum wirtschaftlichen Nutzungsraum einer bandkeramischen Siedlung. In: Siedlungen der Kultur mit Linearband-

- keramik in Europa. Internat. Kolloquium. Nové Vozokany 1981 (Nitra 1982) 9-16.
- BAKELS 1982**  
C. C. BAKELS, The settlement system of the Dutch Linearbandkeramik. In: C. C. Bakels / M. E. Th. De Grooth / L. P. Louwe Kooijmans (Hrsg.), Prehistoric Settlement Patterns around the Southern North Sea. Papers Presented at a Colloquium, Held in Honour of Professor Dr. P. J. R. Modderman, Leiden, 3-7 May 1982. *Analecta Praehistoria Leidensia* 15 (Leiden 1982), 31-43.
- BAKELS 2003**  
C. C. BAKELS, Die neolithischen Weizenarten des südlimburgischen Lößgebiets in den Niederlanden. In: J. Eckert / U. Eisenhauer / A. Zimmermann (Hrsg.), Archäologische Perspektiven. Analysen und Interpretationen im Wandel. Festschrift für Jens Lüning zum 65. Geburtstag. Internat. Arch. Stud. honoraria 20 (Rahden/Westf. 2003) 225-232.
- BAKELS 2009**  
C. C. BAKELS, The Western European Loess Belt. *Agrarian History, 5300 BC-AD 1000* (Dordrecht, New York 2009).
- BARKER 1985**  
G. BARKER, Prehistoric Farming in Europe. *New Studies in Archaeology* (Cambridge 1985).
- BARTH 2009**  
S. BARTH, Basics Ernährungsmethoden (München 2009).
- VAN BATH 1963**  
B. H. S. VAN BATH, The Agrarian History of Western Europe A.D. 500-1850 (London 1963).
- BECK 1986**  
R. BECK, Naturale Ökonomie. Unterfinning: Bäuerliche Wirtschaft in einem oberbayrischen Dorf des frühen 18. Jahrhunderts. *Forschungshefte Bayerisches Nationalmuseum München* 11 (München 1986).
- BEHRE 2008**  
K.-E. BEHRE, Collected seeds and fruits from herbs as prehistoric food. *Vegetation Hist. and Archaeobotany* 17, 2008, 65-73.
- BEHRE 1905**  
O. BEHRE, Geschichte der Statistik in Brandenburg-Preussen bis zur Gründung des Königlichen Statistischen Bureaus (Berlin 1905).
- BENECKE 1994a**  
N. BENECKE, Archäozoologische Studien zur Entwicklung der Haustierhaltung in Mitteleuropa und Südsandinavien von den Anfängen bis zum ausgehenden Mittelalter. *Schr. Ur- u. Frühgesch.* 46 (Berlin 1994).
- BENECKE 1994b**  
N. BENECKE, Der Mensch und seine Haustiere. Die Geschichte einer jahrtausendealten Beziehung (Stuttgart 1994).
- BENECKE U. A. 2003**  
N. BENECKE / P. DONAT / E. GRINGMUTH-DALLMER / U. WILLERDING (Hrsg.), Frühgeschichte der Landwirtschaft in Deutschland. *Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mitteleuropa* 14 (Langenweissbach 2003).
- BENTLEY U. A. 2008**  
R. A. BENTLEY / J. WAHL / T. D. PRICE / T. C. ATKINSON, Isotopic signatures and hereditary traits: snapshot of a Neolithic community in Germany. *Antiquity* 82, 2008, 290-304.
- BERGMANN 1982**  
J. BERGMANN, Ein Gräberfeld der jüngeren Bronze- und älteren Eisenzeit bei Vollmarshausen, Kr. Kassel. Zur Struktur und Geschichte einer vorgeschichtlichen Gemeinschaft im Spiegel ihres Gräberfeldes. *Kasseler Beitr. Vor- u. Frühgesch.* 5 (Marburg 1982).
- BIDDICK 1989**  
K. BIDDICK, The other economy. Pastoral husbandry on a medieval estate (Berkeley 1989).
- BIENIK 2007**  
A. BIENIK, Neolithic plant husbandry in the Kujawy region of central Poland. In: *Colledge / Conolly* 2007, 327-342.
- BINFORD / BERTRAM 1977**  
L. R. BINFORD / J. B. BERTRAM, Bone frequencies and attritional processes. In: L. R. Binford (Hrsg.), *For Theory Building in Archaeology* (New York 1977) 77-153.
- BOBEK U. A. 1979**  
B. BOBEK / K. PERZANOWSKI / J. SIWANOWICZ / J. ZIELINSKI, Deer pressure on forage

- in a deciduous forest. *Oikos* 32,3, 1979, 373–379.
- BOGAARD 2004  
A. BOGAARD, Neolithic Farming in Central Europe. An Archaeobotanical Study of Crop Husbandry Practices (London 2004).
- BOGAARD 2011  
A. BOGAARD, Plant use and crop husbandry in an Early Neolithic village: Vaihingen an der Enz, Baden-Württemberg. *Frankfurter Arch. Schr.* 16 (Bonn 2011).
- BOGAARD U. A. 2011  
A. BOGAARD / R. KRAUSE / H.-C. STRIEN, Towards a social geography of cultivation and plant use in an early farming community: Vaihingen an der Enz, south-west Germany. *Antiquity* 85, 2011, 395–416.
- BOGAARD U. A. 2013  
A. BOGAARD / R. FRASER / T. H. E. HEATON / M. WALLACE / P. VAIGLOVA / M. CHARLES / G. JONES / R. P. EVERSHERD / A. K. STYRING / N. H. ANDERSEN / R.-M. ARBOGAST / L. BARTOSIEWICZ / A. GARDEISEN / M. KANSTRUP / U. MAIERJ / E. MARINOVA / L. NINOV / M. SCHÄFER / E. STEPHAN, Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers. *Proc. Nat. Acad. Scien. (PNAS)* 110,31, 2013, 12589–12594. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1305918110](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1305918110) (Zugriff: 04.03.2014).
- BOGAARD U. A. 2016  
A. BOGAARD / R.-M. ARBOGAST / R. EBERSBACH / R.A. FRASER / C. KNIPPER / CH. KRAHN / M. SCHÄFER / A. STYRING / R. KRAUSE, The Bandkeramik settlement of Vaihingen an der Enz, Kreis Ludwigsburg (Baden-Württemberg): an integrated perspective on land use, economy and diet. *Germania* 94, 2016, 1 – 60.
- BOGUCKI 1982  
P. I. BOGUCKI, Early Neolithic Subsistence and Settlements in the Polish Lowlands. *BAR Internat. Ser.* 150 (Oxford 1982).
- BOGUCKI 1988  
P. I. BOGUCKI, Forest Farmers and Stockherders: Early Agriculture and Its Consequences in North-Central Europe (Cambridge 1988).
- BORCHARDT 1985  
K. BORCHARDT, Grundriß der deutschen Wirtschaftsgeschichte (Göttingen 1985).
- BROTHWELL 1969  
D. R. BROTHWELL, Dietary variation and the biology of earlier human populations. In: P. J. Ucko / G. W. Dimbleby (Hrsg.), *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals* (London 1969) 531–546.
- BUNZEL-DRÜKE U. A. 2001  
M. BUNZEL-DRÜKE / J. DRÜKE / H. VIERHAUS, Der Einfluß von Großherbivoren auf die Naturlandschaft Mitteleuropas. [http://lv-twk.oekosys.tu-berlin.de/project/lv-twk/images/pdfs/Grossherbivoren\\_Mitteleuropas.pdf](http://lv-twk.oekosys.tu-berlin.de/project/lv-twk/images/pdfs/Grossherbivoren_Mitteleuropas.pdf) (Zugriff: 02.05.2014).
- BUNZEL-DRÜKE U. A. 2008  
M. BUNZEL-DRÜKE / C. BÖHM / P. FINCK / G. KÄMMER / R. LUICK / E. REISINGER / U. RIECKEN / J. RIEDL / M. SCHARF / O. ZIMBALL, „Wilde Weiden“. Praxisleitfaden für die Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung (Bad Sassendorf-Lohne 2008).
- BURGER U. A. 2007  
J. BURGER / M. KIRCHNER / B. BRAMANTI / W. HAAK / M. G. THOMAS, Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans. *Proc. Nat. Acad. Scien.* 104, 2007, 3736–3741.
- CASTEEL 1978  
R. W. CASTEEL, Faunal assemblages and the “Wiegemethode” or weight method. *Journal Field Arch.* 5, 1978, 71–77.
- CHASE / SNIFFEN 1985  
L. E. CHASE / C. J. SNIFFEN, Equations Used in ‘ANALFEED’ a Visicalc Template (Ithaca, New York 1985).
- CHIARUCCI U. A. 2010  
A. CHIARUCCI / M. B. ARAÚJO / G. DECOCQ / C. BEIERKUHNLEIN / J. M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, The concept of potential natural vegetation: an epitaph? *Journal Vegetation Scien.* 21, 2010, 1172–1178.
- CIPOLLA 1972  
C. M. CIPOLLA, Wirtschaftsgeschichte und Weltbevölkerung (München 1972).

## CLASSEN 2005

E. CLASSEN, Siedlungsstrukturen der Bandkeramik im Rheinland. In: J. Lüning / Ch. Frirdich / A. Zimmermann (Hrsg.), Die Bandkeramik im 21. Jahrhundert. Symposium in der Abtei Brauweiler bei Köln vom 16.9. bis 19.9. 2002. Internat. Arch. – Arbeitsgemeinschaft, Symposium, Tagung, Kongress 7 (Rahden/Westf. 2005) 113–124.

## COLLEDGE / CONOLLY 2007

S. COLLEDGE / J. CONOLLY (Hrsg.), The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe (Walnut Creek / California 2007).

## CORDIE-HACKENBERG 1993

R. CORDIE-HACKENBERG, Das eisenzeitliche Gräberfeld von Bescheid, Kreis Trier-Saarburg. Trierer Zeitschr. Beih. 17 (Trier 1993).

## CORDOVA U. A. 1978

F. J. CORDOVA / J. D. WALLACE / R. D. PIEPER, Forage intake by grazing livestock: a review. Journal Range Management 31, 1978, 430–438.

## CRANSTONE 1969

B. A. L. CRANSTONE, Animal husbandry: the evidence from ethnography. In: P. J. UCKO / G. W. DIMBLEBY (Hrsg.), The Domestication and Exploitation of Plants and Animals (London 1969) 247–263.

## DAHL / HJORT 1976

G. DAHL / A. HJORT, Having Herds: A Pastoral Herd Growth and Household Economy. Stockholm Stud. Social Anthr. 2 (Stockholm 1976).

## VON DEN DRIESCH U. A. 1992

A. VON DEN DRIESCH / J. PETERS / M. STORK, 7000 Jahre Nutztierhaltung in Bayern. In: M. Hahn / J. Prammer (Hrsg.), Bauern in Bayern. Von den Anfängen bis zur Römerzeit. Kat. Gäubodenmuseum Straubing 19 (Straubing 1992) 157–190.

## DIETERICI 1838

C. F. DIETERICI, Statistische Übersicht der wichtigsten Gegenstände des Verkehrs und Verbrauchs im Preußischen Staate und dt. Zollverband, im Zeitraum von 1831–1836 (Berlin 1838).

## DÖHLE 1993

H.-J. DÖHLE, Haustierhaltung und Jagd in

der Linearbandkeramik – ein Überblick. Zeitschr. Arch. 27, 1993, 105–124.

## DÖRFLER 2012

W. DÖRFLER, Salz als ein bestimmender Faktor für das Bevölkerungswachstum und die Agrarökonomie vorgeschichtlicher Bauern. In: A. Stobbe / U. Tegtmeier (Hrsg.), Verzweigungen. Eine Würdigung für A. J. Kalis und J. Meurers-Balke. Frankfurter Arch. Schr. 18 (Bonn 2012) 91–104.

## DUBY 1978

G. DUBY, Die Landwirtschaft des Mittelalters 700–1500. In: C. M. Cipolla / K. Borchartd (Hrsg.), Mittelalter. Europäische Wirtschaftsgeschichte 1 (Stuttgart, New York 1978) 111–139.

## DUERR 2006

J. DUERR, Milchnutzung in der Alten Welt – Eine Archäozoologische und Kulturhistorische Untersuchung. Arch. Inf. 29, 2006, 221–229.

## EBERSBACH 2002

R. EBERSBACH, Von Bauern und Rindern. Eine Ökosystemanalyse zur Bedeutung der Rinderhaltung in bäuerlichen Gesellschaften als Grundlage zur Modellbildung im Neolithikum. Basler Beitr. Arch. 15 (Basel 2002).

## EBERSBACH / SCHADE 2005

R. EBERSBACH / C. C. J. SCHADE, Modelle zur Intensität der bandkeramischen Landnutzung am Beispiel der Altsiedellandschaft Mörlener Bucht/Wetterau. In: J. Lüning / Chr. Frirdich / A. Zimmermann (Hrsg.), Die Bandkeramik im 21. Jahrhundert. Symposium in der Abtei Brauweiler bei Köln vom 16.9.–19.9.2002. Internat. Arch. – Arbeitsgemeinschaft, Tagung, Symposium, Kongress 7 (Rahden/Westf. 2005) 259–273.

## EDWARDS U. A. 2007

C. J. EDWARDS / R. BOLLONGINO / A. SCHEU / A. CHAMBERLAIN / A. TRESSET / J.-D. VIGNE / J. F. BAIRD / G. LARSON / S. Y. W. HO / T. H. HEUPINK / B. SHAPIRO / A. R. FREEMAN / M. G. THOMAS / R.-M. ARBOGAST / B. ARNDT / L. BARTOSIEWICZ / N. BENECKE / M. BUDJA / L. CHAIX / A. M. CHOYKE / E. COQUEUGNIOT / H.-J. DÖHLE / H. GÖLDNER / S. HARTZ / D. HELMER / B. HERZIG / H.

- HONGO / M. MASHKOUR / M. ÖZDOGAN / E. PUCHER / G. ROTH / S. SCHADE-LINDIG / U. SCHMÖLCKE / R. J. SCHULTING / E. STEPHAN / H.-P. UERPMANN / I. VÖRÖS / B. VOYTEK / D. G. BRADLEY / J. BURGER, Mitochondrial DNA analysis shows a Near Eastern Neolithic origin for domestic cattle and no indication of domestication of European aurochs. *Proc. Royal Soc. B Biol. Scien.* 274, 2007, 1377–1385.
- EHRMANN U. A. 2009  
O. EHRMANN / M. RÖSCH / W. SCHIER, Experimentelle Rekonstruktion eines jungneolithischen Wald-Feldbaus mit Feuereinsatz – ein multidisziplinäres Forschungsprojekt zur Wirtschaftsarchäologie und Landschaftsökologie. *Prähist. Zeitschr.* 84, 2009, 44–72.
- EVERSHED U. A. 2008  
R. P. EVERSHED / S. PAYNE / A. G. SHERRATT, Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding. *Nature* 455, 2008, 528–531.
- VAN EYLL 1971  
K. VAN EYLL, Die Kupfermeister im Stollberger Tal. Zur wirtschaftlichen Aktivität einer religiösen Minderheit. *Kölner Vorträge Sozial- u. Wirtschaftsgesch.* 17 (Köln 1971).
- FEUSTEL / ULLRICH 1964/1965  
R. FEUSTEL / H. ULLRICH, Totenhütten der neolithischen Walternienburger Gruppe. *Alt-Thüringen* 7, 1964/1965, 105–202.
- FIELD U. A. 1981  
R. A. FIELD / C. O. CHICHESTER / E. M. MRAK / G. F. STEWART, Mechanically deboned red meat. *Advances Food Research* 27, 1981, 23–107.
- VON FINCKENSTEIN 1960  
H. W. G. F. VON FINCKENSTEIN, Die Entwicklung der Landwirtschaft in Preußen und Deutschland 1800–1930 (Würzburg 1960).
- FRANKE 1997  
W. FRANKE, Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen (Stuttgart 1997).
- FRASER U. A. 2011  
R. A. FRASER / A. BOGAARD / T. HEATON / M. CHARLES / G. JONES / B. T. CHRISTENSEN / P. HALSTEAD / I. MERBACH / P. R. POULTON / D. SPARKES / A. K. STYRING, Manuring and stable nitrogen isotope ratios in cereals and pulses: towards a new archaeobotanical approach to the inference of land use and dietary practices. *Journal Arch. Scien.* 38, 2011, 2790–2804.
- GERHARD / KAUFHOLD 2001  
H.-J. GERHARD / K. H. KAUFHOLD (Hrsg.), Preise im vor- und frühindustriellen Deutschland. *Nahrungsmittel-Getränke-Gewürze, Rohstoffe und Gewerbeprodukte* (Stuttgart 2001).
- GRAF U. A. 2001  
T. GRAF / J. DEGNER / M. KERSCHBERGER / O. MALARSKI, Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Öllein. *Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft* (Jena 2001).
- GREGG 1988  
S. GREGG, Foragers and Farmers. *Population Interaction and Agricultural Expansion in Prehistoric Europe* (Chicago 1988).
- GROSSKOPF 2004  
B. GROSSKOPF, Leichenbrand – Biologisches und kulturhistorisches Quellenmaterial zur Rekonstruktion vor- und frühgeschichtlicher Populationen und ihrer Funeralpraktiken. *Dissertation Universität Leipzig, Fakultät für Geschichte, Kunst und Orientwissenschaften* (Leipzig 2004). [http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/3417/Grosskopf\\_Diss\\_2004.pdf](http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/3417/Grosskopf_Diss_2004.pdf) (Zugriff: 02.03.2014).
- GV-SCHLÜSSEL KTBL  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/3839.htm> (Zugriff: 1.06.2015).
- GYULAI 2007  
F. GYULAI, Seed and fruit remains associated with Neolithic origins in the Carpathian Basin. In: *Colledge / Conolly 2007*, 125–139.
- HACHEM 2000  
L. HACHEM, New observations on the Bandkeramik house and social organization. *Antiquity* 74, 2000, 308–312.
- HAECKER 1915  
T. L. HAECKER, Investigations with growing steers. *Journal Animal Scien.* 1915, 169–173.
- HAHN U. A. 1973  
H. HAHN / W. ZORN / H. JANSEN / W.

- KRINGS, Historische Wirtschaftskarte der Rheinlande um 1828. Arbeiten Rhein. Landeskd. 37 (Bonn 1973).
- HAJNALOVÁ 2007  
M. HAJNALOVÁ, Early farming in Slovakia: an archaeobotanical perspective. In: *Colledge / Conolly 2007*, 295–313.
- HAPP 1991  
G. HAPP, Bestattungen und Menschenreste in „Häusern“ und Siedlungen des steinzeitlichen Mitteleuropa. *Europ. Hochschulschr. R. 38,33 (Archäologie)* (Frankfurt/Main 1991).
- HARDING 2013  
A. HARDING, *Salt in Prehistoric Europe* (Leiden 2013).
- HAUSER 1988  
A. HAUSER, Was für ein Leben: Schweizer Alltag vom 15.–18. Jh. (Zürich 1988).
- HENNING 1969  
F. W. HENNING, Bauernwirtschaft und Bauerneinkommen in Ostpreussen im 18. Jahrhundert. *Beih. Jahrb. Albertus-Univ. Königsberg/Pr. XXX (Würzburg 1969)*.
- HENNING 1994  
F. W. HENNING, *Deutsche Agrargeschichte. Deutsche Agrargeschichte des Mittelalters* (Stuttgart 1994).
- HERRMANN U. A. 1990  
B. HERRMANN / G. GRUPPE / S. HUMMEL / H. PIEPENBRINK / H. SCHUTKOWSKI, *Prähistorische Archäologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden* (Berlin 1990).
- HESEKER / HESEKER 2012  
H. HESEKER / B. HESEKER, *Die Nährwerttabelle* (Neustadt a. d. Weinstraße 2012).
- HEUERMANN unpub.  
V. HEUERMANN, *Zur Bedeutung von Rinderhaltung und Milchnutzung im Neolithikum Mitteleuropas – ein quantitativer Ansatz*. Unpubl. Magisterarbeit Köln (unpubl.).
- HIJMANS U. A. 2005  
R. J. HIJMANS / S. E. CAMERON / J. L. PARRA / P. G. JONES / A. JARVIS, Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Internat. Journal Climatology* 25, 2005, 1965–1978.
- HILPERT 2017  
J. HILPERT, *Vieh- und Landnutzung – das Neolithikum im Vergleich zu den preußischen Rheinlanden (1800 AD)* (Diss. Köln 2017).
- HILPERT U. A. 2008  
J. HILPERT / K. P. WENDT / A. ZIMMERMANN, A hierarchical model of scale levels for estimations of population densities. In: *Posluschny u. a. 2008*, 252–256.
- HÖRNING 1997a  
B. HÖRNING, Verhalten von Rindern und Ableitung für die artgemäße Haltung. In: *Hörning 1997b*, 11–30.
- HÖRNING 1997b  
B. HÖRNING (Hrsg.), *Ökologische Rinderhaltung. Tierhaltung 22* (Witzenhausen 1997).
- HÜSTER-PLOGMANN U. A. 1999  
H. HÜSTER-PLOGMANN / J. SCHIBLER / K. STEPPAN, The relationship between wild mammal exploitation, climatic fluctuations, and economic adaptations. A transdisciplinary study on Neolithic sites from the Lake Zurich region, Southwest Germany and Bavaria. In: *C. Becker / H. Manhart / J. Peters / J. Schibler (Hrsg.), Historia animalium ex ossibus (Rahden/Westf. 1999)* 181–200.
- HUFF 2010  
T. HUFF, Jahr ohne Sommer – Die Klimanomalie von 1816 und ihre Folgen für Rheinhessen. *Zeitschr. Agrargesch. u. Agrarsoziol.* 1, 2010, 51–69.
- HUMMEL / SCHUTKOWSKI 1992  
S. HUMMEL / H. SCHUTKOWSKI, *Vorgeschichtliche Bevölkerungen in Schleswig-Holstein. Leichenbranduntersuchungen von Urnenfriedhöfen Mittel- und Ostholsteins im diachronen Vergleich*. *Offa* 48, 1992, 133–262.
- ITAN U. A. 2009  
Y. ITAN / A. POWELL / M. A. BEAUMONT / J. BURGER / M. G. THOMAS, The Origins of Lactase Persistence in Europe. *PLoS Computing and Biol.* 5,8, 2009, e1000491.
- IVERSEN 1973  
J. IVERSEN, *The Development of Denmark's Nature Since the Last Glacial* (Kopenhagen 1973).
- JACOBSHAGEN / KUNTER 1999  
B. JACOBSHAGEN / M. KUNTER, *Die mittelnolithische Skelettpopulation aus Trebur*.

- Kreis Groß-Gerau. Ergebnisse der anthropologischen Bearbeitung. In: H. Spatz (Hrsg.), Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen (Wiesbaden 1999) 281–306.
- JACOMET 2007  
S. JACOMET, Neolithic plant economies in the northern Alpine Foreland from 5500–3500 cal BC. In: Colledge / Conolly 2007, 221–258.
- JACOMET 2008a  
S. JACOMET, Subsistenz und Landnutzung während des 3. Jahrtausends v. Chr. aufgrund von archäobotanischen Daten aus dem südwestlichen Mitteleuropa. In: W. Dörfler / J. Müller (Hrsg.), Umwelt, Wirtschaft, Siedlungen im dritten vorchristlichen Jahrtausend Mitteleuropas und Südskandinaviens. Internationale Tagung Kiel, 4. –6. November 2005. Offa-Bücher 84 (Neumünster 2008) 355–377.
- JACOMET 2008b  
S. JACOMET, Plant economy and village life in Neolithic lake dwellings at the time of the Alpine Iceman. *Vegetation Hist. & Archaeobotany* 18,1, 2009, 47–59.
- JACOMET / KREUZ 1999  
S. JACOMET / A. KREUZ, Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung (Stuttgart 1999).
- JACOMET U. A. 1989  
S. JACOMET / C. BROMBACHER / M. DICK, Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich. Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste der Jahre 1979–1988. Ber. Zürcher Denkmalpfl. Monogr. 7 (Zürich 1989).
- JAY 2006  
P. JAY, Das Streben nach Wohlstand. Die Wirtschaftsgeschichte des Menschen (Düsseldorf 2006).
- KALIS / MEURERS-BALKE 1997  
A. J. KALIS / J. MEURERS-BALKE, Landnutzung im Neolithikum. In: J. Richter (Hrsg.), Neolithikum. Geschichtlicher Atlas der Rheinlande. Beih. II,2. Publ. Ges. Rhein. Geschichtskde. N. F. 1b,7 (Bonn 1997) 25–55.
- KAPS 2008  
K. KAPS, Produktivität in der Peripherie? Die Entwicklung der galizischen Landwirtschaft 1722–1795. (Wien 2008). <http://www.kakanien.ac.at/beitr/fallstudie/KKaps1.pdf> (Zugriff: 04.03.2014).
- KECK 1794  
J. H. KECK, Gründliche Darstellung der praktischen Landökonomie – über bessere Benutzung der Ackerfelder und der Viehzucht, über die Gestalt und Beschaffenheit des Viehes, nebst Heilmitteln der Krankheiten desselben, wie auch von der Holzanpflanzung auf dem Westerwalde (Wetzlar 1794).
- KEENE 1981  
A. S. KEENE, Prehistoric Foraging in a Temperate Forest (New York u. a. 1981).
- KERIG 2007  
T. KERIG, Als Adam grub... Vergleichende Anmerkungen zu landwirtschaftlichen Betriebsgrößen in prähistorischer Zeit. *Ethnogr.-Arch. Zeitschr.* 48, 2007 (2008) 375–402.
- KIRBY 2004  
K. J. KIRBY, A model of a natural wooded landscape in Britain as influenced by large herbivore activity. *Forestry* 77, 2004, 405–420.
- KIRLEIS / WILLERDING 2008  
W. KIRLEIS / U. WILLERDING, Die Pflanzenreste aus der linienbandkeramischen Siedlung von Rosdorf-Mühlengrund, Ldkr. Göttingen, im südöstlichen Niedersachsen. *Prähist. Zeitschr.* 83, 2008, 133–178.
- KNIPPER 2011  
C. KNIPPER, Die räumliche Organisation der linearbandkeramischen Rinderhaltung: naturwissenschaftliche und archäologische Untersuchungen. BAR Internat. Ser. 2305 (Oxford 2011).
- KNIPPER U. A. 2005  
C. KNIPPER / S. HARRIS / L. FISHER / R. SCHREG / J. GIESLER / E. NOCERINO, The Neolithic Settlement Landscape of the Southeastern Swabian Alb, Germany (2005).

- <http://www.jungsteinsite.de/> (Zugriff: 04.03.2014).
- KNÖPKE 2005**  
S. KNÖPKE, Horizontale Sozialstrukturen auf den Urnenfriedhöfen der vorrömischen Eisenzeit in Schleswig-Holstein. In: J. Müller (Hrsg.), *Alter und Geschlecht in ur- und frühgeschichtlichen Gesellschaften* [Tagung Bamberg 2004]. Univforsch. Prähist. Arch. 126 (Bonn 2005) 127–136.
- KNÖRZER 1988**  
K.-H. KNÖRZER, Untersuchungen der Früchte und Samen. In: U. Boelicke / D. von Brandt / J. Lüning / P. Stehli / A. Zimmermann, *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. Beiträge zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte III. Rhein. Ausgr. 28* (Köln 1988) 813–852.
- KNÖRZER 1997**  
K.-H. KNÖRZER, Botanische Untersuchungen von 16 neolithischen Siedlungsplätzen im Bereich der Aldenhovener Platte, Kr. Düren und Aachen. In: J. Lüning (Hrsg.), *Studien zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte und ihrer Umgebung. Beiträge zur Besiedlung der Aldenhovener Platte 6. Rhein. Ausgr. 43* (Köln 1997) 647–684.
- KNÖRZER U. A. 1999**  
K.-H. KNÖRZER / R. GERLACH / J. MEURERS-BALKE / A. J. KALIS / U. TEGTMEIER / W. D. BECKER / A. JÜRGENS, Pflanzenspuren. *Archäobotanik im Rheinland: Agrarlandschaft und Nutzpflanzen im Wandel der Zeiten. Mat. Bodendenkmalpfl. Rheinland 10* (Köln 1999).
- KNÖRZER U. A. 2009**  
K.-H. KNÖRZER / A. J. KALIS / J. MEURERS-BALKE / U. TEGTMEIER, Geschichte der synanthropen Flora im Niederrheingebiet. Pflanzenfunde aus archäologischen Ausgrabungen. *Rhei. Ausgr. 61* (Mainz 2009).
- KNUDSON U. A. 1985**  
B. K. KNUDSON / M. G. HOGBERG / R. A. MERKEL / R. E. ALLEN / W. T. MAGEE, Developmental comparisons of boars and barrows: II. Body composition and bone development. *Journal Animal Scien.* 61, 1985, 797–801.
- KÖLBL 2004**  
S. KÖLBL, *Das Kinderdefizit im frühen Mittelalter – Realität oder Hypothese? Zur Deutung demographischer Strukturen in Gräberfeldern*. Dissertation der Geowissenschaftlichen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen (Tübingen 2004).  
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:21-opus-11528> (Zugriff: 25.03.2013).
- KÖRBER-GROHNE 1997**  
U. KÖRBER-GROHNE, *Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie* (Stuttgart 1997).
- KÖRTE 1836**  
F. KÖRTE, *Möglin'sche Jahrbücher der Landwirtschaft* (Berlin 1836).
- KOKKOTIDIS 1999**  
K. G. KOKKOTIDIS, *Von der Wiege bis zur Bahre. Untersuchungen zur Paläodemographie der Alamannen des frühen Mittelalters*. Dissertation Universität zu Köln (Köln 1999). <http://kups.ub.uni-koeln.de/id/eprint/1200> (Zugriff: 15.08.2012).
- KOKKOTIDIS / RICHTER 1991**  
K. G. KOKKOTIDIS / J. RICHTER, Gräberfeld-Sterbetafel. *Arch. Inf.* 14, 1991, 219–241.
- KOLVERATH 1993**  
E. M. KOLVERATH, *Alte Fruchtmaße in den ehemaligen Regierungsbezirken Koblenz-Trier und ihre Umrechnung in kg/Liter*. <http://trier.wgff.net/download/Verzeichnisse/Fruchtmasse.pdf> (Zugriff: 25.03.2013).
- KOWARIK / RESCHREITER 2008**  
K. KOWARIK / H. RESCHREITER, *Jungsteinzeit – die Anfänge. Erste Spuren*. In: A. Kern / K. Kowarik / A. W. Rausch / H. Reschreiter (Hrsg.), *Salz-Reich. 7000 Jahre Hallstatt*. Veröff. Prähist. Abt. (VPA) 2 (Wien 2008) 44–45.
- KREUZ 2007**  
A. KREUZ, *Archaeobotanical perspectives on the beginning of agriculture north of the Alps*. In: Colledge / Conolly 2007, 259–294.
- KREUZ 2008**  
A. KREUZ, *Closed forest or open woodland as natural vegetation in the surroundings of Linearbandkeramik settlements? Vegetation Hist. and Archaeobotany* 17, 2008, 51–64.

- KREUZ 2010  
A. KREUZ, Die Vertreibung aus dem Paradies? Archäobiologische Ergebnisse zum Frühneolithikum in Mitteleuropa. Ber. RGK 91, 2010 (2012) 23–196.
- KREUZ / BOENKE 2002  
A. KREUZ / N. BOENKE, The presence of two-grained einkorn at the time of the Bandkeramik culture. *Vegetation Hist. and Archaeobotany* 11,3, 2002, 233–240.
- KREUZ / BOENKE 2003  
A. KREUZ / N. BOENKE, Zweikörniges Einkorn zur Zeit der Bandkeramik. Archäologisches Indiz oder Laune der Natur? In: J. Eckert / U. Eisenhauer / A. Zimmermann (Hrsg.), Archäologische Perspektiven. Analysen und Interpretationen im Wandel. *Festschrift für Jens Lüning zum 65. Geburtstag*. Internat. Arch. Stud. honoraria 20 (Rahden/Westf. 2003) 233–241.
- KREUZ U. A. 2005  
A. KREUZ / E. MARINOVA / E. SCHÄFER / J. WIETHOLD, A comparison of early Neolithic crop and weed assemblages from the Linearbandkeramik and the Bulgarian Neolithic cultures: differences and similarities. *Vegetation Hist. and Archaeobotany* 14, 2005, 237–258.
- KREUZ U. A. 2010  
A. KREUZ / E. MARINOVA / E. SCHÄFER / J. WIETHOLD, Vergleich frühneolithischer Kulturpflanzen- und Unkrautspektren der Bandkeramik und der Karanovo Kultur: Unterschiede und Gemeinsamkeiten. In: D. Gronenborn / J. Petrasch (Hrsg.), Die Neolithisierung Mitteleuropas. Internationale Tagung, Mainz, 24. bis 26. Juni 2005 (Mainz 2010) 89–94.
- KRUMMEL U. A. 1986  
J. R. KRUMMEL / R. V. O'NEILL / J. B. MANKIN, Regional environmental simulation of African cattle herding societies. *Human Ecology* 14, 1986, 117–130.
- KUHN 2008  
J. KUHN, Neolithische Wirtschaft und Umwelt im Lichte archäozoologischer Analysen. *Prähist. Zeitschr.* 83, 2008, 1–35.
- KYRIAZAKIS / EMMANS 1995  
I. KYRIAZAKIS / G. C. EMMANS, The voluntary feed intake of pigs given feeds based on wheat bran, dried citrus pulp and grass meal, in relation to measurements of feed bulk. *British Journal Nutrition* 73, 1995, 191–207.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2001  
LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, Daten zur Rinderfütterung. Fachbereich Fütterung (Hannover 2001).
- LANGER / ILLIG 1990  
E. LANGE / H. ILLIG, Paläo-ethnobotanische Befunde aus dem Feldfloraeservat bei Luckau-Freesdorf / Niederlausitz. In: M. Fansa (Hrsg.), Experimentelle Archäologie in Deutschland. Ausstellungskatalog. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Beih. 4 (Oldenburg 1990) 143–148.
- LANGER / HILL 1991  
R. LANGER / G. D. HILL, *Agricultural Plants* (Cambridge 1991).
- LEE 1968  
R. B. LEE, What hunters do for a living, or, how to make out on scarce resources. In: R. B. LEE / I. DEVORE (Hrsg.), *Man the Hunter* (New York 1968) 30–48.
- LEONARDI U. A. 2012  
M. LEONARDI / P. GERBAULT / M. G. THOMAS / J. BURGER, The evolution of lactase persistence in Europe. A synthesis of archaeological and genetic evidence. *Internat. Dairy Journal* 22, 2012, 88–97.
- LfL 2006  
BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Mastrinder, Schafe, Ziegen. *LfL-Information* 27, 2006, 1–74.
- LfL 2013  
BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, Basisdaten (Stand: 2013) für die Ermittlung des Düngebedarfs für die Umsetzung der Düngeverordnung zur Berechnung des KULAP-Nährstoff-Saldos zur Berechnung der Nährstoffbilanz nach Hoftor-Ansatz. [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/basisdaten\\_2013.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/basisdaten_2013.pdf) (Zugriff: 07.04.2013).
- LINNEMANN 2009  
B. LINNEMANN, Beitrag zur Ökologie neolithischer Ackerflächen. Rekonstruktion eines Getreideackers mit Untersuchungen zur

- typischen Unkrautflora. Inaugural-Dissertation Westfälische Wilhelms-Universität Münster (Münster 2009).
- LITYŃSKA-ZAJĄC 2007  
M. LITYŃSKA-ZAJĄC, Early Neolithic agriculture in south Poland as reconstructed from archaeobotanical plant remains. In: *Colledge / Conolly 2007*, 315–326.
- LÖSCH 2009  
S. LÖSCH, Paläopathologisch-anthropologische und molekulare Untersuchungen an mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bevölkerungsgruppen. Ernährung und Gesundheitszustand süd- und nordbayerischer Bevölkerungsschichten. Dissertationsschrift Ludwig-Maximilians-Universität zu München (München 2009).
- LÜNING 1979/1980  
J. LÜNING, Bandkeramische Pflüge? *Fundber. Hessen* 19/20, 1979/1980, 55–68.
- LÜNING 1988  
J. LÜNING, Frühe Bauern in Mitteleuropa im 6. und 5. Jahrtausend v. Chr. *Jahrb. RGZM* 35, 1988, 27–93.
- LÜNING 2000  
J. LÜNING, Steinzeitliche Bauern in Deutschland. Die Landwirtschaft im Neolithikum. *Universitätsforsch. Prähist. Arch.* 58 (Bonn 2000).
- LÜNING 2005  
J. LÜNING, Für die Ernte Feuersteinsicheln und raffinierte Erdkeller. In: J. Lüning (Hrsg.), *Die Bandkeramiker. Erste Steinzeitbauern in Deutschland. Bilder einer Ausstellung beim Hessentag in Heppenheim/Bergstraße im Juni 2004 (Rahden/Westf. 2005)* 63–75.
- LÜNING / MEURERS-BALKE 1980  
J. LÜNING / J. MEURERS-BALKE, Experimenteller Getreidebau im Hambacher Forst, Gemeinde Elsdorf, Kr. Bergheim/Rheinland. *Bonner Jahrb.* 180, 1980, 305–344.
- LYMAN 2008  
R. L. LYMAN, *Quantitative Paleozoology. Cambridge manuals in archaeology* (Cambridge, New York 2008).
- MACKROTT 1994  
H. MACKROTT, *Milchviehhaltung* (Stuttgart 1994).
- DE MADDALENA 1979  
A. DE MADDALENA, Das ländliche Europa 1500–1750. In: C. M. CIPOLLA / K. BORCHARDT (Hrsg.), *Sechzehntes und siebzehntes Jahrhundert. Europ. Wirtschaftsgesch.* 2 (Stuttgart 1979) 171–221; 382–389.
- MÄRKLE / RÖSCH 2008  
T. MÄRKLE / M. RÖSCH, Experiments on the effects of carbonization on some cultivated plant seeds. *Vegetation Hist. and Archaeobotany* 17,1, 2008, 257–263.
- MANUSCH 1997  
P. MANUSCH, Grundlagen einer ökologischen Milchviehfütterung. In: HÖRNING 1997b, 131–136.
- MARINOVA 2002  
E. MARINOVA, Mittel- und spätneolithische botanische Funde. In: S. HILLER / V. NIKOLOV (Hrsg.), *Die Ausgrabungen in O 19. Tell Karanovo II (Salzburg, Sofia 2002)* 171–179.
- MAURER U. A. 2012  
A.-F. MAURER / J. G. S. GALER / C. KNIPPER / L. BEIERLEIN / E. V. NUNN / D. PETERS / TH. TÜTKEN / K. W. ALT / B. R. SCHÖNE, Bioavailable  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  in different environmental samples – effects of anthropogenic contamination and implications for isoscapes in past migration studies. *Scien. Total Environment* 433, 2012, 216–229.
- MAYER U. A. 2002  
A. MAYER / V. STÖCKLI / W. KONOLD / B. ESTERMANN / M. KREUZER, Künftig noch Waldweide im Berggebiet? Ein Experiment zur Schaden-Nutzen-Analyse. *Schriftenr. Inst. Nutztierwiss. Ernährung, Produkte, Umwelt* 23, 2002, 54–66.
- MAYER U. A. 2003  
A. C. MAYER / V. STÖCKLI / N. GOTSCH / W. KONOLD / M. KREUTZER, Waldweide im Alpenraum. Neubewertung einer traditionellen Mehrfachnutzung. *Schweizer. Zeitschr. Forstwesen* 2003, 38–44.
- MEIER-ARENDE 1966  
W. MEIER-ARENDE, *Die Bandkeramische Kultur im Untermaingebiet* (Darmstadt 1966).
- MERCER 1981  
R. J. MERCER, *Grimes Graves, Norfolk: Excavations 1971–72: II. Arch. Reports* 11 (London 1981).

- MEURERS-BALKE / LÜNING 1990  
 J. MEURERS-BALKE / J. LÜNING, Experimente zur frühen Landwirtschaft. Ein Überblick über die Kölner Versuche in den Jahren 1978-1986. In: M. Fansa (Bearb.), Verarbeitung von Spelzgetreide. Experimentelle Archäologie in Deutschland. Arch. Mitt. Nordwestdeutschland. Beih. 4 (1990) 82-92; 93-112.
- MEYERS KONVERSATIONSLERIKON 1888  
 AUTORENKOLLEKTIV, Hirse. In: Meyers Konversationslexikon 8 (Leipzig / Wien 1888) 8570-8571.
- MIKL-HORKE 1999  
 G. MIKL-HORKE, Historische Soziologie der Wirtschaft. Wirtschaft und Wirtschaftsdenken in Geschichte und Gegenwart (München u. a. 1999).
- MINCHINTON 1976  
 W. MINCHINTON, Die Veränderungen der Nachfragestruktur von 1750 bis 1914. In: C. M. Cipolla / K. Borchardt (Hrsg.), Die industrielle Revolution. Europ. Wirtschaftsgesch. 3 (Stuttgart, New York 1976) 47-118.
- MINSON / McDONALD 1987  
 D. J. MINSON / C. K. McDONALD, Estimating forage intake from the growth of beef. Tropical Grasslands 21, 1987, 116-122.
- MISCHKA 2004  
 D. MISCHKA, Aoristische Analyse in der Archäologie. Arch. Inf. 27,2, 2004, 233-243.
- MITCHELL 2005  
 F. J. G. MITCHELL, How open were European primeval forests? Hypothesis testing using palaeoecological data. Journal Ecology 93, 2005, 168-177.
- MÜLLER 1964  
 H.-H. MÜLLER, Die Haustiere der mitteldeutschen Bandkeramiker. Schr. Sektion Vor- u. Frühgesch. 17 (Berlin 1964).
- MÜLLER 2001  
 K.-J. MÜLLER, Ergebnisse einer Studie zur Formulierung eines arteigenen Profils von Einkorn. In: H. J. Reents (Hrsg.), Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 6.-8. März 2001, Freising-Weihenstephan (Berlin 2001) 245-248.
- MÜLLER 2007  
 K.-J. MÜLLER, Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Einkorn mit optimierten Qualitätsmerkmalen für Back- und Teigwaren aus ökologischem Anbau. Aktenzeichen 514-43.10/03 OE 614. <http://www.darzau.de/fileadmin/PDF/03OE614-Schlussbericht.pdf> (Zugriff: 04.03.2014).
- MUNSON 2000  
 P. J. MUNSON, Age-correlated differential destruction of bones and its effect on archaeological mortality profiles of domestic sheep and goats. Journal Arch. Scien. 27, 2000, 391-407.
- MUNSON / GARNIEWICZ 2003  
 P. J. MUNSON / R. C. GARNIEWICZ, Age-mediated survivorship of ungulate mandibles and teeth in canid-ravaged faunal assemblages. Journal Arch. Scien. 30, 2003, 405-416.
- NAGY / REGELIN 1975  
 J. G. NAGY / W. L. REGELIN, Comparison of digestive organ size of three deer species. Journal Wildlife Management 39, 1975, 621-624.
- NEHLICH U. A. 2009  
 O. NEHLICH / J. MONTGOMERY / J. EVANS / S. SCHADE-LINDIG / S. L. PICHLER / M. P. RICHARDS / K. W. ALT, Mobility or migration: a case study from the Neolithic settlement of Nieder-Mörlen (Hessen, Germany). Journal Arch. Scien. 36, 2009, 1791-1799.
- NEMESKÉRI U. A. 1973  
 J. NEMESKÉRI / L. HARSÁNYI / G. GERENCSE, Die biologische Rekonstruktion der Population von Növenthien, Kreis Uelzen, aus dem 12.-13. Jahrhundert. Neue Ausgr. u. Forsch. Niedersachsen 8, 1973, 127-166.
- NEUGEBAUER 1991  
 J.-W. NEUGEBAUER, Die Nekropole F von Gemeinlebarn, Niederösterreich. Untersuchungen zu den Bestattungssitten und zum Grabraub in der ausgehenden Frühbronzezeit in Niederösterreich südlich der Donau zwischen Enns und Wienerwald. Röm.-Germ. Forsch. 49 (Mainz 1991).
- NEUSS-ANIOL 1987  
 H. NEUSS-ANIOL, Rekonstruktion von Methoden zur Getreidereinigung anhand

- bandkeramischer Pflanzenreste des Rheinlandes unter Berücksichtigung volkskundlicher Quellen. *Prähist. Zeitschr.* 62,1, 1987, 22–51.
- NEUSTUPNÝ 1983  
E. NEUSTUPNÝ, Demografie pravéekých pohérebíését (Prag 1983).
- NEWELL / BOWLAND 1972  
J. A. NEWELL / J. P. BOWLAND, Performance, carcass composition, and fat composition of boars, gilts, and barrows fed at two levels of protein. *Canadian Journal Animal Scien.* 52, 1972, 543–551.
- NIESZERY 1995  
N. NIESZERY, Linearbandkeramische Gräberfelder in Bayern. *Internat. Arch.* 16 (Espelkamp 1995).
- NVS II 2008a  
MAX RUBNER-INSTITUT, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (Hrsg.), Nationale Verzehrstudie II. Ergebnisbericht, Teil 1. (Karlsruhe 2008).
- NVS II 2008b  
MAX RUBNER-INSTITUT Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (Hrsg.), Nationale Verzehrstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2. (Karlsruhe 2008).
- OELZE U. A. 2011  
V. M. OELZE / A. SIEBERT / N. NICKLISCH / H. MELLER / V. DRESELY / K. W. ALT, Early Neolithic diet and animal husbandry: stable isotope evidence from three Linearbandkeramik (LBK) sites in Central Germany. *Journal Arch. Scien.* 38, 2011, 270–279.
- ORTON 2000  
C. ORTON, *Sampling in Archaeology* (Cambridge u. a. 2000).
- PABST 1832  
H. W. PABST, *Allgemeine Grundsätze des Ackerbaues. Pflanzenproductionslehre. Lehrbuch der Landwirthschaft 1* (Darmstadt 1832).
- PAYNE / WILLIAMSON 1990  
W. J. A. PAYNE / G. WILLIAMSON, *An Introduction to Animal Husbandry in the Tropics* (Harlow/Essex 1990).
- PECHTL unpub.  
J. PECHTL, *Stephansposching und sein Umfeld. Studien zum Altneolithikum im bayerischen Donaauraum*. Dissertation Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (Heidelberg unpub.).
- PETERS 1998  
J. PETERS, *Römische Tierhaltung und Tierzucht. Eine Synthese aus archäozoologischer Untersuchung und schriftlich-bildlicher Überlieferung*. *Passauer Universitätsschr. Arch.* 5 (Rahden/Westf. 1998).
- PHILLIP U. A. 2007  
L. E. PHILLIP / T. F. ORESANYA / J. S. JACQUES, Fatty acid profile, carcass traits and growth rate of red deer fed diets varying in the ratio of concentrate: dried and pelleted roughage, and raised for venison production. *Small Ruminant Research* 71, 2007, 215–221.
- PIASECKI 1990  
E. PIASECKI, Population of the Bejsce parish (Kielce voivodeship, Poland) in the light of parish registers of the 18<sup>th</sup>–20<sup>th</sup> centuries. A demographic study (Warszawa, Wrocław 1990).
- POND U. A. 1988  
W. G. POND / H. G. JUNG / V. H. VAREL, Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. *Journal Animal Scien.* 66, 1988, 699–706.
- POSLUSCHNY U. A. 2008  
A. POSLUSCHNY / K. LAMBERS / I. HERZOG (Hrsg.), *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference in Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*, Berlin, Germany April 2–6, 2007. *Koll. Vor- u. Frühgesch.* 10 (Bonn 2008).
- POTT 1999  
R. POTT, Die Entwicklung der europäischen Buchenwälder in der Nacheiszeit. In: *Bayerische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.), Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit* (München 1999) 49–75.
- POWELL / ABERLE 1980  
S. E. POWELL / E. D. ABERLE, Effects of birth weight on growth and carcass composition of swine. *Journal Animal Scien.* 50, 1980, 860–868.

- PRICE U. A. 2006  
T. D. PRICE / J. WAHL / R. A. BENTLEY, Isotopic evidence for mobility and group organization among neolithic farmers at Talheim, Germany, 5000 BC. *Europ. Journal Arch.* 9, 2006, 259–284.
- PRINS / GEELEN 1971  
R. A. PRINS / M. J. H. GEELEN, Rumen characteristics of red deer, fallow deer, and roe deer. *Journal Wildlife Management* 35, 1971, 673–680.
- REDDING 1981  
R. W. REDDING, Decision Making in Subsistence Herding of Sheep and Goats in the Middle East. Dissertation University of Michigan (Michigan 1981).
- REINICK / DECHEM 1866  
H. A. REINICK / H. DECHEM, Zweite Abtheilung: Orographisch-geognostische Übersicht des Regierungsbezirkes Aachen. *Statistik Reg.-Bez. Aachen 2* (Aachen 1866).
- RENFREW / BAHN 2000  
C. RENFREW / P. G. E. BAHN, *Archaeology: Theories, Methods and Practice* (London 2000).
- RESCHREITER / KOWARIK 2008  
H. RESCHREITER / K. KOWARIK, Jungsteinzeit – die Anfänge. Die Frage nach den Anfängen. In: A. Kern / K. Kowarik / A. W. Rausch / H. Reschreiter (Hrsg.), *Salz-Reich. 7000 Jahre Hallstatt. Veröff. Prähist. Abt. (VPA) 2* (Wien 2008) 46–47.
- VON RESTORFF 1830  
F. VON RESTORFF, *Topographisch-statistische Beschreibung der Koeniglich Preußischen Rheinprovinzen* (Berlin 1830).
- REYNOLDS 1979  
P. J. REYNOLDS, *Iron-Age Farm: the Butser Experiment* (London 1979).
- REYNOLDS 1990  
P. J. REYNOLDS, Ernteerträge der prähistorischen Getreidearten Emmer und Dinkel – “Die ungünstigste Wahl”. *Arch. Inf.* 13,1, 1990, 61–72.
- ROEHL 1978  
R. ROEHL, Nachfrageverhalten und Nachfragestruktur 1000–1500. In: C. M. Cipolla / K. Borchardt (Hrsg.), *Mittelalter. Europäische Wirtschaftsgeschichte 1* (Stuttgart, New York 1978) 67–89.
- RÖSCH 1995  
M. RÖSCH, *Botanische Untersuchungen in der linearbandkeramischen Siedlung von Vaihingen/Ennsingen, Kreis Ludwigsburg. Arch. Ausgr. BadenWürttemberg 1994* (Stuttgart 1995), 43–49.
- ROTHAMSTED 1970  
ROTHAMSTED EXPERIMENTAL STATION, *Details of the Classical and Long-Term Experiments up to 1967* (Harpden 1970).
- RUSSELL / VOELCKE 1936  
E. J. RUSSELL / J. A. VOELCKE, *Fifty Years of Field Experiments at the Woburn Experimental Station* (London 1936).
- SAALFELD 1967  
D. SAALFELD, *Die Produktion und Intensität der Landwirtschaft in Deutschland und angrenzenden Gebieten um 1800. Zeitschr. Agrargesch. u. Agrarsoziol.* 15, 1967, 137–175.
- SAATGUTWIRTSCHAFT 2008  
BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, *Die Österreichische Saatgutwirtschaft 2008* (Wien 2009). [http://www.lebensministerium.at/publikationen/land/archiv/die\\_oesterreichische\\_saatgutwirtschaft\\_2008.html](http://www.lebensministerium.at/publikationen/land/archiv/die_oesterreichische_saatgutwirtschaft_2008.html) (Zugriff: 11.03.2014).
- SACHSENFORST 2008  
S. SACHSENFORST, *Wild aus Sachsen – Ein Naturprodukt aus heimischen Wäldern* (Pirna 2008).
- SAILE 2012  
TH. SAILE, Salt in the Neolithic of Central Europe: production and distribution. In: V. Nikolov / K. Bacvarov (Hrsg.), *Salz und Gold: die Rolle des Salzes im prähistorischen Europa / Salt and Gold: The Role of Salt in Prehistoric Europe. Proceedings of the International Symposium (Humboldt-Kolleg) in Provadia, Bulgaria, 30 September–4 October 2010* (Provadia, Veliko Tarnovo 2012) 225–238.
- SALAVERT 2011  
A. SALAVERT, *Plant economy of the first farmers of central Belgium (Linearbandkera-*

- mik, 5200–5000 B.C.). *Vegetation Hist. and Archaeobotany* 20, 2011, 321–332.
- SALQUE U. A. 2013  
M. SALQUE / P. I. BOGUCKI / J. PYZEL / I. SOBKOWIAK-TABAKA / R. GRYGIEL / M. SZMYT / R. P. EVERSHERD, Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe. *Nature* 493, 2013, 522–525.
- SCHÄFER in Vorb.  
M. SCHÄFER, Die Tierknochen der Bandkeramischen Siedlung Vaihingen a. d. Enz (Baden-Württemberg), Dissertation am Institut für Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie der Universität Basel.
- SCHIESBERG 2008  
S. SCHIESBERG, Neolithic Economics: A Case Study in Age, Sex and Labour. In: A. Posluschny / K. Lambers / I. Herzog (Hrsg.), *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*, Berlin, Germany, April 2–6, 2007. *Koll. Vor- Frühgesch.* 10 (Bonn 2008) 374 (Abstract) und CD-ROM (Full paper: 11-09\_schiesberg-economies.pdf).
- SCHIESBERG 2010  
S. SCHIESBERG, Von Häusern und Menschen. Das Beispiel Bandkeramik. In: E. Claßen / Th. Doppler / B. Ramminger (Hrsg.), *Familie – Verwandtschaft – Sozialstrukturen: Sozialarchäologische Forschungen zu neolithischen Befunden. Fokus Jungsteinzeit. Ber. AG Neolithikum 1 (Kerpen-Loogh 2010)* 53–69.
- SCHLEY / LEYTEM 2004  
L. SCHLEY / M. LEYTEM, Extensive Beweidung mit Rindern im Naturschutz: eine kurze Literaturobwohlwertung hinsichtlich der Einflüsse auf die Biodiversität. *Bull. Soc. Naturalistes Luxembourgeois* 105, 2004, 65–85.
- SCHUSTER 1992  
W. SCHUSTER, *Ölpflanzen in Europa* (Frankfurt/Main 1992).
- VON SCHWERZ 1836  
J. N. VON SCHWERZ, *Beschreibung der Landwirtschaft in Westfalen und Rheinpreußen 2* (Münster-Hiltrup 1836).
- SEIDL 2006  
A. SEIDL, *Deutsche Agrargeschichte* (Frankfurt/Main 2006).
- SEN U. A. 2004  
A. R. SEN / A. SANTRA / S. A. KARIM, Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. *Meat Science* 66, 2004, 757–763.
- SOBOLIK 2003  
K. D. SOBOLIK, *Archaeobiology* (Walnut Creek/California 2003).
- SOEPBOER / LOTTER 2009  
W. SOEPBOER / A. F. LOTTER, Estimating past vegetation openness using pollen-vegetation relationships: A modelling approach. *Rev. Palaeobotany and Palynology* 153, 2009, 102–107.
- SONNENBURG U. A. 2003  
H. SONNENBURG / B. GERKEN / H.-G. WAGNER / H. EBERSBACH, *Das Hutewaldprojekt im Naturpark Solling-Vogler. Ein Baustein für eine neue Ära in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. LÖBF-Mitteilungen* 4, 2003, 36–43.
- SOUCI U. A. 1981  
S.-W. SOUCI / W. FACHMANN / H. KRAUT, *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen* (Stuttgart 1981).
- SOUCI U. A. 1991  
S.-W. SOUCI / W. FACHMANN / H. KRAUT, Bearb. von F. SENSER, *Der kleine „Souci-Fachmann-Kraut“ – Lebensmitteltabelle für die Praxis* (Stuttgart 1991).
- SOUCI U. A. 2004  
S.-W. SOUCI / W. FACHMANN / H. KRAUT, Bearb. von F. SENSER, *Der kleine „Souci-Fachmann-Kraut“ – Lebensmitteltabelle für die Praxis* (Stuttgart 2004).
- SOUCI U. A. 2011  
S.-W. SOUCI / W. FACHMANN / H. KRAUT, Bearb. von G. ANDERSEN / K. SOYKA, *Der kleine „Souci-Fachmann-Kraut“ – Lebensmitteltabelle für die Praxis* (Stuttgart 2011).
- SPATZ / WEISS 1982  
G. SPATZ / G. WEISS, *Der Futterertrag der Waldweide. Waldweide und Naturschutz. Laufener Seminarbeitr.* 9, 1982, 174–178.

- SPATZ 1998  
H. SPATZ, Krisen, Gewalt, Tod – zum Ende der ersten Ackerbauernkultur Mitteleuropas. In: A. HÄUSSER (Hrsg.), Krieg oder Frieden? Herxheim vor 7000 Jahren. Katalog zur Sonderausstellung „Krieg oder Frieden – Herxheim vor 7000 Jahren“ (Herxheim 1998) 10–19.
- SPIEGELBERGER U. A. 2011  
R. SPIEGELBERGER / S. G. FLEISCHHAUER / J. GUTHMANN, Essbare Wildpflanzen: 200 Arten bestimmen und verwenden (Augsburg 2011).
- STÄUBLE / LÜNING 1999  
H. STÄUBLE / J. LÜNING, Phosphatanalysen in bandkeramischen Häusern. Arch. Korrbbl. 29, 1999, 169–187.
- STEWART / PULLIN 2008  
G. B. STEWART / A. S. PULLIN, The relative importance of grazing stock type and grazing intensity for conservation of mesotrophic ‘old meadow’ pasture. *Journal Nature Conservation* 16, 2008, 175–185.
- STOLZENBURG 2005  
K. STOLZENBURG, Erträge und Nährstoffgehalte verschiedener Rispenhirsesorten. Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim (Forchheim 2005). <http://www.ltz-bw.de/pb/,Lde/664796:QUERYSTRING=Hirse> (Zugriff: 06.03.2014).
- STRÖHLE / HAHN 2006  
A. STRÖHLE / A. HAHN, Evolutionäre Ernährungswissenschaft und „steinzeitliche“ Ernährungsempfehlungen – Stein der alimentären Weisheit oder Stein des Anstoßes? Teil 2: Ethnographische Befunde und ernährungswissenschaftliche Implikationen. *Ernährungs-Umschau* 53,2, 2006, 52–58.
- SUMINSKI 1967  
P. P. SUMINSKI, Mittlere Organgewichte beim Rotwild. *Zeitschr. Jagdwiss.* 13, 1967, 148–152.
- SVENNING 2002  
J.-C. SVENNING, A review of natural vegetation openness in north-western Europe. *Biol. Conservation* 104, 2002, 133–148.
- TEGTMIEIER 1993  
U. TEGTMIEIER, Neolithische und bronzezeitliche Pflugspuren in Norddeutschland und den Niederlanden. *Arch. Ber.* 3 (Bonn 1993).
- TEICHERT 1978  
M. TEICHERT, Viehwirtschaft. In: Die Germanen. Geschichte und Kultur der germanischen Stämme in Mitteleuropa, Band 1 (Berlin 1978), 436–450.
- TEUTEBERG 1977  
H.-J. TEUTEBERG, Die deutsche Landwirtschaft beim Eintritt in die Phase der Hochindustrialisierung. Typische Strukturmerkmale ihrer Leistungssteigerung im Spiegel der zeitgenössischen Statistik Georg von Viebahns um 1860. *Kölner Vorträge u. Abhandl. Sozial- und Wirtschaftsgesch.* 28 (Köln 1977).
- THUN 1879a  
A. Thun, Die Industrie am Niederrhein und ihre Arbeiter 1. Die linksrheinische Textilindustrie. *Staats- u. Socialwiss. Forsch.* 2,2 (Leipzig 1879).
- THUN 1879b  
A. Thun, Die Industrie am Niederrhein und ihre Arbeiter 2. Die Industrie des bergischen Landes (Solingen, Remscheid und Elberfeld-Barmen). *Staats- u. Socialwiss. Forsch.* 2,3 (Leipzig 1879).
- TOST 2000  
J. TOST, Das Verhalten erwachsener Bullen in einer semi-natürlich gehaltenen Rinderherde mit annähernd natürlicher Alters- und Geschlechtsstruktur – Vergleiche mit dem Verhalten wildlebender Bovinae anhand der Literatur. Dissertation Universität Gesamthochschule Kassel (Kassel 2000).
- UERPMMANN / UERPMMANN 1997  
M. UERPMMANN / H.-P. UERPMMANN, Remarks on the faunal remains of some early farming communities in Central Europe: postpalaeolithic Europe I. In: International Conference for Archaeozoology (ICAZ) 7, Konstanz (26/09/1994) *Anthropozoologica* 25/26, 1997, 571–578.
- VALAMOTI 2005  
S. M. VALAMOTI, Grain versus chaff: identifying a contrast between grain-rich and chaff-rich sites in the Neolithic of northern Greece. *Vegetation Hist. and Archaeobotany* 14, 2005, 259–267.

- VERA 2000  
F. W. M. VERA, *Grazing Ecology and Forest History* (Wallingford, Oxford 2000).
- VIGNE / HELMER 2007  
J.-D. VIGNE / D. HELMER, Was milk a 'secondary product' in the Old World neolithisation process? Its role in the domestication of cattle, sheep and goats. *Anthropozoologica* 42, 2007, 9–40.
- VOLPELLI U. A. 2002  
L. A. VOLPELLI / R. VALUSSO / E. PIASSENTIER, Carcass quality in male fallow deer (*Dama dama*): effects of age and supplementary feeding. *Meat Sci.* 60, 2002, 427–432.
- VUORISALO U. A. 2012  
T. VUORISALO / O. ARJAMAA / A. VASEMÄGI / J. TAAVITSAINEN / A. TOURUNEN / I. SALONIEMI, High lactose tolerance in north europeans: a result of migration, not in situ milk consumption. *Perspectives Biol. and Medicine* 55,2, 2012, 163–174.
- WALLBAUM U. A. 1997  
F. WALLBAUM / R. WASSMUTH / H.-J. LANGHOLZ, Untersuchungen zur Tiergerechtheit der Winteraußenhaltung robuster und fleischbetonter Mutterkühe am Mittelgebirgsstandort. In: Hörning 1997b, 273–278.
- WEEBER 2000  
K.-W. WEEBER, *Alltag im alten Rom. Das Landleben* (Düsseldorf, Zürich 2000).
- WEINER 1973  
J. WEINER, Dressing percentage, gross body composition and caloric value of the roe-deer. *Acta Theriologica* 18, 1973, 209–222.
- WENDT 2008  
K. P. WENDT unter Mitarbeit von A. ZIMMERMANN, Bevölkerungsdichte und Landnutzung in den germanischen Provinzen des Römischen Reiches im 2. Jahrhundert AD. Ein Beitrag zur Landschaftsarchäologie. *Germania* 86, 2008, 191–226.
- WENDT U. A. 2010  
K. P. WENDT / J. HILPERT / A. ZIMMERMANN mit Beiträgen von S. ICKLER / H. NORTMANN / B. PÄFFGEN / F. SIEGMUND / P. TUTLIES, *Landschaftsarchäologie III. Untersuchungen zur Bevölkerungsdichte der vorrömischen Eisenzeit, der Merowingerzeit und der späten vorindustriellen Neuzeit an Mittel- und Niederrhein*. Ber. RGK 91, 2010, 221–338.
- VAN WIJK U. A. 2014  
I. van Wijk / L. Amkreutz / P. van der Velde, *Vergeeten Bandkeramiek. Een Odyssee naar de oudste neolithische bewoning in Nederland* (Leiden 2014).
- WILLERDING 1983  
U. WILLERDING, Zum ältesten Ackerbau in Niedersachsen. In: G. Wegner (Hrsg.), *Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen*. Arch. Mitt. Nordwest-Deutschland Beih. 1 (Oldenburg 1983) 179–219.
- WINDHORST 1979  
H.-W. WINDHORST, Neuere Versuche der Bestimmung der Primärproduktion der Wälder und forstlicher Ertragspotentiale. Recent Attempts at Evaluating the Primary Productivity of Forests and at Estimating Their Economic Potential. *Erdkunde* 33, 1979, 10–23.
- WITTWER-BACKOFEN 1990  
U. WITTWER-BACKOFEN, Zur Paläodemographie des Neolithikums. On palaeodemography of the Neolithic. *Homo* 40, 1990, 64–81.
- WOTZKA 1997  
H.-P. WOTZKA, Keramikformen und -funktionen: Wider die systematische Trivialisierung kulturspezifischer Zusammenhänge. *Arch. Inf.* 20,2, 1997, 269–299.
- WURM 1966  
F. F. WURM, *Vom Hakenpflug zur Fabrik. Wirtschafts- und Sozialgeschichte Mitteleuropas* (Frankfurt/Main 1966).
- XUE U. A. 1997  
J. XUE / G. D. DIAL / J. E. PETTIGREW, Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrows: a literature review. *Swine Health and Production* 5, 1997, 21–28.
- ZERL / HERBIG 2012  
T. ZERL / C. HERBIG, „... bei dem kühlen Brunnenwasser ...“. Ein erster Vergleich archäobotanischer Makrorestspektren aus den linienbandkeramischen Brunnen von Erkelenz-Kückhoven (Nordrhein-Westfalen) und Brodau (Sachsen). In: U. Tegtmeier / A. Stobbe (Hrsg.), *Verzweigungen. Eine Würdigung für A. J. Kalis und J. Meurers-Balke*.

- Frankfurter Arch. Schr. 18 (Bonn 2012) 351–369.
- ZIEGLER 1901  
F. ZIEGLER, Wesen und Wert kleinindustrieller Arbeit. Gekennzeichnet in einer Darstellung der Bergischen Kleiseisenindustrie (Berlin 1901).
- ZIMMERMANN 2002  
A. ZIMMERMANN, Landschaftsarchäologie I: Die Bandkeramik auf der Aldenhovener Platte. Ber. RGK 83, 2002 (2003) 17–38.
- ZIMMERMANN 2010  
A. ZIMMERMANN, Wie viele wart ihr denn? Ein Beitrag zur Demographie des westdeutschen Neolithikums. In: C. Lichter (Red.), Jungsteinzeit im Umbruch. Die „Michelsberger Kultur“ und Mitteleuropa vor 6000 Jahren. Katalog zur Ausstellung im Badischen Landesmuseum Schloss Karlsruhe, 20.11.2010–15.5.2011 (Darmstadt 2010) 230–235.
- ZIMMERMANN U. A. 2004  
A. ZIMMERMANN / J. RICHTER / TH. FRANK / K. P. WENDT, Landschaftsarchäologie II. Überlegungen zu Prinzipien einer Landschaftsarchäologie. Ber. RGK 85, 2004, 37–95.
- ZIMMERMANN U. A. 2007  
A. ZIMMERMANN / J. MEURERS-BALKE / A. J. KALIS, Das Neolithikum im Rheinland. Die Ausbreitung des Neolithikums und das Verhältnis der frühen Bauern zu den spätmesolithischen Sammlerinnen und Jägern. Bonner Jahrb. 205, 2007, 1–63.
- ZIMMERMANN U. A. 2006  
A. ZIMMERMANN / J. MEURERS-BALKE / A. J. KALIS, Das Neolithikum. In: J. Kunow / H.-H. Wegener (Hrsg.), Urgeschichte im Rheinland. Jahrbuch 2005 des Rheinischen Vereins für Denkmalpflege und Landschaftsschutz (Köln 2006) 159–202.
- ZIMMERMANN U. A. 2009a  
A. ZIMMERMANN / K. P. WENDT / T. FRANK / J. HILPERT, Landscape archaeology in Central Europe. Proc. Prehist. Soc. 75, 2009, 1–53.
- ZIMMERMANN U. A. 2009b  
A. ZIMMERMANN / J. HILPERT / K. P. WENDT, Estimations of population density for selected periods between the Neolithic and AD 1800. Human Biol. 81,2–3, 2009, 357–380.
- ZVELEBIL / PETTITT 2013  
M. ZVELEBIL / P. PETTITT, Biosocial archaeology of the Early Neolithic: Synthetic analyses of a human skeletal population from the LBK cemetery of Vedrovice, Czech Republic. Journal Anthr. Arch. 32,3, 2013, 313–329.

## Summary · Zusammenfassung · Résumé

ZUSAMMENFASSUNG · Eine Modellierung des Landwirtschaftssystems der Bandkeramik um 5100 v. Chr. wird der späten vorindustriellen Neuzeit um 1820 im Rheinland bezüglich Nahrungsmittelproduktion und Flächenbedarf gegenübergestellt. Für die Bandkeramik ist dazu das aus archäobiologischen Untersuchungen bekannte Nahrungsangebot dem Bedarf der damals lebenden Menschen gegenüberzustellen (Abb. 1), deren Bevölkerungsgröße in früheren Beiträgen geklärt worden ist (ZIMMERMANN U. A. 2004, 73; korrigiert: WENDT U. A. 2010, 311 sowie Tab. 32).

In der Bilanzierung von Angebot und Nachfrage wird nach dem Aktualitätsprinzip der Energie- und Nährstoffbedarf heutiger Menschen eingesetzt. Mit Hilfe einer Serie von Sterbetafeln (Tab. 4) ist die Variabilität der Alters- und Geschlechtszusammensetzung urgeschichtlicher Bevölkerungen zu berücksichtigen. Daraus resultiert ein Durchschnittsverbrauch von 2600 kcal/Tag. Diesem maximalen Verbrauch wird eine Vergleichsrechnung mit einem minimalen Bedarf von 2000 kcal gegenübergestellt.

Der Flächenbedarf an Feldflur eines durchschnittlichen bandkeramischen Haushalts wird hauptsächlich von den Ertragswerten der Getreide verursacht. Bei Winterfrucht werden potentiell hohe, bei Sommerfrucht geringere Erträge erzielt (S. 116–118), so dass ein Haushalt entweder rund 1 oder 4 ha Feldfläche bewirtschaftet (Tab. 35).

Andere Problemfelder im Bereich der Archäobotanik sind dagegen für ein quantitatives Verständnis der im Altneolithikum benötigten Feldflur weniger bedeutsam. Dazu gehört

- die besonders geringe Größe bandkeramischer Erbsen (S. 50–54; Tab. 18; 26)
- eine mögliche Unterrepräsentanz der Hülsenfrüchte gegenüber den Getreiden (S. 76–85)
- der unbekannte Ertrag und Energiegehalt der Tresse (S. 83–85)
- eine mögliche Unterrepräsentanz der Ölsaaten (S. 34–36)
- und eventuelle Bestimmungsprobleme spezieller Einkorn Funde (S. 78)

Eine schwierig zu bewertende Variable ist der Anteil des Wirtschaftssektors „Tiere“ an der Energieversorgung. Deswegen wird in einem Szenario mit einem 20 % Beitrag durch Fleisch, Fett und Milch gerechnet, um diese Werte später mit dem Landwirtschaftssystem der Eisenzeit vergleichen zu können. Wahrscheinlicher ist jedoch ein geringer Anteil von vielleicht 5 % (S. 29–31).

Trotzdem benötigen Waldweide und Jagd viel größere Flächen als der Feldbau. Bei 5 % sind pro Haushalt rund 20 ha erforderlich; bei 20 % steigt der Flächenbedarf auf über 70 ha an (S. 110–116; Tab. 44). Auch so würde zum Zeitpunkt maximaler Bevölkerungsdichte die auf der Aldenhovener Platte (mit annähernd vollständig bekanntem Siedlungssystem) zur Verfügung stehende Fläche nur zu drei Vierteln ausgeschöpft.

In der Wechselwirkung zwischen Feldbau und Tierhaltung ist auch eine Düngung der Felder zu diskutieren (BOGAARD 2004, 44–47). Für das Vieh sind besonders die Brache-Flächen attraktiv. Wenn der größte Teil des Dungs dort verbleibt, könnte bei 5 % Tieranteil nur mit  $\frac{1}{20}$  der Dungmenge gerechnet werden, die Bio-Landwirte heute einsetzen dürfen (S. 109–110). Deshalb ist in der Bandkeramik der Ertrag so nur begrenzt zu steigern.

Lage und Größe bandkeramischer Felder sind in einem Fläche-minimierenden Ansatz mit einer Feldgröße von 2 ha/HH (ZIMMERMANN 2002, 30 Abb. 13) mit einem besser ausgearbeiteten Szenario mit maximalem Flächenbedarf zu vergleichen. Bei diesem wird mit 4,4 ha/HH jeweils in einem dreiphasigen Brache-System gerechnet, wobei der Flächenverbrauch noch durch die gewählte Anordnung der Felder steigt. Trotz Maximierung des Flächenverbrauchs bleiben auch in diesem Szenario in allen Phasen der bandkeramischen Entwicklung erhebliche Flächen ungenutzt (Abb. 34–36). Selbst die benötigte Waldweide steht bei einem 20 %-Beitrag der Tiere zum Energieverbrauch zur Verfügung.

Die bisher dargestellten Überlegungen haben sich ausschließlich auf die Energieversorgung konzentriert. Nach Abzug der bisher besprochenen Nutzflächen ergibt sich die Größe des potentiellen Sammelgebietes für Wildpflanzen, mit denen der verbleibenden Vitamin- und Mineralienbedarf zu decken war (S. 118–120; *Tab. 48*). Alleine beim Salz (NaCl) verbleibt ein Defizit von rund 0,6 g pro Person und Tag. Dieses Defizit besteht auch bei einem höheren Anteil der Tiere bei der Energieversorgung weiter. Der Bedarf an Vitaminen A bis E ist bei maximaler Bevölkerung ebenfalls gedeckt, es ist aber angesichts unsicherer Quellen nicht klar, ob es hier noch einen Spielraum gibt.

Als maximaler Kontrast zur altneolithischen Bandkeramik ist das Landwirtschaftssystem der vorindustriellen Neuzeit modelliert worden. Wegen der besseren Quellenlage ist eine erhebliche Variabilität zu erkennen, die z. T. auf die arbeitsteilige Wirtschaftsweise der Neuzeit zurückzuführen ist. Es erscheint möglich, Kreise mit einem überproportionalen landwirtschaftlichen Produktionsanteil sowie mögliche Selbstversorger von protoindustriellen Zentren und Städten zu unterscheiden (*Abb. 49*). Bei den Selbstversorgern werden zwischen rund 4 % und 13 % der Energie durch den Wirtschaftssektor „Tiere“ gedeckt. Entsprechend ist auch in der Bandkeramik mit einer erheblichen Bandbreite von Lösungen zu rechnen, die durch unterschiedliche Naturraumausstattung, aber auch durch unterschiedliche Vorlieben verursacht ist. Der erhebliche Unterschied in der Größe der Feldflur zwischen Steinzeit und Neuzeit (*Abb. 56; Tab. 63*) war natürlich zu erwarten, ist aber hier erstmals quantitativ für denselben Bezugsraum berechnet worden (S. 150–152).

SUMMARY · A model of the agricultural system of the Linearbandkeramik in the Rhineland around 5100 BC is contrasted with food production and land requirements in the late pre-industrial modern period around 1820. In the case of the Linearbandkeramik, potential food sources known from archaeobotanical research are compared with the requirements of the local population of the time (*Fig. 1*), the size of which has been established in previous research (ZIMMERMANN ET AL. 2004, 73; corrected WENDT ET AL. 2010, 311 and *Tab. 32*).

To calculate the ratio of supply and demand, the energy and nutrition requirements of modern humans are used, based on the uniformity principle. Allowance is made for differences in the age and gender composition of the prehistoric population with the help of a series of mortality tables (*Tab. 4*). The average daily consumption thus arrived at is 2600 kcal. This maximum consumption is contrasted with a comparative calculation using a minimum consumption of 2000 kcal.

The area of cultivable land required by an average Linearbandkeramik household is determined mainly by grain yields. Winter-crop yields are potentially high, while summer-crop yields are lower (p. 116–118), resulting in an area of cultivation per household of around either 1 or 4 ha (*Tab. 35*).

Other archaeobotanical problem areas, on the other hand, are less important for a quantitative understanding of the area of farmland required in the Early Neolithic. Among these are

- the particularly small size of Linearbandkeramik peas (p. 50–54; *Tab. 18; 26*)
- a possible under-representation of pulses in relation to grains (p. 76–85)
- the unknown yield and energy content of bromes (p. 87–85)
- a possible under-representation of oilseeds (p. 34–36)
- possible problems with the identification of specific einkorn finds (p. 78)

One variable which is hard to quantify is the proportion of the energy requirement provided by the ‘animal’ sector of the economy. In one scenario, a 20 % contribution of energy from meat, fat and milk is factored in, in order to be able to compare these values

at a later stage with the agricultural system of the Iron Age. A smaller proportion of around 5 % is more likely, however (p. 29–31).

Nevertheless, woodland pasture and hunting require much larger areas of land than crop cultivation. At 5 %, around 20 ha are required per household; at 20 % this rises to over 70 ha (p. 110–116; *Tab. 44*). Even so, at the period of maximum population density on the Aldenhoven Platte (where the settlement system is almost completely documented), only three-quarters of the available area would have been used.

Fertilisation of the fields is discussed as part of the interplay of cultivation and animal husbandry (BOGAARD 2004, 44–47). Fallow land is particularly attractive for cattle. If most of the dung remained on the land, at a 5% ratio of energy from animals, only one twentieth of the amount of manure available to organic farmers today could be expected (p. 109–110). Therefore, yields could only be increased to a limited extent during the Linearbandkeramik.

Using a minimum estimated size of 2 ha/HH (ZIMMERMANN 2002, 30 *Fig. 13*), the arrangement and size of Linearbandkeramik fields are compared with a better-developed scenario with a maximum land requirement. The latter is based on 4.4 ha/HH, each household using a three-field set-aside system, with land requirements increased still more by the choice of field location. In spite of maximisation of land-use, even in this scenario considerable areas remain unused during all development phases of the Linearbandkeramik (*Figs. 34–36*). Even forest pastureland necessary for a 20 % ratio of energy from animals remains available.

The considerations discussed hitherto have concentrated exclusively on energy requirements. Having deducted the usable areas discussed above, we obtain the size of the potential area for gathering of wild plants to supply the remaining vitamin and mineral requirements (p. 119–120; *Tab. 48*). Only for salt (NaCl) is there a deficit of around 0.6 g per person per day. This deficit remains even with a higher proportion of animal products making up the energy supply. The requirements for vitamins A to E are satisfied for a maximum population size, but owing to the uncertain sources it is not clear whether there is any excess margin.

As a maximum contrast to the Early Neolithic Linearbandkeramik, the agricultural system of the pre-industrial modern period is also modelled. Thanks to the better sources, a considerable variability is evident, which can in part be traced back to the division of labour in the modern period. It appears possible to distinguish areas with a disproportionately high agricultural production and possible self-sufficiency from proto-industrial centres and towns (*Fig. 49*). In the case of self-sufficient areas, between around 4 % and 13 % of the energy requirement is supplied by the 'animal' sector of the economy. In the Linearbandkeramik, a considerable bandwidth of solutions is likewise to be expected, caused not only by differences in environment conditions but also by different preferences. The considerable difference in the size of farmland between the Stone Age and the modern period (*Fig. 56; Tab. 63*) was of course to be expected but for the first time has been quantitatively calculated here for the same reference area (p. 150–156).

RÉSUMÉ · Une modélisation du système agraire rubané vers 5100 av. J.-C est confrontée à la situation régnant en Rhénanie vers 1820, à la fin de l'Époque moderne préindustrielle, en ce qui concerne la production alimentaire et les besoins en surface. Il faut en outre comparer les ressources alimentaires identifiées à travers les analyses archéobiologiques aux besoins des Rubanés (*fig. 11*) dont la grandeur de population fut abordée dans d'autres contributions (ZIMMERMANN ET AL. 2004, 73; corrigé WENDT ET AL. 2010, 311 et *Tab. 32*).

Basé sur l'actualisme, le bilan de l'offre et de la demande a recours aux besoins énergétiques et alimentaires des gens de notre époque. On tient aussi compte de la variabilité de la structure par âge et par sexe des populations préhistoriques à l'aide d'une série de tables de mortalité (*tab. 4*). Il en résulte une consommation moyenne de 2600 kcal/jour. Cette consommation, relativement élevée, est ensuite confrontée à un calcul comparatif basé sur un besoin minimal de 2000 kcal.

Les besoins en surfaces cultivables d'une maisonnée rubanée moyenne découlent essentiellement du rendement des céréales. Les céréales d'hiver ayant potentiellement un rendement plus élevé que les céréales de printemps (p. 116–118), une maisonnée travaillera soit 1 ou 4 ha de terrain (*tab. 35*).

D'autres aspects problématiques de l'archéobotanique jouent par contre un rôle moins important dans la compréhension quantitative des besoins en surfaces cultivables au Néolithique ancien. Parmi ceux-ci

- la taille particulièrement faible des pois du Rubané (p. 50–54; *tab. 18* ; 26)
- une éventuelle sous-représentation des légumineuses par rapport aux céréales (p. 116–118)
- l'absence de données sur le rendement et la valeur énergétique du brome (p. 83–85)
- une éventuelle sous-représentation des graines oléagineuses (p. 34–36)
- et d'éventuels problèmes d'identification de certains restes d'engrain (p. 78)

Une variable difficile à évaluer représente la part du secteur «animal» dans l'approvisionnement énergétique. C'est pourquoi les calculs se sont basés dans un scénario sur une contribution de 20 % en viande, graisse et lait pour pouvoir ensuite comparer ces valeurs avec celles du système agraire de l'âge du Fer. Mais il faut probablement compter avec une part plus faible, de 5 % peut-être (p. 29–31).

Pourtant, le pacage en forêt et la chasse exigent des surfaces bien supérieures à celles des cultures. Une part de 5 % signifie 20 ha par maisonnée; avec 20 %, les besoins grimpent à plus de 70 ha (p. 110–116 ; *tab. 44*). Et même au maximum de la densité démographique, la surface disponible sur l'Aldenhovener Platte (avec un système d'occupation connu dans sa presque totalité) ne serait utilisée qu'aux deux tiers.

Il faut également aborder la fumure des champs dans l'interaction entre cultures et élevage (BOGAARD 2004, 44–47). Ce sont les surfaces en jachère qui conviennent particulièrement au bétail. Si la plus grande partie du fumier reste sur le terrain et que le pourcentage d'animaux se monte à 5 %, on peut escompter 1/20 de la quantité de fumier que les agriculteurs bio peuvent utiliser aujourd'hui (p. 109–110). C'est la raison pour laquelle le rendement ne peut qu'augmenter de façon très limitée au Rubané.

La situation et la grandeur des champs du Rubané considérées dans une approche réduisant les lopins à 2ha/maisonnée (ZIMMERMANN 2002, 30 fig. 13) doivent être comparées à celles utilisées dans un scénario plus élaboré basé sur des besoins maximums en surface. Ce scénario retient un besoin en surface de 4,4 ha/maisonnée, qui peut encore augmenter selon la disposition des champs, avec un système de jachères à trois phases. Même en maximisant les besoins dans ce scénario, de grandes surfaces restent encore inutilisées à travers toutes les phases de l'évolution du Rubané (fig. 34–36). Et même avec une consommation énergétique d'origine animale de 20 %, la forêt nécessaire au pacage est encore disponible.

Les réflexions faites jusqu'ici se sont limitées à l'approvisionnement énergétique. Après avoir déduit les surfaces utiles abordées jusqu'ici, on obtient l'étendue du territoire potentiel pour la cueillette des plantes sauvages qui assuraient les besoins complémentaires en vitamines et minéraux (p. 118–120 ; *tab. 48*). Seul, le sel (NaCl) accuse un déficit de 0,6 g par personne et jour. Ce déficit subsiste encore avec un apport d'origine animal plus élevé

dans l'approvisionnement énergétique. Les besoins en vitamines A à E sont couverts pour une population maximale, mais on ne peut établir s'il existe encore une certaine marge sur la base de sources incertaines.

Nous avons modélisé le système agraire de l'Époque moderne préindustrielle pour contraster au maximum avec le Rubané du Néolithique ancien. Les sources, bien meilleures, permettent d'identifier une importante variabilité attribuable à la division du travail dans l'économie de l'Époque moderne. On peut distinguer d'une part des districts avec un pourcentage de production agricole disproportionné et des producteurs autosuffisants, d'autre part des villes et des centres protoindustriels (*fig. 49*). Les producteurs autosuffisants couvrent 4-13 % de leur besoins énergétiques avec un apport d'origine « animale ». Par conséquent, il faut envisager pour le Rubané une large palette de solutions conditionnée par les ressources d'espaces naturels différents et des préférences différentes. L'écart important entre l'étendue des surfaces cultivables du Néolithique et celle de l'Époque moderne (*fig. 56 ; tab. 63*) était prévisible, mais a été démontré ici pour la première fois de manière quantitative pour la même région (p. 150–156).

Anschrift der Verfasser

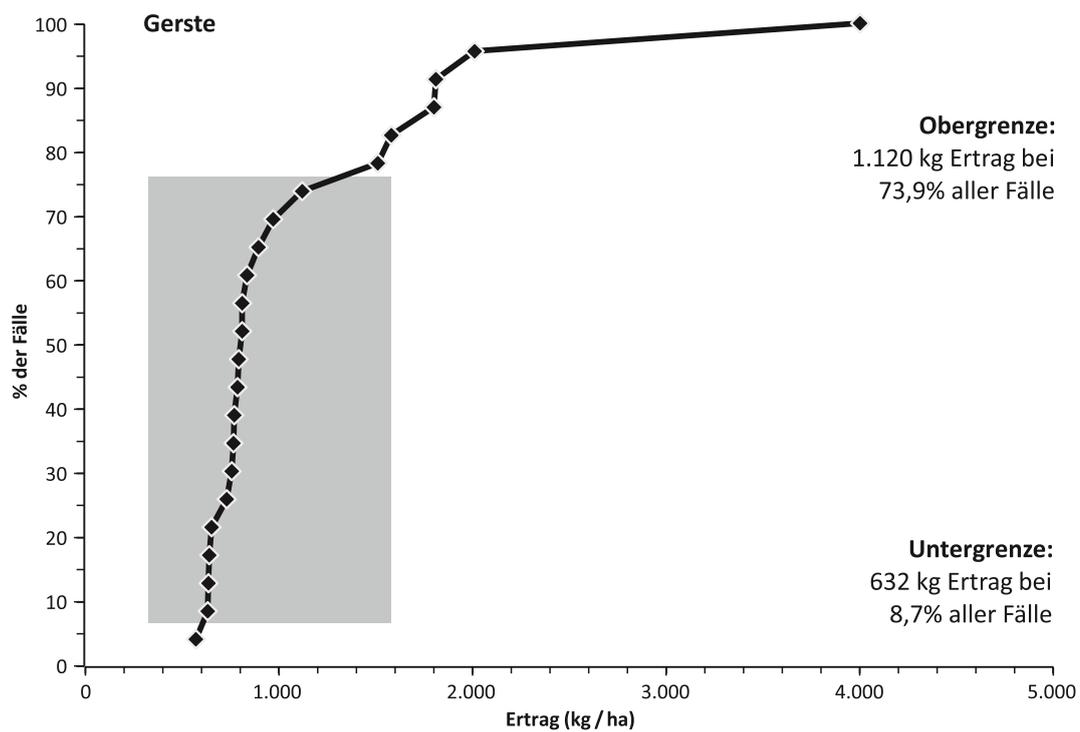
Karl Peter Wendt  
Schmölderstr. 171  
41239 Mönchengladbach  
Karl-Peter-Wendt@t-online.de

Johanna Hilpert  
Institut für Ur- und Frühgeschichte  
Universität zu Köln  
Weyertal 125  
50923 Köln  
j.hilpert@uni-koeln.de

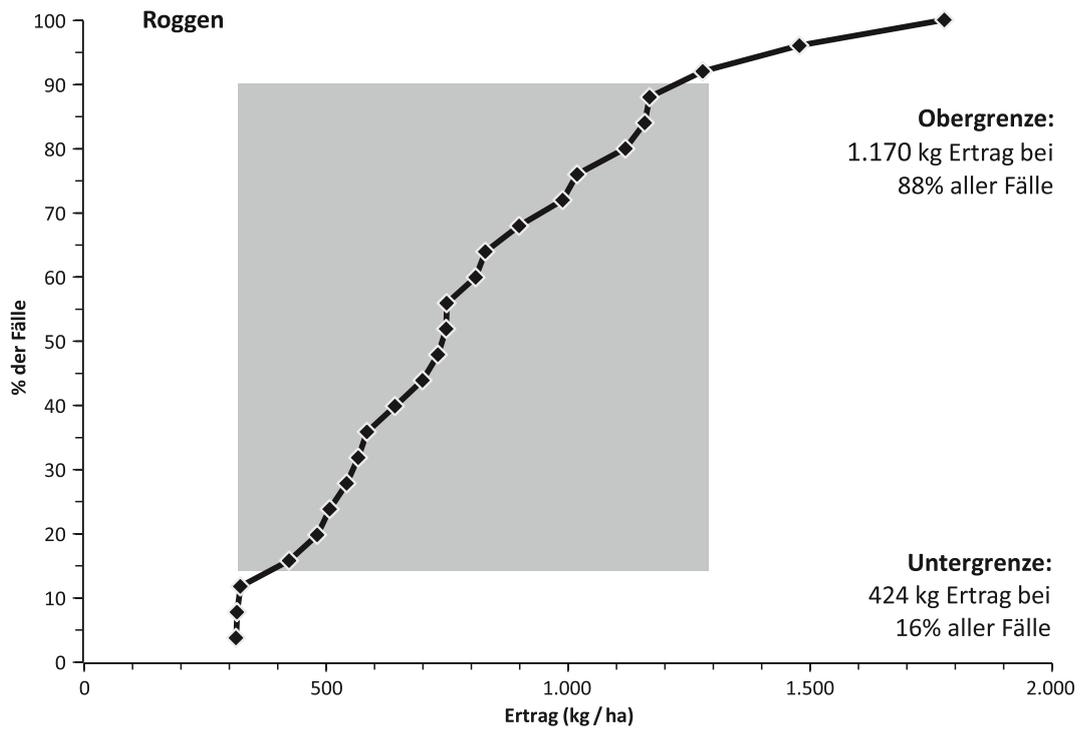
Andreas Zimmermann  
Institut für Ur- und Frühgeschichte  
Universität zu Köln  
Weyertal 125  
50923 Köln  
a.zimmermann@uni-koeln.de

Abbildungsnachweis

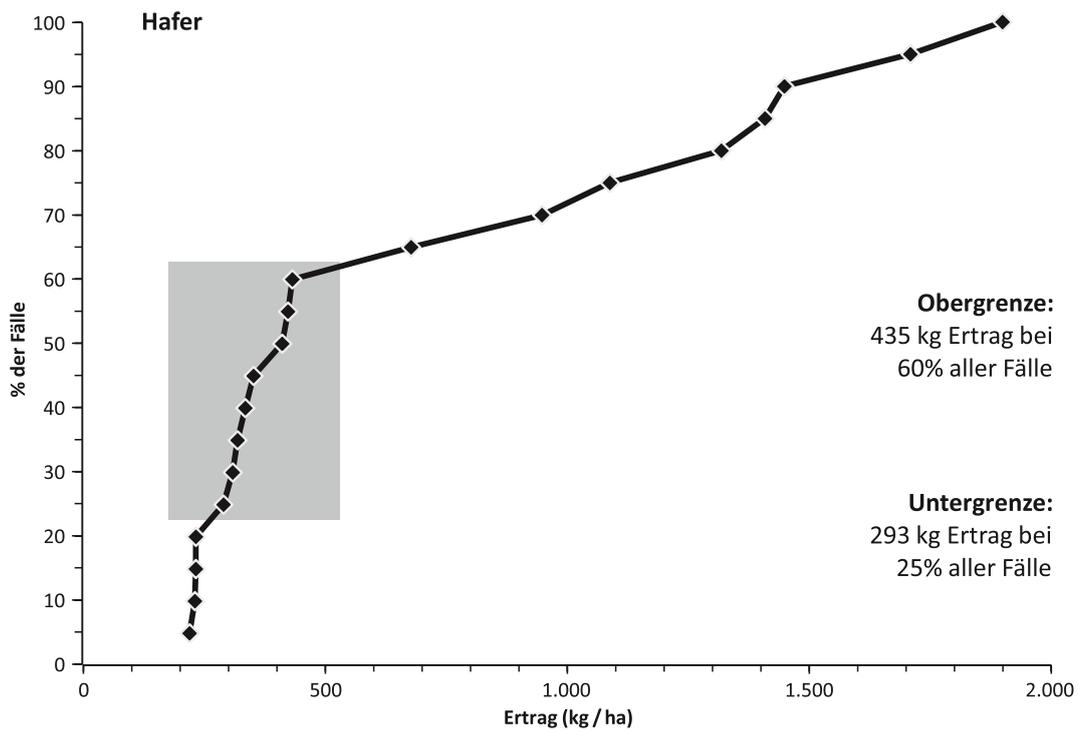
Alle Abbildungen von den Verfassern



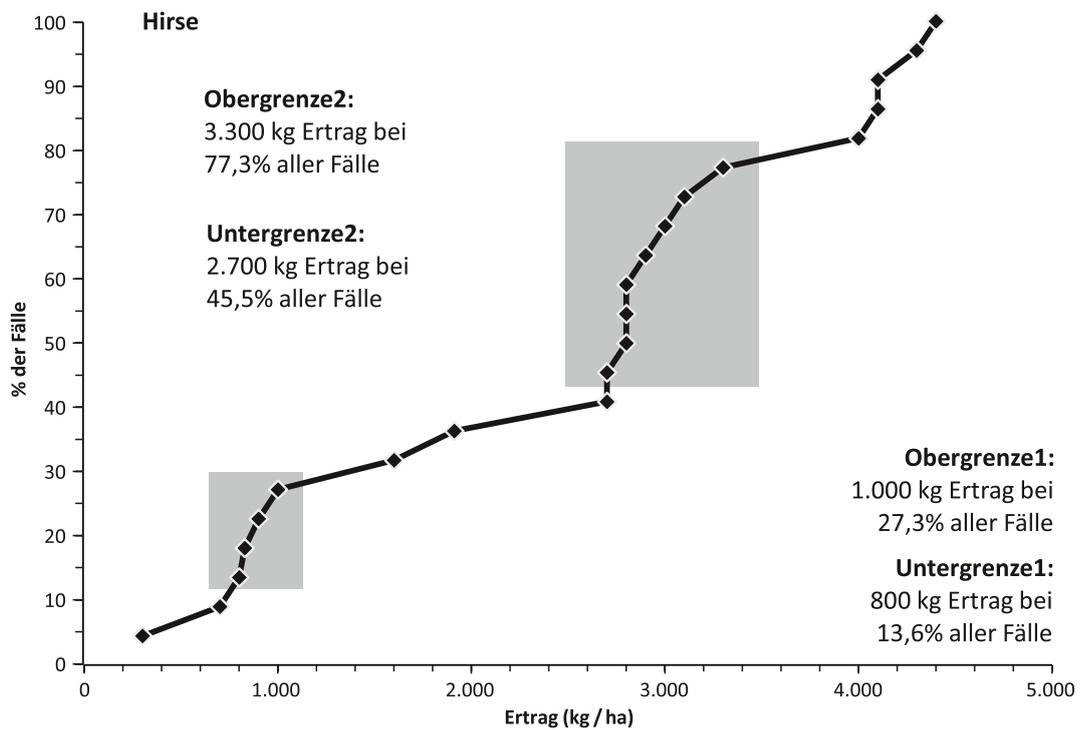
Anh. 1. Kumulierte Ertragszahlen aus historischen und rezenten Quellen für Gerste.



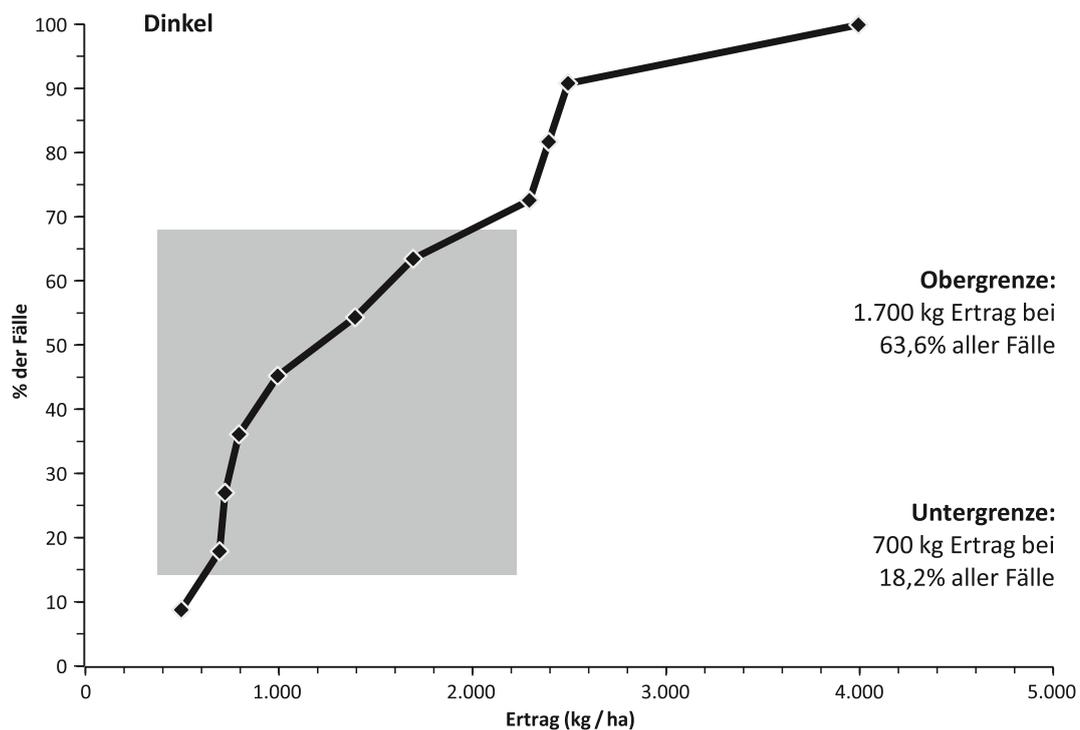
Anh. 2. Kumulierte Ertragszahlen aus historischen und rezenten Quellen für Roggen.



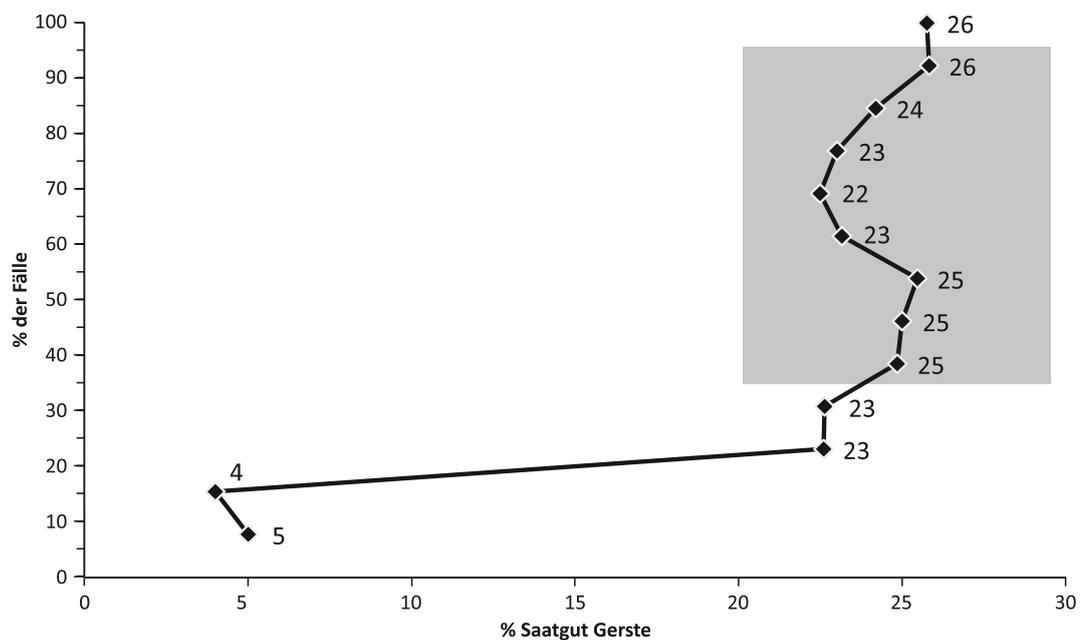
Anh. 3. Kumulierte Ertragszahlen aus historischen und rezenten Quellen für Hafer.



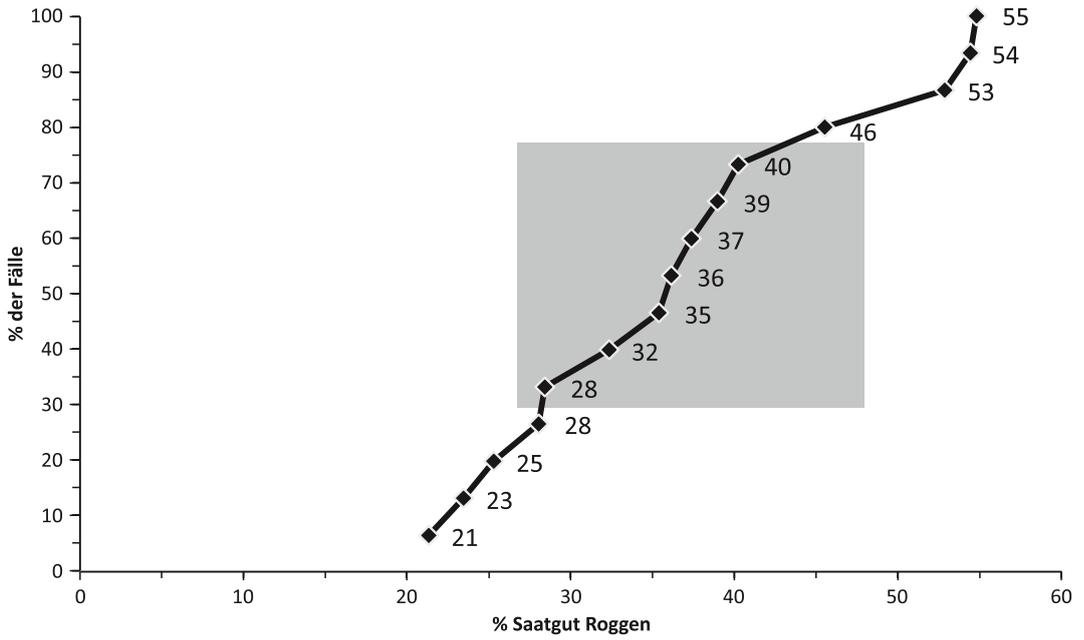
Anh. 4. Kumulierte Ertragszahlen aus historischen und rezenten Quellen für Hirse.



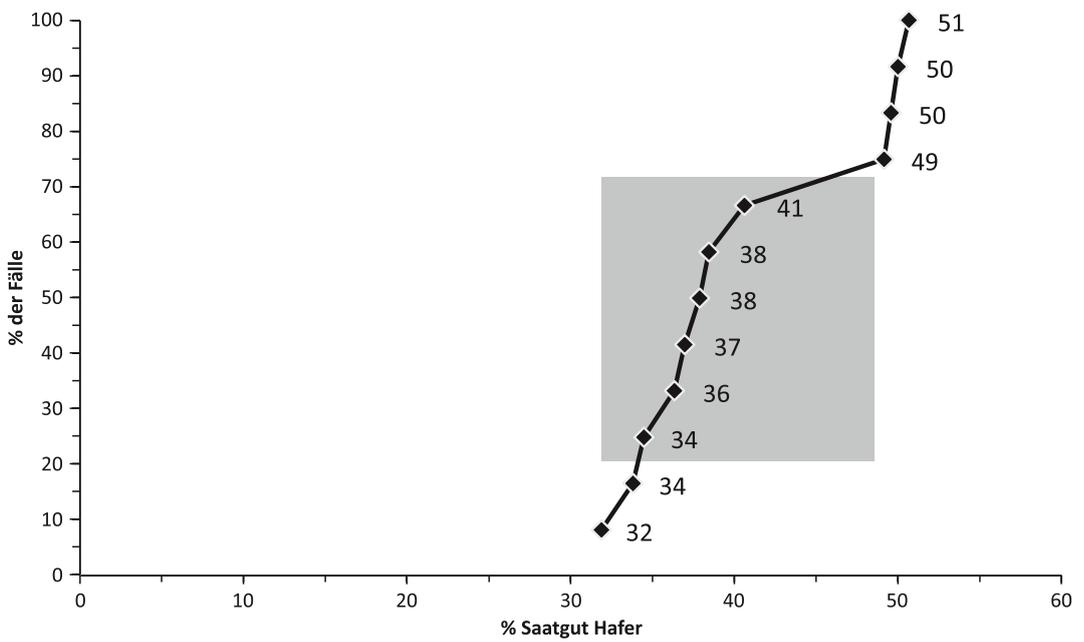
Anh. 5. Kumulierte Ertragszahlen aus historischen und rezenten Quellen für Dinkel/Spelt.



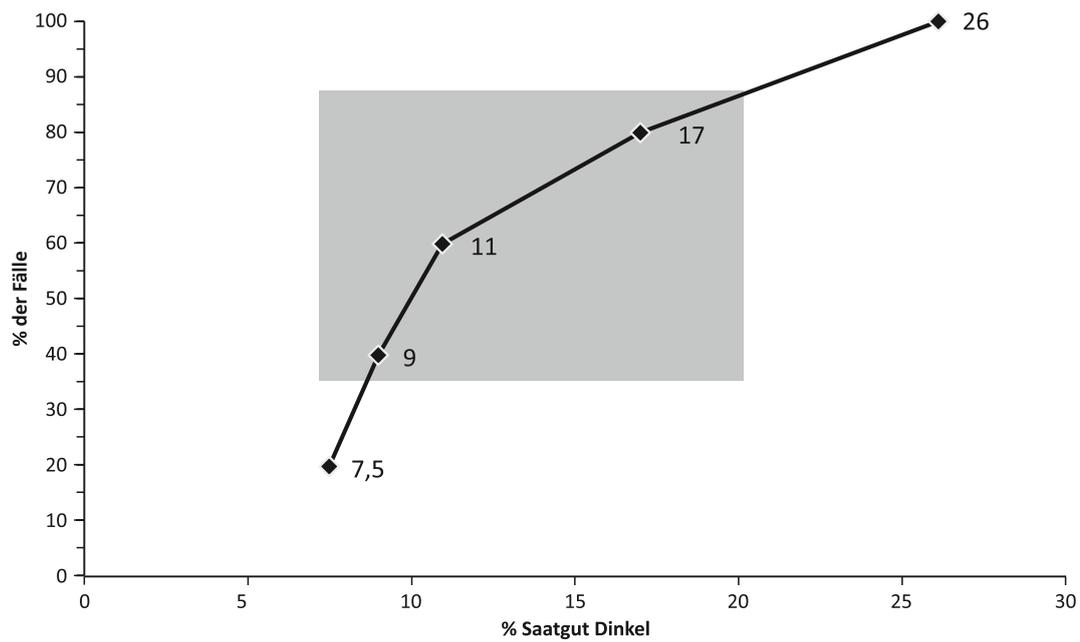
Anh. 6. Gerste: Anteile von Saatgut nach historischen und rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag.



Anh. 7. Roggen: Anteile von Saatgut nach historischen und rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag.



Anh. 8. Hafer: Anteile von Saatgut nach historischen und rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag.



Anh. 9. Dinkel/Spelt: Anteile von Saatgut nach historischen und rezenten Quellen in % vom Bruttoertrag.

Körperteile	A: 192 kg	B: 276 kg	C: 350 kg	D: 352 kg	Mittelwerte	
	% von LG	% von LG	% von LG	% von LG	1–4	1–3
Schlachtkörper	52 %	53 %	57 %	61 %	56 %	54 %
Innereien Inhalt	15 %	14 %	13 %	11 %	13 %	14 %
Gewichtsverlust	2 %	3 %	2 %	2 %	2 %	2 %
Verwertbarer Anteil	59 %	59 %	63 %	66 %	61 %	60 %
<b>Äußerer Schlachtabfall</b>	15 %	15 %	14 %	14 %	14 %	15 %
<i>Kopf</i>	5 %	5 %	4 %	4 %	4 %	5 %
<i>Haut</i>	7 %	8 %	7 %	8 %	7 %	7 %
<i>Füße</i>	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
<i>Schwanz</i>	0 %	0 %	1 %	1 %	0 %	0 %
<b>Innerer Schlachtabfall</b>	16 %	14 %	15 %	13 %	14 %	15 %
<i>Blut</i>	5 %	4 %	4 %	3 %	4 %	4 %
<i>Herz</i>	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Lunge</i>	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
<i>Leber</i>	2 %	1 %	1 %	1 %	1 %	2 %
<i>Milz</i>	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Pansen + Magen</i>	2 %	2 %	2 %	1 %	2 %	2 %
<i>Blättermagen</i>	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %
<i>Labmagen</i>	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Dünndarm</i>	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
<i>Größere Innereien</i>	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
<i>Bauchfett</i>	1 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
<i>Darmfett</i>	1 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
<b>Schlachtkörper</b>	52 %	53 %	57 %	61 %	56 %	54 %
<i>Fett</i>	8 %	9 %	15 %	20 %	13 %	11 %
<i>Muskeln</i>	34 %	35 %	32 %	32 %	33 %	33 %
<i>Niere</i>	0,21 %	0,22 %	0,17 %	0,17 %	0,19 %	0,20 %
<i>Höcker</i>	1 %	1 %	1 %	2 %	1 %	1 %
<i>Knochen</i>	9 %	9 %	9 %	8 %	9 %	9 %

Anh. 10. Gewichtsanteile der verschiedenen Körperteile von Ochsen in vier verschiedene Gewichtsklassen eingeteilt. A–C wurden auf Gras bzw. Heubasis gefüttert, D mit Kraftfutter und wird deshalb hier nicht weiter berücksichtigt (nach PAYNE / WILLIAMSON 1990, 818). Der „verwertbare Anteil“ ergibt sich aus LG-Innereien Inhalt - Gewichtsverlust - äußerer Schlachtabfall-Knochen.

Inhalt Verdauungstrakt	ungenießbarer Abfall	genießbarer Abfall	Muskeln	Knochen	Knorpel & Sehnen	Blut	Haut	Verlust
15 %	8 %	4 %	39 %	18 %	2 %	6 %	7 %	1 %
15 %	8 %	5 %	36 %	19 %	2 %	6 %	7 %	1 %
17 %	8 %	4 %	38 %	18 %	1 %	5 %	9 %	0 %
19 %	9 %	4 %	32 %	20 %	3 %	5 %	9 %	2 %
10 %	7 %	6 %	38 %	22 %	3 %	6 %	8 %	0 %
15 %	8 %	5 %	37 %	19 %	2 %	5 %	8 %	1 %

Anh. 11. Verteilung der Körperteile bei ca. 45 kg schweren Kälbern (nach HAECKER 1915, 170 Tab. I). Unterste Zeile: Mittelwerte.

Inhalt Verdauungstrakt	ungenießbarer Abfall	genießbarer Abfall	Muskel	Knochen	Knorpel & Sehnen	Blut	Haut	Verlust
17 %	9 %	4 %	42 %	14 %	2 %	5 %	7 %	1 %
18 %	7 %	5 %	42 %	14 %	2 %	4 %	7 %	1 %
19 %	7 %	5 %	41 %	13 %	2 %	5 %	7 %	1 %
19 %	8 %	5 %	40 %	14 %	2 %	5 %	6 %	1 %
19 %	8 %	4 %	40 %	13 %	2 %	4 %	10 %	1 %
18 %	8 %	5 %	41 %	13 %	2 %	5 %	7 %	1 %

Anh. 12. Verteilung der Körperteile bei ca. 185 kg schweren Kälbern (nach HAECKER 1915, 170 Tab. II). Unterste Zeile: Mittelwerte.

Geschlecht	Alter	LG (in kg)	Kopf	Haut	Muskeln	Knochen	Fett	Blut	Füße	Innereien (o. Inhalt)	Inhalt Verdauungstrakt	Rest	Quelle
	12 M.	29	6 %	12 %	31 %	7 %	14 %	3 %	2 %	11 %	7 %	7 %	SEN U. A. 2004, 762
	12 M.	20	6 %	10 %	34 %	9 %	7 %	4 %	3 %	5 %	8 %	16 %	
w	adult	28	7 %	8 %		47 %		5 %	3 %	21 %	9 %	0 %	ATTI U. A. 2000, 39
w	adult	47	5 %	7 %		51 %		4 %	2 %	20 %	11 %	0 %	
w	adult	48	5 %	7 %		53 %		4 %	2 %	19 %	10 %	0 %	
<b>Mittelwerte:</b>			<b>6 %</b>	<b>9 %</b>	<b>32 %</b>	<b>8 %</b>	<b>11 %</b>	<b>4 %</b>	<b>2 %</b>	<b>15 %</b>	<b>9 %</b>	<b>5 %</b>	

Anh. 13. Prozentuale Verteilung der Körperteile bei Schafen/Ziegen.

Geschlecht	Alter	Gewicht o. Inhalt Innereien	Gewicht o. Innereien	Knochen (+ Sehnen)	Fett	Muskeln	Haut	Innereien m. Inhalt	Inhalt Verdauungstrakt	Quelle
Eber			76 %	8 %	26 %	42 %		24 %		
Borg			79 %	8 %	28 %	43 %		21 %		NEWELL / BOWLAND 1972, 548
Jungsau			80 %	7 %	33 %	40 %		20 %		
Eber			76 %					24 %		
Borg			77 %					23 %		XUE U. A. 1997, 23
Borg			74 %	10 %	19 %	40 %	5 %	26 %		
Eber			73 %	11 %	12 %	43 %	6 %	27 %		
Eber			74 %	11 %	13 %	44 %	7 %	26 %		KNUDSON U. A. 1985, 799
Eber			73 %	11 %	14 %	43 %	6 %	27 %		
Eber			74 %	11 %	14 %	43 %	7 %	26 %		
Borg / Jungsau		91 %							9 %	
Borg / Jungsau		93 %							7 %	BABATUNDE U. A. 1966, 527
Borg / Jungsau		93 %							7 %	
Borg	8.5 M.		76 %					24 %	3 %	
Borg	8.5 M.		79 %					21 %	2 %	
Borg	8.5 M.		71 %					29 %	5 %	
Borg	8.5 M.		75 %					25 %	3 %	POND U. A. 1988, 701–704
Borg	8.5 M.		72 %					28 %	5 %	
Borg	8.5 M.		77 %					23 %	2 %	
m Ferkel	ca. 4 M.	95 %							5 %	
m	ca. 4 M.	95 %							5 %	KYRIAZAKIS / EMMANS 1995,
m	ca. 4 M.	93 %							7 %	197
m	ca. 4 M.	90 %							10 %	
m	ca. 4 M.	88 %							12 %	
Ferkel	5.2 M.			10 %	18 %	43 %	4 %			
Ferkel	6.2 M.			10 %	18 %	44 %	4 %			
Ferkel	5.8 M.			11 %	20 %	40 %	4 %			POWELL / ABERLE 1980,
Ferkel	5.6 M.			10 %	28 %	33 %	4 %			865–866
Ferkel	6.3 M.			10 %	31 %	31 %	3 %			
Ferkel	6.6 M.			10 %	26 %	35 %	3 %			
<b>Mittelwerte:</b>		<b>92 %</b>	<b>75 %</b>	<b>10 %</b>	<b>21 %</b>	<b>40 %</b>	<b>5 %</b>	<b>25 %</b>	<b>8 %</b>	

Anh. 14. Zusammenstellung verschiedener Angaben zur prozentualen Verteilung (in Bezug auf LG) der Körperteile bei Schweinen. Rot: Angaben in Relation zum SG (LG-Innereien) wurden in Bezug zum LG gesetzt, indem von einem Durchschnittsgewicht der Innereien von 25 % des LG ausgegangen wird. Der „Verlust“ ergibt sich aus getrennten Angaben zum Gewicht der Innereien (*Anh. 19*).

Gewicht in kg	LG-Innereien	Kopf	Haut	Innereien insg.	Magen u. Darm m. Inhalt	Mägen o. Inhalt	andere Organe	Inhalt Mägen	Muskel+ Fett	Knochen	Rest	Verwertbar	Quelle
45	80 %	4,79 %	6,69 %	20,32 %	15,70 %		4,62 %			57,33 %			VOLPELLI U. A. 2002, Tab. 1
49,9	85 %	4,52 %	6,87 %	14,86 %	10,21 %		4,65 %			61,72 %			
41,6	81 %	4,75 %	6,70 %	18,58 %	14,11 %		4,47 %			57,93 %			
53,3	83 %	4,55 %	6,86 %	16,60 %	11,80 %		4,80 %			61,16 %			
40								10,50 %		20,00 %			SACHSENFORST 2008
38,2	73 %			27,20 %		2,46 %		12,58 %					PRINS / GEELLEN 1971, 678 Tab. 5
<b>Mittelwerte:</b>		<b>4,65 %</b>	<b>6,78 %</b>	<b>19,51 %</b>	<b>12,96 %</b>	<b>2,46 %</b>	<b>4,64 %</b>	<b>11,54 %</b>	<b>39,54 %</b>	<b>20 %</b>	<b>5,39 %</b>	<b>57,68 %</b>	NAGY / REGELIN 1975, 623 Tab. 1

Anh. 15. Zusammenfassung verschiedener Angaben zur prozentualen Verteilung (in Bezug zum LG) der Körperkomponenten bei Damwild.

Alter	Gewicht in kg	SG	IG-Innereien	Kopf	Haut	Innereien insg.	Magen m. Inhalt	Darm m. Inhalt	Magen u. Darm m. Inhalt	Mägen o. Inhalt	andere Organe	Inhalt Mägen	Muskel + Fett	Knochen	Rest	Verwertbar	Quelle
	95											12,5 %					PRINS / GEELLEN 1971, 678 Tab. 5
		58 %											45 %	12,5 %			SACHSENFORST 2008
	113,3		76 %							2,4 %		9,4 %					NAGY / REGELIN 1975, 623 Tab. 1
15 M.	128,4	55 %				44,8 %							40,5 %	13,5 %			PHILLIP U. A. 2007, 219
15 M.	128,7	56 %				43,8 %							41,4 %	13,2 %			
15 M.	131,8	58 %				42,4 %							44,2 %	12,8 %			
m 3-5 J.	158		71 %			29,0 %	13,8 %	5,3 %	19,1 %		9,9 %				43,1 %		SUMINSKI 1967, 149
m 6-14 J.	199,8		80 %			20,0 %	5,3 %	2,9 %	8,1 %		11,9 %				52,1 %		
w 1-4 J.	105,4		70 %			29,9 %	11,7 %	6,4 %	18,1 %		11,8 %				42,2 %		
w 5-14 J.	121,9		69 %			31,1 %	12,0 %	6,3 %	18,3 %		12,8 %				41,0 %		
m 4,5-7 M.			71 %			29,2 %	11,9 %	2,9 %	14,8 %		14,4 %				42,9 %		
w 4,5-7 M.			67 %			32,9 %	12,2 %	5,2 %	17,4 %		15,5 %				39,2 %		
m 8-10 M.			69 %			30,6 %	13,8 %	6,8 %	20,6 %		10,0 %				41,5 %		SUMINSKI 1967, 151
w 8-10 M.			73 %			27,3 %	10,8 %	5,6 %	16,4 %		10,9 %				44,8 %		
<b>Mittelwerte:</b>		<b>56,6 %</b>	<b>71,8 %</b>	<b>14,9 %</b>	<b>28,8 %</b>	<b>11,5 %</b>	<b>5,2 %</b>	<b>16,6 %</b>	<b>2,4 %</b>	<b>12,2 %</b>	<b>10,9 %</b>	<b>10,9 %</b>	<b>42,8 %</b>	<b>13,0 %</b>	<b>43 %</b>	<b>66,3 %</b>	

Anh. 16. Zusammenfassung verschiedener Angaben zur prozentualen Verteilung (in Bezug zum IG) der Körperkomponenten bei Rotwild.

Gewicht (kg)	SG	LG-Innereien	Kopf Haut	Innereien insg.	Mägen o. Inhalt	andere Organe	Inhalt Mägen	Muskel + Fett	Knochen	Quelle
20,7	77 %	77 %		23,00 %	2,36 %		9,40 %			NAGY / REGELIN 1975, 623 Tab. 1
23			36,50 %					56,52 %	6,99 %	WEINER 1973
14							7,00 %			PRINS / GELEN 1971, 678 Tab. 5

Anh. 17: Gewichtsangaben für Rehe.

	% LG	kcal/kg
<b>Fleisch</b>	<b>42,120 %</b>	<b>1584,00</b>
Hinterhese	1,080 %	1760,00
Oberschale + Deckel	2,160 %	1230,00
Dicke Wade	0,378 %	1480,00
Schwanzrolle	0,864 %	1020,00
Schwanzstück	1,620 %	1840,00
Kugel	1,620 %	1130,00
Tafelspitz	0,702 %	1820,00
Blume	1,350 %	1080,00
Bürgermeisterstück	0,432 %	1630,00
Roastbeef	1,890 %	1310,00
Filet	0,972 %	1210,00
Knochendünnung	1,350 %	2510,00
Fleischdünnung	1,350 %	2510,00
Vorderhese	0,864 %	1340,00
Restbug	0,675 %	1290,00
Dickes Bugstück + Deckel	2,160 %	1290,00
Schaufelstück	0,945 %	1290,00
Falsches Filet	0,756 %	1020,00
Hals	2,700 %	1500,00
Fehlrippe	2,700 %	1460,00
Hochrippe	1,080 %	1550,00
Spannrippe (Querrippe)	1,890 %	2390,00
Brustbein	0,810 %	2000,00
Brustkern (Mittelbrust)	1,080 %	2000,00
Nachbrust	0,810 %	2000,00
Abschnitte R II	1,890 %	1584,05
Abschnitte R III	2,700 %	1584,05
Abschnitte R IV	1,620 %	1584,05
Abschnitte R V	0,972 %	1584,05
Rest	2,700 %	1584,05
<b>Innereien</b>	<b>11,090 %</b>	<b>2090,00</b>
Herz	0,390 %	1210,00
Leber	1,590 %	1300,00
Lunge	0,890 %	990,00
Milz	0,360 %	970,00
Pansen + Mägen	2,650 %	940,00
Dünndarm	1,160 %	1390,00
Dickdarm	0,710 %	1390,00
Bauchfett	1,600 %	8370,00
Darmfett	1,550 %	8370,00
Niere	0,190 %	1120,00
<b>Knochenmark</b>	<b>4,000 %</b>	<b>8810,00</b>
<b>Zunge</b>	<b>0,480 %</b>	<b>2070,00</b>
<b>Fett, Sehnen</b>	<b>2,700 %</b>	<b>4480,00</b>
<b>Blut</b>	<b>4,140 %</b>	<b>740,00</b>
<b>Hirn</b>	<b>0,100 %</b>	<b>127,00</b>
<b>Durchschnitt:</b>	<b>64,630 %</b>	<b>2376,05</b>

Anh. 18. Berechnung des durchschnittlichen kcal-Gehalts von Rinderfleisch. Die Anteile der Fleischstücke wurden den Fleischkalkulationstabellen von [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) entnommen und mithilfe der Ergebnisse aus *Anh. 10* umgerechnet. Die Anteile der Innereien stammen aus PAYNE / WILLIAMSON (1990).

	% LG	kcal/kg
<b>Fleischteile</b>	<b>63,76 %</b>	<b>2417,95721</b>
Kopf	2,95 %	2990
Brust	3,75 %	1870
Bauch ohne Knochen	5,25 %	2590
Dickes Bugstück u. Schäufole	3,00 %	2190
Spitzbein	0,45 %	3330
Vordereisbein	0,87 %	1360
Kamm	6,00 %	1690
Kotelett	6,90 %	1330
Filet	1,05 %	1060
Spitzbein	0,53 %	3330
Schinkeneisbein	1,62 %	1860
Oberschale	3,60 %	1060
Nuss	1,88 %	990
Schinkenstück (Unterschale)	3,75 %	1360
Schinkenspeck	3,00 %	1520
Flomen	1,13 %	7960
Schwarten	2,25 %	1350
S II	3,38 %	1770
S III	4,50 %	1770
S IV	1,50 %	1770
S V	3,00 %	5540
S VI	1,13 %	1770
S VII	0,75 %	6970
S VIII	1,50 %	6970
S IX	1,50 %	6970
S X	1,50 %	6970
<b>Innereien</b>	<b>9,31 %</b>	<b>1245</b>
Kopf (Hirn)	0,20 %	2990
Leber	0,90 %	1310
Herz	0,28 %	910
Niere	0,55 %	1020
leerer Magen	0,53 %	1510
leerer Dickdarm	1,08 %	1170
leerer Dünndarm	0,63 %	1170
leerer Blinddarm	0,14 %	1170
restliche Innereien	5,00 %	1207
<b>Knochenmark</b>	<b>4 %</b>	<b>8810</b>
<b>Blut</b>	<b>5 %</b>	<b>760</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>82,07 %</b>	<b>2495</b>

Anh. 19. Berechnung des durchschnittlichen kcal-Gehalt von Schweinefleisch. Bei dem kcal-Gehalt von Knochenmark sowie bei dem Blutanteil wurden die Werte des Rindes eingesetzt. Die Anteile der Fleischstücke wurden den Fleischkalkulationstabellen von [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) entnommen und mithilfe der Ergebnisse aus *Anh. 14* umgerechnet. Die Gewichtsangaben der Innereien stammen aus POND u. A. (1988, 704 Tab. 5).

	<b>% LG</b>	<b>kcal</b>
<b>Fleischteile</b>	<b>42 %</b>	<b>1904</b>
Keule	9,14 %	1230
Rücken mit K.	7,31 %	1437
Brust mit K.	3,65 %	1630
Schafhaxen	1,37 %	1150
Dünnung mit K.	4,33 %	2320
Bug	5,36 %	1390
Filet	0,53 %	1130
Kamm	3,52 %	1730
Hals	3,96 %	1730
Knochen, Keule, Bug, Schwanz	0,00 %	
Talg	2,63 %	7340
<b>Innereien</b>	<b>15 %</b>	<b>1077</b>
Milz	0,29 %	1080
Herz und umliegendes Fett	0,66 %	1570
Leber	1,29 %	1330
Lunge u. Luftröhre	1,55 %	940
Niere	0,23 %	930
Pansen u. Blättermagen	2,66 %	1230
Labmagen	0,60 %	1230
Dünndarm	1,03 %	960
Blinddarm	0,54 %	960
Kolon	1,24 %	960
Rest Innereien	4,92 %	960
<b>Blut</b>	<b>5 %</b>	<b>750</b>
<b>Knochenmark</b>	<b>4 %</b>	<b>8810</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>66 %</b>	<b>2055</b>

Anh. 20. Berechnung des durchschnittlichen kcal-Gehalt von Schaf-/Ziegenfleisch. Bei dem kcal-Gehalt von Knochenmark und Blut wurden die Werte des Rindes eingesetzt. Die Anteile der Fleischstücke wurden den Fleischkalkulationstabellen von [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) entnommen und mithilfe der Ergebnisse aus *Anh. 13* umgerechnet. Die Gewichtsangaben der Innereien stammen aus ATTI U. A. (2000, 39 Tab. 1).

Kalb: 50 kg Lebendgewicht	% des Lebendgewichtes						kg			kcal	
	Gewicht	Wasser	Protein	Fett	Rest	Gewicht	Protein	Fett	Protein	Fett	Gesamt
ungenießbarer Abfall	8,03 %	6,60 %	1,02 %	0,33 %	0,08 %						
genießbarer Abfall	4,65 %	3,51 %	0,79 %	0,30 %	0,05 %	2,325	0,395	0,15	1619,5	1350	2969,5
Muskel	36,54 %	28,01 %	7,12 %	1,04 %	0,37 %	18,27	3,56	0,52	14596	4680	19276
Knochen	19,34 %	10,84 %	3,97 %	1,54 %	2,99 %						
Knorpel & Sehnen	2,17 %	1,55 %	0,52 %	0,08 %	0,02 %						
Blut	5,44 %	4,47 %	0,93 %	0,01 %	0,03 %	2,72	0,465	0,005	1906,5	45	1951,5
Haut	8,04 %	5,32 %	2,53 %	0,11 %	0,08 %						
Schlachverlust	0,64 %	0,64 %									
Inhalt Verdauungstrakt	15,15 %										
Verzehrbare Gewebe:						23,315					24197
Knochenmark	4 %					2				8810	17620
Gesamt:						25,315					41817
Durchschnittlicher kcal-Wert von 1 kg verzehrbarem Gewebe/Blut:											1652

Anh. 21. Berechnung des durchschnittlichen Nährstoffgehaltes von Kälbern 0-2 Jahre. Die prozentuale Verteilung des Körpergewebes entstammt HAECKER (1915, 171).

Kalb: 100 kg Lebendgewicht		% des Lebendgewichtes				kg			kcal		
	Gewicht	Wasser	Protein	Fett	Rest	Gewicht	Protein	Fett	Protein	Fett	Gesamt
ungenießbarer Abfall	7,90 %	5,62 %	0,90 %	1,34 %	0,05 %						
genießbarer Abfall	4,52 %	3,10 %	0,76 %	0,61 %	0,05 %	4,515	0,76	0,6125	3116	5512,5	8628,5
Muskel	40,90 %	28,61 %	7,71 %	4,20 %	0,38 %	40,9	7,71	4,2025	31611	37822,5	69433,5
Knochen	13,48 %	5,42 %	2,98 %	2,12 %	2,96 %						
Knorpel & Sehnen	2,14 %	1,40 %	0,53 %	0,18 %	0,03 %						
Blut	4,64 %	3,78 %	0,83 %	0,01 %	0,03 %	4,64	0,825	0,005	3382,5	45	3427,5
Haut	7,40 %	5,11 %	2,06 %	0,18 %	0,05 %						
Schlachtverlust	0,69 %	0,69 %									
Inhalt Verdauungstrakt	18,35 %										
Verzehrbare Gewebe:						50,055					81489,5
Knochenmark	4 %					4				8810	35240
Gesamt:						54,055					116729,5
<b>Durchschnittlicher kcal-Wert von 1 kg verzehbarem Gewebe/Blut:</b>											<b>2159</b>

Anh. 22. Berechnung des durchschnittlichen Nährstoffgehaltes von Kälbern 2-4 Jahre. Die prozentuale Verteilung des Körpergewebes entstammt HÄCKER (1915, 171).

<b>Damwild</b>	<b>% LG</b>	<b>kcal-Gehalt/kg</b>
Muskel/Fett	40 %	1120
Innereien	9 %	1370
Blut	5 %	740
Knochenmark	4 %	8810
	<b>58 % Durchschnitt:</b>	<b>1656</b>

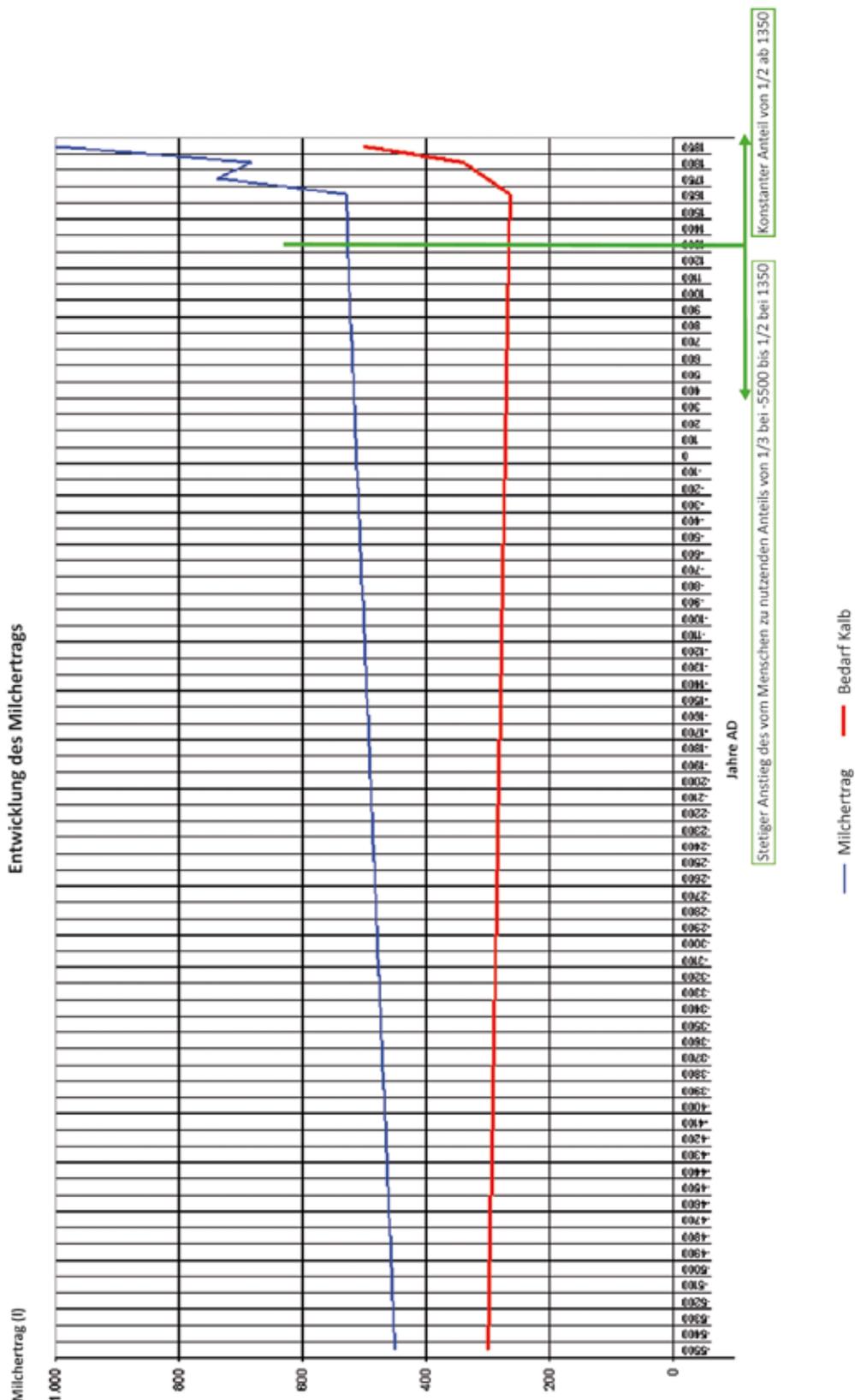
<b>Rotwild</b>	<b>% LG</b>	<b>kcal-Gehalt/kg</b>
Muskel/Fett	43 %	1120
Innereien	15 %	1100
Blut	5 %	740
Knochenmark	4 %	8810
	<b>67 % Durchschnitt:</b>	<b>1546</b>

<b>Reh</b>	<b>% LG</b>	<b>kcal-Gehalt/kg</b>
Muskel/Fett	57 %	1220
Innereien	14 %	1100
Blut	5 %	740
Knochenmark	4 %	8810
	<b>76 % Durchschnitt:</b>	<b>1550</b>

<b>Ur</b>	<b>% LG</b>	<b>kcal-Gehalt/kg</b>
Muskel/Fett	45 %	1120
Innereien	11 %	1142
Blut	4 %	740
Knochenmark	4 %	8810
	<b>64 % Durchschnitt:</b>	<b>1579</b>

<b>Wildschwein</b>	<b>% LG</b>	<b>kcal-Gehalt/kg</b>
Muskel/Fett	64 %	1620
Innereien	9 %	1100
Blut	5 %	740
Knochenmark	4 %	8810
	<b>82 % Durchschnitt:</b>	<b>1861</b>

Anh. 23: Verwertbare Teile von Wildtieren und deren kcal-Gehalt (s. *Anh. 15–17*). Die Werte für Ur und Wildschwein sind denen von Rindern resp. Schweinen entlehnt.



Anh. 24. Die Entwicklung des Milchertrags (nach HEUERMAN unpub., Abb. 6).

Jahre n. Chr.	Milchertrag [Liter/Jahr]	Quelle	Kommentar	Mittelwert	Median
um 1800	450	VON FINCKENSTEIN 1986	Posen, 1816		
	600	VON FINCKENSTEIN 1986	Ostpreußen, 1816		
	600	VON FINCKENSTEIN 1986	Westpreußen, 1816		
	600	VON FINCKENSTEIN 1986	Pommern, 1816		
	600	VON FINCKENSTEIN 1986	Schlesien, 1816	682	700
	700	VON FINCKENSTEIN 1986	Brandenburg, 1816		
	700	VON FINCKENSTEIN 1986	Westfalen, 1816		
	700	VON FINCKENSTEIN 1986	Rheinland, 1816		
	750	ACHILLES 1991			
	800	VON FINCKENSTEIN 1986	Sachsen, 1816		
1700–1800	540	MACKROTT 1994		738	800
	800	SAALFELD 1967			
	800	BECK 1986			
	950	BECK 1986	Bayern, jeweils 1721/1722		
	600	BECK 1986			
1600–1700	360	MACKROTT 1994			
	423,5	SAALFELD 1960	Kreis Braunschweig	528	423,5
	800	HAUSER 1988			
1300–1400	455–600	BIDDICK 1989	Peterborough Abbey, 13./14. Jahrhundert	527,5	527,5
um Chr. Geburt	400–600	TEICHERT 1978	Germanen	500	500

Anh. 25. Übersicht über den Milchertrag aus historischen Quellen um 1800 n. Chr. (nach HEUERMANNN unpub., Tab. 1).

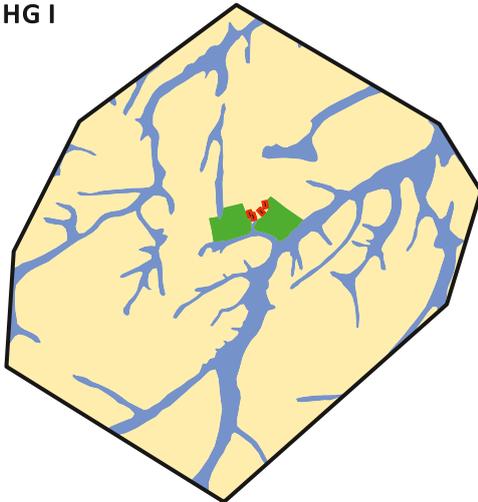
Fundplatz	Einkorn	Emmer	andere Weizen	Gerste	Hirse	Roggen	Linse	Erbse	Linsen-Wicke	Ackerbohne	Lein	Mohn	Total
Bad Homburg v. d. H.	149,33	947,34	645,32				3,33	6,67			1		1752,99
Bracht, Rauschenberg	120,75	291,23	62,02				62	8					544,00
Bruchenbrücken, Friedberg	281,02	616,56	7,36	14,71	3,68	3,68	137	37		1	21	2	1125,01
Fauerbach v. d. H., Butzbach	986,09	307,45	133,46				31,87	6,13			1	2	1468,00
Fechenheim, Frankfurt	855,65	460,73	204,04		6,58		63,02	4,98			7	1	1603,00
Hailer, Gelnhausen	2271,46	1106,93	109,28			2,33		1695,8	39,2		1	0	5226,00
Harheim, Frankfurt	121,25	180,04	22,7				3	3					329,99
Herxheim, Landau	453,65	71,63	84,72				8	34			2	2	656,00
Kloppenheim, Karben	24,05	150,34	82,61					2					259,00
Mittelbuchen, Hanau	246,32	134,36	70,32				18,19	828,81			1	1	1300,00
Nieder-Eschbach, Frankfurt	1449,74	576,78		19,49			32,14	8,86			196		2283,01
Niedergründau, Gründau	54,14	54,14	205,72					15			1		330,00
Niederhöchstadt, Eschborn	1883,86	196,05	80,09				9,09	1885,9			0		4055,00
Nieder-Mörlen, Bad Nauheim	1778,51	383,6	256,88				38,05	13,95			34	38	2542,99
Rauheim	69,22	12,98	8,81					117					208,01
Usingen	1836,15	1711,05	749,07	1,74			285,66	1947,3	2,01		2	2	6537,01
Wernsberg, Homberg (Efze)	60,37	80,5	129,13				8,56	13,44			1		293,00
Vaihingen/Enz	3090,29	1320,43	1,55	5,48			80,65	321,35			154	14	4987,75
LW 8, Aldenhoven	851,34	1665,66	4	7	17			11			17	24	2597,00
Gesamt	16 583,19	10 267,80	2857,08	48,42	27,26	6,01	780,56	6960,25	41,19	1,00	439,00	86,00	38 097,76
%	43,53	26,95	7,50	0,13	0,07	0,02	2,05	18,27	0,11	0,003	1,15	0,23	100,00

Anh. 26. Verteilung von Kulturpflanzenresten (Anzahl) aus archäobotanischen Untersuchungen von Fundplätzen aus Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen. Getreidezahlen nach aoristischer Verteilung der undefinierten Getreidereste (zur Methode MISCHKA 2004; Daten nach BOGAARD 2011, 290–373; KREUZ u. A. 2005, 245; Tab. 5; 26).

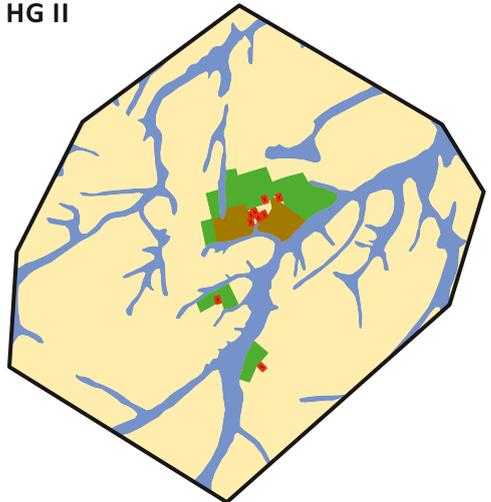
Fundplatz	Einkorn	Emmer	andere Weizen	Gerste	Hirse	Roggen	Linse	Erbse	Linsen-Wicke	Ackerbohne	Lein	Mohn	Total
Bad Homburg v. d. H.	8,52	54,04	36,81				0,19	0,38			0,06		100
Bracht, Rauschenberg	22,20	53,53	11,40				11,40	1,47					100
Bruchenbrücken, Friedberg	24,98	54,80	0,65	1,31	0,33	0,33	12,18	3,29		0,09	1,87	0,18	100
Fauerbach v. d. H., Burtzbach	67,17	20,94	9,09				2,17	0,42			0,07	0,14	100
Fechenheim, Frankfurt	53,38	28,74	12,73		0,41		3,93	0,31			0,44	0,06	100
Hailer, Gelnhausen	43,46	21,18	2,09			0,04		32,45	0,75		0,02		100
Hartheim, Frankfurt	36,74	54,56	6,88				0,91	0,91					100
Herxheim / Landau	69,15	10,92	12,91				1,22	5,18			0,30	0,30	100
Kloppenheim, Karben	9,29	58,05	31,90					0,77					100
Mittelbuchen, Hanau	18,95	10,34	5,41				1,40	63,75			0,08	0,08	100
Nieder-Eschbach, Frankfurt	63,50	25,26	-	0,85			1,41	0,39			8,59		100
Niedergründau, Gründau	16,41	16,41	62,34					4,55			0,30		100
Niederhöchstadt, Eschborn	46,46	4,83	1,98				0,22	46,51					100
Nieder-Mörlen, Bad Nauheim	69,94	15,08	10,10				1,50	0,55			1,34	1,49	100
Raunheim	33,28	6,24	4,24					56,25					100
Usingen	28,09	26,17	11,46	0,03			4,37	29,79	0,03		0,03	0,03	100
Wernsberg, Homberg (Efze)	20,60	27,47	44,07				2,92	4,59			0,34		100
Vaihingen/Enz	61,96	26,47	0,03	0,11			1,62	6,44			3,09	0,28	100
LW 8, Aldenhoven	32,78	64,14	0,15	0,27	0,65			0,42			0,65	0,92	100
% auf Gesamtsumme	43,53	26,95	7,50	0,13	0,07	0,02	2,05	18,27	0,11	0,003	1,15	0,23	100

Anh. 27. Verteilung von Kulturpflanzenresten (%) aus archäobotanischen Untersuchungen von Fundplätzen aus Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen. Getreidezahlen nach aoristischer Verteilung der undefinierten Getreidereste (zur Methode Mischka 2004; Daten nach BOGAARD 2011, 290–373; KREUZ u. A. 2005, 245; Tab. 5; 26).

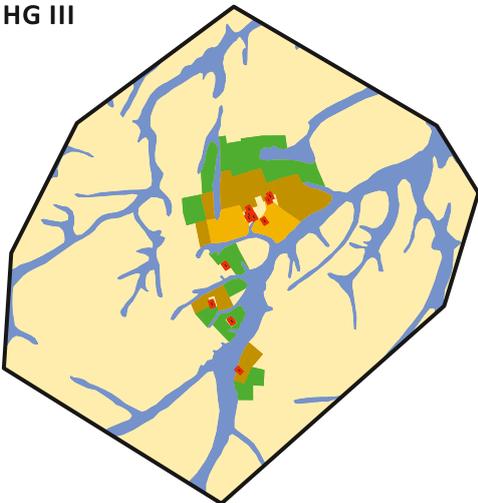
HG I



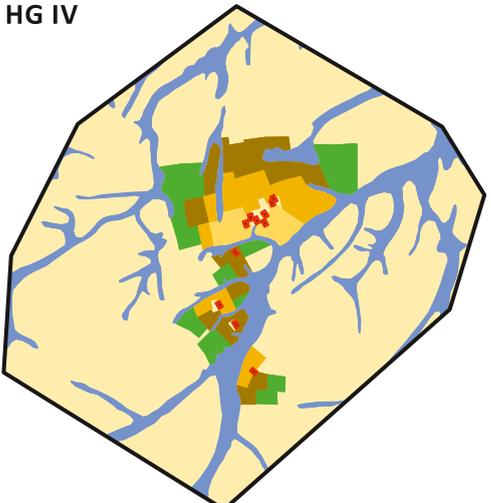
HG II



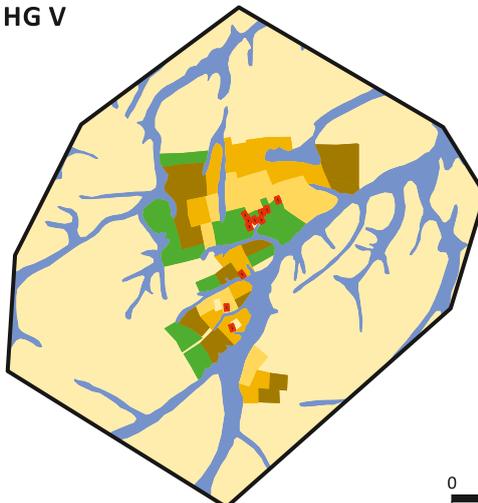
HG III



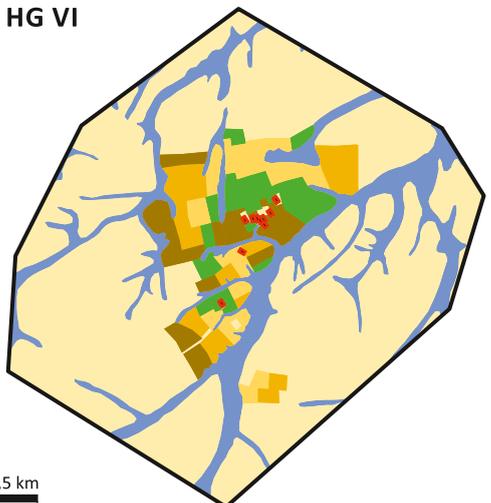
HG IV



HG V

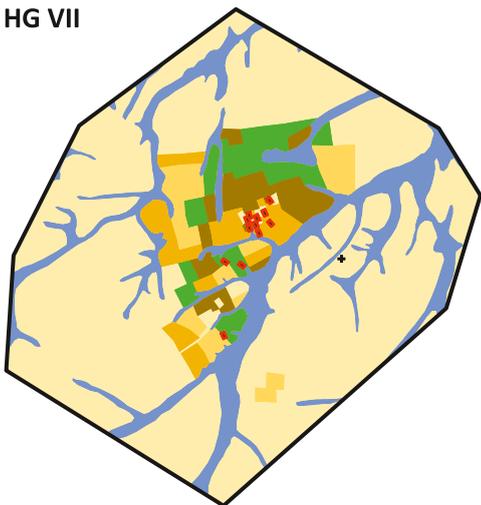


HG VI

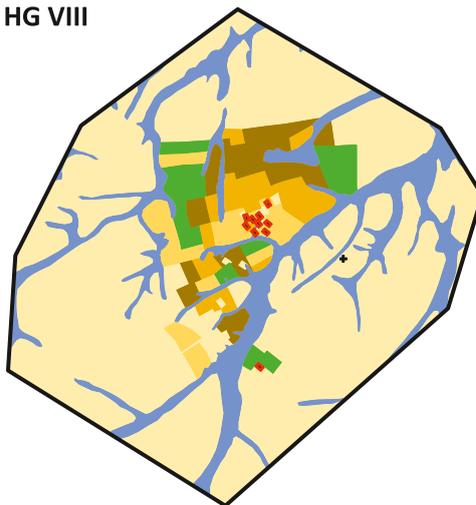


Anh. 28. Mittleres Merzbachtal. Bandkeramische Besiedlung getrennt nach Hausgenerationen (HG) mit möglicher Lage der Feldfluren und Brachen („Lage und Größe bandkeramischer Feldfluren auf der Aldenhovener Platte“ S. 90–96).

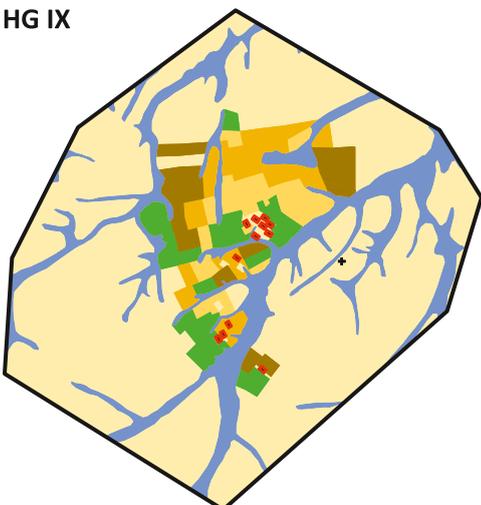
HG VII



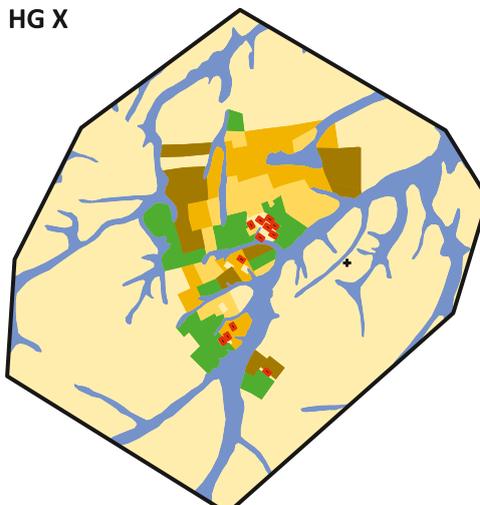
HG VIII



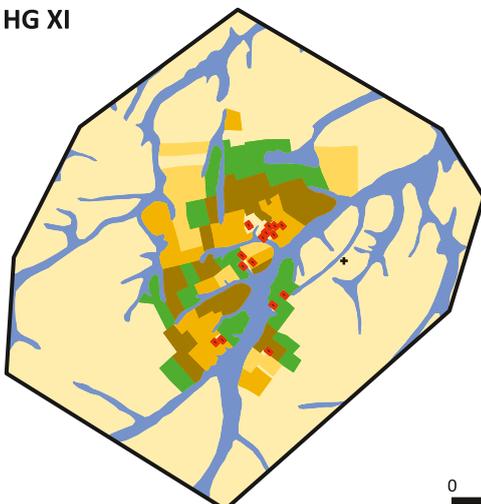
HG IX



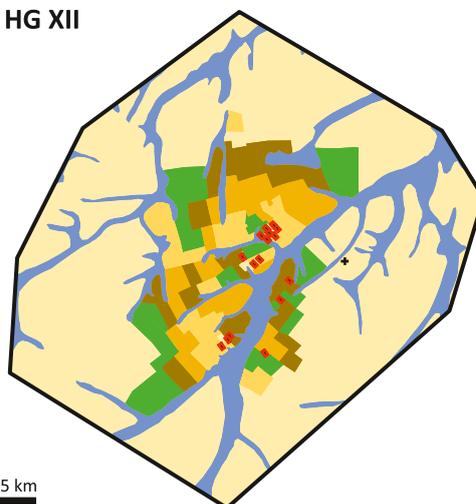
HG X



HG XI

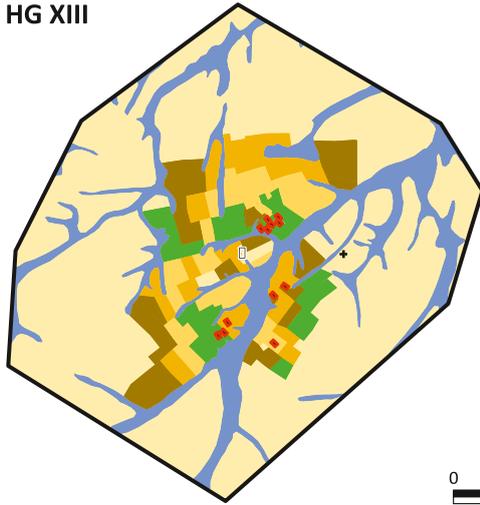


HG XII

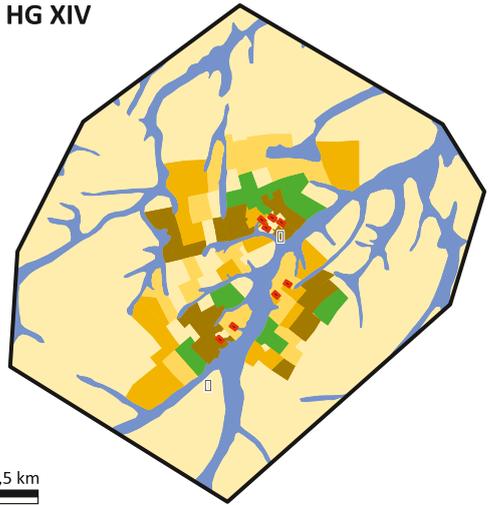


Anh. 28. (Forts.)

HG XIII



HG XIV



**Legende für Anhang 28  
(Mittl. Merzbachtal / HG I – HG XIV)**

**Flächennutzung**

- Haus
- Felder
- Hofplatz
- Brache, 25 Jahre
- Brache, 50 Jahre
- Brache, 75 Jahre

**anderes**

- ⊕ LBK-Gräberfeld
- ◆ LBK-Erdwerk

**Landschaftstypen**

- Lindenwald
- Talfläche

Anh. 28. (Forts.)

Parameter	Grenzwert	Einheit	Uevekoven	Wassenberg	Arsbeck	Erkelenz	Mittelwert	Pl./P/31/Tag	Ald. Pl./P/31/Tag	Ald. Pl./P/31/Jahr
<i>Wassertemperatur</i>	25	°C	10,6	11,4	10,7	11,6	11,08			
<i>pH-Wert</i>	25		7,86	7,44	7,72	7,68	7,68			
<i>elektrische Leitfähigkeit</i>	2000	µS	502	524	338	708	518,00			
Calcium	400	mg/l	77,6	66,5	50,1	119	78,30	115 806	42 269 081	
Chlorid	250	mg/l	26,9	21,3	14,6	49,2	28,00	41 412	15 115 380	
Eisen (max.)	0,2	mg/l	< 0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	18	6613	
Mangan (max.)	0,05	mg/l	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,005	0,01	11	4184	
Kalium	12	mg/l	3	6	1,3	1,5	2,95	4363	1 592 513	
Magnesium	50	mg/l	13,1	14,5	11,1	14,8	13,38	19 782	7 220 293	
Natrium	150	mg/l	12,6	17,3	7,6	14,8	13,08	19 338	7 058 343	
Sulfat	240	mg/l	62,4	47,2	26,9	95,9	58,10	85 930	31 364 414	
Blei (max.)	0,04	mg/l	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	4	1620	
Nitrat (max.)	50	mg/l	18,6	29,9	< 1,0	33,7	16,50	24 404	8 907 278	
Nitrit (max.)	0,1	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	30	10 797	
Härte gesamt		mmol/l	2,5	2,3	1,7	3,6	2,53			

Anh. 29. Aldenhovener Platte (Ald. Pl.), HG X. Nahrungsinhaltsstoffe von Trinkwasser (Quelle: <http://www.kreiswasserwerk.de/cms/Wasserversorgung/Wasserqualitaet/Wasseranalyse.html> [Zugriff: 07.12.2012]).

Nährstoffe	Einkorn	Emmer	Weizen	Gerste	Hirse	Roggen	Linse	Erbse	Ackerbohne	Linsen-Wicke	Lein	Mohn
Proteine (g)	10,6	10,6	10,6	10,4	9,8	8,8	23,4	22,9	20,9	23,4	24,4	20,2
Fett (g)	1,8	1,8	1,8	2,1	3,9	1,7	1,6	1,4	1,6	1,6	30,9	42,2
Kohlenhydrate (g)	59,6	59,6	59,6	63,3	68,8	60,7	40,6	41,2	34,7	40,6		4,2
Ballaststoffe (g)	13,3	13,3	13,3	9,8	3,8	13,2	17	16,6	23,2	17	38,6	20,5
Natrium (mg)	7,7	7,7	7,7	18	3	4	6,6	24	3,5	6,6	60	21
Kalium (mg)	380	380	380	444	173	510	837	992	1337	837	725	705
Magnesium (mg)	97	97	97	114	123	91	129	118	140	129		333
Calcium (mg)	33	33	33	38	9,5	37	65	50	113	65	198	1460
Mangan, min. (mg)	3,1	3,1	3,1	1,4	1,1	2,9	1,5	1,2	1,6	1,5	2,6	1,2
Eisen (mg)	3,2	3,2	3,2	2,8	6,9	2,8	8	5,2	6,5	8	8,2	9,5
Kupfer, min. (mg)	0,37	0,37	0,37	0,427	0,61	0,392	0,763	0,655	0,635	0,763	1,2	1
Zink (mg)	2,6	2,6	2,6	2,8	2,9	2,9	3,4	3,3	2,5	3,4	5,5	8,1
Nickel, min. (mg)	0,013	0,013	0,013	0,027	0,15	0,02						
Chrom, min. (mg)				0,013	0,0027	0,0066						
Phosphor (mg)	342	342	342	342	275	340	408	348	414	408	662	854
Chlorid (mg)							84	55	47	84		
Fluorid (mg)				0,12	0,05	0,15						
Iodid (mg)				0,002								
Selen, min. (mg)	0,0021	0,0021	0,0021	0,007		0,0014	0,0098	0,003	0,014	0,0098		
Vitamin A (mg)							0,017	0,013	0,067	0,017		
Carotinoide (mg)							0,1	0,08	0,4	0,1		
Vitamin E (mg)	1,4	1,4	1,4	0,674	0,41	2			0,21			
Vitamin K (mg)							0,123	0,081		0,123	0,005	
Vitamin B1 (mg)	0,455	0,455	0,455	0,43	0,433	0,368	0,48	0,8	0,503	0,48	0,17	0,86
Vitamin B2 (mg)	0,094	0,094	0,094	0,18	0,109	0,17	0,265	0,274	0,177	0,265	0,16	0,17
Vitamin B6 (mg)	0,269	0,269	0,269	0,56	0,519	0,233	0,55	0,118	0,435	0,55		0,44
Nicotinamid (mg)	5,1	5,1	5,1	4,8	1,8	1,8	2,5	2,7	2	2,5	1,4	0,9
Panthenensäure (mg)	1,2	1,2	1,2	0,68		1,5	1,6	2	0,87	1,6		
Biotin, min. (mg)	0,006	0,006	0,006			0,005						
Folsäure (mg)	0,087	0,087	0,087	0,065		0,143	0,168	0,151	0,205	0,168		
Vitamin C (mg)						7	7	1,6	2,5	7		

Nährstoffe	Einkorn	Emmer	Weizen	Gerste	Hirse	Roggen	Linse	Erbse	Ackerbohne	Linsenwicke	Lein	Mohn	Σ
Proteine (g)	5 449 077	3 558 139	1 201 328	18 502	1 386	2058	536 417	1 240 238	9536	28 307	72 930	785	12 118 703
Fett (g)	925 315	604 212	203 999	3736	552	398	36 678	75 822	730	1935	92 358	1639	1 947 374
Kohlenhydrate (g)	30 638 207	20 006 141	6 754 639	112 613	9733	14 198	930 706	2 231 344	15 833	49 113	163	163	60 762 690
Ballaststoffe (g)	6 837 049	4 464 458	1 507 327	17 434	538	3088	389 705	899 037	10 586	20 565	115 373	796	14 265 956
Natrium (mg)	3 958 292	2 584 686	872 663	32 023	424	936	151 297	1 299 812	1597	7984	179 336	816	9 089 866
Kalium (mg)	195 344 271	127 555 931	43 066 491	789 889	24 473	119 295	19 187 220	53 725 573	610 059	1012 506	2 166 981	27 388	443 630 077
Magnesium (mg)	49 864 196	32 560 330	10 993 288	202 809	17 400	21 286	2 957 170	6 390 744	63 881	156 049		12 936	103 240 089
Calcium (mg)	16 964 108	11 077 226	3 739 985	67 603	1344	8655	1 490 047	2 707 942	51 561	78 629	591 810	56 717	36 835 627
Mangan (mg)	1 593 598	1 040 588	351 332	2491	156	678	34 386	64 991	730	1815	7771	47	3 098 583
Eisen (mg)	1 645 004	1 074 155	362 665	4981	976	655	183 390	281 626	2966	9677	24 509	369	3 590 973
Kupfer (mg)	190 204	124 199	41 933	760	86	92	17 491	35 474	290	923	3587	39	415 078
Zink (mg)	1 336 566	872 751	294 665	4981	410	678	77 941	178 724	1141	4113	16 439	315	2 788 724
Nickel (mg)	6683	4364	1473	48	21	5							12 594
Chrom (mg)				23		2							25
Phosphor (mg)	175 809 844	114 800 338	38 759 842	608 428	38 903	79 530	9 352 910	18 847 278	188 904	493 551	1 978 678	33 176	360 991 382
Chlorid (mg)							1 925 599	2 978 736	21 446	101 613			5 027 394
Fluorid (mg)				213	7	35							255
Iodid (mg)								758					758
Selen (mg)	1080	705	238	12			225	162	6	12			2440
Vitamin A (mg)							390	704	31	21			1146
Carotinoide (mg)							2292	4333	183	121			6929
Vitamin E (mg)	719 689	469 943	158 666	1199	58	468			96				1 350 119
Vitamin K (mg)							2820	4387			15		7371
Vitamin B1 (mg)	233 899	152 731	51 566	765	61	86	11 003	43 327	230	581	508	33	494 790
Vitamin B2 (mg)	48 322	31 553	10 653	320	15	40	6075	14 840	81	321	478	7	112 705
Vitamin B6 (mg)	138 283	90 296	30 487	996	73	55	12 608	6391	198	665		17	280 069
Nicotinamid (mg)	2 621 726	1 711 935	577 998	8539	255	421	57 309	146 229	913	3024	4185	35	5 132 569
Panthonensäure (mg)	616 877	402 808	135 999	1210		351	36 678	108 318	397	1935			1 304 573
Biotin (mg)	3084	2014	680			1							5779
Folsäure (mg)	44 724	29 204	9 860	116		33	3851	8178	94	203			96 263
Vitamin C (mg)							160 467	86 654	1141	8468			256 730

Anh. 31. Aldenhovener Platte, HG-X. Nahrungsinhaltsstoffe der Kulturpflanzen 1: 80 % Pflanzen und 20 % Viehzucht. Zugrunde liegen als Energiebedarf 2600 kcal/P/Tag (Nährstoffe nach Souci u. a. 1981).

Nährstoffe	Einkorn	Emmer	Weizen	Gerste	Hirse	Roggen	Linse	Erbse	Ackerbohne	Linsen-Würste	Lein	Mohn	Σ
Proteine (g)	6 470 779	4 225 290	1 426 578	21 971	1 646	2444	636 995	1 472 782	11 325	33 614	86 605	932	14 390 961
Fett (g)	1 098 812	717 502	242 249	4436	655	472	43 555	90 039	867	2298	109 675	1 947	2 312 508
Kohlenhydrate (g)	36 382 870	23 757 292	8 021 134	133 727	11 558	16 861	1 105 214	2 649 721	18 802	58 322	137 006	194	72 155 695
Ballaststoffe (g)	8 118 996	5 301 543	1 789 951	20 703	638	3667	462 774	1 067 606	12 571	24 421	212 962	946	16 940 822
Natrium (mg)	4 700 472	3 069 315	1 036 287	38 027	504	1111	179 665	1 543 527	1896	9481	212 962	969	10 794 216
Kalium (mg)	231 971 322	151 472 668	51 141 458	937 994	29 062	141 662	22 784 824	63 799 118	724 445	1 202 351	2 573 290	32 523	526 810 717
Magnesium (mg)	59 213 732	38 665 392	13 054 530	240 836	20 663	25 277	3 511 639	7 589 008	75 858	185 309	702 774	15 362	122 597 606
Calcium (mg)	20 144 878	13 154 205	4 441 232	80 279	1596	10 277	1 769 431	3 215 681	61 228	93 373	9228	55	43 742 307
Mangan (mg)	1 892 398	1 235 698	417 207	2958	185	806	40 833	77 176	867	2155	29 105	438	3 679 565
Eisen (mg)	1 953 443	1 275 559	430 665	5915	1159	778	217 776	334 431	3522	11 492	42 59	46	4 264 283
Kupfer (mg)	225 867	147 487	49 796	902	102	109	20 770	42 125	344	1096	19 522	374	492 904
Zink (mg)	1 587 172	1 036 392	349 915	5915	487	806	92 555	212 235	1355	4884	14 955		3 311 611
Nickel (mg)	7936	5182	1750	57	25	6							
Chrom (mg)				27		2							29
Phosphor (mg)	208 774 190	136 325 401	46 027 312	722 509	46 197	94 442	11 106 581	22 381 142	224 323	586 092	2 349 680	39 396	428 677 265
Chlorid (mg)							2 286 649	3 537 249	25 467	120 666			5 970 031
Fluorid (mg)				254	8	42							304
Iodid (mg)								900					900
Selen (mg)	1282	837	283	15			267	193	8	14			2898
Vitamin A (mg)							463	836	36	24			1360
Carotinoide (mg)							2722	5145	217	144			8228
Vitamin E (mg)	854 631	558 057	188 416	1424	69	556			114				1 603 266
Vitamin K (mg)							3348	5209		177	18		8752
Vitamin B1 (mg)	277 755	181 369	61 235	908	73	102	13 067	51 451	273	690	603	40	587 565
Vitamin B2 (mg)	57 382	37 470	12 651	380	18	47	7214	17 622	96	381	568	8	133 837
Vitamin B6 (mg)	164 211	107 227	36 203	1183	87	65	14 972	7589	236	790		20	332 583
Nicotinamid (mg)	3 113 299	2 032 923	686 372	10 140	302	500	68 055	173 647	1084	3591	4969	42	6 094 924
Panthenolensäure (mg)	732 541	478 335	161 499	1437		417	43 555	128 627	471	2298			1 549 181
Biotin (mg)	3663	2392	807			1							6863
Folsäure (mg)	53 109	34 679	11 709	137		40	4573	9711	111	241			114 311
Vitamin C (mg)							190 554	102 902	1355	10 056			304 867

Anh. 32. Aldenhovener Platte, HG X. Nahrungsinhaltsstoffe der Kulturpflanzen 2: 95 % Pflanzen und 5 % Viehzucht. Zugrunde liegen als Energiebedarf 2600 kcal/P/Tag (Nährstoffe nach Souci u. a. 1981).

Nährstoffe	Kalb	Jungrind	Rind	Schaf/Ziege	Schwein	Hirsch
Proteine (g)	18,14	18,91	16,72	16,91	18,60	18,20
Fett (g)	10,02	10,52	20,78	15,64	16,22	9,12
Cholesterin (mg)	111,98	106,02	96,87	153,13	93,17	160,67
Kohlenhydrate (g)	0,42	0,44	0,36	0,12	0,20	0,13
Ballaststoffe (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natrium (mg)	108,15	88,49	70,61	91,65	67,54	92,82
Kalium (mg)	257,07	301,49	229,79	225,71	248,87	256,53
Magnesium (mg)	19,67	18,56	14,95	19,05	26,29	17,10
Calcium (mg)	17,43	5,72	4,86	9,50	5,55	8,88
Mangan, min. (mg)	0,05	0,04	0,04	0,05	0,08	0,04
Eisen (mg)	7,00	6,43	5,28	6,90	6,39	7,97
Kupfer, min. (mg)	0,65	0,35	0,26	0,42	0,21	0,41
Zink (mg)	3,33	3,67	3,41	3,04	2,27	2,60
Phosphor (mg)	182,55	176,38	155,86	157,17	146,59	172,50
Chlorid (mg)	91,05	73,32	71,18	96,66	73,64	76,52
Fluorid (mg)	0,02	0,06	0,05	0,03	0,07	0,04
Iodid (mg)	0,00099	0,00159	0,00170	0,00196	0,00131	0,00184
Vitamin A (mg)	1,97	1,27	0,83	0,53	1,61	0,44
Vitamin D (mg)	0,00003	0,00008	0,00006	0,00014	0,00009	0,00014
Vitamin E (mg)	0,21	0,43	0,40	0,25	0,40	0,19
Vitamin K (mg)	0,01738	0,01597	0,01185	0,00103	0,01675	0,00084
Vitamin B1 (mg)	0,10	0,20	0,10	0,13	0,62	0,22
Vitamin B2 (mg)	0,45	0,44	0,30	0,36	0,45	0,38
Vitamin B6 (mg)	0,42	0,25	0,21	0,17	0,44	0,27
Nicotinamid (mg)	5,88	6,96	4,72	5,32	4,72	1,43
Panthsäure (mg)	1,83	1,11	0,86	1,10	1,13	1,19
Biotin, min. (mg)	0,00681	0,01050	0,00718	0,00616	0,00592	0,00567
Folsäure (mg)	0,03082	0,02131	0,01600	0,02604	0,01587	0,01429
Vitamin B12 (mg)	0,00645	0,00936	0,00654	0,00443	0,00492	0,00431
Vitamin C (mg)	2,00	1,91	2,23	3,66	2,27	3,52

Anh. 33. Nährstoffangaben je 100 g bei Rindern verschiedenen Alters, bei Schafen und Ziegen, Schweinen und Rotwild (nach SOUČI u. A. 1981).

Nährstoffe	Kalb	Jungrind	Rind	Ochse	Schaf/Ziege	Schwein	Rorwild	Σ
Proteine (g)	317 292	1 292 345	2 277 705	765 358	219 581	766 300	495 152	6 133 733
Fett (g)	175 178	718 487	2 831 443	951 425	203 005	667 974	248 041	5 795 553
Cholesterin (mg)	1 958 584	7 244 375	13 197 960	4 434 797	1 988 115	3 838 076	4 370 269	37 032 176
Kohlenhydrate (g)	7383	30 179	48 369	16 253	1597	8376	3436	115 593
Natrium (mg)	1 891 660	6 046 694	9 619 612	3 232 395	1 189 956	2 782 170	2 524 627	27 287 115
Kalium (mg)	4 496 376	20 600 637	31 306 593	10 519 685	2 930 445	10 251 789	6 977 612	87 083 137
Magnesium (mg)	344 087	1 268 284	2 036 180	684 200	247 324	1 083 061	465 140	6 128 276
Calcium (mg)	304 863	390 784	662 111	222 484	123 372	228 655	241 654	2 173 923
Mangan, min. (mg)	898	3074	5209	1750	600	3273	1162	15 966
Eisen (mg)	122 459	439 220	719 975	241 927	89 534	263 099	216 653	2 092 868
Kupfer, min. (mg)	11 290	24 038	35 210	11 831	5486	8455	11 146	107 457
Zink (mg)	58 276	251 093	464 659	156 135	39 490	93 561	70 773	1 133 987
Phosphor (mg)	3 193 030	12 051 577	21 234 172	7 135 136	2 040 543	6 038 455	4 692 101	56 385 015
Chlorid (mg)	1 592 515	5 009 736	9 697 249	3 258 483	1 254 917	3 033 582	2 081 409	25 927 892
Fluorid (mg)	420	4259	7239	2433	431	3035	1105	18 922
Iodid (mg)	17	109	232	78	25	54	50	565
Vitamin A (mg)	34 476	86 632	112 947	37 953	6826	66 368	11 836	357 038
Vitamin D (mg)	1	6	9	3	2	4	4	28
Vitamin E (mg)	3718	29 171	54 188	18 208	3222	16 275	5291	130 073
Vitamin K (mg)	304	1091	1614	542	13	690	23	4 278
Vitamin B1 (mg)	1703	13 998	13 881	4664	1680	25 673	5871	67 471
Vitamin B2 (mg)	7829	29 736	41 484	13 939	4642	18 564	10 324	126 519
Vitamin B6 (mg)	7409	17 411	28 136	9454	2205	18 266	7310	90 191
Nicotinamid (mg)	102 933	475 263	643 678	216 290	69 069	194 486	38 971	1 740 690
Panthonensäure (mg)	31 936	75 634	117 247	39 397	14 267	46 363	32 249	357 093
Biotin, min. (mg)	119	717	978	329	80	244	154	2621
Folsäure (mg)	539	1456	2180	732	338	654	389	6288
Vitamin B12 (mg)	113	640	890	299	57	203	117	2319
Vitamin C (mg)	35 065	130 640	304 341	102 265	47 472	93 689	95 834	809 307

Anh. 34. Aldenhovener Platte, HG X. Nahrungsinhaltsstoffe in Fleischprodukten 1: 80 % Pflanzen und 20 % Viehzucht. Zugrunde liegen als Energiebedarf 2600 kcal/P/Tag (Nährstoffe nach Souci u. a. 1981).

Nährstoffe	Kalb	Jungrind	Rind	Ochse	Schaff/Ziege	Schwein	Rotwild	Σ
Proteine (g)	79 323	323 086	569 426	191 339	54 895	191 575	123 788	1 533 432
Fett (g)	43 794	179 622	707 861	237 856	50 751	166 993	62 010	1 448 887
Cholesterin (mg)	489 646	1 811 094	3 299 490	1 108 699	497 029	959 519	1 092 567	9 258 044
Kohlenhydrate (g)	1846	7545	12 092	4063	399	2094	859	28 898
Natrium (mg)	472 915	1 511 674	2 404 903	808 099	297 489	695 543	631 157	6 821 780
Kalium (mg)	1 124 094	5 150 159	7 826 648	2 629 921	732 611	2 562 947	1 744 403	21 770 783
Magnesium (mg)	86 022	317 071	509 045	171 050	61 831	270 765	116 285	1 532 069
Calcium (mg)	76 216	97 696	165 528	55 621	30 843	57 164	60 413	543 481
Mangan, min. (mg)	224	768	1302	438	150	818	290	3990
Eisen (mg)	30 615	109 805	179 994	60 482	22 384	65 775	54 163	523 218
Kupfer, min. (mg)	2823	6010	8802	2958	1372	2114	2787	26 866
Zink (mg)	14 569	62 773	116 165	39 034	9873	23 390	17 693	283 497
Phosphor (mg)	798 258	3 012 894	5 308 543	1 783 784	510 136	1 509 614	1 173 025	14 096 254
Chlorid (mg)	398 129	1 252 434	2 424 312	814 621	313 729	758 396	520 352	6 481 973
Fluorid (mg)	105	1065	1810	608	108	759	276	4731
Iodid (mg)	4	27	58	19	6	13	13	140
Vitamin A (mg)	8619	21 658	28 237	9488	1707	16 592	2959	89 260
Vitamin D (mg)		1	2	1		1	1	6
Vitamin E (mg)	930	7293	13 547	4552	805	4069	1323	32 519
Vitamin K (mg)	76	273	404	136	3	173	6	1071
Vitamin B1 (mg)	426	3500	3470	1166	420	6418	1468	16 868
Vitamin B2 (mg)	1957	7434	10 371	3485	1160	4641	2581	31 629
Vitamin B6 (mg)	1852	4353	7034	2364	551	4566	1828	22 548
Nicotinamid (mg)	25 733	118 816	160 920	54 072	17 267	48 622	9743	435 173
Panthonensäure (mg)	7984	18 908	29 312	9849	3567	11 591	8062	89 273
Biotin, min. (mg)	30	179	245	82	20	61	39	656
Folsäure (mg)	135	364	545	183	85	163	97	1572
Vitamin B12 (mg)	28	160	223	75	14	51	29	580
Vitamin C (mg)	8766	32 660	76 085	25 566	11 868	23 422	23 959	202 326

Anh. 35. Aldenhovener Platte, HG X. Nahrungsinhaltsstoffe in Fleischprodukten 2: 95 % Pflanzen und 5 % Viehzucht. Zugrunde liegen als Energiebedarf 2600 kcal/P/Tag (Nährstoffe nach Souci u. a. 1981).

Nährstoffe	Schaf	Ziege	Mittelwert Schaf/Ziege	Rind
Proteine (g)	7,00	3,40	5,2	3,30
Fett (g)	5,50	4,20	4,85	3,80
Cholesterin (mg)	10,00	10,00	10	10,00
Kohlenhydrate (g)	4,70	4,40	4,55	4,80
Ballaststoffe (g)				
Natrium (mg)	50,00	40,00	45	50,00
Kalium (mg)	180,00	180,00	180	150,00
Magnesium (mg)	18,00	15,00	16,5	12,00
Calcium (mg)	190,00	130,00	160	120,00
Mangan, min. (mg)	0,02	0,01	0,013	0,01
Eisen (mg)	0,09	0,07	0,08	0,05
Kupfer, min. (mg)	0,10	0,04	0,065	0,01
Zink (mg)	0,50	0,35	0,425	0,38
Phosphor (mg)	140,00	105,00	122,5	93,00
Chlorid (mg)	80,00	130,00	105	100,00
Fluorid (mg)	0,02	0,02	0,0175	0,02
Iodid (mg)	0,01	0,00	0,007	0,01
Vitamin A (mg)	0,07	0,06	0,064	0,04
Carotinoide (mg)	0,01	0,04	0,0225	0,02
Vitamin D (mg)	0,00	0,00	0,000205	0,00
Vitamin E (mg)	0,20	0,10	0,15	0,13
Vitamin K (mg)	0,01		0,0055	
Vitamin B1 (mg)	0,08	0,05	0,0625	0,04
Vitamin B2 (mg)	0,36	0,15	0,255	0,18
Vitamin B6 (mg)	0,08	0,03	0,055	0,05
Nicotinamid (mg)	0,48	0,30	0,39	0,09
Panθοthensäure (mg)	0,44	0,31	0,375	0,35
Biotin, min. (mg)	0,01		0,0065	
Folsäure (mg)	0,01		0,0035	0,01
Vitamin B12 (mg)			0,00035	
Vitamin C (mg)	4,50	1,50	3	1,70

Anh. 36. Nährstoffangaben je 100 g in Milch von Schafen, Ziegen und Rindern (nach Souci u. A. 1981).

Nährstoffe	Szenario 1 80 % pflanzliche und 20 % tierische Quellen			Szenario 2 95 % pflanzliche und 5 % tierische Quellen		
	Schaf/Ziege	Rind	Σ	Schaf/Ziege	Rind	Σ
Proteine (g)	102 621	662 669	765 290	25 655	165 667	191 323
Fett (g)	95 714	763 073	858 787	23 928	190 768	214 697
Cholesterin (mg)	197 348	2 008 088	2 205 436	49 337	502 022	551 359
Kohlenhydrate (g)	89 793	963 882	1 053 676	22 448	240 971	263 419
Natrium (mg)	888 066	10 040 440	10 928 506	222 017	2 510 110	2 732 127
Kalium (mg)	3 552 264	30 121 320	33 673 584	888 066	7 530 330	8 418 396
Magnesium (mg)	325 624	2 409 706	2 735 330	81 406	602 426	683 832
Calcium (mg)	3 157 568	24 097 056	27 254 624	789 392	6 024 264	6 813 656
Mangan, min. (mg)	257	1004	1261	64	251	315
Eisen (mg)	1579	10 040	11 619	395	2510	2905
Kupfer, min. (mg)	1283	2410	3692	321	602	923
Zink (mg)	8387	76 307	84 695	2097	19 077	21 174
Phosphor (mg)	2 417 513	18 675 218	21 092 731	604 378	4 668 805	5 273 183
Chlorid (mg)	2 072 154	20 080 880	22 153 034	518 039	5 020 220	5 538 259
Fluorid (mg)	345	3414	3759	86	853	940
Iodid (mg)	138	1406	1544	35	351	386
Vitamin A (mg)	1263	8635	9898	316	2159	2474
Carotinoide (mg)	444	3615	4059	111	904	1015
Vitamin D (mg)	4	18	22	1	5	6
Vitamin E (mg)	2960	25 704	28 664	740	6426	7166
Vitamin K (mg)	109	803	912	27	201	228
Vitamin B1 (mg)	1233	8032	9266	308	2008	2316
Vitamin B2 (mg)	5032	36 146	41 178	1258	9036	10 294
Vitamin B6 (mg)	1085	9237	10 323	271	2309	2581
Nicotinamid (mg)	7697	18 073	25 769	1924	4518	6442
Panθοthensäure (mg)	7401	70 283	77 684	1850	17 571	19 421
Biotin, min. (mg)	128	602	731	32	151	183
Folsäure (mg)	69	1205	1274	17	301	318
Vitamin B12 (mg)	7	100	107	2	25	27
Vitamin C (mg)	59 204	341 375	400 579	14 801	85 344	100 145

Anh. 37. Aldenhovener Platte, HG X. Nahrungsinhaltsstoffe in Milch von Rindern und in Schafs- und Ziegenmilch (Mittelwerte). Zugrunde liegen als Energiebedarf 2600 kcal/P/Tag (Nährstoffe nach Souci u. a. 1981).



Nr.	Kreis	Weizen (85,3 %)		Roggen (63,8 %)		Gerste (76,9 %)		Hafer (61,8 %)		Spelz (89 %)		Buchweizen (90 %)		Kartoffeln (89,7 %)		Hülsenfr. allg. (87,7 %)	
		T	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal
32	Mayen	62 240,4	2258,7	420 124,7	15 056,9	32 127,9	1186,5	29 134,1	1 128,8	38 803,9	1433,3	17 825,2	649,9	974 667,9	8382,1		
33	Cochem	11 925,8	432,8	145 557,4	5216,6	14 265,7	526,8	23 756,0	920,4	12 078,5	446,1	65,3	2,4	1 046 055,9	8996,1		
35	Ahrweiler	27 768,8	1007,7	152 666,8	5471,4	24 995,0	923,1	20 443,7	792,1			65,3	2,4	418 853,1	3602,1		
36	Adenau	957,5	34,7	130 787,2	4687,3	4975,0	183,7	77 857,1	3 016,6	8191,2	302,6	2089,4	76,2	504 561,8	4339,2		
37	Neuwied/	13 927,9	505,4	172 891,6	6196,3	24 036,0	887,6	148 662,3	5 759,9	416,5	15,4	2285,3	83,3	1 666 260,0	14 329,8		
38	Fst. Wied																
39	Altenkirchen	435,2	15,8	123 923,0	4441,3	13 486,5	498,1	159 026,6	6 161,5	485,9	17,9	5680,5	207,1	1 306 950,8	11 239,8		
44	Stadt Aachen	69 726,7	2530,4	17 712,0	634,8	899,1	33,2	7906,8	306,3					177 985,6	1530,7		
45	Ldkr. Aachen	227 373,4	8251,4	238 898,1	8561,9	53 047,0	1959,0	143 034,9	5 541,9	12 356,2	456,4	21 677,5	790,4	1 116 690,3	9603,5		
46	Geilenkir- chen	131 009,6	4754,3	124 597,2	4465,4	67 732,3	2501,4	121 166,5	4 694,6	69,4	2,6	91 998,8	3354,5	662 950,7	5701,4		
47	Heinsberg	63 110,9	2290,3	280 512,2	10 053,3	39 380,7	1454,3	161 056,7	6 240,1	1735,4	64,1	133 264,4	4859,1	1 906 589,0	16 396,7		
48	Erkelenz	190 203,3	6902,5	495 508,2	17 758,5	179 820,4	6640,8	285 286,2	11 053,4	0,0		89 778,8	3273,5	1 561 277,5	13 427,0		
49	Jülich	279 603,1	10 146,8	318 265,2	11 406,3	406 693,7	15 019,2	271 787,7	10 530,4	3748,5	138,5	101 401,1	3697,3	1 744 969,9	15 006,7		
50	Düren	354 030,5	12 847,8	549 563,6	19 695,8	170 889,3	6310,9	418 313,0	16 207,5	4373,2	161,5	5811,1	211,9	948 826,0	8159,9		
51	Schleiden	7312,2	265,4	140 838,3	5047,5	17 562,5	648,6	202 585,3	7 849,2	163 892,7	6053,7	457,1	16,7	1 212 197,4	10 424,9		
52	Montjoie	522,3	19,0	55 465,0	1987,8	239,8	8,9	106 635,1	4 131,6			2024,1	73,8	442 326,1	3804,0		
53	Malmédy	174,1	6,3	78 447,8	2811,5			139 829,4	5 417,7			1567,0	57,1	1 168 589,3	10 049,9		
54	Stadt Trier	10 010,7	363,3	24 453,7	876,4	18 341,7	677,4	8761,6	339,5			652,9	23,8	124 148,5	1067,7		
55	Ldkr. Trier	131 706,0	4779,6	317 284,6	11 371,2	84 036,1	3103,5	160 415,6	6 215,3			7443,5	271,4	2 515 487,3	21 633,2		
56	Prüm	3307,9	120,0	290 502,0	10 411,3	2697,3	99,6	176 158,0	6 825,2	28 599,7	1056,4	80 115,3	2921,2	736 707,6	6335,7		
57	Daun	1479,8	53,7	184 229,8	6602,6	11 388,6	420,6	108 131,0	4 189,5	74 900,6	2766,6	3134,1	114,3	719 802,8	6190,3		
58	Bitburg	93 578,3	3396,0	319 184,5	11 439,3	8451,6	312,1	256 401,5	9 934,3	61 225,5	2261,5	59 156,1	21 56,9	798 189,7	6864,4		
59	Wittlich	26 550,1	963,5	176 936,6	6341,2	9290,7	343,1	85 692,7	3 320,2	5831,0	215,4	3787,0	138,1	675 333,3	5807,9		
60	Berncastel	70 249,0	2549,3	234 853,1	8416,9	26 733,3	987,3	101 114,6	3 917,7	21 658,0	800,0			1 406 872,5	12 099,1		
61	Saarburg	48 921,8	1775,4	83 841,1	3004,8	23 017,0	850,0	34 975,2	1 355,1			1567,0	57,1	495 947,9	4265,2		
62	Merzig	52 316,8	1898,6	55 832,8	2001,0	17 202,8	635,3	30 665,6	1 188,1			5092,9	185,7	815 309,9	7011,7		
63	Saarlouis	160 171,2	5812,6	206 415,8	7397,7	89 670,4	3311,5	146 560,9	5 678,5			3591,2	130,9	1 877 517,0	16 146,6		
64	Saarbrücken	53 970,7	1958,6	57 487,5	2060,3	26 193,8	967,3	49 257,3	1 908,5			522,3	19,0	1 016 553,2	8742,4		
65	Ottweiler	139 279,3	5054,4	104 188,5	3734,0	17 982,0	664,1	81 917,4	3 173,9					1 507 440,4	12 964,0		
67	Eupen	4265,4	154,8	41 369,0	1482,6	11 148,9	411,7	38 216,2	1 480,7	36 166,1	1335,9	195,9	7,1	315 485,7	2713,2		

Anh. 38. (Fortts.)

Nr.	Kreis	Erbsen (81,2%)		Bohnen (91,7%)		Raps (99,7%)		Lein (90%)		Rübsamen (99,6%)		Ölsaaten (98,5%)		Total	
		T	Mio. kcal	T	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal
1	Ldkr. Köln													44 513,0	
2	Bonn													20 932,5	
4	Stadt Köln														
5	Bergheim													53 109,2	
6	Euskirchen													28 175,4	
7	Rheinbach													24 132,3	
8	Siegbkreis													31 748,8	
9	Mülheim													16 909,8	
10	Gummersbach													3 514,6	
11	Waldbröhl													9 115,0	
12	Wipperfürth													10 069,5	
13	Düsseldorf					39 492,7	137,4							62 043,0	
14	Elberfeld													28 930,2	
15	Solingen													41 438,3	
17	Lennepe													22 277,1	
18	Duisburg	41 178,8	356,3	30 725,4	1 080,3			3 533,0	131,4	100 447,6	349,6			129 296,6	
19	Rees													27 805,4	1 191,5
20	Neuss	21 007,8	181,8	7 670,8	269,7			1 845,6	68,7	66 733,8	232,2			40 122,5	
21	Gladbach													26 105,4	1 118,6
22	Grevenbroich	17 382,6	150,4	21 199,5	745,4			12 517,4	465,6	33 072,6	115,1			37 235,1	
23	Crefeld	5 061,5	43,8	440,8	15,5			772,4	28,7	27 785,3	96,7			24 855,7	
24	Cleve							6 857,0	255,1					30 980,1	1 327,5
25	Geldern	25 522,9	220,8	2 916,7	102,5			7 132,4	265,3	46 320,5	161,2			36 946,2	
26	Kempen													37 927,9	1 625,2
27	Koblenz	10 791,2	93,4							32 123,0	111,8			29 578,2	
28	St. Goar	13 638,8	118,0					1 899,5	70,7	29 263,9	101,8			13 392,2	
29	Simmern	15 812,1	136,8					3 191,1	118,7	10 595,6	36,9			45 370,9	
30	Kreuznach	6 070,0	52,5					683,8	25,4	21 779,8	75,8			36 996,0	
31	Zell	4 421,4	38,3					1 595,5	59,4	2 438,7	8,5			11 560,0	

Nr.	Kreis	Erbsen (81,2%)		Bohnen (91,7%)		Raps (99,7%)		Lein (90%)		Rübsamen (99,6%)		Ölsaaten (98,5%)		Total	
		T	Mio. kcal	T	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal	t	Mio. kcal
32	Mayen	3597,1	31,1					1899,5	70,7	21 191,1	73,7				30 271,8
33	Cochem	1498,8	13,0					759,8	28,3	5129,6	17,9				16 600,4
35	Ahrweiler	10 266,6	88,8					911,7	33,9	6727,3	23,4				11 945,0
36	Adenau	6594,6	57,1					607,8	22,6	22 957,0	79,9				12 799,9
37/	Neuwied/Fst.	2023,3	17,5					1899,5	70,7	7652,3	26,6				27 892,6
38	Wied														
39	Altenkirchen	599,5	5,2					16 715,2	621,8	20 938,8	72,9				23 281,3
44	Stadt Aachen														5035,4
45	Ldkr. Aachen	17 385,8	150,4					607,8	22,6	8745,5	30,4				35 368,0
46	Geilenkirchen	7269,1	62,9					7217,9	268,5	26 909,4	93,6				25 899,2
47	Heinsberg	1723,6	14,9					15 879,4	590,7	7820,5	27,2				41 990,7
48	Erkelenz	18 509,9	160,2					30 543,2	1136,2	23 882,0	83,1				60 435,2
49	Jülich	25 704,0	222,4					7901,7	293,9	43 727,7	152,2				66 613,7
50	Düren	45 337,9	392,3					7521,8	279,8	31 029,8	108,0				64 375,5
51	Schleiden	12 215,0	105,7							504,6	1,8				30 413,3
52	Montjoie	74,9	0,6					152,0	5,7	84,1	0,3				10 031,6
53	Malmedy	524,6	4,5					683,8	25,4						18 372,5
54	Stadt Trier	1498,8	13,0					455,9	17,0	2438,7	8,5				3386,4
55	Ldkr. Trier	24 205,2	209,4					7141,9	265,7	15 472,9	53,8				47 903,1
56	Prüm	3746,9	32,4					987,7	36,7	2186,4	7,6				27 846,2
57	Daun	12 889,5	111,5					1747,5	65,0	6475,1	22,5				20 536,7
58	Bitburg	33 048,0	286,0					4634,7	172,4	7904,6	27,5				36 850,3
59	Wirtlich	8543,0	73,9					5926,3	220,5	3868,2	13,5				17 437,2
60	Bernkastel	7568,8	65,5					4786,6	178,1	925,0	3,2				29 017,0
61	Saarburg	8018,4	69,4					3874,9	144,1	5045,5	17,6				11 538,7
62	Merzig	6894,4	59,7					1139,7	42,4	5129,6	17,9				13 040,3
63	Saarlouis	20 008,6	173,1					2203,4	82,0	3111,4	10,8				38 743,9
64	Saarbrücken	2473,0	21,4							5466,0	19,0				15 696,5
65	Ottweiler	3746,9	32,4							10 091,0	35,1				25 657,9
67	Eupen	4571,3	39,6							168,2	0,6				7626,2

Anh. 38. (Fortts.)

Nr.	Kreis	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Spelz	Buchweizen	HF	Erbsen	Bohnen	Kartoffeln	Raps	Lein	Rübsamen	Ölsaaten	Total
1	Ldkr. Köln	17,9	42,6	9,9	29,7											100
2	Bonn	25,4	42,7	10,5	21,5											100
4	Stadt Köln															100
5	Bergheim	27,4	35,9	14,4	22,3											100
6	Euskirchen	16,5	38,3	8,0	37,3											100
7	Rheinbach	14,4	44,5	9,9	31,2											100
8	Siegbkreis	9,6	43,7	5,1	41,6											100
9	Mülheim	4,6	48,1	6,5	40,9											100
10	Gummersbach		14,5	0,1	85,4											100
11	Waldbröhl	0,1	30,2	1,1	68,6											100
12	Wipperfürth		24,7		75,3											100
13	Düsseldorf	13,8	25,9	7,2	22,9		6,3	3,4			20,3	0,2				100
14	Elberfeld															100
15	Solingen	4,6	21,7	1,6	31,7		2,0	2,3			36,1					100
17	Lennepe		12,3		33,8						53,9					100
18	Duisburg	12,3	28,6	4,9	12,5		7,0		0,3	0,8	33,2		0,1	0,3		100
19	Rees	12,2	27,8	5,8	9,0		6,7	1,9			34,1				2,5	100
20	Neuss	18,8	24,2	7,5	21,8		6,9		0,5	0,7	18,8		0,2	0,6		100
21	Gladbach	12,7	30,3	3,2	15,8			0,8			34,1				3,0	100
22	Grevenbroich	21,6	13,8	14,4	17,3		5,3	3,0	0,4	2,0	20,6		1,3	0,3		100
23	Crefeld	19,1	25,8	5,1	15,4		8,4	0,7	0,2	0,1	24,8		0,1	0,4		100
24	Cleve	13,0	18,4	7,1	13,7		7,4	1,6			36,6		0,4		1,9	100
25	Geldern	14,1	29,9	8,2	11,9		7,9	2,3	0,6	0,3	23,6		0,7	0,4		100
26	Kempen	7,2	27,4	5,9	17,9		8,9	0,4			29,8				2,5	100
27	Koblenz	13,1	29,7	9,6	3,2	1,8		1,1	0,3		40,8			0,4		100
28	St. Goar	3,2	26,1	5,1	12,7	6,0	0,8		0,9		44,1		0,5	0,8		100
29	Simmern	0,1	26,5	3,6	20,6	25,2			0,3	0,3	23,3		0,3	0,1		100
30	Kreuznach	13,3	23,1	20,9	5,9	14,9			0,1	0,1	21,5		0,1	0,2		100
31	Zell	1,6	39,8	2,2	13,0	6,3			0,3		36,2		0,5	0,1		100

Anh. 39. Nach Kreisen getrennte Ertragstabelle der Kulturpflanzen (Nettoerträge in %).

Nr.	Kreis	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Spelz	Buchweizen	HF	Erbsen	Bohnen	Kartoffeln	Raps	Lein	Rübsamen	Ölsaaten	Total
32	Mayen	7,5	49,7	3,9	3,7	4,7	2,1		0,1		27,7		0,2	0,2		100
33	Cochem	2,6	31,4	3,2	5,5	2,7			0,1		54,2		0,2	0,1		100
35	Ahrweiler	8,4	45,8	7,7	6,6				0,7		30,2		0,3	0,2		100
36	Adenau	0,3	36,6	1,4	23,6	2,4	0,6		0,4		33,9		0,2	0,6		100
37/	Neuwied/Fst.	1,8	22,2	3,2	20,7	0,1	0,3		0,1		51,4		0,3	0,1		100
38	Wied															
39	Altenkirchen	0,1	19,1	2,1	26,5	0,1	0,9				48,3		2,7	0,3		100
44	Stadt Aachen	50,3	12,6	0,7	6,1						30,4					100
45	Ldkr. Aachen	23,3	24,2	5,5	15,7	1,3	2,2		0,4		27,2		0,1	0,1		100
46	Geilenkirchen	18,4	17,2	9,7	18,1		13,0		0,2		22,0		1,0	0,4		100
47	Heinsberg	5,5	23,9	3,5	14,9	0,2	11,6				39,0		1,4	0,1		100
48	Erkelenz	11,4	29,4	11,0	18,3		5,4		0,3		22,2		1,9	0,1		100
49	Jülich	15,2	17,1	22,5	15,8	0,2	5,6		0,3		22,5		0,4	0,2		100
50	Düren	2	30,6	9,8	25,2	0,3	0,3		0,6		12,7		0,4	0,2		100
51	Schleiden	0,9	16,6	2,1	25,8	19,9	0,1		0,3		34,3					100
52	Montjoie	0,2	19,8	0,1	41,2		0,7				37,9		0,1			100
53	Malmedy		15,3		29,5		0,3				54,7		0,1			100
54	Stadt Trier	10,7	25,9	2	1		0,7		0,4		31,5		0,5	0,3		100
55	Ldkr. Trier	1	23,7	6,5	13,0		0,6		0,4		45,2		0,6	0,1		100
56	Prüm	0,4	37,4	0,4	24,5	3,8	10,5		0,1		22,8		0,1			100
57	Daun	0,3	32,2	2,0	20,4	13,5	0,6		0,5		30,1		0,3	0,1		100
58	Bitburg	9,2	31,0	0,8	27,0	6,1	5,9		0,8		18,6		0,5	0,1		100
59	Wittlich	5,5	36,4	2,0	19,0	1,2	0,8		0,4		33,3		1,3	0,1		100
60	Bernkastel	8,8	29,0	3,4	13,5	2,8			0,2		41,7		0,6			100
61	Saarburg	15,4	26,0	7,4	11,7		0,5		0,6		37,0		1,2	0,2		100
62	Merzig	14,6	15,3	4,9	9,1		1,4		0,5		53,8		0,3	0,1		100
63	Saarlouis	15,0	19,1	8,5	14,7		0,3		0,4		41,7		0,2			100
64	Saarbrücken	12,5	13,1	6,2	12,2		0,1		0,1		55,7			0,1		100
65	Ottweiler	19,7	14,6	2,6	12,4				0,1		50,5			0,1		100
67	Eupen	2,0	19,4	5,4	19,4	17,5	0,1		0,5		35,6					100

Anh. 39. (Fortts.)

Nr.	Kreis	Pferde	Füllen	Stiere	Ochsen	Kühe	Jungvieh	Kälber	Schafe	Ziegen	Schweine
1	Ldkr. Köln	2686	257	136	439	8048	3116	5634	7749	968	5264
2	Bonn	1342	83	86	869	7444	2055	5211	3075	510	2234
4	Stadtkreis Köln	802	4	0	196	858	29	601	5	79	506
5	Bergheim	2272	297	94	221	7907	3620	5535	6457	1138	3699
6	Euskirchen	2047	237	131	530	6077	4412	4254	21983	506	4712
7	Rheinbach	1545	219	114	943	6483	4434	4538	14083	397	2841
8	Siegbkreis	1663	213	133	3366	15215	10421	10651	4854	2584	4207
9	Mülheim	829	59	31	1206	6451	2900	4516	1577	896	1978
10	Gummersbach	353	7	30	1061	7805	3014	5464	2589	755	1009
11	Waldbröl	195	6	41	1228	5109	4725	3576	2523	765	1797
12	Wipperfürth	467	5	40	840	6691	1584	4684	20	986	170
13	Düsseldorf	1919	128	64	200	8425	2252	5898	6727	1636	3964
14	Elberfeld	1920	5	29	23	7503	587	5252	4703	2959	2369
15	Solingen	1413	34	38	570	9067	1140	6347	5384	3020	1370
17	Lennepe	704	8	33	155	8373	1076	5861	437	1613	601
18	Duisburg	3893	651	144	441	14491	4694	10144	14383	1826	7510
19	Rees	2597	382	130	1211	7671	6234	5370	11513	523	3852
20	Neuss	1893	208	47	263	6065	1868	4246	3451	1172	3469
21	Gladbach	1671	155	17	315	5698	1136	3989	540	1640	2805
22	Grevenbroich	1786	256	67	266	4933	1697	3453	2178	1328	3373
23	Krefeld	1570	238	34	77	4356	1189	3049	2163	441	2107
24	Cleve	3324	771	115	1184	8640	6623	6048	7659	574	7464
25	Geldern	6003	1073	251	1289	15295	8978	10707	16547	1656	8437
26	Kempen	2274	207	52	389	8739	1494	6117	3546	1156	3974
27	Koblenz	968	60	32	1190	6537	1109	4576	6852	526	722
28	St. Goar	622	24	88	2570	5374	2348	3762	5902	1029	2012
29	Simmern	1880	194	141	3895	7233	6354	5063	11632	1503	8888
30	Kreuznach	1334	60	125	3236	8993	4174	6295	3571	910	6035
31	Zell	859	74	65	1540	4733	2154	3313	3573	559	3244
32	Mayen	2075	292	90	1971	8271	3182	5790	34578	706	3989

Anh. 40. Angabe des Viehstandes für die Kreise des preussischen Rheinlandes (nach von RESTORFF 1830).

Nr.	Kreis	Pferde	Füllen	Stiere	Ochsen	Kühe	Jungvieh	Kälber	Schafe	Ziegen	Schweine
33	Cochem	1043	105	82	1706	5088	1840	3562	17831	835	2690
35	Ahrweiler	642	55	69	1969	5564	2676	3895	10889	861	1860
36	Adenau	927	73	93	2234	5060	2963	3542	27962	610	2997
37/38	Neuwied	883	80	106	3869	11773	7500	8241	10927	2088	3286
39	Altenkirchen	453	48	169	3252	9407	8734	6585	5821	1098	4858
44	Stadt Aachen	687	42	9	11	1091	174	764	902	51	373
45	Ldkr. Aachen	2842	402	116	77	8638	3110	6047	13306	918	4168
46	Geilenkirchen	1511	185	41	174	4888	2501	3422	5494	619	1551
47	Heinsberg	1569	160	39	293	6502	3281	4551	4675	1181	3978
48	Erkelenz	1695	183	37	454	5249	1643	3674	4083	1619	3576
49	Jülich	2063	367	85	282	6985	3114	4890	6108	985	3201
50	Düren	2782	411	156	574	9534	5375	6674	19027	952	4711
51	Schleiden	2134	223	120	1512	8724	4759	6107	37845	745	2953
52	Monjoie	812	145	59	281	6977	2942	4884	12582	283	2084
53	Malmedy	1115	104	105	2100	9034	6156	6324	30012	126	3372
54	Stadtkreis Trier	359	11	19	428	1828	613	1280	1298	61	1774
55	Ldkr. Trier	3241	315	133	4542	10221	3373	7155	17878	541	10676
56	Prüm	1799	558	137	3213	8352	7770	5846	53995	606	4998
57	Daun	1546	149	81	2821	5841	3830	4089	29730	973	3482
58	Bitburg	2714	414	149	3055	8503	4527	5952	35308	568	10228
59	Wittlich	979	76	89	3400	6256	1836	4379	18934	372	5288
60	Bernkastel	1439	155	114	3202	8162	3145	5713	11847	1092	7266
61	Saarburg	3353	409	68	539	5366	1690	3756	3299	121	7063
62	Merzig	2585	566	72	901	5108	2222	3576	11327	50	6430
63	Saarlouis	3902	570	110	881	8060	2708	5642	9629	272	7560
64	Saarbrücken	2248	373	68	1233	5014	2046	3510	6512	286	4527
65	Ottweiler	1373	182	72	1776	5340	2920	3738	8029	474	4458
67	Eupen	677	63	51	6	5610	2022	3927	1672	75	1519

Anh. 40. (Forts.)

Nr.	Kreis	Kreisfläche (km <sup>2</sup> )	Siedlungs- gebiet (km <sup>2</sup> )	Anteil an Kreis- fläche (%)	Anzahl LBK- Haushalte	Anteil der Pflanzen an der Energieversorgung								
						80%		87,50%		95%				
						Min.	Mit- telw.	Min.	Mit- telw.	Min.	Mit- telw.			
1	Ldkr. Köln	440,34	100,10	22,73	100	108,11	240,24	372,37	118,12	262,76	407,40	128,13	285,28	442,44
2	Bonn	322,04	60,39	18,75	60	65,23	144,95	224,67	71,26	158,53	245,80	77,30	172,12	266,94
5	Bergheim	365,46	146,19	40,00	146	157,89	350,86	543,83	172,51	383,75	595,00	187,13	416,65	646,17
6	Euskirchen	366,42	70,32	19,19	70	75,95	168,78	261,60	82,98	184,60	286,22	90,01	200,42	310,83
7	Rheinbach	395,10	144,86	36,66	145	156,45	347,66	538,88	170,93	380,25	589,58	185,42	412,85	640,28
20	Neuss	294,61	35,10	11,91	35	37,91	84,24	130,57	41,42	92,13	142,85	44,93	100,03	155,13
21	Gladbach	252,71	11,00	4,35	11	11,88	26,40	40,91	12,98	28,87	44,76	14,08	31,34	48,61
22	Grevenbroich	235,02	124,60	53,02	125	134,57	299,04	463,51	147,03	327,07	507,12	159,49	355,11	550,73
27	Koblenz	274,43	62,65	22,83	63	67,66	150,35	233,05	73,92	164,45	254,97	80,19	178,55	276,90
28	St. Goar	482,08	6,14	1,27	6	6,63	14,73	22,83	7,24	16,11	24,98	7,86	17,49	27,13
30	Kreuznach	545,30	147,62	27,07	148	159,43	354,28	549,14	174,19	387,50	600,81	188,95	420,71	652,47
32	Mayen	575,42	203,84	35,43	204	220,15	489,22	758,30	240,53	535,09	829,64	260,92	580,95	900,99
33	Cochem	497,72	80,26	16,13	80	86,68	192,63	298,58	94,71	210,69	326,67	102,74	228,75	354,76
35	Ahrweiler	378,78	12,29	3,24	12	13,27	29,48	45,70	14,50	32,25	50,00	15,72	35,01	54,30
37	Neuwied	614,21	1,00	0,16	1	1,08	2,39	3,71	1,18	2,62	4,06	1,28	2,84	4,40
45	Ldkr. Aachen	341,14	34,84	10,21	35	37,62	83,61	129,60	41,11	91,45	141,79	44,59	99,29	153,98
46	Geilenkirchen	203,87	27,15	13,32	27	29,32	65,15	100,98	32,03	71,26	110,49	34,75	77,37	119,99
48	Erkelenz	292,17	66,02	22,60	66	71,30	158,45	245,60	77,91	173,31	268,71	84,51	188,16	291,82
49	Jülich	318,68	294,72	92,48	295	318,29	707,32	1096,34	347,76	773,63	1199,49	377,24	839,94	1302,64
50	Düren	570,33	221,99	38,92	222	239,75	532,77	825,79	261,94	582,72	903,49	284,14	632,66	981,18
59	Wittlich	658,85	0,46	0,07	0	0,49	1,10	1,70	0,54	1,20	1,86	0,59	1,30	2,02
60	Bernkastel	670,26	18,00	2,69	18	19,44	43,20	66,96	21,24	47,25	73,26	23,04	51,30	79,56
	<b>Summe</b>	<b>9094,94</b>	<b>1869,52</b>	<b>20,56</b>	<b>1869,52</b>	<b>2019,08</b>	<b>4486,85</b>	<b>6954,62</b>	<b>2206,03</b>	<b>4907,49</b>	<b>7608,95</b>	<b>2392,99</b>	<b>5328,13</b>	<b>8263,28</b>
					<b>Mittelwerte</b>	<b>Total</b>	<b>203,95</b>	<b>223,07</b>					<b>242,19</b>	
						<b>pro HH</b>	<b>2,40</b>	<b>2,63</b>					<b>2,85</b>	

Anh. 41. Preußische Kreise mit bandkeramischen Siedlungsgebieten. Kalkulation der bandkeramischen Haushalte nach ZIMMERMANN U. A. 2004, 71 (1 HH/km<sup>2</sup> im Siedlungsgebiet). Die Flächenberechnung basiert auf den Werten in *Tab. 35* und ist abhängig vom Anteil der Pflanzen an der Energieproduktion.