

PFLANZLICHE NAHRUNG IM UMFELD DER SCHÖNINGER MENSCHEN

NÄHRSTOFFBEDARF DES MENSCHLICHEN ORGANISMUS

*»Die Ernährung eines Organismus dient dem Aufbau, dem Erhalt und der Wiederherstellung von Strukturen und Funktionen sowie der Deckung des laufenden Energiebedarfs.«
(Dickhuth u. a. 2000, 249).*

So lapidar diese Aussage im ersten Moment erscheinen mag, so gut fasst sie das Ziel der menschlichen Subsistenz zusammen. Im Subsistenzverhalten spielen der Energiebedarf und die Zusammensetzung der Nährstoffquellen die zentrale Rolle, da beides zur Gesunderhaltung des Organismus erforderlich ist. Die Versorgung mit Nahrung ist daher auf lange Sicht gesehen das oberste Gebot. Je nach Umwelt- und Klimaverhältnissen können allerdings die Beschaffung von Wasser (aride Gebiete) und der Schutz vor Umwelteinflüssen (Kleidung, Behausung) kurzfristig wichtiger sein. Wie unsere Nahrung zusammengesetzt ist, hängt dabei stark von den Ressourcen ab, die die jeweilige Umwelt bietet. Welche Aspekte der Mensch wiederum auswählt, kann beeinflusst sein von metabolischen Bedürfnissen, seinen kognitiven, motorischen oder physischen Fähigkeiten, genetischer Veranlagung (z. B. Laktoseintoleranz), der Kultur (z. B. Tabu-Tiere) oder sonstigen Einflüssen (Notzeiten, persönliche Vorlieben, Geschmack).

Richtlinien zur optimalen Ernährung in unserer heutigen Gesellschaft werden regelmäßig von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Welternährungsorganisation (FAO) herausgegeben (World Health Organization 2003; 2004). Der Aspekt der »gesunden« Ernährung spielt erst eine Rolle, wenn Nahrung über das Lebensnotwendige hinaus zur Verfügung steht, wenn also die Wahl zwischen mehreren Lebensmitteln besteht. Die Meinungen dazu, was eine optimale, sprich gesunde, Ernährung auszeichnet, gehen auch im Zeitalter moderner Analysemöglichkeiten weit auseinander und sind dem aktuellen Stand der Forschung unterworfen. Das wohl bekannteste Beispiel eines ernährungswissenschaftlichen Fauxpas ist der angeblich hohe Eisengehalt des Spinats, dem die Comicfigur Popeye seine Erfindung verdankt. Bei der Bestimmung des Eisens wurde getrockneter Spinat verwendet anstatt frischer Blätter. 100g getrockneter Spinat enthalten jedoch zehnmal mehr Eisen als 100g frische Blätter, und so führte das Messergebnis zu falschen Schlussfolgerungen (Patalong 2007).

In den letzten Jahren häufen sich die populärwissenschaftlichen Bücher, die eine Steinzeitdiät, »Stone Age Diet« oder »Palaeolithic Diet« (Hines 2009; Worm 2000), wie sie im englischen Sprachgebrauch etwas korrekter heißt, postulieren. Zu Recht fragt J. A. J. Gowlett (2003) »What actually was the Stone Age Diet?«, umspannt doch das Paläolithikum mehrere Millionen Jahre Menschheitsevolution unter verschiedensten ökologischen Bedingungen und die Steinzeit sogar den Wandel von Wildbeutern zu Ackerbauern. Fest steht, dass der Mensch ein gewisses Maß an Fett, Proteinen, Kohlenhydraten, Vitaminen, Mineralien und Spurenelementen benötigt, um seinen Organismus funktionstüchtig zu halten. Der Anteil der einzelnen Komponenten, insbesondere der Energiebedarf, schwankte im Lauf der Menschheitsgeschichte und kann für den *Homo heidelbergensis* und zeitnahe Verwandte nur annäherungsweise abgeleitet werden. Wie viele Kalorien die Hominini pro Tag verbrauchten, versuchen Wissenschaftler mithilfe verschiedener Herangehensweisen zu ermitteln (vgl. dazu S. 12 und Aiello/Key 2002; Aiello/Wells 2002; Aiello/Wheeler 2003; Froehle/Churchill 2009; Dennell 1979; Ruff u. a. 1997; Steegmann u. a. 2002; Stegemann 1991; Wheeler 1993).

Der Energiebedarf ist abhängig von der Physiologie der jeweiligen Menschenart und des jeweiligen Individuums, der Umwelt, der Temperatur bzw. des Klimas und der körperlichen Aktivität, um die wichtigsten Einflussfaktoren zu nennen. Eine schwangere Frau braucht beispielsweise mehr Energie als ein Kind. Kälte fordert Energie; der Bedarf kann aber durch Kleidung und Feuer gemindert werden. Das Subsistenzverhalten wirkt sich auf den Energieverbrauch aus: Handelt es sich beim Verbraucher um Jäger und Sammler? Wie mobil sind sie, wie viel Zeit wird in Sammeltätigkeiten investiert, wie viel ins Jagen? Wie hoch ist der Energieertrag aus diesen Aktivitäten?

Zusammenfassend lässt sich sagen:

1. Um die Gesundheit des Organismus zu erhalten, muss die grundlegende Energie-, Vitamin- und Mineralstoffversorgung gewährleistet sein.
2. Da bei allen Landsäugetieren dieselben essentiellen Nährstoffe (Proteine, Fett, Kohlenhydrate, Mineralien, Vitamine, Spurenelemente) zugeführt werden müssen, kann man auch davon ausgehen, dass dies für frühere Hominini gilt.
3. Die Menge der benötigten Elemente ist schwer zu schätzen und abhängig von den genutzten Ressourcen, ihrer Verfügbarkeit und ihren Inhaltsstoffen, den Vorlieben der Hominini für bestimmte Nahrungsmittel und dem individuellen körperlichen Zustand des Einzelnen. Im Fall des Energiebedarfs treten weitere Faktoren hinzu, die bis zu einem gewissen Grad gemessen und berechnet werden können.

Welche Stoffe für *Homo heidelbergensis* essentiell sind und über die Nahrung aufgenommen werden müssen, ist also relativ gesichert, da diese an verschiedenen Funktionen des Körpers beteiligt sind, wie sie dies auch bei anderen Wirbeltieren tun (Vitamin C, Energielieferanten, Minerale zum Aufbau von Knochen oder Blut). Schwierig wird es einzuschätzen, wie hoch die einzelnen Anteile von Vitaminen, Mineralien und Spurenelementen gewesen sein müssen. Da der *Homo heidelbergensis* über viele Jahrtausende Mitteleuropa besiedelt hat und bisher keine deutlich erkennbaren Mangelerscheinungen an Skeletten dieser Art überliefert sind (vgl. S. 134), muss er seinen Bedarf soweit gedeckt haben, dass er in der Lage war sich zu reproduzieren. Viel wichtiger als die Menge der zugeführten Stoffe ist es, zu wissen, welche Pflanzen welche Stoffe produzieren und ob der Mensch diese nutzte oder nutzen konnte. Das Wissen über die genauen Anteile der konsumierten pflanzlichen und tierischen Ressourcen bleibt dem Urgeschichtsforscher leider verschlossen. Auch Isotopenanalysen können nur eine Tendenz wiedergeben. Bei der Beispielrechnung des Energiebedarfs (vgl. S. 122) wird der Versuch einer ungefähren Kalkulation der Energiedeckung durch verschiedene Nahrungsmittel unternommen.

Energiebedarf des modernen Menschen

Energie wird durch die Aufnahme von Proteinen, Fett und Kohlenhydraten gewonnen. Bereits bei völliger körperlicher Ruhe verbraucht der Körper Energie und Nährstoffe, um die Körperfunktionen zu erhalten. Leber, Muskulatur und Gehirn sind dabei die größten Energieverbraucher (vgl. S. 12). Der Grundumsatz beschreibt den Energieverbrauch des Organismus im Ruhezustand und lässt Faktoren wie Außentemperatur, körperliche Aktivität etc. außer Acht. Der Gesamtumsatz setzt sich zusammen aus Grundumsatz und Leistungsumsatz. Auch wenn nicht davon ausgegangen werden kann, dass der Grundumsatz bei Leistung konstant bleibt, gilt folgende Formel allgemein als Übereinkunft (Stegemann 1991, 60):

Leistungsumsatz (Arbeitsumsatz) = Gesamtumsatz - Grundumsatz.

Im Fall von Schöningen soll der Gesamtumsatz berechnet werden, also Grundumsatz plus Leistungsumsatz. In **Tabelle 16** ist der ungefähre Energieverbrauch bei verschiedenen Tätigkeiten (Arbeitsumsatz) aufgelistet.

Mithilfe der Harris-Benedict-Formel lässt sich der Grundumsatz eines Individuums des modernen Menschen berechnen (Harris/Benedict 1918):

Grundumsatz Männer =

$$66,4730 + 13,7516 \times w + 5,0033 \times s - 6,7550 a$$

Grundumsatz Frauen =

$$655,0955 + 9,5634 \times w + 1,8496 \times s - 4,6756 a$$

(w = Gewicht des Individuums in kg, s = Größe in cm, a = Alter in Jahren).

Der Grundumsatz beträgt bei Individuen (*Homo sapiens*) von normaler Größe und Statur und einem Alter zwischen 15 und 50 Jahren zwischen ca. 1350-1450kcal für Frauen und 1750-1850kcal für Männer. Hinzu kommt der Leistungsumsatz durch Arbeit (s. Tab. 16). Dieser Wert wird auch als PAL-Faktor («physical activity level») angegeben und ergibt nach empirischen Studien Werte zwischen ca. 1,5 (sitzende und wenig aktive Arbeit) und 2,3 (körperliche Arbeit) bzw. 3,0 (sehr schwere Arbeit). Der Grundumsatz wird mit dem PAL-Faktor multipliziert, um den Gesamtumsatz zu erhalten (Sorensen/Leonard 2001).

Der hier unter »Gartenarbeit« angegebene Energieverbrauch kann ungefähr gleichgesetzt werden mit dem Ausgraben von unterirdischen Speicherorganen und anderen Sammeltätigkeiten, also leichter, mittelschwerer und schwerer Arbeit. Gehen und Laufen gehörten sicherlich auch für einige Stunden zum Alltag des *Homo heidelbergensis*. Für Jäger und Sammler-Tätigkeiten des modernen Menschen kann man anhand des Aktivitätsmusters einen Gesamtumsatz von ungefähr 2000-3000 kcal/Tag schätzen (World Health Organization 2004; vgl. S. 12 und Sorensen/Leonard 2001). Der Einfluss des Klimas auf den Energieverbrauch wird weiter unten (vgl. S. 195) diskutiert.

Tätigkeit	Energieverbrauch pro Stunde
Sitzen/Stehen	75 kcal/h
Gehen	180 kcal/h
Gartenarbeit	120-300 kcal/h
Tanzen	300-400 kcal/h
Laufen (9 km/h)	600 kcal/h
Laufen (15 km/h)	800 kcal/h
Brustschwimmen (50 m/min)	680 kcal/h

Tab. 16 Energieverbrauch (kcal/h) zusätzlich zum Grundumsatz. – (Nach Dickhuth u. a. 2000, 255).

	biologischer Brennwert	Energieäquivalent (kcal/l O ₂)
Fette	9,3 kcal/g	4,6 kcal/l
Eiweiße	4,2 kcal/g	4,5 kcal/l
Kohlenhydrate	4,2 kcal/g	5,1 kcal/l

Tab. 17 Vergleich biologischer Brennwert und Energieäquivalent von Nährstoffen. – (Nach Dickhuth u. a. 2000, 255).

Verwertbarkeit der Nährstoffe im menschlichen Organismus

Der moderne Mensch kann nicht jede Nahrung gleich gut nutzen. Das Magen-Darm-System spielt bei der Verwertung der Nährstoffe eine wichtige Rolle (vgl. S. 14). Beispielsweise besitzt der Darm keine Enzyme zum Abbau von Zellulose und einigen Eiweißstoffen. Diese passieren ungenutzt unseren Körper. Durch Kochen und Zerkleinern von Nahrung kann die Effektivität eines Nahrungsmittels gesteigert werden (s. dazu S. 129). Während tierische Nahrung besser nutzbare Aminosäuren bereithält, stecken in pflanzlicher Nahrung wichtige Vitamine und Mineralstoffe (Stegemann 1991, 71).

Bei der Gewinnung von Energie für den Organismus wird unterschieden zwischen biologischem Brennwert eines Nährstoffs und der effektiven Verwertung der Energiemenge, die pro Liter Sauerstoff aufgenommen werden kann. Letztere Größe wird als kalorische Äquivalent (Energieäquivalent) bezeichnet und ist abhängig von Körpermasse, Geschlecht und Aktivität. Der biologische Brennwert für 1g Kohlenhydrate oder Eiweiß beträgt 4,2 Kalorien, 1g Fett liefert 9,3 Kalorien (Rieckert 1991, 106). Fett ist damit die effektivste Form der Energiespeicherung. Ein idealgewichtiger Mann von 70kg Körpergewicht besitzt ungefähr 10kg Fettgewebe. Dies entspricht einem Energiegehalt von fast 10000kcal und würde bei komplettem Nahrungsentzug etwa einen Monat ausreichen (Stegemann 1991, 44-45). Aus Tabelle 17 wird ersichtlich,

dass der biologische Brennwert von Fetten zwar doppelt so hoch ist wie der von Eiweiß und Kohlenhydraten, aber aus Kohlenhydraten bei gleicher Menge Sauerstoff mehr Energie gewonnen werden kann (Dickhuth u. a. 2000, 255).

Dies hängt u. a. mit dem thermischen Effekt (»specific dynamic action«) von Nahrung zusammen. Obwohl Fett die konzentrierteste Energiequelle ist, sind Kohlenhydrate die am wenigsten kostenintensive Nahrung für den Körper (Farshchi u. a. 2004; Lusk 1931). Bei der Verdauung unterschiedlicher Stoffe kommt es zu einer Erhöhung der Stoffwechselrate. Ein Teil der Energie wird in Wärme und in den Transport von Stoffen investiert. Für Kohlenhydrate liegt der thermische Effekt bei 6 %, bei Fett zwischen 6 und 14 %, bei Proteinen um 30 % (Farshchi u. a. 2004; Lusk 1931; Speth/Spielmann 1983). Das bedeutet: von 100 g zugeführten Kohlenhydraten werden 6 g für den Stoffwechsel verwendet, der Rest steht dem Körper für den Energiehaushalt zur Verfügung. Die Angaben zur Höhe des thermischen Effekts schwanken, die relativen Verhältnisse jedoch stimmen immer überein. Beim Konsum von Proteinen wird fast ein Drittel der enthaltenen Energie in den Stoffwechsel investiert und nur zwei Drittel sind für den Energiehaushalt nutzbar. Bei Fett und Kohlenhydraten ist diese Bilanz wesentlich vorteilhafter. Hauptsächlich Kohlenhydrate und Fett decken deshalb den Betriebsstoffwechsel.

Ein Mangel an Kohlenhydraten führt zur Zerstörung von Proteingewebe, Ketose, Austrocknung (Dehydratation) und zum Verlust an Kationen (Sutton u. a. 2010, 180). Kohlenhydrate und Proteine können zwar weitestgehend die Energie des Fettes ersetzen, zum Metabolismus (z. B. Vitaminumsetzung) wird es dennoch benötigt. Kohlenhydrate sind essentiell, da sie zum Abbau von Fetten benötigt werden. Proteine werden erst energetisch genutzt, wenn lang andauernder Hunger besteht. Normalerweise werden sie primär zum Aufbau von Körpersubstanz verwendet, daher steigt der Bedarf an Eiweiß mit zunehmender Muskelmasse (Stegemann 1991, 73-77). Die menschliche Leber und die Nieren können nur ein gewisses Kontingent an Proteinen synthetisieren (Lindeberg 2005; Speth 2010). Ein Konsum von mehr als 50 % Proteinanteil in der Ernährung übersteigt die Fähigkeit der Leber, Aminosäuren-Stoffwechsel zu betreiben, wie auch die Fähigkeit des Körpers, Urin zu synthetisieren und auszuscheiden. Folgen von zu viel Proteinkonsum sind Dehydratation, Elektrolyt-Ungleichgewicht, erhöhte Konzentration von Blutammoniak und des Harnsäure- und Aminosäuregehalts im Blut sowie Hypertrophie der Leber und Nieren (Speth 1990, 181; Sutton u. a. 2010; Biesalski 2015, 45). Außerdem wird Calcium aus den Knochen mobilisiert, um die Säuren zu neutralisieren, die beim Stoffwechsel entstehen (Speth 2010, 114). Die im Englischen unter dem Begriff »rabbit starvation« bekannte Mangelernährung ist auf den Konsum von magerem (also proteinreichem, aber fettarmem) Fleisch zurückzuführen. An den Symptomen ist auch der thermische Effekt beteiligt: 30 % der eingenommenen Menge muss vom Körper in den erhöhten Stoffwechsel investiert werden. Bei einer dauerhaft proteinlastigen Ernährung steigt die Stoffwechselrate signifikant (Speth/Spielmann 1983). Obwohl große Mengen Fleisch konsumiert werden, verliert der Körper an Gewicht. Die meisten wilden Tiere der wärmeren Klimazonen haben fettarmes Fleisch (Speth 2010; Speth/Spielmann 1983). L. Cordain u. a. (2000) schätzen die maximale Menge Protein für ein 80 kg schweres Individuum auf 250 g pro Tag. Der Rest der Energie muss also über Fett und Kohlenhydrate zugeführt werden. Die Inuit, deren Nahrung zu mehr als 90 % aus tierischen Quellen stammt, kontrollieren ihren Stoffwechsel durch die Zufuhr von sehr viel Fett (Walspeck, Karibu). Es besteht auch die Möglichkeit, die Proteine mit großen Mengen Kohlenhydraten, die noch effektiver als Fett agieren, zu kompensieren (Eaton u. a. 2010; Speth 2010, 71; Speth/Spielmann 1983). Kohlenhydrate müssen im Wesentlichen über pflanzliche Nahrung gedeckt werden. Zucker (Mono- und Disaccharide) ist in jungen Sprossen enthalten, wird aber von vielen Jägern und Sammlern über das Sammeln von Honig gedeckt (Lee/Daly 1999; Porr/Müller-Beck 1997). Fette können sowohl von Pflanzen (ölhaltige Pflanzenteile) oder Tieren (Fettgewebe) stammen.

Inhaltsstoffe in Pflanzen und ihre Bedeutung für den modernen Menschen

Kohlenhydrate dienen bei Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen als Energiespeicher. Monosaccharide (Einfachzucker), Oligosaccharide (Mehrfachzucker) und Polysaccharide (langkettige Zucker) sind die wichtigsten Kohlenhydrate für den Stoffwechsel. Zu den Polysacchariden zählen Pektine, Stärke und Inulin. Inulin ist ein Reservopolysaccharid der Asteraceen, aus dem der Körper Fructose gewinnen kann. Stärke ist das häufigste Reservopolysaccharid der Pflanzen und ein wichtiger Nahrungsstoff für den Menschen. Sie wird vor allem in Wurzeln, Rhizomen, Knollen und Samen abgelagert, also in den Speicher- und Fortpflanzungsorganen der Pflanzen. Die Karyopsen von Gräsern (Poaceae) beinhalten 60-75 % Stärke, vegetative Speicherorgane anderer Pflanzen etwa 20 % (Bickel-Sandkötter 2001, 11-34; Holm u. a. 2005, 107; Lüttge/Kluge 2012; Nabors/Scheibe 2007; Nultsch 1991; Raven u. a. 2006). Die Aufspaltung der Kohlenhydrate beginnt bereits im Mund, geht jedoch überwiegend im Dünndarm vorstatten (Dickhuth u. a. 2000, 253).

Fettsäuren können gesättigt oder ungesättigt vorliegen. Speicherstoffe bestehen meist aus ungesättigten Fettsäuren. Essentielle Fettsäuren sind Linolsäure und α -Linolensäure. Sie müssen über die Nahrung aufgenommen werden und können nicht vom Körper synthetisiert werden. Sie kommen häufig in Blättern der höheren Pflanzen vor (Bickel-Sandkötter 2001, 35-37), beispielsweise haben Lein- und Schlafmohnsamen hohe Anteile Linolsäure (Jacomet u. a. 1989, 86). Speicherlipide sind in Früchten und Samen enthalten, z. B. in Oliven, Leinsamen, Avocados etc. (Bickel-Sandkötter 2001, 44).

Proteine (Eiweiße) funktionieren als Enzym zur Katalyse von Stoffwechselreaktionen und zum Transport von Stoffen. In den Samen höherer Pflanzen sind Speicherproteine enthalten. Proteinreiche, junge Blätter haben eine stärkere Rotfärbung als ältere, chlorophyllreiche Blätter. Der Mensch kann sie also über sein trichromatisches Sehvermögen erkennen (Biesalski 2015, 39). Eiweiße bestehen aus verschiedenen verknüpften Aminosäuren. Viele der 20 Aminosäuren werden nur in Pflanzen produziert, müssen also von Menschen und Tieren über die Nahrung aufgenommen werden. Bei einem Mangel kann es zu ernsten Stoffwechselerkrankungen kommen (Bickel-Sandkötter 2001, 46-48).

Aus Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen deckt der menschliche Organismus seinen Energiebedarf (vgl. dazu auch S. 122).

Vitamine sind lebensnotwendige Substanzen, die vom menschlichen Körper nicht selbst gebildet werden können, mit Ausnahme von Vitamin D (vgl. Biesalski 1996, 15). Sie fungieren als Bindeglieder zwischen verschiedenen Stoffwechselfvorgängen. Die wasserlöslichen Vitamine (B und C) können sich ungehinderter im Körper bewegen als die fettlöslichen Vitamine (A, D, E, K), dafür können sie nicht lange gespeichert werden. Ein Mangel der meisten Vitamine macht sich bereits nach wenigen Tagen bis Wochen bemerkbar. Der Vitamin A-Speicher hält ein bis zwei Jahre. Eine weitere Ausnahme bildet Vitamin B12, von dem es einen großen Speicher gibt, der den Körper zehn bis zwölf Jahre versorgt. Dies scheint eine Anpassung an die geringe Verfügbarkeit zu sein, da es in größeren Mengen fast ausschließlich in der Leber vorkommt, in geringen Mengen aber auch in Fleisch und Ei (Biesalski 1996, 10-13).

Vitamin A ist in tierischen Produkten enthalten und kann vom Körper aus β -Carotin unter Einwirkung von Fett gebildet werden. Der menschliche Körper muss es durch die Nahrung aufnehmen (Bickel-Sandkötter 2001, 72), wobei neue Studien zeigen, dass auch Bakterien, die in der heutigen Darmflora des Menschen leben, ein Provitamin A-spaltendes Enzym bilden und so Vitamin A herstellen können (Biesalski 2015, 35). Obwohl β -Carotin und Karotinoide in Pflanzen vorhanden sind, aus denen der Körper Vitamin A bildet, reicht die Menge nicht, um den Bedarf zu decken. Notwendig sind ungefähr 0,9 mg/Tag für einen erwachsenen Menschen. Vitamin A hält Schleimhäute und Gewebe intakt und ist für gutes Sehen notwendig. Ein Mangel betrifft Haut, Haare, Nägel, aber kann nicht am Knochen abgelesen werden. Erste Anzeichen für einen Mangel treten bei Erwachsenen nach 6-12 Monaten auf. Infekte, Schwangerschaft und Stillzeit erhö-

hen den Bedarf an Vitamin A. Noch gefährlicher als ein Mangel ist ein Überangebot an Vitamin A. Da es sich um ein fettlösliches Vitamin handelt, kann es nicht einfach vom Körper ausgeschieden werden. Konsumiert man beispielsweise größere Mengen Eisbärenleber, die eine hohe Konzentration an Vitamin A enthält, kann es zu Schwindel, Kopfschmerzen und Erbrechen kommen. Schon 10 g können Vergiftungserscheinungen auslösen. Eine niedrigere Überdosierung (mind. 120 mg) über Monate kann sogar zu Skelettveränderungen führen (Biesalski 1996, 22-25; Höygaard 1940).

Vitamine der B-Gruppe entstehen bei der Verstoffwechslung verschiedener Aminosäuren. Sie sind wasserlöslich und wirken im Körper meist als Coenzym. Der Mensch benötigt ca. 2 mg Thiamin (Vitamin B1) am Tag, um keine Mangelkrankung zu erleiden. Es ist in verschiedenen Getreiden, Kartoffeln, Eigelb und Fleisch enthalten und am Kohlenhydrat- und Energiestoffwechsel beteiligt. Dabei wirkt das Coenzym bei der Umwandlung von Kohlenhydraten zu Energie bzw. zu Fett mit. Schwere Mangelerscheinungen äußern sich als Muskelschwäche, unkoordinierte Bewegungen (Beriberi) und allgemeine Nervenprobleme. Eine Überdosierung ist möglich. Hitze schadet dem Vitamin, und es ist stabiler, wenn es an Proteine gebunden ist (tierische Quellen). Nicotinsäureamid (B3) muss dem Körper mit 5-10 mg zugeführt werden. Es kommt in Fleisch und Leber, aber auch in ausreichender Menge in Getreiden und Gemüse vor. Mangelerscheinungen sind bekannt, jedoch nicht am Skelett erkennbar. Folsäure (B9) ist in Fleisch, Eigelb, Obst, Gemüse und Getreide enthalten. Es wird beim Kochen weitestgehend zerstört. Riboflavin (B2), Pantothenensäure (B5), Pyridoxin (B6) und Biotin (B7) kommen in ausreichenden Mengen in Fleisch, Ei, Gemüse und Getreide vor. Mangelerscheinungen sind nicht bekannt. Vitamin B12 (Cobalamin) kommt vorwiegend in tierischen Nahrungsquellen vor, darunter auch Mollusken und Fische (Bickel-Sandkötter 2001, 53-59; Biesalski 1996, 57-82; 2015, 82).

Vitamin C kann vom menschlichen Körper nicht synthetisiert werden und muss regelmäßig von außen zugeführt werden (vgl. auch S. 12). Es ist ein Derivat einer Zuckersäure (Ascorbinsäure) und kommt vor allem in Obst und Gemüse, aber auch in Leber vor. Durch Erhitzen geht das Vitamin in einen physiologisch unbrauchbaren Zustand über. Bis zu 75 % des Vitamins können so zerstört werden. Ist der pH-Wert des Kochguts sauer (z. B. Obstbrei), wird das Vitamin C aus dem Nahrungsmittel extrahiert, geht jedoch nicht verloren. Vitamin C fördert die Eisenaufnahmefähigkeit des Körpers und trägt somit zur Leistungsfähigkeit des Körpers bei. Der Tagesbedarf liegt bei ca. 1 mg Ascorbinsäure pro Kilogramm Körpergewicht (Bickel-Sandkötter 2001, 13).

Vitamine der D-Gruppe sind mit Cholesterin verwandt. Sie entstehen in der Haut unter UV-Einstrahlung und werden im Fettgewebe gelagert, entfalten ihre Wirkung aber erst in Leber oder Nieren. Zusätzlich kann das Vitamin über tierische Produkte aufgenommen werden. 0,5 µg/Tag sind empfehlenswert (Biesalski 1996, 41). Es regelt die Calciumkonzentration im Blut. Ein Mangel, der allein durch ein extremes Lichtdefizit hervorgerufen wird, führt zur Ausscheidung von Calcium, das dann nicht für die Mineralisierung der Knochen zur Verfügung steht (Bickel-Sandkötter 2001, 75-76). Ein Vitamin D-Mangel ist also auch an menschlichen Skelettresten, z. B. in Form von deformierten Zahnstellungen, O-Beinen und einer Verkrümmung des Rückgrats (Rachitis) erkennbar (Biesalski 1996, 37).

Die Vitamine E und K zählen zu den Polyprenylchinonen, Verbindungen aus Phenolen und Terpenoiden. Vitamin E (Tocopherol) ist lipophil und kommt in allen grünen Pflanzen vor, der Mensch nimmt also bei normaler Ernährung genug davon auf (Bickel-Sandkötter 2001, 84-91). Es schützt die Zellen vor freien Radikalen und sorgt für eine ungestörte Durchblutung (Biesalski 1996, 44-46). Vitamin K kann nur in geringen Mengen gespeichert werden. Vitamin K-Mangel ist selten. Es kommt zu einer Störung der Blutgerinnung und bei der Bildung von Knochen und Gewebe. K1 kommt in höheren Pflanzen vor, K2 wird von Bakterien im Darm synthetisiert. Eine Überversorgung ist praktisch nicht möglich (Bickel-Sandkötter 2001, 84-91; Biesalski 1996, 51-53).

Ein Vitaminmangel wird am besten durch eine vielfältige Ernährung vermieden. Die Löslichkeit der Vitamine gibt Aufschluss über mögliche Vitaminquellen. Fettlösliche Vitamine finden sich im pflanzlichen (Vitamin E) oder tierischen Fett (Vitamin A). Vitamin D und K kommen in beidem vor, β -Carotin ist für tiefgrüne oder orangefarbene Pflanzenteile verantwortlich und kann als Quelle für diesen Inhaltsstoff optisch erkannt werden. Wasserlösliche Vitamine finden sich in Gemüse, Obst und Getreide, teilweise aber auch in tierischer Nahrung (Biesalski 1996, 14-16).

Einige Stoffe verhindern bzw. begünstigen die Resorption von Vitaminen im Darm. Der Anteil der Vitamine an der Nahrung gibt noch längst nicht die Menge wieder, die der Körper nutzen kann. Außerdem ist die Konzentration der Vitamine in der Pflanze abhängig von Umwelteinflüssen und kann stark variieren, wodurch auch der Vitamingehalt in Tieren und tierischen Produkten schwankt. Für das Paläolithikum lässt sich nicht sagen, ob und wie viele Nahrungsmittel frisch, gekocht, geräuchert etc. konsumiert wurden. Die Zubereitungsweise kann sich jedoch erheblich auf die Inhaltsstoffe auswirken. Durch das Zusammenwirken von Faktoren wie Lagerung, Erhitzen, Waschen oder Trocknen kann der Gehalt an Vitaminen bis zu 80 % abnehmen (Biesalski 1996, 16-19).

Natrium (z. B. Kochsalz) reguliert mit Chlorid den Wasserhaushalt. Der Tagesbedarf liegt bei 5 g am Tag und kann heutzutage leicht gedeckt werden. Es ist sowohl in Fleisch als auch Pflanzen enthalten. Ein Salz- oder Natriummangel (z. B. durch Schwitzen) führen zu vermehrter Wasserausscheidung mit Anstieg von Angiotensin und Aldosteron, die verhindern sollen, dass Natrium ausgeschieden wird. Ein längerer Mangel kann tödlich sein (Dickhuth u. a. 2000, 264).

Kalium ist eng verbunden mit dem Glykogenanteil. Der Tagesbedarf liegt bei 3-4 g und kann relativ einfach durch pflanzliche oder tierische Nahrung gedeckt werden. Bei körperlicher Belastung wird Kalium in das Blut abgegeben und über den Schweiß ausgeschieden. Dieser Verlust muss wieder ausgeglichen werden (Dickhuth u. a. 2000, 265).

Magnesium ist am Stoffwechsel der Zellen beteiligt. Es regelt Enzyme, Transportprozesse und steuert die Eiweißsynthese. Ein direkter Zusammenhang zwischen Muskelkrämpfen und Magnesiummangel besteht nicht, wenngleich dies häufig postuliert wird. Der Körper benötigt ungefähr 0,5 g am Tag. Es muss über Nahrung und Trinkwasser zugeführt werden, jedoch werden nur ca. 30 % des aufgenommenen Magnesiums vom Magen-Darm-System absorbiert (Dickhuth u. a. 2000, 265-266).

Calcium ist ein wichtiger Baustoff von Knochen und Zähnen und der Auslöser von Muskelkontraktionen. Es kommt in großen Mengen in Milchprodukten, Knochen und grünen Pflanzen vor. Ungefähr 900 mg am Tag sind ausreichend. Die Aufnahme wird durch Vitamin D geregelt, ein Mangel daran kann folglich zu Defiziten, auch in der Knochenstruktur, führen. Es gibt einen direkten Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Magnesium und Calcium. Diese müssen entweder zeitlich versetzt oder in einem bestimmten Verhältnis aufgenommen werden, um optimal nutzbar zu sein (Dickhuth u. a. 2000, 266).

Phosphor ist ein wichtiger Bestandteil der Knochen, in fast allen proteinreichen Lebensmitteln vorhanden und beteiligt an den Energielieferanten ATP, GTP und Kreatinphosphat. Ein Mangel zeichnet sich als Osteomalazie (Knochenerweichung) ab (Dickhuth u. a. 2000, 266).

Spurenelemente sind chemische Bestandteile, die der Körper in geringen Mengen benötigt. Eisen ist Teil des Hämoglobins von Enzymen der Atmungskette und wird durch Eiweiß gebunden. Eisenquellen sind vor allem Fleisch, Eigelb, Getreide und Hülsenfrüchte. Circa 5 g am Tag sollte der Körper davon aufnehmen, wobei das in Pflanzen enthaltene Eisen schlechter resorbiert wird. Ein Mangel wirkt leistungsmindernd auf den Organismus, da nicht genügend Sauerstoff transportiert werden kann. Dies betrifft sowohl die physische Leistungsfähigkeit als auch die Arbeit des Immunsystems. Eisenmangel in der Schwangerschaft führt zu Entwicklungsstörungen beim Kind und betrifft besonders den Hippocampus (Biesalski 2015, 200-203).

Kupfer ist ein Bestandteil von Enzymen, bei der Blutbildung beteiligt und befindet sich zur Hälfte in der Mus-

kulatur. 2-5 mg sollten täglich aufgenommen werden. Es ist in Fleisch, Ei oder Hülsenfrüchten enthalten. Zink ist wichtig zum Aufbau von Insulin u. a. Zinkmangel kann zu Wachstumsstörungen und Schwächung der Infektabwehr führen. Es wird beispielsweise durch Fleisch, Leber, Erbsen und Getreide aufgenommen. Jod ist insbesondere in Seefisch und Bivalven, in geringeren Mengen in Getreide, grünen Blättern (Spinat, Broccoli, Salat), Ei, Pilzen, Nüssen oder Leber enthalten. Es ist Bestandteil des Schilddrüsenhormons und kann einige Monate gespeichert werden. Jodmangel führt zu unkontrolliertem Wachstum der Schilddrüse, zu eingeschränkter Leistungsfähigkeit und wirkt sich in der Schwangerschaft negativ auf Wachstum und Hirnstruktur des Kindes aus. Ein Überschuss steigert den Stoffwechsel und die Fettverbrennung und führt zur Gewichtsreduktion. Selen, Kobalt, Cadmium und Mangan sind mit nur wenigen Milligramm im Körper enthalten, an Enzymen beteiligt und wirken gemeinsam mit Vitaminen. Durch die heutige Mischkost gibt es praktisch keine Mangelerscheinungen (Dickhuth u. a. 2000, 266-269; Biesalski 2015, 40-58. 81-83). Eine Mischkost aus pflanzlicher und tierischer Nahrung schließt im gesunden Organismus einen Nährstoffmangel aus. Pflanzen sind bessere Lieferanten für die Vitamine C, E und K, während Fleisch Vitamin B12, A und einige Spurenelemente wie z. B. Eisen bereithält.

Anzeichen im Fossilbefund für Mangelerscheinungen, Überdosierung oder Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln

Ein Mangel an Vitaminen oder Nahrungsmangel an sich kann sich im Skelett niederschlagen: Harris-Linien sind eine sichtbare Folge von Mangelernährung. Hyperostose (eine krankhafte Vermehrung der Knochen substanz) hingegen kann Anzeichen für Vergiftungen durch Fluoride, Vitamin A oder Phosphor sein (Martin u. a. 1984). Doch auch Zahnmerkmale, darunter Karies, Hypoplasie oder die Wilson-Kurve, lassen Rückschlüsse auf die Ernährung zu. Karies beispielsweise ist ein Zeichen für zucker- oder kohlenhydratreiche Nahrung (Rose u. a. 1985). Stoffwechselerkrankungen (z. B. an den Knochen in Form von Osteoporose) können das Resultat von Vitamin- oder Mineralienmangel sein (Schultz 2001).

Paranthropus robustus und *Homo erectus* aus Swartkrans (Gauteng/ZA) zeigen in einigen wenigen Fällen Karies (Grine u. a. 1990). Zähne von Neandertalern weisen generell selten Spuren von Karies (vier von ca. 1250 Zähnen) auf. Zahnverlust zu Lebzeiten ist ebenfalls selten. Das Individuum aus der Sima de las Palomas (Torre-Pacheco, Murcia/E) hat an zwei Zähnen Karies (Walker u. a. 2011). Weitere Beispiele liegen aus Kebara 27 (Mount Carmel/IL) und Aubesier 5 (Monieux, dép. Vaucluse/F) vor (Trinkaus 1985). Die geringe Anzahl an Kariesfällen lässt nicht unbedingt viele Rückschlüsse auf die Nahrung zu. Nach Powell (1985, 314) sind nur Mono- und Disaccharide für die Karies-Bakterien sofort nutzbar. Stärke und Kohlenhydrate hingegen müssen erst einen Fermentationsprozess im Mund durchlaufen, bevor sie von den Bakterien genutzt werden können und so Karies verursachen. Dies würde die wenigen Fälle von Karies im paläolithischen Fossilbefund erklären. Die Untersuchungen beschränken sich jedoch auf südlicher gelegene Lebensräume und dort meist auf Fundstellen in der Nähe von Küsten (Walker u. a. 2011). E. Trinkaus u. a. (2000) postulieren, dass auch der frühe moderne Mensch kaum Karies aufweist. Dieses Bild decke sich mit den späten Neandertalern. Karies ist unter modernen eurasischen Wildbeutergesellschaften oder auch den Inuit häufiger, bleibt aber unter 10 %. Die Autoren sind der Ansicht, dass die geringe Anzahl an Kariesfällen auch auf die schlechte Fundsituation in Mitteleuropa zurückgeführt werden kann.

Andere Pathologien, die auf Ernährung zurückgeführt werden können, sind selten. Die Knochen aus der Sima de los Huesos in Spanien zeigten verschiedene Pathologien im Schädelbereich, darunter auch Kiefergelenkerkrankungen und apikale Abszesse im Unterkiefer sowie Hyperostose. Diese Knochenveränderungen können eventuell auf eine Vergiftung mit Vitamin A, Phosphor, Fluoriden oder anderen Stoffen zurückgeführt

werden (Pérez u. a. 1997). Ein *Homo erectus* (KNM-ER 1808) aus der Koobi Fora-Formation (Turkana/KE, ca. 1,6 Ma) zeigt eine Pathologie, die auf übermäßige Zufuhr von Vitamin A über einen längeren Zeitraum hinweist. Die Bearbeiter gehen davon aus, dass das Individuum zu viel Leber konsumiert hat. In der Leber ist Vitamin A gespeichert. Da es sich um einen frühen *Homo erectus* handelt, könnte dies einen Hinweis darauf liefern, dass der regelmäßige Konsum von Fleisch erst seit relativ kurzer Zeit eine Rolle für die Subsistenz der Hominini spielte. Die Erfahrung hat vielleicht noch nicht ausgereicht, um zu wissen, dass Leber in großen Mengen schädlich sein kann (Walker u. a. 1982). Da auch die anderen Stoffe, die solche Pathologien verursachen können, häufig im Fleisch vorkommen, erscheint die Hypothese durchaus glaubwürdig.

Ein jungadulter *Homo erectus* aus Kocabaş (Honaz, Denizli/TR), datierend um 500 000 vor heute (MIS 13), zeigt Anzeichen für einen Vitamin D-Mangel. Die endokraniale Oberfläche des Os frontale zeigt Spuren von Leptomeningitis tuberculosa (TB). Dunkelhäutige Menschen, die in nördlichen Breiten leben, sind besonders anfällig für diese Krankheit. Grund dafür ist die reduzierte Vitamin D-Bildung, bedingt durch die von den dunklen Hautpartikeln herausgefilterte UV-B Strahlung (Kappelman u. a. 2008). Da das Individuum ein Bindeglied zwischen den europäischen und afrikanischen Populationen darstellt, könnte TB eine noch nicht erfolgte Anpassung an die nördlicheren Breiten bedeuten.

Beide Beispiele spielen für die Fragestellungen dieser Arbeit jedoch nur eine eingeschränkte Rolle, da Vitamin D vorwiegend von der Haut gebildet wird und Vitamin A nur Hinweise auf das Essen von Leber liefert. Karies wiederum weist im besten Fall auf erhöhten Zuckerkonsum hin, jedoch nicht unbedingt auf Kohlenhydrate. Die Paläoanthropologie kann theoretisch Beiträge zur Frage der pflanzlichen Nahrung liefern, jedoch sind die Fälle von Pathologien, die im Skelettmaterial sichtbar sind, bisher rar, und ihre Deutung kann häufig auf mehrere Faktoren zurückgeführt werden. Der Fossilbefund liefert zum jetzigen Zeitpunkt keine befriedigenden Ergebnisse in Bezug auf mittelpleistozäne Pflanzennahrung. Die zur Verfügung stehende pflanzliche Nahrung in Schöningen und ihr Vitamin-, Mineralien- und Energiegehalt

Die Quellenangaben zu den hier genannten Informationen finden sich in den Katalogen 1-2 und 4. Leider liegen zu den meisten wilden Pflanzenarten keine oder nur mangelnde Informationen zum Nährstoffgehalt vor. Wie bereits erläutert, variieren die in einer Pflanze enthaltenen Stoffe je nach Standort, Klima, Witterung und Pflanzenteil. Quantitative Aussagen zu Inhaltsstoffen werden dadurch erschwert. Die wenigen Angaben in der Literatur sollen trotzdem im Folgenden beschrieben werden, sind jedoch nicht als feste Größe zu werten. Gehalte an Vitaminen oder Mineralien sollten vielmehr als anwesend oder abwesend betrachtet werden. Ferner ist es wahrscheinlich, dass auch Pflanzen, von denen bisher keine Nährstoffanalysen vorliegen, zusätzlich Nährstoffe bereitstellen.

Das pflanzliche Nahrungsangebot während der späten Phase des Reinsdorf-Interglazials (Verlandungsfolge 4)

Vitamine

Die Vitamin C-Versorgung wäre in Schöningen durch den Verzehr von jungen Trieben der Birke, Fichte oder Kiefer im Frühjahr, von Blättern des Ufer-Ampfers (40-150 mg Vitamin C pro 100 g) während der Wachstumsperiode und Früchten der Brombeere im Sommer (5 mg Vitamin C pro 100 g) abgesichert. Im Weißen Gänsefuß ist durchschnittlich 150 mg Vitamin C in den Blättern und 250 mg in den Blattspreiten enthalten (Koschtschew 1986). Vitamin A bzw. β -Carotin ist in geringen Mengen in den Blättern des Weißen Gänsefußes (31 583 mg Vitamin A pro 100 g) und in der Brombeere (0,3 mg β -Carotin pro 100 g) vorhanden. Vitamin E und K kommen generell in grünen Pflanzenteilen vor, Vitamine des B-Komplexes u. a. auch im Weißen

Gänsefuß und der Brombeere. Ein Mangel an Vitaminen könnte im Winter oder frühen Frühjahr bestanden haben, da sich hier nur vereinzelt Beeren oder Blätter finden (vgl. S. 78).

Mineralien und Spurenelemente

Die Blätter des Weißen Gänsefußes enthalten (pro 100 g) 2300 mg Calcium, 500 mg Phosphor und 25 mg Eisen (Plants For A Future 1996-2010). Der Krause Ampfer enthält 2 mg Eisen, 0,6 mg Kupfer, 1,5 mg Zink, 140 mg Natrium, 579 mg Kalium und 36 mg Magnesium pro 100 g (Koschtschejew 1986). Zu anderen Arten liegen leider keine Nährwertangaben vor (vgl. Katalog 1 und 3), jedoch wären weitere Nährstoffe in einer Umwelt wie dieser zu erwarten. Anhand der hier vorliegenden Daten war der Bedarf an Mineralien und Spurenelementen nicht zu decken. Insbesondere Eisen, Kalium, Natrium und weitere Spurenelemente liegen in zu geringer Menge vor.

Energielieferanten

Ein guter Kohlenhydratlieferant sind die Beeren der Echten Bärentraube. Die Blätter des Weißen Gänsefußes enthalten 45 g Kohlenhydrate, die Samen bestehen zur Hälfte aus Reservestoffen. Insgesamt geben 100 g Blätter 260 Kalorien. Das Schilfrohr hat in seinen Stängeln einen Anteil von 90 g Kohlenhydraten pro 100 g, der Vogel-Knöterich enthält dagegen nur Spuren davon.

Stärke ist vor allem in unterirdischen Speicherorganen enthalten. Beispiele aus dem Speerhorizont sind die Gewöhnliche Teichbinse, die Sauergräser und Laichkräuter, die Gelbe Teichrose, der Rohrkolben und das Schilfrohr. Bei der Gelben Teichrose enthalten auch die Samen Stärke. Der Stärkegehalt von Rohrkolben-Rhizomen schwankt zwischen 30 und 46 % (Kofler 1918), wobei der niedrigere Wert den Anteil im Frühjahr nach dem Austreiben repräsentiert. Insgesamt befinden sich jedoch im Herbst die meisten Speicherstoffe in den Rhizomen und Wurzeln.

Zucker ist in verschiedenen Baumsäften (z. B. der Birke) während des Frühjahrs enthalten. Die frischen Wurzeln der Gewöhnlichen Teichbinse besitzen Zucker und Stärke, ebenfalls vorwiegend im Frühjahr. Die getrockneten Wurzeln des Schilfrohrs bestehen aus 15 % Zucker und 50 % Stärke (Koschtschejew 1986). In geringem Umfang weisen auch die Wasserlinse und der Vogel-Knöterich Zucker auf.

Proteine kommen in geringem Umfang in den Pollen der Kiefer und des Rohrkolbens, den Blättern des Weißen Gänsefußes, Schlangen-Knöterichs (1,9 g pro 100 g) und den Stängeln des Schilfs (4,8 g pro 100 g) vor.

Fett ist im Weißen Gänsefuß (5 g pro 100 g) und dem Schilfrohr (0,8 g pro 100 g) enthalten. Für andere Arten konnten keine Nährstoffanalysen gefunden werden (vgl. Katalog 1-4).

Der Bedarf an Kohlenhydraten und Zucker lässt sich mit diesen Pflanzen auch über die Wachstumsperiode heraus abdecken, soweit die Ressourcen unter Eis und Schnee erreichbar sind. Fett und Proteine hingegen waren nur in geringer Menge vorhanden und müssen durch tierische Nahrungsquellen abgedeckt worden sein.

Das pflanzliche Nahrungsangebot zur Zeit des Reinsdorf-Optimums (12 II-1 und 13 II-1)

Vitamine

Vitamin C ist im Hopfen (bis zu 170 mg pro 100 g in den Blättern), im Echten Mädesüß (300 mg pro 100 g), im Weißen Gänsefuß (150-250 mg pro 100 g), im Ufer-Ampfer (40-150 mg Vitamin C pro 100 g), in der

Brennnessel (bis zu 200 mg pro 100g), im Eingriffeligen Weißdorn, in der Fichte, der Kiefer, in Holunderbeeren, der Brombeere (5 mg pro 100g), der Himbeere (14-46 mg pro 100g), in den Früchten der Berberitze, der Elsbeere, der Haselnuss und der Mistel enthalten. Die Wasser-Sumpfkresse ist sogar im Winter verfügbar und beinhaltet ebenfalls Vitamin C. Die Früchte der Berberitze bleiben monatelang am Strauch hängen und können über die Vegetationszeit hinaus genutzt werden (Koschtschejew 1986; Lingen 1978; Plants For A Future 1996-2010; Scherf 2006). Vitamin A bzw. β -Carotin ist in den Blättern der Weißen Taubnessel, der Wasserlinse, des Echten Mädesüß, der Brennnessel, des Ufer-Ampfers, des Weißen Gänsefuß, in der Brombeere und in der Himbeere enthalten. Vitamine des B-Komplexes sind als Inhaltsstoff des Weißen Gänsefußes, der Haselnuss, der Brombeere, der Himbeere, des Krausen Ampfers (74 mg Calcium pro 100g) und der Brennnessel bekannt.

Andere Vitamine (z. B. K und E) kommen in den grünen Anteilen von Pflanzen vor. Es ist möglich, die Versorgung mit Vitaminen, abgesehen von Vitamin A, das ganze Jahr ausreichend über pflanzliche Nahrung zu decken.

Mineralien und Spurenelemente

Calcium ist in der Wasserlinse (6 g pro 100g), im Weißen Gänsefuß (2300 mg pro 100g), der Haselnuss (250 mg pro 100g), der Brennnessel (710 mg pro 100g) und im Ufer-Ampfer enthalten. Eisen befindet sich im Weißen Gänsefuß (25 mg pro 100g), im Ufer-Ampfer (2 mg pro 100g), in der Himbeere (35 mg pro 100g), der Brennnessel (4 mg pro 100g), der Wasser-Sumpfkresse, der Haselnuss (5 mg pro 100g) und im Krausen Ampfer (5,6 mg pro 100g). Magnesium beinhalten die Wasserlinse (2 g pro 100g), der Ufer-Ampfer (36 mg Magnesium pro 100g), die Brennnessel (80 mg pro 100g) und die Himbeere (30 mg pro 100g). Andere Mineralien und Spurenelemente sind ebenfalls bei diesen Arten enthalten.

Die Versorgung mit Magnesium und Calcium ist durch verschiedene Pflanzen abgesichert, jedoch kann der Eisenbedarf nicht allein über pflanzliche Nahrung abgedeckt werden. Jod, ein Mikronährstoff mit kritischer Verfügbarkeit, ist in der Wasserlinse und der Haselnuss enthalten. Ei, Pilze oder Algen kämen als nicht nachgewiesene bzw. nicht nachweisbare Jodquellen in Betracht.

Energielieferanten

Kohlenhydrate enthalten der Weiße Gänsefuß (45 g pro 100g, bzw. 49 g in den Samen), der Krause Ampfer (4,1 g pro 100g), die Knöteriche (0,3-7,9 g pro 100g), die Beeren der Echten Bärentraube, die Stängel des Schilfrohrs (90 g pro 100g) und die Haselnuss (20 g pro 100g).

Stärke findet sich in Verlandungsfolge 1 vorwiegend in den unterirdischen Speicherorganen, beispielsweise der Laichkräuter, des Rohrkolbens (30-46 %), der Sauergräser, des Schilfrohrs (getrocknete Wurzel: 50 % Stärke), des Schlangen-Knöterichs (30 %), des Gänsefingerkrauts, der Salz-Teichbinse und des Kletten-Labkrauts (Chiej 1984; Fleischhauer u. a. 2010; Lingen 1978; Plants For A Future 1996-2010).

Zucker in Form von Dextrose oder Fruchtzucker kommt in Holunderbeeren, den Früchten der Berberitze, der Himbeere (4,3 g Glucose, bis zu 8 g Fructose und 66 g Saccharose pro 100g), des Wacholders, im Schilfrohr (getrocknete Wurzel: 15 % Zucker), in Baumsäften der Birke, der Linde und des Ahorns im Frühjahr, im Acker- oder Wilden Stiefmütterchen, sowie im Vogel- und Schlangen-Knöterich vor.

Die Pollen der Kiefer, der Salz-Teichbinse und des Rohrkolbens, die Samen des Österreichischen Leins, die Stängel des Schilfrohrs (4,8 g pro 100g), die Blätter des Weißen Gänsefußes, der Brennnessel, des Krausen

Ökosystem	mittlere Netto-Primärproduktion (Trockenmasse)	mittlere Biomasse (Trockenmasse)
Regenwald	2000 g/m ² /a	45 kg/m ²
Temperierter Laubmischwald	1200 g/m ² /a	30 kg/m ²
Borealer Nadelwald	800 g/m ² /a	20 kg/m ²
Strauch- und Baumsavanne	600 g/m ² /a	6 kg/m ²
Grassavanne	700 g/m ² /a	4 kg/m ²
Tundra und Alpen	140 g/m ² /a	0,6 kg/m ²
Sumpfbiete	2500 g/m ² /a	15 kg/m ²
Seen und Flüsse (Wasserpflanzen)	500 g/m ² /a	0,02 kg/m ²

Tab. 18 Netto-Primärproduktion in der Biosphäre. – (Nach Whittaker u. a. 2001, 358).

Ampfers (1,5 g pro 100 g), des Echten Mädesüß (11 g pro 100 g), des Schlangen- (3 g pro 100 g) und des Vogel-Knöterichs (1,9 g pro 100 g) enthalten geringe Mengen Proteine. Die Kleine Wasserlinse kann ungefähr so viel Eiweiß wie die Sojabohne aufweisen. Der Wasserfarn (*Azolla*) wird wegen seines hohen Proteingehalts heutzutage für die Schweinezucht verwendet. Die Haselnuss schließlich weist mit 16 g Proteinen pro 100 g beachtliche Mengen auf.

Das Echte Mädesüß beinhaltet 3 g Fett, die Wasserlinse 5 g und der Weiße Gänsefuß 5 g pro 100 g. Bei folgenden Arten liegt der Anteil unter 1 g: Schilfrohr, Brennnessel, Schlangenknoeterich und Krauser Ampfer. Die Haselnuss mit 60 g Fett pro 100 g und 650 Kalorien ist das fettreichste Pflanzenprodukt.

Während des Klimaoptimums kann die Energieversorgung allein durch die Pflanzen gewährleistet werden. Nicht nur Kohlenhydrate, auch Proteine sind hier in einigen Arten vertreten. Nur das Vorkommen von Fett beschränkt sich im Wesentlichen auf die Nüsse. Tierische Ressourcen müssen auf alle Fälle als Ergänzung hinzukommen.

Vorhandene Biomasse im Umfeld der Schöninger Jäger

H. Ellenberg (1979, 405) erwähnt, dass die Biomasseproduktion von Pflanzen stark von der Witterung abhängig ist und durchaus an derselben Lokalität von Jahr zu Jahr stark schwanken kann. Das Wissen, wie viel Pflanzenmasse in einem Habitat pro Jahr anfällt und die Menge an potentieller Pflanzennahrung, die vom Menschen genutzt wird, werfen nach L. R. Binford (2001, 175) zwei unterschiedliche Fragen auf. Zur Berechnung nutzt er die »net above-ground productivity« (NGAP) in Kilogramm pro 100 m². Die NGAP misst das Potential der maximalen Menge von konsumierbaren Pflanzen in einem Habitat. Leider werden unterirdische Speicherorgane nicht mit einbezogen, da sie unter der Erde wachsen. Folgt man den Angaben von R. J. Whittaker u. a. (2001), liegt die durchschnittliche Netto-Primärproduktion von Pflanzen in Sumpfbieten, also auch Uferbereichen von Seen, über der des tropischen Regenwalds (vgl. Tab. 18). Die durchschnittliche Biomasse (Trockengewicht) wird mit 15 kg/m² angegeben. Bei diesen Angaben fehlen jedoch ebenfalls die unterirdischen Organe von Pflanzen. Gerade in unwirtlichen Gegenden wie Trockensavannen oder der Tundra findet das pflanzliche Leben unter der Erde statt. Die für den Menschen nutzbaren Ressourcen liegen also in Sumpfbieten, in Savannen und der Tundra deutlich höher. Der boreale Nadelwald hingegen bietet im Vergleich dazu wenige essbare Pflanzen. Hier dürfte jedoch die Nutzung innerer Rinde eine größere Rolle spielen, wie aus den skandinavischen Gebieten belegt ist (vgl. dazu S. 152).

Sowohl in Verlandungsfolge 1 mit einer dichteren Waldbedeckung als auch in den Verlandungsfolgen 2-4 stand für den Menschen ein hoher Biomasse-Anteil zur Verfügung. In einem vorangehenden Kapitel (vgl.

S. 39) sind die für den Menschen essbaren Pflanzenarten beschrieben. Die Liste der bestimmten Taxa ist lang. Den Menschen stand insbesondere im Uferbereich des Schöninger Sees eine vielfältig nutzbare Umwelt zur Verfügung, die zweifellos einen Anziehungspunkt für Jäger und Sammler darstellte. Der essbare Anteil der Biomasse hier ist hoch und kann die Grundversorgung einer kleinen Gruppe von Menschen für mehrere Wochen oder Monate gewährleisten.

Nahrungsressourcen im Jahresverlauf

Der phänologische Kalender

In unseren Breiten ist der Jahresverlauf geprägt durch die winterliche Vegetationsruhe. Die einjährigen Pflanzen stecken im Lauf des Sommers ihre gesamte Energie in die Reproduktion, um ihren Fortbestand in der folgenden Vegetationsperiode zu gewährleisten. Die Gräser sind Beispiele solcher annualen Pflanzen: In den Karyopsen (bei anderen Pflanzen Samen u. a.) befindet sich Stärke, die der Embryo in der kommenden Saison zum Keimen benötigt und die Menschen auch für die Ernährung nutzen können (Getreide). Die mehrjährigen Pflanzen legen noch weitere Speicher an, nämlich in den Wurzeln, Rhizomen und Knollen. Damit können sie ungünstige Zeiten wie Dürren oder Kälte im Boden überdauern. Die Pflanze konzentriert im Laufe des Jahres überschüssige Energie in Form von Stärke, die ihr im Winter und Frühjahr zur Verfügung steht, bis sie neu austreiben und neue Energie aus Photosynthese beziehen kann. Dieser Reservestoff eignet sich für die Pflanze besonders, da er dicht gespeichert werden kann, ohne Platz an größere Mengen Wasser zu verlieren. Für den Menschen ist Stärke ein guter Energielieferant (vgl. S. 107).

Die innere Rinde der Gehölze steht im Frühjahr als Nahrungsquelle zur Verfügung, da in dieser Zeit die meisten Nährstoffe transportiert werden. Bereits im Sommer bilden sich engere, robustere Zellen, um die Pflanze im Winter zu schützen, und sie stellt im späteren Herbst das Wachstum ein. Man erkennt diesen Vorgang als dunkle und helle Jahrringe im Holz.

Die großen Herbivoren sind von der Pflanzendecke abhängig. Sie legen im Sommer an Fett zu, von dem sie den Winter über profitieren. Sowohl Tiere als auch Menschen erfahren also eine Verknappung während mehrerer Monate im Jahr, die ihren Höhepunkt vor Austreiben der Pflanzen im frühen Frühjahr erreicht.

Der Beginn des Frühlings und die Dauer der einzelnen Jahreszeiten kann von Jahr zu Jahr und von Region zu Region sehr unterschiedlich sein und ist im Wesentlichen abhängig von der Temperatur. Andere Klima- und lokale Standortfaktoren (z. B. Höhe über NHN) spielen dabei eine Rolle. Die Einteilung des Saisonalitätskalenders (vgl. **Tab. 7-9. 13-15**) basiert auf den phänologischen Jahreszeiten, also der periodisch wiederkehrenden Abfolge der Vegetationsentfaltung. Der Beginn der Jahreszeiten ist an signifikanten Markern orientiert. Der Vorfrühling beginnt mit der Haselblüte, der Frühsommer mit der Blüte des Schwarzen Holunders und der Spätherbst mit der Blattverfärbung (DWD 1996-2014). Hin und wieder kommt es zur phänologischen Interzeption, bei der die Marker durcheinandergeraten. Das liegt daran, dass die Pflanzen unterschiedlich auf Luftströmungen reagieren, je nachdem ob sie polaren oder maritimen Ursprungs sind (Winkler 1980, 106-107). So kann es zu geringfügigen Abweichungen im Jahresablauf kommen. Da die Entfaltung und der Zyklus der einzelnen Elemente jedoch in der Regel gleich bleibt, kann die Grobeinteilung »Frühling«, »Sommer«, »Herbst« und »Winter« auch auf die Zeit vor 300 000 Jahren übertragen werden. Die beiden Faktoren, die sich ändern, sind die botanischen Marker und die Vegetationszeit, die beide abhängig vom Klima bzw. der Temperatur sind. In **Abbildung 45** ist die Vegetationszeit im deutschen Mittel von 1991 bis 2012 dargestellt.

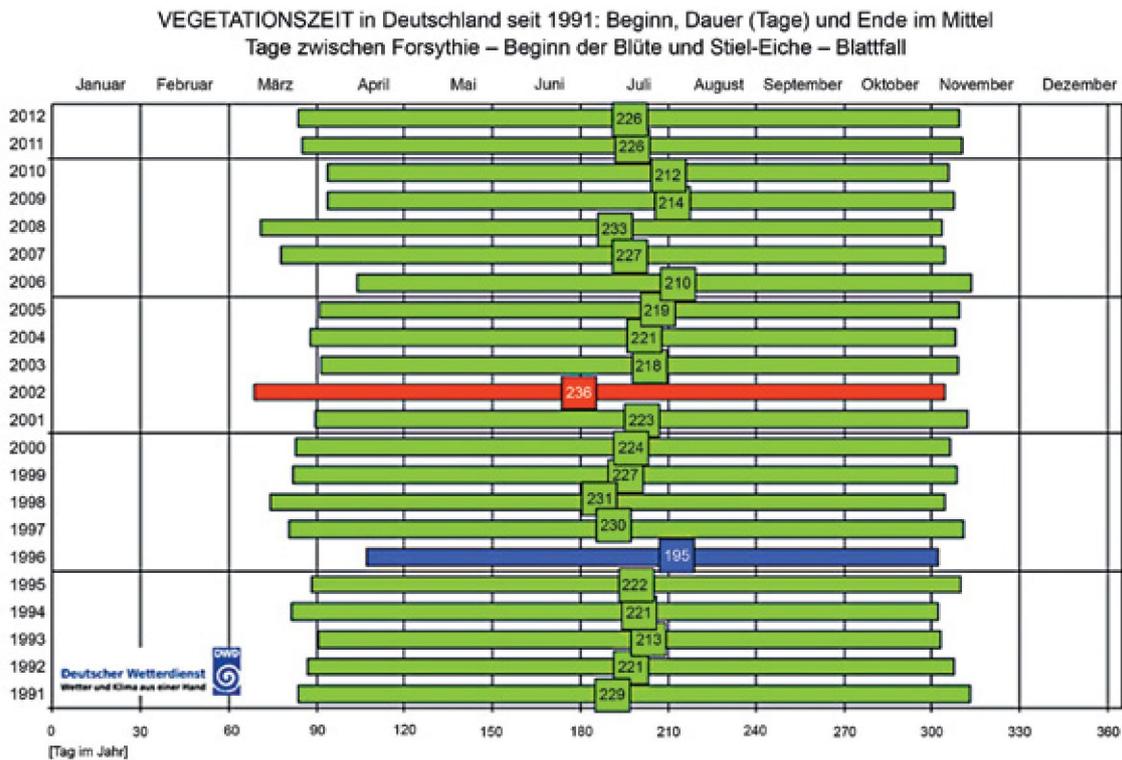


Abb. 45 Vegetationszeit in Deutschland 1991-2012: Beginn, Dauer (Tage) und Ende im Mittel. 1996: kürzeste Vegetationszeit; 2002: längste Vegetationszeit. – (Quelle Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de).

Man erkennt Schwankungen von ca. 10 % innerhalb von sieben Jahren. Für Polen liegen Daten vor, aus denen ersichtlich ist, dass die Vegetationszeit je nach Standort (Maximum von 234 Tagen in der Ebene; Minimum von 171 Tagen an einem Nordhang auf 1100 m ü.NHN; 95 Tage auf 2000 m ü.NHN) im gleichen Jahr stark schwankt (Górski 2013). Die Höhenlage von Schöningen blieb, nach geologisch-geographischen Maßstäben, in den letzten 300 000 Jahren annähernd gleich. Da zur Zeit des Speerhorizonts von einem etwas kühleren Klima als dem heutigen ausgegangen werden kann, ist auch eine kürzere Vegetationszeit in der Region Schöningen anzunehmen, während im Klimaoptimum eine etwas längere Vegetationsperiode bestanden haben muss. Wenn auch eine genaue Angabe in Tagen nicht möglich ist, besteht doch ein sehr starker Unterschied zwischen Schöningen und arktischen oder subarktischen Bedingungen mit wesentlich kürzeren Vegetationsperioden (30-90 Tage). Grob kann man von 3-4 Monaten Vegetationsruhe ausgehen, also fast einem Viertel des Jahres.

Saisonale Verfügbarkeit

Das Wachstum der Pflanzen beginnt bei einem Tagesmittel von 5°C (Lufttemperatur) (DWD 1996-2014), kann aber je nach Pflanze auch 10°C betragen. Beispiele sind das Schilfrohr oder der Rohrkolben, die bei 8-10°C anfangen auszutreiben, ebenso wie die meisten Baumarten (Ellenberg 1979, 404).

Ungefähr im März sprießen die ersten jungen Triebe. Im Frühjahr und Sommer können also hauptsächlich die Knospen, jungen Triebe (Blätter, Blüten, Sprosse) und unreifen Samen als Nahrung geerntet werden. Ab Mai oder Juni (Frühsommer) sind die ersten Früchte und Beeren zu erwarten. Es folgen die Nüsse im Herbst.

Von Spätsommer bis Frühherbst bieten die stärkereichen unterirdischen Speicherorgane am meisten Energie (vgl. hierzu auch S. 144). Blätter von Pflanzen können das ganze Jahr über genutzt werden, nur erfordern ältere Blätter häufig eine Aufbereitung, wohingegen junge Blätter roh konsumierbar sind. Durch Erhitzen können Bitterstoffe, Säuren und Giftstoffe reduziert werden. Zur Blütezeit haben Pflanzen höhere Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen (Bickel-Sandkötter 2001). Hierzu zählen viele Stoffe, die für den Menschen giftig sind wie beispielsweise die Alkaloide oder Saponine, aber auch Polysaccharide, Carotinoide und Flavonoide, die wichtig für die menschliche Gesundheit sind. Es empfiehlt sich daher, Blätter und Triebe nur vor der Blüte roh zu essen und danach abzukochen oder anderweitig zu erhitzen. Ähnliches gilt auch für die Nutzung von Wildobst, Nussfrüchten und Wurzeln im Herbst (Bernardine 1983; Machatschek 2010, 71-73. 116). Je reifer die Früchte und je jünger die Blätter, desto höher ist der Gehalt an Mikronährstoffen, fasst H. K. Biesalski (2015, 36) verallgemeinernd zusammen. Im Winter steht nur wenig pflanzliche Nahrung zur Verfügung, darunter einige am Busch verbliebene Beeren und einige widerstandsfähige krautige und schwimmende Pflanzen (vgl. S. 78). J. D. Speth und K. A. Spielmann (1983) sind der Ansicht, dass während des Herbstes lagerbare Kohlenhydrate gesammelt werden müssen, da im späten Winter und frühen Frühjahr der größte Nahrungsdruck herrscht und diese Zeit überbrückt werden muss. Auch tierische Nahrung ist zu dieser Zeit Mangelware. Herbivoren leiden an der Vegetationspause und gegebenenfalls geschlossener Schneedecke. Amphibien überwintern in dieser Zeit versteckt, Fische unter der zugefrorenen Wasseroberfläche, Eier und Insekten sind nicht verfügbar. Es steht also auch keine Nahrungsalternative zur Verfügung. Die kritische Zeit ist von Winter bis Vorfrühling, heute also ungefähr von November bis Mitte März (vgl. auch Abb. 45).

Nutzbarkeit von Nährstoffen in Pflanzen und Sensorik

In der Realität standen dem Menschen weit mehr Ressourcen zur Verfügung als hier beschrieben, um seinen Bedarf an Mikronährstoffen und Energie zu decken. Hierzu zählen neben tierischen Quellen (Säugetiere, Fische, Amphibien, Eier, Mollusken, Insekten) auch Pilze und die Pflanzenarten, die im archäologischen Befund nicht überliefert sind. Pilze beinhalten zusätzlich Proteine, Mineralien und einige Fette, Kohlenhydrate und Vitamine (Heseker/Heseker 2013), Fleisch und Eier das lebenswichtige Vitamin A, Vitamin B12, Proteine und Fett sowie Mineralien (auch im Knochenanteil), Fisch und Mollusken Jod und ungesättigte Fettsäuren (Biesalski 2015, 81-83). Wichtig ist die regelmäßige Versorgung mit Vitaminen, da der Körper dafür meist nur sehr wenige Speichermöglichkeiten besitzt. Die Vitamin C-Versorgung ist, wie bereits dargelegt wurde, durch wenige Pflanzen sogar im Winter gewährleistet, soweit diese unter der Schneedecke auffindbar sind. Dieses Vitamin kommt im Fleisch nicht vor, lediglich in der Leber einiger Tiere ist es enthalten. Die Deckung über die pflanzliche Kost ist daher unumgänglich. Mit der Nutzung dieser Pflanzen geht auch eine gute Versorgung mit Mineralien einher. Gelegentlich kommen Vitamin C und Zucker (Saccharide, in vielen Früchten) gemeinsam vor. Stärke (Polysaccharid) kann ebenfalls über den süßlichen Geschmack erkannt werden. Häufig an süßen Früchten zu finden sind Insekten (Biesalski 2015, 34), die verschiedene Vitamine (A, B2, C, E) und andere Mikronährstoffe enthalten können (Calcium, Magnesium, Eisen). Insekten dürften bereits den Vorfahren des Menschen als Nährstoffquelle gedient haben könnten.

Auf diese Weise gelangte der Mensch über nur einen Inhaltsstoff, dessen Geschmack er als angenehm empfand, an andere Nährstoffe, die zum Erhalt der Gesundheit benötigt und unbeabsichtigt aufgenommen wurden. Einige Effekte haben eine sehr schnelle Wirkung und dürften auch für den *Homo heidelbergensis* zu beobachten gewesen sein. Als Beispiel sei hier die positive Wirkung verschiedener Früchte auf die Symptome von Vitamin C-Mangel genannt (vgl. auch S. 201).

Über den Geschmack kann der Mensch also Inhaltsstoffe wie Zucker (auch Stärke, Kohlenhydrate), Salz oder Bitterstoffe aufspüren. Wie an anderer Stelle (vgl. S. 201) näher beschrieben, empfindet er »süß« als angenehmen Geschmack, während »bitter« vor giftigen Substanzen warnt. Die Intensität eines Geschmacks kann entweder Warnsignale auslösen oder als angenehm eingestuft werden, beispielsweise bei sauer oder bitter (Derndorfer 2010, 31). Tiere lernen, giftige Nahrung durch den Geschmack zu vermeiden.

Der Neandertaler besaß bereits das Gen, das für die Wahrnehmung bitteren Geschmacks verantwortlich ist (K. Hardy u. a. 2013). Für Salz, Eisen und Vitamine besitzt der moderne Mensch Rezeptoren, die bei Mangelercheinungen den Appetit auf diese Stoffe wecken. Das Gehirn von Säugetieren, den Menschen inbegriffen, ist auch in der Lage, ein Defizit an Aminosäuren im Körper zu registrieren. Das Gehirn signalisiert daraufhin, welche Nahrungsmittel gemieden und welche genutzt werden sollten und kann, soweit eine Auswahl an Nahrung besteht, Mangelercheinungen vorbeugen (Hao u. a. 2005).

Die Sensibilität der Rezeptoren hängt von der Nahrung ab und kann trainiert werden. Omnivoren müssen aus einem breiten Spektrum an Geschmäckern auswählen. Ihre chemischen Sensoren sind besonders sensibel und nehmen wahr, welche Nahrung energiedicht ist, so wie Fleisch, Früchte oder unterirdischer Speicherorgane (Johns 1996, 41. 240). Der Geschmack »Umami« beispielsweise reagiert auf Glutaminsäure, die meist in proteinhaltigen Nahrungsmitteln vorkommt. Er liefert indirekt Hinweise auf für den Menschen energetisch wichtige Stoffe (Derndorfer 2010, 31). Die Geschmacksrichtungen fettig und metallisch werden erst seit kurzem diskutiert (Derndorfer 2010, 30. 38; Laugerette u. a. 2005). Offenbar kann der Mensch Fettsäuren wahrnehmen, zumindest indirekt, da Aromen im Fett stärker gebunden werden. Die Rezeptoren und auch die Verarbeitung der Reize im Gehirn waren für den *Homo heidelbergensis* lebenswichtig, um verdorbene oder giftige Lebensmittel herauszufiltern, und müssen in einem ähnlichen Umfang, vielleicht sogar in größerem Umfang als heute, vorhanden gewesen sein.

Wenn der *Homo heidelbergensis* das breite Nahrungsspektrum nutzte, das ihm zur Verfügung stand, musste er nicht an Mangelercheinungen leiden. Es ist jedoch kaum zu erwägen, welche kulturellen Aspekte, welche Vorlieben und welcher Wissensstand das Handeln der jeweiligen Individuen beeinflusste und es ist ebenso schwierig abzuschätzen, wie effektiv die Nährstoffe vom Organismus verwertet werden konnten. All diese Faktoren wirken sich auch auf die Deckung des Energiebedarfs aus, da für die Verarbeitung von Proteinen, Fett und Kohlenhydraten oder darauf folgende Vorgänge verschiedene Stoffe erforderlich sind.

DER ENERGIEBEDARF EINES *HOMO HEIDELBERGENSIS* – EINE ANNÄHERUNG

»One of the intellectual benefits of building a model is that the model does not have to be accurate in every detail in order to be useful.«
(Binford 2001, 186).

Die Berechnung des Energiebedarfs früher Hominini birgt zahlreiche Variablen und Unwägbarkeiten. Die im Folgenden vorgenommenen Berechnungen können nur eine Annäherung an die Wirklichkeit darstellen. Doch wie L. Binford (2001, 186) bereits schreibt, muss ein Modell auch nicht den Anspruch an Perfektion haben und kann trotzdem ein nützliches Werkzeug darstellen.

Der *Homo heidelbergensis* war, betrachtet man die Individuen aus der Sima de los Huesos in Spanien, ungefähr 164 cm groß (Carretero u. a. 2012). Das Gehirnvolumen ist ähnlich dem unseren und liegt im Durchschnitt bei 1200 cm³. Beispiele hierfür sind der Schädel von Petralona (Stringer u. a. 1979) und gegebenen-

	Sitzen / Stehen	Gehen	moderate Arbeit	moderate Arbeit	harte Arbeit
männlich	75 kcal × 7,5 h	180 kcal × 2,5 h	120 kcal × 2,5 h	210 kcal × 1 h	180 kcal × 0,5 h
weiblich	75 kcal × 8 h	180 kcal × 2,5 h	120 kcal × 3 h	180 kcal × 0,5 h	180 kcal × 0 h

Tab. 19 Berechnung des Gesamtumsatzes für männliche und weibliche *Homo heidelbergensis* auf der Basis von Angaben zu Aktivitäten rezenter Jäger und Sammler (!Kung). Energieverbrauch pro Aktivität. – (Nach Dickhuth u. a. 2000, 255; Leonard/Robertson 1997, 277).

falls der Schädel von Arago (vgl. auch S. 8; de Lumley/de Lumley 1973). Wie bereits zuvor erwähnt, liegen die Körpergrößen mittelpleistozäner Hominini zwischen 162 cm für weibliche Individuen und 176 cm für das größte bekannte männliche Individuum (Niskanen/Junno 2006) und schwanken dabei je nach Geschlecht und Individuum. Für *Homo heidelbergensis* liegen keine Berechnungen des Energiebedarfs vor, jedoch für seinen nahen Verwandten, den *Homo erectus*.

Im Mittel haben die mittelpleistozänen Hominini (männlich und weiblich, n=7) eine Körpergröße von 172,4cm, wobei die männlichen Individuen überwiegen (Niskanen/Junno 2006). Gemeinsam mit dem Durchschnittswert für die Individuen aus der Sima de los Huesos (Carretero u. a. 2012) ergäbe sich ein Mittelwert von 167,2cm. Den Geschlechtsdimorphismus berücksichtigend kann man von der Annahme ausgehen, dass die Schöninger Population durchschnittliche Größen zwischen 165 und 170cm hatte. Das Gewicht dürfte zwischen 50 und etwas über 60 kg liegen. Mit diesen Angaben und einem angenommenen Alter von 20 Jahren ergäbe sich mit der Harris-Benedict-Formel folgende Gleichung:

Grundumsatz Männer = $66,4730 + 13,7516 \times 60 + 5,0033 \times 170 - 6,7550 \times 20$

Grundumsatz Frauen = $655,0955 + 9,5634 \times 50 + 1,8496 \times 165 - 4,6756 \times 20$

Der Grundumsatz eines männlichen Individuums wäre demnach 1607kcal, der eines weiblichen *Homo heidelbergensis* ungefähr 1345kcal. Dieser Wert läge im Rahmen der Berechnungen für den afrikanischen *Homo erectus* von W. R. Leonard und M. L. Robertson (1997). Der Gesamtumsatz läge bei einem PAL-Faktor von 1,75 bei 2812 kcal für Männer und 2354 kcal für Frauen und somit innerhalb der Empfehlung der WHO (World Health Organization 2004) für den modernen Menschen. Der PAL-Wert gibt den Energieverbrauch bei sitzender, stehender und gehender Arbeit an. Berechnet man den Gesamtumsatz hingegen nach den Angaben für die Aktivität der !Kung (Leonard/Robertson 1997) mit den Werten aus **Tabelle 19**, kommt man auf 3294 kcal für männliche Individuen und 2860 kcal für weibliche Individuen. Dies liegt noch weit unter den Berechnungen von M. V. Sorensen und W. R. Leonard (2001) für den Neandertaler und sogar unter dem Energieverbrauch der Inuit (vgl. S. 12), ist jedoch deutlich höher als die Ergebnisse mit dem oben verwendeten PAL-Faktor. Letztere Berechnung scheint aufgrund transparenterer Variablen eine bessere Annäherung zu liefern. Die in **Tabelle 19** angegebenen Zeiten für verschiedene Aktivitäten gehen auf ethnologische Beobachtungen der !Kung zurück und können für den *Homo heidelbergensis* natürlich abweichen. Nicht in der Tabelle vermerkt sind zehn Stunden, die die !Kung aufs Schlafen verwenden.

Die hier erfolgten Berechnungen bergen zahlreiche Variablen, die das Ergebnis beeinflussen können. Weder Körpergröße noch Gewicht oder Alter der Schöninger Individuen sind bekannt. Die Gruppengröße und -zusammensetzung sowie der Aktivitätsumfang sind unbekannt. Diese Faktoren können nur anhand ethnographischer Vergleiche geschätzt werden, so dass eine Gesamtenergieberechnung für eine Gruppe von *Homo heidelbergensis* fast unmöglich scheint. Im Folgenden soll jedoch eine Annäherung erfolgen, wie viel Prozent des Energieverbrauchs durch Pflanzen gedeckt werden können und wie viele andere Ressourcen verwendet worden sein müssen.

Art und essbarer Anteil	Kohlenhydrate (Monosaccharide, Oligosaccharide, Polysaccharide)*	Fett*	Proteine*	Kalorienangaben falls vorhanden (kcal pro 100 g)
Rohrkolben (USOs)	38			
Schilfrohr (Stängel)	90	0,8	4,8	
Schilfrohr (USOs)	65			
Weißer Gänsefuß (Blätter)	45		5	260
Weißer Gänsefuß (Samen)	50			
Melden (Blätter)	5	0,2	3	21
Holunder (Beeren)	7	2	3	55
Teichbinse (USOs)	20			
Sauergräser (USOs)	20			
Laichkräuter (USOs)	20			
Gelbe Teichrose (USOs)	20			
Vogel-Knöterich (Blätter)	0,3		1,9	
Innere Rinde	unbestimmt			
Echte Bärentraube (Beeren)	unbestimmt			
Wasserlinse (Blätter)	unbestimmt			
Kiefer und Rohrkolben (Pollen)			unbestimmt	
Rohrkolben (junge Sprosse)	unbestimmt			

Tab. 20 Essbare Pflanzen aus Schöningen 13 II-4. – Quellen der Inhaltsstoffangaben, falls vorhanden, finden sich in den Katalogen 1, 2 oder 4. – * jeweils in g pro 100 g essbarem Anteil. – USOs = unterirdische Speicherorgane.

Pferd versus Pflanze – eine Beispielrechnung für den Speerhorizont

Angaben über Inhaltsstoffe wild wachsender, nicht industriell genutzter Pflanzenarten sind in der Literatur selten zu finden. Unterirdische Speicherorgane (vgl. auch S. 144) beinhalten im günstigsten Fall bis zu 30-50 % Stärke (Rohrkolben, Schilfrohr) und zusätzlich noch Zucker. Der Gehalt an Nährstoffen schwankt je nach Jahreszeit und Standort (Kofler 1918, 268; Koschtschew 1986). Von einigen krautigen Pflanzen, darunter Brennnessel, Melde und Beifuß, liegen Nährstoffanalysen vor (Heseker/Heseker 2013). Bei domestizierten Früchten können solche Nährstoffanalysen im Vergleich zur Wildform zu hohe Zuckerwerte aufweisen, da diese angezchtet wurden. Der Holunder hingegen dürfte noch eine relativ ursprüngliche Zusammensetzung haben, und kann hier als saisonal nutzbare Ressource herangezogen werden. In **Tabelle 20** sind die Arten für Verlandungsfolge 4 aufgelistet, für die es Nährstoffangaben in der Literatur gibt.

In **Tabelle 21** zeigt ein beliebig zusammengestelltes pflanzliches Nahrungsspektrum das Energiepotential. Im Modell wurden insgesamt 5,8 kg essbare Pflanzenanteile gesammelt.

Es ist schwer einzuschätzen, wie hoch die effektiv nutzbare Masse ist. Bei den unterirdischen Speicherorganen muss die äußere, faserige Rindenschicht entfernt werden. Nach eigenen Experimenten beträgt der nicht nutzbare Abfall ungefähr 20 % der gesammelten Menge. Früchte und Beeren können häufig vollständig konsumiert werden, abgesehen von Steinobst. Nüsse haben aufgrund der massiven Schale einen prozentual hohen Abfallanteil.

Blätter und Stängel können in der Regel komplett genutzt werden. Die Gesamtenergie (biologischer Brennwert) aus den im Beispiel genutzten Pflanzenarten beträgt rund 10 162 kcal (vgl. **Tab. 21**). Pro Gramm gesammelter essbarer Anteile ergeben sich für den Menschen also 1,75 kcal nutzbare Energie. Die Rhizome von Rohrkolben und das Schilfrohr an sich sind die besten Energielieferanten, gefolgt von den Blättern des Weißen Gänsefußes. Für wild wachsende unterirdische Speicherorgane lagen leider keine Nährstoffanalysen vor. Allgemeinen Schätzungen zufolge werden sie hier mit 20 % Kohlenhydraten veranschlagt (Bickel-

Gesammelte Menge in g	Pflanzenart	Energiegehalt in g			minus thermischer Effekt in g			biologischer Brennwert in kcal			Gesamtenergie in kcal	kcal pro g
		Kohlenhydrate	Fette	Proteine	Kohlenhydrate 6 %	Fette 6 %	Proteine 30 %	Kohlenhydrate 4,2	Fette 9,3	Proteine 4,2		
1000	Rohrkolben (Rhizome)	380			357,2			1500,24			1500,24	1,50
1000	Schilf (Rhizome)	650			611			2566,20			2566,20	2,57
1000	Schilf (Stängel)	900	8	48	846	8	34	3553,20	69,94	141,12	3764,26	3,76
2000	USOs von Sauergras, Teichbinse, Laichkraut	400			376			1579,20			1579,20	0,80
300	Weißer Gänsefuß (Blätter)	135		15	127		11	532,98		44,10	577,08	1,92
200	Vogel-Knöterich (Blätter)	0,6		4	0,6		3	2,37		11,17	13,54	0,07
300	Holunderbeeren	21	6	9	20	6	6	82,91	52,45	26,46	161,82	0,54
5800		Summe									10162,34	1,75

Tab. 21 Aus den in Schöningen 13 II-4 vorkommenden essbaren Pflanzen zusammengestelltes Nahrungsspektrum und sein Energieertrag für den menschlichen Organismus. – USOs = unterirdische Speicherorgane.

Sandkötter 2001, 11-34). Der Gehalt lag im Herbst und Winter sicherlich höher, wie man im Vergleich beim Rohrkolben sieht, so dass es sich hier um einen Mindestbetrag handelt. Bei den oben genannten Ergebnissen ist der thermische Effekt bereits abgezogen worden (vgl. auch **Tab. 21**). Der Arbeitsaufwand, der zum Sammeln und Verarbeiten der Nahrung notwendig war, muss vom Gesamtenergiebetrag subtrahiert werden. Die angegebene gesammelte Menge entspricht realistischen Sammelaktivitäten von mehreren Personen in wenigen Stunden. In der Berechnung des Gesamtumsatzes eines *Homo heidelbergensis* anhand der Verhaltensweise der !Kung (s. S. 123) ist diese Leistung als »einfache und moderate Arbeit« einzuordnen. Das Sammeln von Nahrung ist also bereits im Grundumsatz (s. S. 107) und somit auch in den 3294 kcal Gesamtumsatz für männliche Individuen und 2860 kcal für weibliche enthalten.

Der berechnete Energieertrag aus der gesammelten pflanzlichen Nahrung im Modellbeispiel reicht aus, um eine kleine Gruppe für einen Tag komplett zu versorgen.

In einem anderen Beispiel ist der Energieertrag aus verschiedenen tierischen Nahrungsquellen dargestellt (vgl. **Tab. 22-24**). Die Nährwerte für das Pferdefleisch (**Tab. 22**) sind der Durchschnitt aus mehreren Nährwertangaben für diese Tierart (Badiani u. a. 1997; Heseke/Heseke 2013; Lee u. a. 2007; Lorenzo u. a. 2013; USDA 2012). Es handelt sich dabei um Muskelfleisch (essbarer Anteil) gemästeter Tiere, darunter Jeju-Pferde, italienische Schlachttiere und Pferde aus unbekannter Quelle. 1 g Pferdefleisch liefert nach den Berechnungen 1,01 kcal Energie. Berücksichtigt man auch Vögel, Kleinnager und mittelgroße Tiere sinkt der Energiegehalt sogar auf 0,77 kcal/g (**Tab. 23-24**). Dies liegt am geringen Fettgehalt bei wilden Tieren. Der höhere Wert bei Pferden kann darauf zurückgeführt werden, dass es sich bei den Nährstoffangaben zumindest teilweise um gemästete Tiere handelte. Rechnet man zusätzlich den Energieeinsatz, der für das Erlegen, Ausweiden und Verarbeiten der Tiere erforderlich ist, stellen die kohlenhydratreichen Pflanzenteile eindeutig die energiedichtere Nahrungsressource dar. Jedoch sind bei den Tieren die Innereien wie Hirn, Leber oder Magen (inklusive Inhalt) und das Knochenmark nicht mit einberechnet, da es hierzu nur unzulängliche Daten gibt.

Nährstoffanteil in 100g rohem Pferdefleisch					
	Institut für Fleischhygiene an der Tierärztlichen Hochschule Hannover	Lee u. a. 2007	Badiani u. a. 1997	Heseker/Heseker 2013	U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service 2013
	?	Muskelfleisch von 10 Jeju-Pferden, 30-36 Monate alt, nach 12 Monaten Mast	Oberschenkelmuskelfleisch von 5 Pferden aus italienischem Schlachthaus, 6-10 Jahre, im Frühling geschlachtet	Zusammensetzung pro 100g essbarem Anteil; Pferdequelle unbekannt	Zusammensetzung pro 100g essbarem Anteil; Pferdequelle unbekannt
Nährstoffe in g					
Protein	20,6	21,1	19,8	21	21,39
Fett	2,7	6	6,63	3	4,6
Wasser	75,2	71,4	70,9	75	72,63
Mineralstoffe	1	1,8	0,98	1	1,38
Mineralstoffe in mg					
Natrium	45	38,1	74,2	45	53
Magnesium	25	21	28,9	25	24
Mangan	0,02	0,022	–	–	–
Kupfer	0,145	–	0,2	0,2	–
Phosphor	0,185	168,7	231	0,185	221
Jodid	0,001	–	–	0,001	–
Kalium	330	315,5	–	330	360
Calcium	13	6,3	3,77	15	6
Eisen	4,7	2,1	3,89	4,7	3,82
Zink	4,6	2,3	3,72	2,9	2,9
Chlorid	9	–	–	–	–
Selen	0,006	–	–	–	–
Essentielle Aminosäuren in g					
Isoleucin	1,05	–	0,91	–	–
Lysin	1,57	–	1,57	–	–
Phenylalanin	0,72	–	0,82	0,7	–
Tryptophan	0,12	–	0,15	–	–
Valin	1,09	–	0,96	–	–
Histidin	0,87	–	0,9	–	–
Leucin	1,61	–	1,52	–	–
Methionin	1,28	–	0,48	–	–
Threonin	0,91	–	0,84	–	–
Tyrosin	0,67	–	0,67	–	–
Cystine	–	–	0,2	–	–
Lipide in mg					
Palmitinsäure	750	8,2	–	–	–
Ölsäure	920	–	–	–	–
Linolensäure	260	–	–	–	–
Cholesterin	75	–	–	–	–
Stearinsäure	110	–	–	–	–

Tab. 22 Nährwerte von Pferdefleisch und daraus kalkulierte Energie. – = keine Angaben oder 0.

Nährstoffanteil in 100g rohem Pferdefleisch					
	Institut für Fleischhygiene an der Tierärztlichen Hochschule Hannover	Lee u. a. 2007	Badiani u. a. 1997	Heseker/Heseker 2013	U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service 2013
	?	Muskelfleisch von 10 Jeju-Pferden, 30-36 Monate alt, nach 12 Monaten Mast	Oberschenkelmuskelfleisch von 5 Pferden aus italienischem Schlachthaus, 6-10 Jahre, im Frühling geschlachtet	Zusammensetzung pro 100g essbarem Anteil; Pferdequelle unbekannt	Zusammensetzung pro 100g essbarem Anteil; Pferdequelle unbekannt
Linolsäure	330	1,4	–	–	–
Arachidonsäure	55	–	–	–	–
Vitamine in mg					
C	–	–	–	–	1
A	0,020	0,03	–	0,02	–
B1 (Thiamin)	0,110	0,2	0,043	0,11	0,13
Nicotinamid	4,600	–	–	–	–
B12	0,063	–	0,021	0,03	0,03
E	0,230	–	–	0,2	–
B2 (Riboflavin)	0,150	0,21	0,18	0,15	0,1
B6	0,500	–	0,64	0,5	0,38
B3 (Niacin)	–	1,65	5,54	6,6	4,6
B9 (Folat)	–	–	–	0,05	–
Sonstige Inhaltsstoffe					
Purine	200	–	–	200	–
Kalkulierte Energie (kcal/100g)		138±17	140±9	108	133

Tab. 22 Fortsetzung.

Diese würden die Energie pro Gramm beim Pferd deutlich steigern. Für ein Pferd mit einer Schulterhöhe von ca. 160cm wird ein Fleischanteil von ca. 198kg (ohne innere Organe, aber mit Knochenmark ca. 400g) berechnet (Outram/Rowley-Conwy 1998). Für die etwas größeren Mosbacher Pferde (*Equus mosbachensis*, Schulterhöhe max. 180cm) müssen nochmals max. 12,5 % hinzugerechnet werden, so dass ein Gewicht von ungefähr 223kg Fleisch oder 225230kcal pro ausgewachsenem Tier zustande käme. Für die Schöninger Individuen ist jedoch mit geringeren Größen zu rechnen (Cramer 2007).

Um dieselbe Menge Energie in Form von Pflanzen aufzubringen, müsste man beispielsweise 60kg Rohrkolben-Rhizome (Mittelwert 38 % Stärke), 60kg unterirdische Speicherorgane mit 20 % Stärkeanteil, 3kg Weißen Gänsefuß und 5kg Schilfrohr sammeln (Ertrag: 226160kcal). Für den Rohrkolben existieren Angaben von 40000kg brauchbarer Wurzelstöcke pro Hektar in der Literatur (Kofler 1918, 268). Die überirdische Biomasse (vgl. Tab. 18) wäre bei dieser Menge schnell ausgebeutet. Zu den unterirdischen Anteilen der Pflanzen liegen jedoch weniger detaillierte Angaben vor und noch weniger zum Verhältnis Biomasse essbarer Anteil von Pflanzen. D. L. Clarke (1976) versuchte eine Annäherung über die essbaren Arten in unterschiedlichen Vegetationen. In jedem Fall wäre der Nährstoffbedarf für eine kleine Menschengruppe eine Zeit lang gedeckt, beispielsweise als saisonale Quelle, als Notnahrung oder als hoher Anteil an der täglichen Nahrung. L. R. Owen (2005) schreibt über die Eskimo Nordalaskas, dass ein guter Sammler 20kg Beeren am

Gesammelte Menge in g	Tierart	Energiegehalt in g		minus thermischer Effekt in g		biologischer Brennwert in kcal/g		Gesamtenergie in kcal	kcal pro g
		Fette	Proteine	Fette 6 %	Proteine 30 %	Fette 9,3	Proteine 4,2		
400000	Pferd	18360	83120	17258,40	58184	160503,12	244372,80	404875,92	1,01
3000	Wildente	270	360	253,80	252	2360,34	1058,40	3418,74	1,14
1000	Hase	30	220	28,20	154	262,26	646,80	909,06	0,90
12000	Reh	240	2520	225,60	1764	2098,08	7408,80	9506,88	0,79
416200		Summe						418710,6	0,77

Tab. 23 Energieertrag des Fleisches von verschiedenen Wildtieren. – (Daten Tab. 24; Nährwerte nach Hesecker & Hesecker 2013).

Anteile in 100g essbarem Anteil									
	Wildente	Hase	Reh	Rebhuhn	Taube	Wachtel	Hirsch	Rentier	Wildschwein
Kalkulierte Energie (kcal/100g)	133	113	98	222	169	110	112	171	162
Protein	12	22	21	35	21	22	21	22	20
Fett	9	3	2	9	10	2	3	9	9
Wasser	74	73	76	54	67		74	67	70
Mineralstoffe	1,2	1	1	1,4	1,2	74	1,2	1,1	1
Mineralstoffe in mg									
Natrium	60	45	60	100	110	45	60	120	95
Magnesium	20	25	20	35	35	30	20	20	20
Kupfer	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,2	0,4	0,1
Phosphat	170	210	220	300	400	180	200	210	165
Jod	0,0004	0,0006	0,0006	0,0004	0,0004	0,0004	0,0006	0,06	0,006
Kalium	250	265	310	400	410	280	305	310	360
Calcium	15	15	5	45	15	15	10	10	10
Eisen	4,1	2,9	3	8	1,5	4,5	2,3	3	1,8
Zink	0,8	2,1	3	0,7	1,7	2,7	3,2	4,8	2,3
Fluorid	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Essentielle Aminosäuren in g									
Phenylalanin	0,7	0,8	0,9	1,4	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
Vitamine in mg									
A1 (Retinol)	0,08	Spuren	x	0,035	0,008	0,015	0,001	0,008	0,008
B1 (Thiamin)	0,35	0,09	0,1	0,1	0,1	0,13	0,23	0,1	0,1
B12	0,0006	0,001	0,001	0,0008	0,0004	0,0005	0,001	0,005	0,005
E	0,7	0,1	0,2	0,7	0,6	0,7	0,1	0,1	0,2
B2 (Riboflavin)	0,27	0,06	0,25	0,15	0,28	0,17	0,25	0,2	0,2
B6	0,53	0,3	0,3	0,6	0,82	0,67	0,3	0,4	0,4
B3 (Niacin)	7,1	12,1	4,1	12,7	9,3	14,8	3,9	9	8,8
B9 (Folat)	0,008	0,005	0,005	0,008	0,008	0,008	0,005	0,005	0,005
Sonstige Inhaltsstoffe in mg									
Purine	150	105	140	150	160	150	110	150	150

Tab. 24 Nährstoffgehalt des Fleisches von verschiedenen Wildtieren sowie ihr biologischer Brennwert.

Gesam- melte Menge in g	Nährstoff- quelle	Energiegehalt in g			minus thermischer Effekt in g			biologischer Brennwert in kcal			Gesamt- energie in kcal	kcal pro g
		Kohlen- hydrate	Fette	Pro- teine	Kohlen- hydrate 6 %	Fette 6 %	Pro- teine 30 %	Kohlen- hydrate 4,2	Fette 9,3	Pro- teine 4,2		
100	Froschschenkel		0,1	16		0,09	11,2		0,87	47,04	47,91	0,48
200	Entenei		28	26		26,32	18,2		244,78	76,44	321,22	1,61
100	Honig	82,4		0,3	77,46		0,21	325,32		0,88	326,20	3,26
200	Steinpilz	2	Spuren	8	0,94		5,6	3,95		23,52	27,47	0,14
600		Summe									722,80	1,20

Tab. 25 Nährwerte und nutzbare Energie von alternativen Nahrungsquellen für den menschlichen Organismus. – (Daten Tab. 26).

Tag sammeln kann. Solche saisonal verfügbaren Ressourcen müssen natürlich auch berücksichtigt werden. Mengenangaben bleiben jedoch bei Pflanzen nach wie vor schwierig zu berechnen.

Berücksichtigt werden muss weiterhin das Limit der Aufnahme tierischer Proteine pro Tag. L. Cordain u. a. (2000) kalkulieren 250g Protein für ein 80kg schweres menschliches Individuum und einen Proteingehalt für Pferdefleisch von rund 21 % (vgl. Tab. 22). Demnach wäre es möglich, pro Tag 1,2 kg Fleisch zu konsumieren. Bei einem Energieertrag von 1 kcal/g (Tab. 23) wären also max. 1200kcal/Tag durch das Essen von Pferdefleisch möglich, bei einem leichteren Individuum entsprechend weniger. Dies würde den Tagesbedarf eines männlichen *Homo heidelbergensis* zu ca. einem Drittel decken. Weitere 2000kcal müssten durch Kohlenhydrate und mehr Fett abgedeckt werden (ebenfalls im Pferdefleisch enthalten). Da, wie bereits genannt, Proteine erst energetisch genutzt werden, wenn lang andauernder Hunger besteht (Stegemann 1991, 73-77), sollte der Anteil von Kohlenhydraten und Fett sogar höher liegen.

Höhere Fettgehalte haben nach B. Hesecker und H. Hesecker (2013) Wildente, Rebhuhn und Taube, aber auch beispielsweise Rentier und Wildschwein (vgl. Tab. 24). Eier enthalten nicht nur Proteine, sondern auch relativ viel Fett. Aus Tabelle 25 wird ersichtlich, dass das Sammeln von Enteneiern am effektivsten erscheint (1,6kcal/g) und Honig (3,3kcal/g) die energiedichteste Nahrung überhaupt darstellt (abgesehen von Schilf). Eier stellen eine hervorragende Quelle für Energie, Vitamine und Nährstoffe dar (Tab. 25-26), stehen jedoch nur in begrenztem Maße zur Verfügung.

Das Honigsammeln wird von rezenten Jägern und Sammlern häufig betrieben (Hawkes u. a. 1991; Lee/Daly 1999; Porr/Müller-Beck 1997), wohingegen die Jagd auf große Tiere vermehrt auftritt, wenn die Grundversorgung bereits gedeckt ist (Speth 2010; Wrangham 2009). Pilze und Amphibien gaben den Daten nach nicht viel Energie (Tab. 27). Eine Nutzung von kohlenhydrat- und zuckerreichen Pflanzenteilen wie Früchten, jungen Sprossen und unterirdischen Speicherorganen ist anscheinend unumgänglich, um den Energiebedarf einer Menschengruppe zu decken. Langfristig gesehen könnte sich eine intensive Pflanzennutzung auf die Vegetation im Uferbereich auswirken und wäre eventuell sogar im archäobotanischen Befund als Rückgang bestimmter Arten erkennbar. Es ist also wahrscheinlicher, dass pflanzliche und tierische Nahrung in einem energetisch ausgewogenen Verhältnis zueinander standen.

Erhitzen von Nahrung und Auswirkung auf die Energiebilanz von Nahrungsmitteln

D. L. Clarke (1978, 6) erwähnt, dass die Nutzung von Feuer notwendig ist, um die Struktur von Zellulose und Pflanzenfasern zu zerstören und diese Stoffe für den Menschen nutzbar zu machen. Kohlenhydrate,

	Entenei	Frosch- schenkel	Honig	Birkenpilz	Rotkappe	Steinpilz
	Heseker/ Heseker 2013	Heseker/ Heseker 2013	U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service 2013	Heseker/ Heseker 2013	Heseker/ Heseker 2013	Heseker/ Heseker 2013
Kalkulierte Energie (kcal/100 g)	184	69	30,4	18	17	20
Protein	13	16	0,3	3	2	4
Fett	14	0,1		1	1	Spuren
Wasser	70	82	17,1	88	91	88
Mineralstoffe	1	1,3		1,3	0,8	0,9
Kohlenhydrate und Zucker			82,4	x	Spuren	1
Ballaststoffe			0,2	6,5	4,7	6
Mineralstoffe in mg						
Natrium	100	55		2	1	6
Magnesium	15	25	2	10	10	10
Kupfer	0,1	0,4		0,3	0,3	0,3
Phosphat	180	150	4	83	70	85
Jod	0,01	4		0,01	10	3,5
Kalium	150	310		360	315	330
Calcium	65	20	6	2	30	4
Eisen	2,7	1,5	0,42	1,6	1	1
Zink	1,4	3,5	0,22	0,4	0,5	1,5
Fluorid	0,1	100		0,05	30	65
Essentielle Aminosäuren in g						
Phenylalanin	0,9	0,7		0,1	0,1	0,1
Vitamine in mg						
A1 (Retinol)	0,54	0,0001		x	x	x
Beta-Carotin	1,2	x		x	x	0,006
Vitamin D	0,005	0,1		0,002	0,002	0,003
B1 (Thiamin)	0,16	0,15		0,1	0,1	0,03
B12	0,0054	0,0014		x	x	x
E	0,8	1		0,1	0,1	0,1
B2 (Riboflavin)	0,53	0,25	0,38	0,44	0,4	0,37
B6	0,25	0,11		0,07	0,05	0,03
B3 (Niacin)	4,3	4,3	0,121	5	5,5	8,4
B9 (Folat)	0,08	0,007	0,02	0,025	0,025	0,025
C	x	1	0,5	7	5	3
Sonstige Inhaltsstoffe in mg						
Purine	5	110		50	50	90

Tab. 26 Nährstoffgehalt von alternativen Nahrungsquellen sowie ihr biologischer Brennwert.

Stärke (Dominy u. a. 2008; Smith u. a. 2001) und die Proteinstränge beim Fleisch werden aufgeschlossen und sind dadurch besser verdaulich (Carmody/Wrangham 2009). Durch Erhitzen wird die Größe der Kohlenhydratpolymere verringert, aus den Polysacchariden werden Di- und Monosaccharide, wodurch sie vom Darm besser aufgenommen werden können (Östlund u. a. 2004; 2009). Die gleiche Menge Nahrung liefert folglich mehr Energie. R. N. Carmody und R. W. Wrangham (2009) schätzen die Steigerung des Energieertrags für den menschlichen Körper durch Kochen auf 12-35 %. Zusätzlich wird die Energie reduziert, die

Altpaläolithikum	
Mas de Caves bei Lunel-Viel und Caune de l'Arago in Tautavel (Frankreich)	Zürgelbaum-Fruchtsteine (Escalon de Fonton 1968)
Terra Amata (Frankreich)	Traubensamen (Núñez/Walker 1989)
Gesher Benot Ya'aqov (Israel)	Stachelseerose, Eichel, Pistazien, Mandeln u. a., sowie Schlagsteine (Goren-Inbar u. a. 2002; 2014)
Zhoukoudian (China)	Zürgelbaum-Fruchtsteine (evtl. kombiniert mit Feuernutzung) (Xing 2000)
Mittelpaläolithikum	
Vanguard Cave und Gorham's Cave (Gibraltar)	verkohlte Pinienzapfen (Gale/Carruthers 2000)
Grotte de l'Escale (Frankreich)	Zürgelbaum-Fruchtstein (Tyldesley/Bahn 1983)
Kebara Cave (Israel)	Eichel, Pistazien und Gemüsepflanzen (Albert u. a. 2003; Lev u. a. 2005)
Amud (Israel)	Gräser (Madella u. a. 2002)
Douara Cave (Syrien)	aufgeschlagene Boraginaceae (Jones 2009)
Jungpaläolithikum	
Cueva de Nerja (Spanien)	verkohlte Pinienzapfen mit Samen (Tyldesley/Bahn 1983)
Fontanet (Frankreich)	Gräser (Bahn 1983)
Montfort (Frankreich)	Eichel, Kastanien, Nüsse (Bahn 1983)
Grotte d'Enlène (Frankreich)	Kirsch- und Pflaumensteine (Bahn 1983)
Aurensan (Frankreich)	verkohlte Himbeer- und Erdbeersamen (Bahn 1983)
Dolni Vestonice (Tschechien)	verkohlte Samen und Wurzeln von Asteraceae (Mason u. a. 1994)
El Juyo (Spanien)	Ahorn, Haselnuss, Grassamen, aquatische Pflanzen, Beeren (Haws 2003)
Franchthi Cave (Griechenland)	Boraginaceae (teilweise verbrannt), Wicken, Pistazien, Mandeln, Linsen (Hansen/Renfrew 1978)
Ohalo II (Israel)	Apiaceae, Beeren (<i>Rubus</i> sp.), Melden, Getreide und Mahlsteine (Kislev u. a. 1992; Weiss u. a. 2008)

Tab. 27 Funde von botanischen Makroresten an paläolithischen Fundstellen als Beleg für die Nutzung als Nahrung.

für das Verdauen von Nahrung aufgebracht werden muss. Viele Giftstoffe aus Pflanzen und Bakterien werden zerstört (Wrangham/Carmody 2010). Kochen verstärkt auch den süßlichen Geschmack stärkerer Nahrung (Ramirez 1992) und den Umami-Geschmack von Glutamat-reicher Nahrung (Wobber u. a. 2008). Beides wird von unserem Gehirn als angenehm wahrgenommen. Der einzige Nachteil besteht darin, dass Vitamine verloren bzw. in einen ungebräuchlichen Zustand übergehen, insbesondere die des B-Komplexes und Vitamin C (Bickel-Sandkötter 2001; Biesalski 1996). Die Vorteile gekochter Nahrung (energiedichtere Nahrung, weniger Giftstoffe) scheinen jedoch den Vitaminverlust zu überwiegen, betrachtet man rezente Wildbeutergesellschaften. Nahezu alle Völker dieser Erde nutzen Feuer zum Kochen, Braten oder Rösten von Nahrung (Wrangham/Carmody 2010; Wrangham/Conklin-Brittain 2003).

Von den Inuit ist bekannt, dass sie viel rohes Fleisch essen, wodurch sie angeblich auch keine Probleme mit Skorbut hätten (Keene 1985, 170). Die grönländischen Eskimo beispielsweise kennen das Krankheitsbild und essen Seetang und Narwalhaut, um dagegen vorzubeugen. Feuer nutzen sie zum Dörren von Fleisch und die Hitze der Sonne, um ihre Speckbeutel (Pemmikan) zu erhitzen, also zur Vorratshaltung (Höygaard 1940, 50. 90). Außerhalb eines Lagers ist Kochen jedoch aufwendig. Von australischen Aborigines und Inuit ist bekannt, dass sie tagsüber von der Hand in den Mund leben, während sie in ihrem Basislager gekochte bzw. gebratene Nahrung konsumieren (Wrangham/Carmody 2010). Von den indigenen Völkern Nordamerikas und denen der russischen Steppen ist das Kochen mit Steinen in Gruben überliefert:

»Ein Indianerstamm röstet Graskörner, indem er in einem Korbe einen glühenden Stein umherwälzt [...]. Das Steinkochen selbst, in Körben oder in entsprechend bekleideten Gruben, ist üblich bei den Assiniboin und bei Indianerstämmen längs des Stillen Ozeans. [...] Man kochte auch Fleisch mit Hilfe von Steinen und in den russischen Steppen konnte man im 18. Jahrh. erleben, daß das Fleisch eines Ochsen in seinem eigenen Fett gekocht wurde, mit glühenden Steinen und in einem Feuer, das mit Ochsenfett und Knochen unterhalten wurde« (Maurizio 1927, 27).

Kochgruben aus dem Mittelpleistozän sind bisher nicht nachgewiesen und auch keine anderen sicheren Hinweise auf das Steinkochen. Das bisher einzige Indiz, einige Gerölle mit Hitzerrissen und einer glasigen, schaligen Oberfläche, stammt aus der Fundstelle Bilzingsleben und wird auf 370 000 Jahre datiert (Mania/Mania 2004). Die Interpretation der Funde als Kochsteine erscheint jedoch diskussionswürdig. Weniger aufwendig ist das einfache Grillen von Fleischstücken oder Knollen an einem Stock über der offenen Feuerstelle oder in der Glut. Diese Methoden würden wahrscheinlich keine auffindbaren Spuren hinterlassen.

In mehreren Experimentreihen konnte nachgewiesen werden, dass Menschenaffen gekochter Nahrung gegenüber roher Nahrung den Vorzug gaben, und zwar sowohl bei Fleisch als auch bei Obst und Knollen. Da Konsistenzveränderungen der Nahrung durch das Kochen und andere Faktoren experimentell ausgeschlossen wurden, muss der Geschmack für die Präferenz gekochter Nahrung verantwortlich sein (Wobber u. a. 2008). Der Geschmack wiederum könnte deshalb als angenehm wahrgenommen werden, da die Nahrung, wie bereits erwähnt, süßlicher schmeckt. Der energieliefernde Stoff wird also durch den Kochvorgang verstärkt. In einer anderen Studie konnte beobachtet werden, dass Menschen, die sich längere Zeit von Rohkost ernähren, an Gewicht verlieren. Durch Kochen steigt also der Netto-Energieertrag von Nahrung (Wrangham/Carmody 2010; Wrangham/Conklin-Brittain 2003), da Kohlenhydrate und teilweise auch Proteine durch Kochen besser vom Körper zu verstoffwechseln sind (Carmody/Wrangham 2009). Außerdem werden Pflanzen und Fleisch durch das Zerstören von Proteinverbindungen (Kollagen) und Pflanzenfasern weicher, wodurch die Energie sinkt, die zum Kauen und Verdauen benötigt wird (Wrangham/Carmody 2010).

In Schöningen und ähnlich datierten Fundstellen in Mitteleuropa gibt es bislang keine sicheren Belege für die kontrollierte Nutzung von Feuer (vgl. S. 195 und Roebroeks/Villa 2011). Zuletzt widerlegten M. Stahl-schmidt u. a. (2015) ein Vorhandensein von mittelpleistozänen Feuerstellen in Schöningen. Nichtsdestotrotz war Feuer an den Fundstellen präsent, wie mehrere verkohlte Hölzer und nicht zuletzt das als »Bratspieß« bezeichnete Artefakt (vgl. S. 189) beweisen. Für eine aktive Feuernutzung fehlen eindeutige Beweise. Indizien dafür, dass *Homo heidelbergensis* und auch *Homo erectus* Feuer für die Zubereitung von Nahrung verwendeten, liefert die Arbeitsgruppe um R. W. Wrangham (Wobber u. a. 2008; Wrangham 2009; Wrangham/Carmody 2010; Wrangham u. a. 2009; Wrangham/Conklin-Brittain 2003; Wrangham u. a. 1999). Bereits der frühe *Homo erectus* (ca. 2 Millionen Jahre) soll in der Lage gewesen sein, Feuer zu nutzen, um seine Nahrung damit zu erhitzen. Im Folgenden wird der Einfachheit der Begriff Kochen verwendet, was jedoch auch Braten, Rösten und andere Formen des Erhitzens beinhalten soll. R. W. Wrangham und R. Carmody (2010) machen für die rapide Vergrößerung des Gehirns im Vergleich zu *Australopithecus* und dem frühen *Homo* das Kochen und den vermehrten Konsum von Fleisch verantwortlich. Hinweise sehen sie auch in der verkleinerten Zahnmorphologie (Prämolaren und Molaren) und einem reduzierten Magen-Darm-System. Die im Kontrast dazu geringen Veränderungen in der Zahnmorphologie von *Homo heidelbergensis* würden dafür sprechen, dass Kochen bereits früher bekannt gewesen sei. Hingegen meinen L. C. Aiello und P. Wheeler (1995), die erste Vergrößerung des Gehirnvolumens sei auf den Konsum von Fleisch und eine zweite auf das Kochen (um 600 000 Jahre vor heute) zurückzuführen. Beide Hypothesen, nach denen bereits *Homo heidelbergensis* regelmäßig seine Nahrung kochte, scheinen in sich überzeugend zu sein. Es bleibt jedoch zu diskutieren, ob andere Faktoren für die Zahnmorphologie und das Hirnwachstum ausgeschlossen werden können.

Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass durch das Erhitzen von Nahrung der Energieertrag für den menschlichen Organismus steigt. Es werden also weniger pflanzliche und tierische Ressourcen benötigt, um den Energiebedarf zu decken. Da unser Organismus jedoch seit Jahrtausenden an gekochte Nahrung gewöhnt ist und sich auch unser Magen-Darm-System angepasst hat, ist es schwer einzuschätzen, wie der Darm des *Homo heidelbergensis* auf rohe Nahrung reagierte. Leider gibt es bisher keine Studien zu der Thematik, welchen Einfluss gekochte Nahrung auf den Metabolismus von Primaten hat. Die Indizien, die R. W. Wrangham u. a. (Carmody/Wrangham 2009; Wrangham 2009; Wrangham/Carmody 2010; Wrangham/Conklin-Brittain 2003) nennen, nämlich ein vergrößertes Gehirn bei *Homo erectus* und ein verkürzter Darm trotz reduzierten Kauapparats, stützen die Hypothese, dass auch der Stoffwechsel anderer Menschenformen vom Kochen profitierte – vorausgesetzt, der Faktor Kochen ist die Erklärung für diese Anpassung.

Außer dem indirekten Nachweis über Anatomie und Physiologie der Fossilien kann das Kochen von Nahrung über die Morphologie von Stärkekörnern (Henry u. a. 2011) und das Vorkommen von Nahrungsresten in Feuerstellen nachgewiesen werden (Haws 2004; Kubiak-Martens 1996; Lev u. a. 2005; Opperman/Heydenrych 1990; Weiss u. a. 2008). Für beides gibt es jedoch erst in deutlich jüngeren Epochen der Menschheitsgeschichte Belege. Trotzdem sprechen die vorliegenden morphologischen Indizien wie auch die ethnologischen Beobachtungen dafür, dass *Homo heidelbergensis* seine Nahrung erhitzte, wodurch er einen erheblichen Vorteil gegenüber deutlich früheren Hominiden hatte. Die Idee, Nahrung zu kochen, wurde sofort belohnt durch einen angenehmen Geschmack und bessere Kaubarkeit, wodurch sich diese Innovation schnell durchgesetzt haben dürfte. Dies zeigt auch das zuvor angeführte Experiment mit den Primaten.

NACHWEIS VON PFLANZENNUTZUNG IM PALÄOLITHIKUM

Überreste pflanzlicher Nahrung aus dem Paläolithikum sind selten. In **Tabelle 27** sind die Fundstellen mit überzeugenden Belegen einer Pflanzennutzung aufgelistet.

Meist handelt es sich um Früchte und Samen aus Höhlenfundstellen. Außer dem Menschen könnten auch Nagetiere oder andere Tiere Pflanzenteile in die Höhle bringen. Verkohlungs Spuren und eine große Menge an eingetragenen Material (z. B. an den Fundstellen Aurenan [dép. Gers/F] bzw. Fontanet [dép. Ariège/F]) sind jedoch relativ deutliche Belege für eine Nutzung seitens des Menschen. Von den wenigen Beispielen abgesehen, muss der Nachweis von pflanzlicher Nahrung anhand indirekter Indizien erfolgen.

Werkzeuge zur Verarbeitung pflanzlicher Nahrung im Paläolithikum

Im Vergleich zur Jagd auf Tiere braucht man für die Pflanzennutzung nur wenige Gerätschaften: ein Grabstock aus Holz für unterirdische Nahrung, ein Schlagstein zum Zertrümmern von Nüssen oder Klopfen von faserigen Pflanzenteilen, ein Steinartefakt oder eine einfache Frostscherbe zum Schälen von Pflanzenteilen. All diese Artefakte wären entweder schlecht erhaltungsfähig oder schwer als spezielles Werkzeug zur Pflanzenverarbeitung zu erkennen. Wie A. G. Henry u. a. (2014) bereits anmerken, ist es fast einfacher, im mikroskopischen Bereich Hinweise auf die Ernährung zu finden als im archäologischen Befund an sich, da viele Pflanzen auch außerhalb von Lagerplätzen konsumiert werden. Viele Pflanzenteile können ohne eine vorherige Verarbeitung gegessen werden, teilweise direkt vor Ort, wie beispielsweise Beeren. Werkzeuge sind in diesem Fall nicht erforderlich, Nahrungsreste verbleiben außerhalb der Fundstelle. Ein Nachweis pflanzlicher

Nahrung wird dadurch erschwert. Die Hadza-Frauen bereiten beispielsweise einen Teil ihrer gesammelten Nahrung an der Sammelstelle zu und bringen nicht alles zurück ins Lager (Porr/Müller-Beck 1997, 26). An anderer Stelle (vgl. S. 144 und 152) wird näher auf die Verwendung und den archäologischen Nachweis von Grabstöcken bzw. Rindenschälern eingegangen.

Der Einsatz von Hammersteinen zum Knacken von Nüssen ist von verschiedenen Tierarten bekannt (Visalberghi u. a. 2007). Die frühmittelpleistozäne Fundstelle Geshar Benot Ya'aqov (Nordbezirk/IL) liefert die ältesten Belege für diese Technik: Steine aus eingetragendem Rohmaterial haben kleine Gruben auf der Oberfläche, andere haben eine flache Seite. Diese werden als Amboss, also als Unterlage, angesehen. Neben den Artefakten fanden sich auch Reste von fünf verschiedenen terrestrischen Nussorten und weiteren drei aquatischen Nussarten (Goren-Inbar u. a. 2002; 2014) mit z. T. bedeutenden Nährwerten.

Mahlsteine mit eindeutiger Funktion als ebensolche finden sich beispielsweise in der jungpaläolithischen Fundstelle Ohalo II (Nordbezirk/IL). Ein trapezoider, flacher Stein ist 40 cm lang und mit ortsfremdem Sediment auf dem Boden der Hütte befestigt. Auf der Oberfläche wurden 150 Stärkekörner entdeckt. Einige davon konnten als Gerste identifiziert werden. Aus dem ethnologischen Bereich sind derartige Geräte als Werkzeug für vielfältige Arbeiten einsetzbar, u. a. auch zum Reiben von Ocker oder zum Knacken von Nüssen (Weiss u. a. 2008).

Gebrauchsspuren und Reste von Pflanzen an Steinartefakten können Hinweise auf pflanzliche Nahrung liefern. An der mittelpaläolithischen Fundstelle Payre (Rompon, dép. Ardèche/F) konnte nachgewiesen werden, dass Neandertaler vor Ort stärkehaltige Pflanzen, Vögel und Fische verarbeiteten (Hardy/Moncel 2011). Auch aus der mittelpaläolithischen Fundstelle Abri du Maras (Saint-Martin-d'Ardèche, dép. Ardèche/F) gibt es Reste von Säugetieren, Fischen, Enten, Raubtieren, Hasen, Pilzen, Holz und Pflanzen an Steinartefakten. Nachgewiesen werden konnten u. a. Reste von Rohrkolben, Igelkolben und gedrehten Pflanzenfasern (B. L. Hardy u. a. 2013).

Auch wenn diese Daten kritisch zu betrachten sind, würde dies bedeuten, dass sich der Neandertaler von einem breiteren Spektrum ernährt hat, als es die Makroreste und Isotopenanalysen anderer Fundstellen zeigen (z. B. Bocherens u. a. 2005).

Zahnabnutzungsspuren als Indikator für die Ernährung

Mehrere untersuchte Gebisse von *Paranthropus boisei* aus den afrikanischen Fundstellen Chesowanja (Turkana/KE), Koobi Fora, West Turkana (Turkana/KE), Olduvai (Arusha/TZ) und Omo (Omo-Tal/ET), die auf starke mechanische Beanspruchung ausgelegt sind, zeigen in den Zahnabnutzungsspuren ihrer letzten Lebensstage keine besondere Beanspruchung durch harte Nahrung. Dies wirft die Frage auf, ob *Paranthropus* nur saisonal harte (oder zähe?) Pflanzenkost konsumierte wie beispielsweise Gorillas oder die Morphologie doch keine Anpassung an die Ernährung ist (Ungar u. a. 2008). Wenn die Ausprägung des Gebisses nicht direkt mit der Art der Nahrung in Zusammenhang steht, wie dies bei *Paranthropus boisei* der Fall sein könnte, würde dies die Zahnmorphologie als Indikator zur Rekonstruktion der Ernährungsweise infrage stellen.

In einem Versuch verglichen N. J. Dominy u. a. (2008) die mechanischen Eigenschaften von Rhizomen, Wurzeln und Knollen, roh und gekocht und ihre Auswirkung auf die Zähne. Das Ergebnis war, dass die Abnutzung durch unterirdische Speicherorgane gut zu den mechanischen Beanspruchungen auf den Zähnen von *Paranthropus* und *Australopithecus* passen, wobei letzterer diese Ressource weniger nutzte. P. S. Ungar u. a. (2006; 2008) widersprechen jedoch was den *Paranthropus* und den frühen *Homo* angeht. P. W. Lucas u. a. (2013) ziehen auch eine Abnutzung durch mit der Nahrung aufgenommenen Sand (Quarzkörner) in

Betracht. Dies kann zu einem Fehlsignal führen. Außerdem seien einige Pflanzenteile zu weich, um den Zahnschmelz zu beeinträchtigen und Spuren zu hinterlassen. Für *Homo erectus* zeigen die Zahnsignale keine Spezialisierung auf harte, abrasive Nahrung. Dies würde jedoch auch voraussetzen, dass unterirdische Speicherorgane in großen Mengen konsumiert wurden und zwar besonders während der letzten Tage vor ihrem Tod. Geht man jedoch von einer saisonalen Nahrungsressource aus, wären diese Indizien zu widerlegen. Die Zähne, insbesondere die Molaren, der frühen Hominini vergrößerten sich in Relation zu ihrer Körpergröße. Dies würde für eine omnivore Ernährung wie bei Bär oder Schwein sprechen (Hatley/Kappelman 1980).

Eine andere Möglichkeit bietet die Untersuchung der Zahntextur. Die Oberflächenbeschaffenheit der Zähne von *Australopithecus sediba* ähnelt eher der von *Homo erectus* oder *Paranthropus robustus*, d. h., die Ernährungsweise beinhaltete auch harte Nahrung (Henry u. a. 2012). Die Untersuchung des Kauapparats von *Australopithecus sediba* zeigt hingegen, dass diese Art nicht dazu ausgelegt war, harte Nahrung zu kauen. Die Backenzähne sind kleiner als bei anderen Australopithecinen und die Kraft, die er mit dem Kiefer ausüben konnte, war zu gering für dauerhaft feste Nahrung (Ledogar u. a. 2016). 3D-Laserscans der Zahnoberflächen von *Australopithecus afarensis* und frühem *Homo* zeigen Unterschiede in der Abnutzung, die P. S. Ungar (2004) auf andersartige Notnahrung der beiden Spezies zurückführt, wobei *Australopithecus afarensis* harte Nahrung nutzte und *Homo* elastische, weiche Ressourcen. *Homo erectus* wiederum konsumierte zumindest gelegentlich härtere oder zähere Nahrung als *Homo habilis*. Der afrikanische *Homo erectus* zeigt zusätzlich eine Verdünnung des Zahnschmelzes, die es ihm ermöglichte, zähe Nahrung zu schneiden. Seine geistigen Fähigkeiten ermöglichten ihm den Gebrauch von Werkzeugen, so dass auch härtere Nahrung genutzt werden konnte, ohne die Zähne zu beanspruchen. Beides zusammen erlaubte es ihm, ein breiteres Spektrum an Pflanzen zu nutzen als frühere Hominini (Ungar u. a. 2006).

Die meisten Zahnabnutzungsspuren des *Homo heidelbergensis* liefern die Fossilien aus der Sima de los Huesos in Spanien. Obwohl einige Zähne durch das Sediment beschädigt wurden, erkannte man an anderen Exemplaren deutliche Spuren für eine sehr abrasive, harte pflanzliche Nahrung. Außerdem konnten Unterschiede zwischen den verschiedenen Menschengruppen sowie zwischen männlichen und weiblichen Individuen festgestellt werden (Pérez-Pérez u. a. 1999). L. Fiorenza u. a. (2011) und S. El Zaatari u. a. (2011) stellten schließlich Unterschiede zwischen Neandertaler und *Homo sapiens* in unterschiedlichen Habitaten fest. Beide Arten aßen, betrachtet man die Zahnabnutzungsspuren, ein umfangreicheres Spektrum an Nahrung im mediterranen Raum und ein eingeschränktes Spektrum in nördlichen Breiten mit Steppen und Nadelwäldern. In der Studie gibt es signifikante Unterschiede zwischen pleistozänen Hominini aus Laubmischwäldern und modernen, Fleisch essenden rezenten Jägern und Sammlern (Inuit, Vancouver Islanders), wohingegen es keine Unterschiede zu Wildbeutern mit einer gemischten Ernährung gibt (Fiorenza u. a. 2011). In Schöningen wäre der Studie nach mit einer gemischten Ernährung der Wildbeuter zu rechnen, da sich die Umwelt des Reinsdorf-Interglazials im Bereich zwischen dem immergrünen Laubwald und der kargen Umwelt einer Steppe (bis auf Verlandungsfolge 5) befindet. Infrage kommt jedoch auch eine Abnutzung der Zähne durch andere Gründe, beispielsweise die Nutzung als Werkzeug (z. B. zum Weichmachen von Pflanzenfasern) oder das Kauen von Harzen oder Pflanzenteilen aus Gründen der Mundhygiene (Buck/Stringer 2014).

Zusammengefasst erscheinen mikroskopische Untersuchungen der Zahntextur bzw. der Abnutzung im Allgemeinen allein nicht aussagekräftig. Je nach Untersuchungsmethode spiegeln die Spuren nur die zuletzt konsumierte Nahrung wider oder die Merkmale werden unterschiedlich interpretiert. Eine Untersuchung der Morphologie des gesamten Kauapparates, so wie es J. A. Ledogar u. a. (2016) durchgeführt haben, sowie ein Blick auf die Umwelt, die den Hominini zur Verfügung stand, ist daher unerlässlich, bevor allgemeine Aussagen zur Ernährungsweise ausgestorbener Hominini formuliert werden können.

Mikrofossilien als Hinweis auf pflanzliche Nahrung: Stärke und Phytolithen

Australopithecus sediba aus der Fundstelle Malapa, Südafrika, datiert auf ca. 2 Millionen Jahre. Anhand von Phytolithen im Zahnstein wurde festgestellt, dass die beiden Individuen eher C₃-Pflanzen konsumierten, obwohl C₄-Pflanzen überall vorhanden waren. Sie trafen also eine Auswahl und ähneln deshalb der Ernährungsweise nach eher den Schimpansen der Savanne als anderen Hominini. Generell war die Ernährung der Australopithecinen wohl sehr divers (Henry u. a. 2012).

A. G. Henry u. a. (2010; 2014) untersuchten Proben aus dem Kontext des Neandertalers und moderner Menschen in Asien, Europa und Afrika. Stärkekörner und Phytolithen konnten im Zahnstein und an Steinartefakten nachgewiesen werden. Äußere Faktoren konnten für die Stärkekörner ausgeschlossen werden, so dass diese direkt mit der Ernährung im Zusammenhang stehen müssen. Das Resultat der Untersuchung war, dass der Neandertaler ebenso viele Pflanzenarten konsumierte wie der moderne Mensch (Henry u. a. 2014). Außerdem gibt es Hinweise auf gekochte Nahrung, da die Stärkekörner morphologisch verändert sind (Henry 2010). Dies wird durch K. Hardy u. a. (2012; 2016) bestätigt. Sie untersuchten die Zähne von fünf Neandertalern aus der Fundstelle El Sidrón (Piloña, Asturias/E) und stellten erhitzte und nicht erhitzte Stärkekörner fest. Die Individuen ernährten sich also von stärkereichen Pflanzen und nutzten außerdem Pflanzenarten mit medizinischer Wirksamkeit (vgl. S. 201). Zähne aus der Qesem-Höhle (Zentralbezirk/IL), die in das Altpaläolithikum um 300 000 Jahre vor heute datieren, offenbarten neben Stärkekörnern auch Pollen, Pflanzenfasern und pflanzliche Öle (Linol- und Linolensäure). Während die kleinen Partikel (Pollen der Kiefer, Holzkohle) auch durch Atmen in den Zahnstein gelangt sein können, stammen die größeren Partikel sicher direkt von Pflanzen. Linol- und Linolensäure sind essentiell und müssen über pflanzliche Nahrung aufgenommen werden. Die Fasern können wiederum von pflanzlichem Rohmaterial (Seile, Gewebe) stammen (Hardy u. a. 2016).

Die Ablagerungs- und Umweltbedingungen müssen wie in der Studie von K. Hardy u. a. (2016) unbedingt in die Interpretation von Mikrofossilien einbezogen werden. Die Untersuchungen können ähnlich wie bei der Zahntextur Informationen zur letzten Mahlzeit eines Individuums liefern, aber auch weiter zurückliegende Ereignisse benennen, die sich im Zahnstein niederschlagen. Über die Quantität der konsumierten Nahrung lassen sich jedoch auch bei dieser Methode keine Aussagen treffen. Bei dieser Frage kann die Isotopenanalyse weiterhelfen.

Isotopenanalysen

Stickstoff-Isotopenanalysen von Knochen des *Homo erectus* und *Homo heidelbergensis* fehlen bis dato aufgrund der Erhaltung und helfen bei der Rekonstruktion der Ernährungsweise nur ansatzweise weiter. Der Neandertaler ist die erste Menschenform, bei der, soweit es die Erhaltung möglich macht, systematisch die Ernährungsweise mittels Isotopen rekonstruiert werden kann. Die älteste Fundstelle, aus der Isotopenuntersuchungen von $\delta^{15}\text{N}$ vorliegen, ist Stanton Harcourt (Oxfordshire/UK, um 200 000 vor heute). Hier handelte es sich jedoch nicht um menschliche, sondern um tierische Fossilien (Jones u. a. 2001). Einige wenige Studien beschäftigen sich auch mit anderen Isotopen (stabiler Kohlenstoff, Strontium-Calcium) bei *Australopithecus* und *Paranthropus*.

Das $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis eines *Australopithecus africanus* aus der Fundstelle Makapansgat (Waterberg/ZA) und von *Paranthropus robustus*-Individuen zeigt ein Signal, das darauf schließen lässt, dass nicht nur Früchte und Blätter (C₃-Pflanzen) in der Ernährung eine Rolle spielten. Auch Gräser oder Seggen (C₄-Pflanzen) bzw. Tiere, die solche Pflanzen fressen, waren in der Ernährung inbegriffen (Sponheimer/Lee-Thorp 1999; Do-

miny u. a. 2008). M. Sponheimer und J. A. Lee-Thorp (1999; Lee-Thorp/Sponheimer 2006) machen stärke-reiche Rhizome, beispielsweise von *Cyperus papyrus*, für die Isotopensignale von *Australopithecus* verantwortlich. Das Isotopensignal des Graumulls (Bathyergidae) zeigt das gleiche Signal. Diese Tiere ernähren sich von großen Mengen unterirdischer Speicherorgane (Yeakel u. a. 2007), woraus die Autoren schließen, dass auch der *Australopithecus* diese Nahrungsquelle nutzte. Isotopenanalysen an *Paranthropus boisei* aus dem Pleistozän Ostafrikas weisen ebenso auf Nahrung hin, die von C₄-Pflanzen dominiert wird (Gräser, Seggen). Die Werte lagen höher als bisherige Isotopenanalysen anderer Hominini. T. E. Cerling u. a. (2011) interpretieren den mächtigen Kauapparat daher als Instrument, um große Mengen qualitativ schlechter Nahrung zu zermahlen.

Das Verhältnis von Sr/Ca im Zahnschmelz eines *Paranthropus* liefert ein ähnliches Bild. Beide Gattungen müssen entweder unterirdische Ressourcen (Yeakel u. a. 2007) oder Insekten genutzt haben, um ein derart hohes Sr/Ca-Verhältnis zu erklären (Sponheimer u. a. 2005).

Isotopenanalysen (zumeist das C/N-Verhältnis) an Neandertalern aus Belgien, Frankreich, Kroatien und Slowenien ergaben ein Signal, das auf stark carnivore Ernährung schließen lässt, da ihr $\delta^{15}\text{N}$ -Wert viel höher ist als der von zeitgleichen Herbivoren (Bocherens u. a. 1997; 2001; 2005; Richards/Trinkaus 2009). Leider schließen diese Studien nicht die Möglichkeit mit ein, dass pflanzliche Nahrung für das Signal in Betracht kommen könnte. Das Kollagen-Isotopensignal spiegelt im Wesentlichen das Protein in der Nahrung wider und somit vornehmlich den tierischen Anteil (Bocherens u. a. 2005; Richards/Trinkaus 2009). Haselnüsse, Leinsamen oder Hülsenfrüchte beispielsweise weisen jedoch fast ebenso hohe oder sogar höhere (z. B. Sojabohne) Proteinanteile auf als das Fleisch wilder Tiere (Heseker/Heseker 2013). Nicht-proteinhaltige, jedoch energiereiche Nahrung würde in diesen Studien nur sichtbar, wenn sehr große Mengen davon konsumiert würden. Das Protein-Signal macht sich sozusagen deutlicher bemerkbar und betont das Vorhandensein von Proteinen.

Ein natürlicher Anstieg von ^{15}N aufgrund von Trockenheit während des frühen Aurignacien (MIS 3) könnte die hohen ^{15}N -Werte der Neandertaler im Vergleich zum anatomisch modernen Menschen erklären (Bocherens u. a. 2014). Dies wurde bisher auf die Nutzung von Süßwasser-Ressourcen und ein insgesamt breiteres Nahrungsspektrum seitens des *Homo sapiens* zurückgeführt (Richards/Trinkaus 2009). Die neue Studie macht jedoch natürliche Ursachen für dieses Signal verantwortlich, und somit ist nicht unbedingt von einer signifikanten Veränderung der Ernährung an der Wende vom Mittel- zum Jungpaläolithikum oder zwischen Neandertaler und modernem Menschen auszugehen. Da für *Homo heidelbergensis* keine Isotopenanalysen vorliegen, mit denen Rückschlüsse auf die Ernährung gezogen werden können, wird diese Methode hier nicht näher diskutiert.

Paläofäkalien

Paläofäkalien geben direkte Hinweise auf die Ernährung, sind jedoch selten auffindbar. Eine Übersicht von Fäkalien aus archäologischem Kontext liefern P. J. Wilke und H. J. Hall (1975). Von älteren Hominini als dem modernen Menschen waren bisher keine solchen Funde bekannt. Erst kürzlich konnten in der mittelpaläolithischen Freilandfundstelle El Salt (prov. Alicante/E) 50 000 Jahre alte Fäkalien des Neandertalers sichergestellt werden (Sistiaga u. a. 2014). Das Spektrum der darin enthaltenen Stoffe wurde mit organisch-geochemischen Methoden untersucht. Der Sterolanteil unterscheidet sich von dem echter Carnivoren. 5 β -Stanole belegen das Vorhandensein bestimmter Bakterien im Darm, die bei Carnivoren nicht vorkommen. Die Bearbeiter interpretieren das Gesamtspektrum der in den Fäkalien enthaltenen Stoffe als fleischdominierte Ernährung mit einem signifikanten Anteil pflanzlicher Nahrung (Sistiaga u. a. 2014). Hier liegt

also ein weiteres Indiz dafür vor, dass der Neandertaler auch pflanzliche Nahrung zu sich nahm. Solche Untersuchungen gibt es bisher nicht für frühere Hominini.

WIE WAHRSCHEINLICH IST DIE NUTZUNG VON PFLANZEN ALS NAHRUNGSQUELLE?

Das Buch »Evolution of the Human Diet« (Ungar 2007) erörtert die Glaubwürdigkeit verschiedener Untersuchungsmethoden und ihre Grenzen für die Rekonstruktion der Ernährung. Die Datenbasis für den Nachweis pflanzlicher Nahrung im Mittelpleistozän und im Jungpaläolithikum (Tyldesley/Bahn 1983) ist erhaltungsbedingt dünn. Zudem gab es in verschiedenen Zeiträumen eine Tier- und Pflanzenzusammensetzung wie z. B. die Mammutsteppe (Stewart 2005), die keine moderne Analogie hat. Auch kennt man die exakten Stoffwechselforgänge und ihre Auswirkungen auf den Energie- und Mineralstoffhaushalt ausgestorbener Menschenarten nicht. Es bestehen also im hier behandelten Zeitraum Variablen, die Unsicherheiten bergen. Ergebnisse zur Ernährung bzw. der Subsistenz des Menschen sollten daher als modellhafte Annäherung diskutiert werden. Solch eine Annäherung kann mithilfe von ethnographischen Vergleichen und Parallelen erfolgen. Die meisten der für die prähistorische Archäologie entwickelten Modelle beruhen auf dieser Methode (Binford 1962; 1972; 1977; 1978; 1985; 2001; Binford/Sabloff 1982; Deacon 1993; Domínguez-Rodrigo 2002; Gamble 1987; Gamble/Porr 2005; Hawkes/O'Connell 1992; Keene 1979; 1985; Kelly 1995; Murdock 1967; O'Connell 2006; Pickering 2006; Porr 2008; Stanford/Bunn 2001).

Ethnologie: Die Subsistenz rezenter Jäger- und Sammlervölker

Um archäologische Funde und Muster zu erklären, ist es heute gängige Praxis, rezente Jäger- und Sammlervölker als Vergleich heranzuziehen. M. K. Eggert (2001, 14) ist der Ansicht, »daß die Archäologie in erkenntnistheoretischer Hinsicht nicht autark, sondern angesichts ihrer spezifischen Quellenlage grundsätzlich – und stärker als jede andere historische Wissenschaft – auf das Prinzip des Analogieschlusses angewiesen ist«. Nicht nur auf materielle Dinge (Funktionsdeutung), sondern auch auf soziales Verhalten (Sitten, Bräuche) werden diese Vergleiche ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Rahmen des Kulturevolutionismus herangezogen (Eggert 2001, 311). Dies geschieht nicht immer bewusst, wie M. Benz (2000) anmerkt. Deshalb müsse transparent gearbeitet werden, damit Interpretationen nachvollziehbar bleiben. Beim interkulturellen Vergleich werden Kulturen unterschiedlicher Ökosysteme auf Gemeinsamkeiten hin untersucht. Falls solche vorhanden sind, liegt es nahe, solche Regelmäßigkeiten zu generalisieren, da sie nicht umwelt-deterministisch oder kulturell begründet sind (Benz 2000, 104-106). Analogieschlüsse werden stets kritisch betrachtet, wenn es um Verhaltensweisen oder gesellschaftliche Aspekte geht, jedoch nicht, wenn damit Gegenstände interpretiert werden. Ob ethnographische Beobachtungen oder im Gegensatz dazu wissenschaftliche Experimente herangezogen werden, um Funde zu deuten, scheint in der Regel als gleichwertig zu gelten (Ickerodt 2003). Schwieriger wird es, wenn man es mit ausgestorbenen Menschenformen zu tun hat. Hier müssen Analogieschlüsse mit dem *Homo sapiens* stets kritisch betrachtet werden. Auch wenn moderne Wildbeuter generelle Muster zeigen (Binford 2001), die auch auf andere Menschen übertragbar wären, können Jahrzehntausende oder gar Jahrhunderttausende Evolution und Anpassung nicht vernachlässigt werden. Gerade in Bezug auf die Ernährung gibt es Differenzen, die nur zu einem gewissen Teil greifbar sind. Hinzu kommen noch zwei Faktoren, die zu Fehlinterpretationen führen können: Zum einen liegen ethnographischen Beschreibungen immer Fragestellungen zugrunde, die niemals rein

objektiv-deskriptiv sein können. Nicht alle Aspekte einer Kultur können gleichwertig beschrieben werden. Gerade in den frühen Studien des 19. und der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts steht häufig die Jagd im Vordergrund der Beobachtungen (Speth 2010, 12), da diese aufregender und faszinierender ist als das Sammeln von Pflanzen (z. B. Kohl-Larsen 1958; Service 1966). Die Inuit Nordalaskas beispielsweise, von denen gerne behauptet wird, dass sie fast karnivor leben, nutzen mehr als 50 Pflanzen zu Nahrungszwecken und konservieren diese z. T. als Wintervorrat (Owen 1996).

Der andere Faktor betrifft die Dauer der Studien. Meist werden Jäger und Sammler einige Monate beobachtet, in den seltensten Fällen jedoch über ein ganzes Jahr. Zudem ist der Beobachter selten Teil der Gruppe, wodurch sich Verhaltensweisen ihm gegenüber im Vergleich zum Normalzustand ändern könnten. Trotz all dieser Unsicherheiten kann der ethnologische Analogieschluss ein probates Mittel sein, um sich vergangener Realität anzunähern, solange man sich bewusst ist, dass rezente Wildbeuter keinen Spiegel der Vergangenheit darstellen. V. G. Childe fasst passend zusammen: »Ethnographic parallels in fact afford only clues in what direction to look for an explanation in the archaeological record itself« (Childe 1956, 49).

Zu den am häufigsten in der Urgeschichtsforschung herangezogenen und ethnologisch am besten untersuchten modernen Jägern und Sammlern zählen die tansanischen Hadza (Hawkes u. a. 1991; Ickerodt 2003; O'Connell 2006; Porr/Müller-Beck 1997), die !Kung der Kalahari (Binford 2001; Deacon 1993; Lee 1979), die australischen Aborigines (Berndt/Berndt 1988; Brand-Miller/Holt 1998; O'Dea u. a. 1991), die Inuit Nordamerikas und Grönlands (Herbert 1976; Höygaard 1940; Kuhnlein/Turner 1991) und die Aché Paraguays (Hawkes u. a. 1982; Murdock 1967). Leider unterscheiden sich die Habitate und das Klima heutiger Wildbeuter sehr von der Umwelt zur Zeit der Schöninger Speere. Häufig wurden sie aus landwirtschaftlich oder industriell nutzbaren Flächen in marginalere Regionen der Erde vertrieben, so dass ein direktes Äquivalent fehlt.

Zusammenfassend stellte G. P. Murdock (1967) die Daten von 229 Wildbeutergesellschaften dar und kodierte sie. Auf die Datenbasis dieses Werkes greifen zahlreiche Studien zurück, da es sich hierbei um die größte und detaillierteste Sammlung von Beobachtungen rezenter Jäger und Sammler handelt. Eine Online-Version stellt die University of Kent bereit (<http://lucy.ukc.ac.uk/cgi-bin/uncgi/Ethnoatlas/atlas.vopts> [29.6.2017]). Die für die prähistorische Archäologie am häufigsten als Vergleich herangezogenen Völker sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

!Kung

Die !Kung im südlichen Afrika leben in einer semiariden Strauch-Grassteppe und ernähren sich bis zu 80 % von Pflanzen. Fleisch ist ein Luxusgut. Saisonal kommt es zur Ressourcenverknappung, dann wird das Nahrungsspektrum erweitert. Hauptnahrungsmittel ist die Mongongo-Nuß. Bevor unbeliebte Ressourcen genutzt werden, wird das Lager verlegt (Benz 2000, 207-208). Andere Buschmann-Gruppen meiden die Mongongo-Nuß mit der Begründung »sie schmecken nicht gut«. Besonders beliebt sind Pflanzen, die geringe Wegstrecken erfordern, einfach zu ernten und zu verarbeiten und gleichzeitig energiereich sind sowie auch gut schmecken (Lee 1979). Die !Kung-Frauen verbringen ca. zwei Stunden am Tag mit Sammeln (Porr/Müller-Beck 1997, 27).

Hadzapi

Die Hadzapi (oder Hadza) Tansanias leben in einer Trockensavanne mit Akazien und Dornbüschen. Sie sind keine reinen Wildbeuter mehr, sondern decken bis zu 5 % ihres Bedarfs durch Ackerbau ab (Murdock

1967). Ansonsten sammeln sie Wurzeln, Knollen, Baobab und Früchte. Honig und Fleisch decken 20 % des Kalorienbedarfs (Benz 2000). Nahrungskonservierung wird kaum angewandt, vielmehr handelt es sich um ein »immediate return system«. Die Frauen graben Wurzeln aus, ohne welche für das kommende Jahr zurückzulassen. Beim Sammeln von Beeren werden oft die Äste mit abgebrochen, den Bienen wird der gesamte Honigvorrat geraubt. Generell hängt die Ernährung von der Jahreszeit ab. Während in der Regenzeit mehr Knollen und kleines Wild gegessen werden, stehen in der Trockenzeit das Sammeln von Beeren und die Großwildjagd im Vordergrund. Obwohl den Hadzapi zahlreiche nutzbare Pflanzenarten bekannt sind, nutzen sie hauptsächlich nur ungefähr zehn Arten. Meist handelt es sich bei den essbaren Bestandteilen um Beeren und Wurzeln. In der Trockenzeit sammeln die Frauen und Kinder ca. vier Stunden lang pro Tag, in der Regenzeit sechs Stunden. Sie entfernen sich dabei meist nicht weiter als eine Stunde vom Lager (Porr/Müller-Beck 1997, 22-23. 25-31).

Aborigines

Die Aborigines Südwestaustraliens lebten in einer ressourcenreichen Region mit Küste, Flüssen und Seen. Fische, Wasservögel, Wallabys etc. wurden gejagt. Knollen und Wurzeln waren das pflanzliche Hauptnahrungsmittel, gefolgt von Nüssen, Obst, Samen und Pilzen (Benz 2000, 247; Brand-Miller/Holt 1998). Der Anteil an Ballaststoffen und Kohlenhydraten war generell hoch. Die Aborigines der tropischen Savanne hingegen waren hauptsächlich Fleischesser, d. h., ungefähr die Hälfte der Gesamtenergie lieferte das Fleisch. Im ariden Landesinneren herrschten wiederum pflanzliche Nahrungsquellen vor (O'Dea u. a. 1991). Die Cape York-Aborigines ernährten sich vorwiegend von pflanzlicher Nahrung, darunter Wurzeln und Beeren. Vor allem entlang der Küste und der Flusssysteme gab es reiche Ressourcen (Lee/Daly 1999). Die Pintupi-Männer jagten häufig, darunter auch Großwild, Frauen sammelten kleine Tiere, Grassamen und andere Pflanzen. Obwohl 60-80 % ihrer Nahrung aus Pflanzen bestand (Lee/Daly 1999), gibt es keine näheren Angaben zur Zusammensetzung. Bei den Tiwi sammelten die Frauen unterirdische Speicherorgane, die Männer jagten. Ähnlich verhält es sich mit den zahlreichen anderen Aborigines-Gruppen (Lee/Daly 1999).

Polarvölker: Inuit und Chukchee

Die Chukchee verwendeten pflanzliche Kost nur als Ergänzung zum Fleisch. Indirekt aßen sie Pflanzen in Form des Mageninhaltes der Rentiere, teilweise in geräucherter Form. Dies ist auch von anderen Indianern Nordamerikas bekannt, die mit den pflanzlichen Resten im Tiermagen u. a. ihren Vitamin C-Bedarf deckten (eine Übersicht in Buck/Stringer 2014). Im Frühjahr wurden Blätter und Rinde der Weide, im Sommer Wurzeln und Beeren genutzt (Bogoras 1904, 197-199). Auch zur Bevorratung für den Winter sammelte man Pflanzen (Maurizio 1927, 17-21).

Die Westgrönländer und Inuit Nordalaskas nutzten zahlreiche Pflanzenarten. Besonders der Beerenernte wurde viel Zeit gewidmet, meist im Herbst und Winter. Zusätzlich sammelten sie Wurzeln aus den Nestern der Mäuse (Owen 1996). Sie aßen auch Blätter von Pflanzen, darunter Sauerampfer, Huflattich (Herbert 1976, 96) und Seetang. Gegen Skorbut wurde frisches Fleisch oder Tang konsumiert. Bei Nährstoffuntersuchungen stellte sich heraus, dass verschiedene Tangarten Vitamin C-reich sind (Höygaard 1940, 52. 90). Die Inuit nutzten Beeren, Stängel, Blätter, Triebe und Wurzeln, um sie für den Winter zu konservieren. Durch Trocknen wurden sie leicht und kompakt und konnten besser transportiert werden (Owen 1996). Die grön-

ländischen Eskimo bereiteten für den Winter Speckbeutel vor. Ein Fell wird dazu zu einem Sack vernäht, in den Speckstücke hineingelegt werden. Das Fett darin wird in der Sonne erhitzt bis es schmilzt. Dann werden Krähenbeeren, verschiedene Pflanzen und/oder Fleisch hineingelegt. Sie werden auf diese Weise konserviert; nicht nur die grüne Farbe bleibt so erhalten, sondern auch das Vitamin C. Die Beutel wurden weit entfernt vom Haus mit einem Stein beschwert und gut versteckt (Höygaard 1940, 50).

Zusammenfassung

Die vier Jäger- und Sammlervölker sind Beispiele für die Anpassungsfähigkeit des Menschen an unterschiedliche Habitate. Die Nahrungsbeschaffungsstrategien variieren dabei und sind u. a. von Jahreszeiten (Hadzapi, Polarvölker), Vegetation und Relief (Aborigines) sowie auch speziellen Vorlieben (!Kung) abhängig. Wo es nicht vonnöten ist, denkt man nicht an die Zukunft; auf der anderen Seite wird Vorratshaltung betrieben (vgl. grönländische Inuit mit Hadzapi). In den ethnographischen Aufzeichnungen fehlen häufig Informationen, die für eine Übertragung auf archäologische Fragestellungen wichtig wären. Als Beispiel sei die zuvor erwähnte Zusammensetzung der Pflanzennahrung der Pintupi genannt.

Zusammenfassend wird die ethnologische Analogie, wie bereits erwähnt, häufig bewusst oder unbewusst eingesetzt. Es ist schwierig, sich von der eigenen Denkstruktur zu distanzieren und archäologische Funde und Befunde fern jeglicher Interpretation zu behandeln. Analogieschlüsse spielen also in jedem Fall eine Rolle in der prähistorischen Archäologie. Wichtig ist dabei, dass diese als solche erkannt und angewandt werden. Auf diese Weise können Fehlinterpretationen und Zirkelschlüsse vermieden werden, und die Ethnologie bietet ein probates Mittel um längst vergangenen Jäger- und Sammlervölkern ein Stück näher zu kommen. Es sollte dabei jedoch vermieden werden, ein heute lebendes Volk mit einer Population von vor 300 000 Jahren gleichzusetzen.

Schlussfolgerungen zum Subsistenzverhalten des *Homo heidelbergensis*

*»Je mehr wir uns abmühen, den Strauß zu binden, den die nahrungsuchende vorsorgliche Frau in die Wohngrube warf, desto gründlicher fällt er auseinander.«
(Maurizio 1927, 127).*

Es gibt weder ein Volk auf der Erde, das sich rein karnivor ernährt, noch gibt es ein Volk, das sich ausschließlich vegan ernährt. Zumindest Insekten oder Eier sind im Speiseplan mit inbegriffen. Viele Wildbeutergesellschaften haben mittlerweile Ackerbau in mehr oder weniger geringem Umfang in ihre Subsistenz integriert (Murdock 1967). Indirekt gelangen Erzeugnisse auch über Handel in reine Jäger und Sammler-Gesellschaften. Das Bild, das sich heute zeigt, ist also nie frei von der Berührung mit domestizierten Pflanzen und Tieren.

D. L. Clarke (1976) betont in seiner monographischen Arbeit »Mesolithic Europe: the economic basis« die »Fleisch-Fixierung« von Archäologen, die auf die Überrepräsentation tierischer Nahrung in Form von Knochen im Vergleich zu pflanzlicher Nahrung im archäologischen Kontext zurückzuführen ist. J. D. Speth (1990; 2010; Speth/Spielmann 1983) weist immer wieder darauf hin, dass die Jagd auf großes Wild weniger ernährungstechnische Gründe hat, als vielmehr prestigeträchtig für die Jäger ist. Die Kosten-Nutzen-Rechnung von fettarmem Fleisch im Vergleich zur investierten Energie und dem Risiko der Jagd fiele nega-

tiv aus. Kleines Wild und Pflanzen hingegen haben eine bessere Bilanz. Seine Beispiele beziehen sich auf die Savannentiere Afrikas. Tiere in nördlichen Breiten, etwa im Jagdgebiet der Inuit, beinhalten sehr viel Fett und sind daher gute Energielieferanten. Im Fall Schöningen kann man davon ausgehen, dass die Tiere sich für den Winter einen gewissen Fettvorrat anfrassen mussten. Die Jagd würde also im Wesentlichen von Herbst bis in den Winter hinein Sinn ergeben, bevor die Tiere selbst von der mangelnden Nahrung ausgezehrt sind.

Von den 229 Wildbeutergesellschaften im Ethnographischen Atlas von G. P. Murdock (1967) decken über die Hälfte (58 %) mehr als 66 % ihrer Subsistenz durch tierische Nahrung. Nur vier Jäger- und Sammlervölker (!Kung und Hadza in Afrika, Aranda auf den pazifischen Inseln, Chiricahua in Nordamerika) investieren den überwiegenden Teil ihrer ökonomischen Aktivität in das Sammeln von Pflanzen, vier weitere widmen 46-55 % ihrer Aktivität dem Sammeln. Ackerbau ist in der pflanzlichen Nahrung nicht inbegriffen. Er hat teilweise erhebliche Anteile an der Ökonomie und senkt dadurch den Bedarf an Sammelaktivitäten (Murdock 1967). Anhand der Datenbasis ist es jedoch nicht möglich, zu erschließen, wie hoch der Anteil der jeweiligen Ressourcen am Energiehaushalt der Menschen ist.

L. Cordain u. a. (2000) hingegen untersuchten das Verhältnis von pflanzlicher zu tierischer Nahrung und den sich daraus ergebenden Energieertrag weltweit. Nach den Daten im Ethnographischen Atlas (Murdock 1967) fassten sie zusammen, dass die meisten (73 %) Jäger und Sammler-Gesellschaften mehr als 50 % ihres Energiebedarfs durch tierische Nahrung erwirtschaften (56-65 %), während nur 14 % mehr als die Hälfte ihrer Energie mit Pflanzen abdecken. Mit steigenden Breitengraden tritt eine Veränderung in der Subsistenz auf: Das Jagdverhalten bleibt relativ konstant, das Ausbeuten von Pflanzen nimmt hingegen mit höherem Breitengrad ab, besonders ab dem 40° nördlicher Breite. Um dies auszugleichen, nimmt der Fischfang mit höheren Breiten zu. Weltweit werden durchschnittlich 35 % Fleisch und 65 % Pflanzen konsumiert (Anteile an der Nahrung, ohne Wertung der Energie; Viehzucht und Ackerbau ausgeschlossen). Die pflanzlichen Ressourcen werden dabei nicht willkürlich gesammelt, sondern es wird auf eine Maximierung des Energieertrags im Verhältnis zur investierten Energie für die Sammel- und Verarbeitungstätigkeiten geachtet. Auch wenn zahlreiche Nutzpflanzen bekannt sind, konzentrieren sich die Sammelaktivitäten meist auf wenige Ressourcen, nämlich auf die energiedichtesten Nahrungsmittel (Cordain u. a. 2000).

Tendenziell ist davon auszugehen, dass Wildbeuter »optimal foraging« im biologischen Sinne betreiben, auch wenn es Faktoren (Tabus, Vorlieben) gibt, die den Menschen von diesem Muster etwas abweichen lassen. Es ist bisher nicht nachgewiesen, dass *Homo heidelbergensis* Fisch als Nahrung nutzte. Den ethnographischen Daten nach müsste der vermehrte Fischfang in nördlicheren Breiten also durch mehr Jagd oder das Sammeln von mehr Pflanzen oder Mollusken ersetzt worden sein. Die prozentualen Werte an gesammelter Nahrung, die G. P. Murdock angibt, sind nicht gleichzusetzen mit dem Energieertrag daraus. Vielmehr handelt es sich, wie in den vorigen Abschnitten erläutert, um die Anteile der Aktivitäten zum Nahrungserwerb bzw. die quantitativen Anteile von Pflanzen und Fleisch an der Ernährung. Dies sagt nicht unbedingt etwas über die Inhaltsstoffe und die aus den Nahrungsmitteln für den Metabolismus zur Verfügung stehende Energie aus. Auch berücksichtigt er die Nutzung des Mageninhalts von Beutetieren nicht, obwohl diese bei einigen Völkern wichtige Nahrungsquellen darstellen (Buck/Stringer 2014).

S. Eaton u. a. (2010) schätzen anhand des Gesundheitszustandes für die Jäger und Sammler des Paläolithikums (vermutlich beziehen sie sich ausschließlich auf *Homo sapiens*) eine Energiedeckung durch 25-30 % Proteine, 35-40 % Kohlenhydrate, 30-40 % Fett und 2 % Zucker. Da Kohlenhydrate und Zucker vorwiegend in Pflanzen zu finden sind, müssen diese einen erheblichen Anteil an der Ernährung gehabt haben.

Verschiedene Modelle versuchen, das Verhalten von Jäger und Sammler-Gruppen zu generalisieren und vorhersagbar zu machen (Binford 2001; Jochim 1976; Keene 1985; Wobst 1974; 1976). Diese Studien gehen davon aus, dass das Verhalten von Menschen rational und geplant ist, also in eine gezielte Richtung verläuft

(Keene 1985, 157-159). Die »processual archaeology«, entstanden im englischsprachigen Raum der 1960er Jahre, versucht anhand ethnographischer Beobachtungen, Hypothesen aufzustellen, diese zu testen und generelle Muster zu finden, die auf die Vergangenheit übertragbar sind. In seinem Buch »Constructing Frames of Reference« erstellte L. R. Binford (2001) anhand ethnographischer Beobachtungen Modelle zur Berechnung der zur Verfügung stehenden Ressourcen. Mit diesen Modellen stellt er Hypothesen zu Gruppengröße, Aktivitätsradius, Mobilität und Bevölkerungsdichte auf: »Ultimately I would like to be able to compare the behaviour of hunter-gatherers in relation to quantitative variability in their environments in terms of the production and biomass of plant producers and plant consumers (animals). Before I can anticipate how human actors might fit into different habitats, however, it is necessary to understand the factors that affect both primary and secondary production« (Binford 2001, 55).

Generalization 8.15 (Binford 2001, 276): »Collector strategies predominate among the groups that are dependent upon animal resources in polar and boreal forest climates, while in cool temperate and all warmer settings, peoples who depend on terrestrial animal resources are organized in terms of forager strategies.«

Generalization 8.16 (Binford 2001, 276): »Plant-dependent peoples in all environments rely on forager strategies, although plant-dependent collectors occur in both cool temperate and warm temperate climates. In even warmer settings, some classic, tethered foragers whose mobility is constrained are known to have settled around limited, localized water sources.«

Als »forager« klassifiziert er Wildbeuter, die mobil sind und ihre Lager in der Nähe von Nahrungsquellen errichten, während die »collector« die Erträge zum Lager transportieren müssen (Binford 2001, 254). In Schöningen wäre nach seinen Generalisierungen mit »foragern« zu rechnen. In der Nähe des Seeufers müsste sich demnach ein Lager befunden haben. Die Tatsache, dass bei den geschlachteten Pferden keine Selektion der fleischtragenden Teile stattfand, spricht ebenfalls für einen Konsum vor Ort. Die Pflanzen boten zusätzliche Nahrung, die einen Aufenthalt von mehreren Wochen oder sogar Monaten ermöglichte. Hierzu schreibt M. Jones (2009, 177):

»The best place for a human plant gatherer in boreal woodland is in bands of woodland edge vegetation, particularly as they approached the water's edge, where the age old resource of monocot stems may be found, alongside a range of aquatic tubers.«

Auch im borealen Nadelwald, in dem es wenig nutzbare Biomasse für den Menschen gibt, stehen also mosaikartig verteilte Ressourcen zur Verfügung.

Den ethnologischen Analogien folgend, müsste man für die Umwelt von Schöningen damit rechnen, dass ein breites Spektrum an Ressourcen genutzt wurde, zumindest während der Verlandungsfolgen 1-4. Neben Pflanzen und Tieren dürfte dies auch Eier, Honig, Insekten und andere sammelbare Nahrungsquellen (z. B. Pilze, Gastropoden, Bivalven) beinhalten, da diese Ressourcen sehr energiedichte und mikronährstoffreiche Nahrungsmittel darstellen (vgl. Tab. 23-24). Auch die Frage der Fischnutzung ist nicht abschließend geklärt. Auch wenn Belege für gängige Fischfangmethoden oder Nahrungsreste fehlen, kommen doch einfache Reusen oder das Fischen mit Speeren in Betracht. Dies würde auch der aus der Biologie bzw. Ökonomie entlehnten »optimal foraging theory« entsprechen, die besagt, dass eine Art versucht Kosten und Risiken zu minimieren und dabei den höchsten Energieertrag aus einem Nahrungsmittel zu ziehen (Sutton u. a. 2010). Einen Nachweis für das Sammeln von Mollusken gibt es aus diesem Zeitraum auch nicht. Aus ernährungsphysiologischer Sicht wäre insbesondere das Sammeln von Bivalven empfehlenswert, da Muscheln sowohl Vitamin B12 als auch große Mengen Jod enthalten (Biesalski 2015, 81-82), zwei relativ seltene Mikronährstoffe. Während B12 gut gespeichert werden kann (vgl. S. 111), wird an Jod höchstwahrscheinlich Mangel geherrscht haben, es sei denn Meeresbewohner standen auf dem Speiseplan des *Homo heidelbergensis*.

Pflanzen sind standorttreu. Sie stehen unbeweglich immer am selben Ort und wehren sich kaum gegen den Konsum durch den Menschen. Große Tiere hingegen sind mobil oder greifen im schlimmsten Fall die Jäger sogar an. Nicht jede Jagd verläuft erfolgreich. Es gibt also verschiedene Risiken, die sich ein Jäger nur leisten kann, wenn die Grundversorgung der Gruppe durch andere Nahrungsressourcen gesichert ist. Optimal erscheint nach den oben diskutierten Quellen eine umfangreiche Nutzung stärkereicher, unterirdischer Speicherorgane, ergänzt durch einen Anteil an Eiern, Honig und Insekten. Dabei ist es sinnvoll, alle Ressourcen zu nutzen, die entlang des Weges zur Verfügung stehen und sich nicht ausschließlich auf ein allein stehendes Zielobjekt zu fokussieren. Saisonal verfügbare Nahrungsquellen wie innere Rinde oder Nüsse runden die Ernährung ab.

Die Jagd auf große Herbivoren war hin und wieder notwendig, um die langfristige Energieversorgung der Gruppe zu gewährleisten. Ratsam wäre der Konsum von Fleisch, wenn es besonders fettreich ist, sowie die Nutzung der inneren Organe, des Gehirns und des Knochenmarks.

Ein sicherer direkter Nachweis von Pflanzennutzung für Nahrungszwecke fehlt in Schöningen, wie auch in den meisten anderen Fundstellen dieser Zeit. Dass die Menschen pflanzliche Nahrung in unterschiedlichen, jedoch nicht unbedeutenden Mengen zu sich genommen haben müssen, steht außer Frage. Wie bereits erläutert, wird für die Nutzung dieser Ressource nicht unbedingt hochentwickeltes Werkzeug benötigt. Im Folgenden sollen zwei spezielle pflanzliche Nahrungsquellen im Detail beschrieben werden. Da gerade im Uferbereich der Anteil unterirdischer Speicherorgane sehr hoch ist, wird diese Ressource in Bezug auf ihre Bedeutung für die Subsistenz diskutiert. Eine Nahrungsquelle, die insbesondere aus ethnographischen Beschreibungen von Jägern und Sammlern der nördlichen Breiten eine Rolle spielt, ist die innere Rinde von Bäumen. Da diese heute praktisch gar nicht mehr genutzt wird, es aber Indizien für eine Nutzung aus archäologischem Kontext gibt, soll auch auf diese Ressource näher eingegangen werden.

UNTERIRDISCHE SPEICHERORGANE UND IHRE BEDEUTUNG ALS ENERGIELIEFERANTEN

»Der Aufmerksamkeit der Naturmenschen ist es nicht entgangen, daß die Melden- und Doldengewächse und die Korbbütlter, zum Verdicken ihrer Wurzeln neigen. [...] es läßt sich nachweisen, daß die Neigung der Chenopodiaceae, Umbelliferae, Compositae, Cruciferae, ja auch der Leguminosae die Wurzel oder den Wurzelstock zu verdicken, etwa Bulben zu bilden, der Aufmerksamkeit des Urmenschen nicht entging. Das gleiche gilt von den Ranunculaceae, Nymphaeaceae, Alismataceae, Butomaceae und Typhaceae.«
(Maurizio 1927, 67. 129).

Unterirdische Speicherorgane

Das Verdicken von Wurzeln zum Zweck der Speicherung von Wasser oder Nährstoffen ist typisch für bestimmte Pflanzenfamilien, wie im Zitat von A. Maurizio beschrieben. Die Arten innerhalb einer Familie sehen häufig morphologisch ähnlich aus und besitzen ähnliche Inhaltsstoffe. Wenn bei einer bestimmten Pflanze bereits Erfahrungen gemacht wurden, kann davon ausgegangen werden, dass eine ähnlich aussehende Pflanze auch ähnliche Eigenschaften aufweist. Menschen, die mit der Natur verbunden sind, sind diese Zusammenhänge bewusst, wie es die Ethnobotanik vielfach zeigt.

Unter dem Begriff unterirdische Speicherorgane (engl. »underground storage organs«) werden alle Formen von Rhizomen, Wurzeln, Sprossknollen u. a. bezeichnet, in denen Pflanzen Reservestoffe speichern. Für die Fragestellungen der Archäologen ist es von geringer Relevanz, wie die botanisch korrekte Nomenklatur für diese Organe heißt, deshalb werden sie in der Literatur meist zusammenfassend als unterirdische Speicherorgane bezeichnet. Während der Wachstumsperiode (nach dem phänologischen Kalender aktuell ungefähr von Mitte März bis Ende Oktober) lagern verschiedene Pflanzenarten Stärke (Polysaccharide) in ihren unterirdischen Speicherorganen ab, die sie im folgenden Frühjahr zum Austreiben verwenden. Während der Vegetationsruhe zehren die Pflanzen davon, so dass der Gehalt an Stärke vom Herbst bis zum Frühjahr abnimmt. Auf diese Weise können sie ungünstige Klimabedingungen (Kälte, Trockenheit, Buschbrände, Überschwemmungen) unter der Erde überdauern. In semiariden und subhumiden Ökosystemen sind solche Pflanzen reichlich vertreten, dazu zählen auch Baum-, Strauch- und Grassavannen (McGrew 1992; Wrangham u. a. 1999). Auch in kalten Klimaten verlagern viele Arten ihre Fortpflanzung unter die Erde und bilden oberirdisch lediglich Zwergwuchsformen aus. Grob generalisiert: Je größer der (klimatische) Stress für die Pflanze ist, desto eher verlagert sie ihre Überdauerungsorgane unter die Erde. Die Pflanzen, die solch eine Überlebensstrategie verfolgen, werden als Kryptophyten bezeichnet.

Zur Verdickung der Wurzeln neigen vorwiegend die Korb- und Kreuzblütler, Dolden- und Meldengewächse (Machatschek 2010, 103-104). Einzelarten finden sich auch in anderen Familien, mit z.T. sehr großen Speicherorganen. Der Gewöhnliche Knollenkümmel (*Bunium bulbocastanum*), heute ein Ackerunkraut, wurde vor der Nutzung der Kartoffel angebaut. Die Wurzeln schmecken wie Bratmaronen, ähnlich wie die geschälten Speicherorgane der Französischen Erdnuss (*Conopodium majus*). Das Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*) und andere Arten besitzen stärkereiche Wurzeln und Ausläufer, die nussartig schmecken. Rhizome, Wurzeln und Wurzelsprosse aus der Großgruppe der Binsen (*Scirpus*, *Blysmus*, *Bolboschoenus planiculmis* und *B. maritimus*, *Schoenoplectus*), Schilf (*Phragmites australis*), Zypergräser (*Cyperus* spec., darunter die Erdmandel, *Cyperus esculentus*) und Rohrkolben (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*) werden im Spätherbst gesammelt (Machatschek 2010, 107-114; Plants For A Future 1996-2010). Der Anteil von Arten im Uferbereich, die Stärke in ihren unterirdischen Speicherorganen einlagern, ist relativ hoch. Dies liegt zum einen am Energieverbrauch vegetativer Fortpflanzung und zum anderen am Stress, der durch Wasserspiegelschwankungen entsteht (Hatley/Kappelman 1980). Durch den Schlamm sind die Überdauerungsorgane geschützt.

Unter der Erde verbirgt sich ein riesiges Energiepotential, das vom Menschen genutzt werden kann. Dieses stand auch in Zeiten klimatischen Stresses und dadurch bedingter Nahrungsverknappung zur Verfügung. Ein semiarides Buschland beispielsweise hat ein Verhältnis von 100-600 g/m²/Jahr oberirdischer Biomasse und 250-1000 g/m²/Jahr unterirdischer Biomasse (Hatley/Kappelman 1980). Unterirdische Speicherorgane können in Dichten von mehr als 1000 kg/ha vorkommen, ihre Kalorienausschüttung kann mehrere Tausend kcal pro Arbeitsstunde betragen, z. B. bis zu 6200 kcal/h in Zentralaustralien (O'Connell u. a. 1999, 472). Die aus Südamerika eingeführte Sprossknolle der Kartoffel (*Solanum tuberosum*) enthält beispielsweise 78 g Wasser, 2 g Proteine und 15 g Kohlenhydrate (davon 14 g Stärke) pro 100 g essbarem Anteil. Heute ist sie weltweit ein wichtiger Nahrungslieferant. Im Jahr 1996 wurden fast 300 Millionen Tonnen angebaut, die Hälfte davon in Europa. Der Durchbruch gelang ihr hierzulande während der Hungersnöte in Folge der Schlesischen Kriege in der Mitte des 18. Jahrhunderts (Bickel-Sandkötter 2001, 179-182).

Analysen wild wachsender unterirdischer Speicherorgane sind generell selten, da sie nicht industriell genutzt werden (vgl. hierzu die Kataloge im hinteren Teil). Weiter oben wurde eindrücklich dargelegt (S. 115), dass der Uferbereich des Schöninger Sees in jeder Verlandungsfolge, vielleicht mit Ausnahme von Verlandungsfolge 5, ein hohes nutzbares Potential an unterirdischen Speicherorganen bot.

Gerade in den Wintermonaten und im frühen Frühjahr (Vorfrühling) ist das Nahrungsangebot in den mittleren Breiten gering. Die Tiere werden zunehmend magerer und die Pflanzen befinden sich in der Vegeta-

tionsruhe. Unter der Erde verbirgt sich in dieser Zeit ein sehr hohes Energiepotential, das vom Menschen genutzt werden konnte. Bei gefrorenem Boden bzw. zugefrorener Wasseroberfläche ist es jedoch schwierig, an die unterirdischen Speicherorgane heranzukommen. Der Vorteil dieser Nahrungsquelle liegt darin, dass sich Wurzeln, Rhizome und Ähnliches trocknen und somit aufbewahren lassen. Sie haben dann ein geringes Gewicht und können bereits im Herbst, bevor der Boden gefriert, geerntet werden.

Indizien für die Nutzung von unterirdischen Speicherorganen aus Schöningen

Unter den trocken gelagerten organischen Funden aus Schöningen gibt es zwei kleine humifizierte organische Reste, in Sediment eingebettet, bei denen es sich um Parenchymgewebe von bis zu 4,5 cm Größe handelt (ID 25022 und 25019). Diese Zellarten kommen in nicht verholzten Teilen einer Pflanze vor. Da die Stücke nicht verkohlt waren, sind die Zellen schlecht erhalten. Es könnte sich dabei um Speicherparenchym einer Knolle oder Wurzel, ebenso aber auch um Parenchymgewebe eines Stängels handeln. Beide IDs kommen aus der Fundstelle 13 II-1, Schicht c₁. Laut des Referenzprofils (Böhner u. a. 2005) kommen in dieser Schicht auch Wurzelstubben (von Bäumen?) vor. Die Zellstruktur war nicht gut erkennbar, folglich auch nicht, ob es sich um eine monokotyle oder dikotyle Pflanze handelt, um Wurzel oder Spross. Eine Nutzung durch den Menschen ist nicht ersichtlich.

W. H. Schoch (2012b) vermerkt ein Fragment von ca. 15 mm Länge, bei dem es sich um ein verkohltes Stück Wurzel oder Rhizom handeln könnte (ID 2162). Aufgrund des lockeren Gewebes vermutet er eine Wasserpflanze. Das Stück stammt aus der Fundstelle 13 II-4. Aus 13 I-1 kommt ein verkohltes Wurzelfragment einer monokotylen Pflanze (ID 18962), eventuell eines Grases. Die Verkohlung kann auf natürliche Weise geschehen sein, wobei es fragwürdig erscheint, wie das Rhizom einer Wasserpflanze durch Waldbrand oder Ähnliches verbrennen konnte. Da aber die Bestimmung nicht abschließend gesichert ist, lassen sich nur Vermutungen anstellen. Bewahrheitet sich die Annahme von W. H. Schoch, dann käme auch der Mensch als Verursacher dieser Spuren infrage, indem er das Rhizom als Nahrung aus dem Wasser holte und zum Verzehr röstete.

Als indirekten Beleg für die Nutzung von unterirdischen Speicherorganen könnten einige Objekte aus Holz oder Knochen gelten. Weiter unten (vgl. S. 192) wird der sogenannte Grabstock aus Schöningen näher diskutiert, ebenso wie Grabstöcke an sich. Einige Langknochen mit polierter Spitze oder etliche Astfragmente kämen für solche Tätigkeiten infrage. Bei einem kurzzeitigen Gebrauch in weichem Boden wären nicht einmal Gebrauchsspuren an den Knochen oder Hölzern zu erkennen.

Im feuchten Sediment des Seeuferbereichs ist der Einsatz von Werkzeugen jedoch nicht erforderlich. Im eigenen Versuch konnten Rhizome des Rohrkolbens mit der Hand aus dem Sediment gezogen werden (Abb. 46). Für den Archäologen ist diese Erkenntnis natürlich wenig befriedigend, da auf diese Weise eine Nutzung von unterirdischen Speicherorganen aus dem Uferbereich keinen materiellen Niederschlag hat und praktisch nicht nachweisbar ist. Innerhalb von zehn Minuten inklusive Waschen und Entfernen der faserigen Rinde konnte ein Trockengewicht von ca. 30 g essbaren Anteils gewonnen werden.

Im Fall von Schöningen liegen mehrere Indizien, jedoch keine sicheren Belege für eine Nutzung von unterirdischen Speicherorganen vor.

Fundstellen mit Belegen oder Hinweisen auf Nutzung von unterirdischen Speicherorganen

Die ältesten direkten Hinweise auf die Nutzung unterirdischer Speicherorgane liefern mit ihrer hervorragenden Erhaltung die paläolithischen Fundstellen Calowanie (Otwock, woj. mazowieckie/PL), Dolní Věstonice



Abb. 46 Rhizome des Rohrkolbens, im Herbst geerntet. – (Foto G. Bigga).

(okr. Břeclav/CZ), Ohalo II und Gesher Benot Ya'aqov (Israel), Wadi Kubbania (Assuan/ET) und schließlich mesolithische Fundstellen in Dänemark (z.B. Tybrind Vig, Syddanmark/DK) (Jones 2009; Kubiak-Martens 1996; 1999; 2002).

Die Fundstelle Dolní Věstonice ist Teil eines Forschungsprogrammes, bei dem Proben aus gravettienzeitlichen Fundstellen in Mähren systematisch flotiert wurden. Aus Feuerstelle D kamen Holzkohlen, Fragmente vegetativen Parenchyms, Samen und unbestimmbare Reste. Die Parenchym-Analysen weisen auf Pflanzen aus der Familie Asteraceae hin, von denen viele Arten essbare Wurzeln besitzen. Sie könnten entweder von Pflanzen stammen, die dort wuchsen, als die Feuerstelle angelegt wurde, oder als Brennmaterial eingebracht worden sein. In beiden Fällen würde man allerdings ein breiteres Artenspektrum erwarten. Es sind jedoch nur Fragmente von Speicherwurzeln und keine anderen Pflanzenteile vorhanden. Dies spricht durchaus für eine Nutzung seitens des Menschen (Beresford-Jones u. a. 2010; Mason u. a. 1994).

In spätpaläolithischen Całowanie fanden die Ausgräber neben zahlreichen Früchten und Samen verkohlte Fragmente der Speicherorgane von Gewöhnlichem Pfeilkraut (*Sagittaria* cf. *Sagittifolia*) und Vogelknöterich (*Polygonum* sp.). Zu dieser Zeit herrschten dort boreale bis subarktische Bedingungen. Beide Arten wachsen am Wasser und konnten anhand ihrer Aerenchymzellen identifiziert werden. Eine Überlegung der Bearbeiter ist, dass diese Pflanzen als Brennmaterial in die Fundstelle gelangten, was aufgrund ihrer Feuchtigkeit als unwahrscheinlich erscheint (Kubiak-Martens 1996; Kuhnlein/Turner 1991). *Polygonum*-Arten sind bekannt für ihren hohen Gehalt an Vitamin C, während das Gewöhnliche Pfeilkraut und verwandte Arten hohe Anteile an Stärke besitzen. Diese Eigenschaften machen den Gedanken realistisch, dass sie als Nahrung, eventuell bei der Zubereitung, im Feuer gelandet sind.

Im Acheuléen von Gesher Benot Ya'aqov gibt es zahlreiche Belege für pflanzliche Nahrung, darunter Reste von Eicheln, Pistazien, Wassernuss, Stachelseerose, Rohrkolben, Wasserlilie, Oliven und Mandeln sowie Schlagsteine, die eventuell zum Knacken von Nüssen verwendet wurden (Goren-Inbar u. a. 2002; 2014). Von zwei dieser Arten sind die Rhizome essbar (Rohrkolben, Wasserlilie), auch wenn nur Früchte bzw. Samen davon gefunden wurden. Auch in der Kebara-Höhle (Israel) sind zumindest von 15 der 153 für die Fundstelle nachweisbaren ungiftigen Pflanzenarten die unterirdischen Speicherorgane essbar. Ein direkter Nachweis einer Nutzung fehlt jedoch in beiden Fundstellen (Lev u. a. 2005).

Die Ertebølle-Fundstelle Tybrind Vig auf Fünen enthielt neben anderen Funden Parenchymgewebe von Wilder Rübe (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) und Stängel von Schilf (*Phragmites australis*) (Kubiak-Martens 1999). Eindeutigere Hinweise bietet die gleichaltrige Fundstelle Halsskov (Sjælland/DK). Verkohlte Knollen von

Bärlauch (*Allium cf. ursinum*) und Knollen der Französischen Erdkastanie (*Conopodium majus*) konnten im Kontext mit unbestimmbarem Parenchymgewebe innerhalb einer Art Kochgrube freigelegt werden (Kubiak-Martens 2002). Letztere Fundstelle bietet bereits das Optimum archäologischer Nachweise für diese Fundkategorie. Das Parenchymgewebe ist zu fragil, um sich unverkohlt zu erhalten. In verkohltem Zustand wird es häufig übersehen oder für Holz gehalten.

Indirekte Nachweise können Grabstöcke oder ähnliche Werkzeuge geben. Die Fundstelle Sterkfontain (Kuman/Clarke 2000) und Swartkrans (Brain/Shipman 1993) in Südafrika lieferte Knochenartefakte von Australopithecinen, die als Grabungswerkzeuge interpretiert wurden. Diese Nutzungsart wird jedoch angezweifelt (Backwell/d'Errico 2001). Weitere Beispiele von potentiellen Grabstöcken liegen aus der Border Cave (KwaZulu-Natal/ZA), Ohalo II (Israel) und Torralba in Spanien vor, jedoch sind all diese Beispiele als fragwürdig einzustufen (vgl. S. 192).

Rezente Beispiele für die Nutzung unterirdischer Speicherorgane und benötigtes Werkzeug

Nutzung durch Tiere

Unter den Tieren graben Bären (z.B. *Ursus arctos*) und Schweine (z.B. *Sus scrofa*) intensiv nach Wurzeln. Sowohl das Gebiss zum Zerkleinern der Nahrung als auch Krallen bzw. Nase eignen sich dafür hervorragend. Bären nutzen Wurzeln und Knollen vor allem nach ihrem Winterschlaf ab April und Mai. Bei den Warzenschweinen Ugandas beobachtete man, dass 83 % der insgesamt über das Jahr konsumierten unterirdischen Speicherorgane während der fünf Trockenmonate gefressen werden (Hatley/Kappelman 1980). Die Paviane im Okavango-Delta nutzen unterirdische Speicherorgane von Seerosen (*Nymphaea nouchali*) und in geringen Mengen von anderen Pflanzen. Diese machen bis zu 38 % ihrer Nahrung aus und dienen in manchen Monaten wahrscheinlich als Alternativnahrung, da sie seltener geerntet werden, wenn Früchte und Blätter zur Verfügung stehen (Wrangham u. a. 2009). Untersuchungen in den Savannen Tansanias ergaben, dass Primaten unterirdische Speicherorgane insbesondere in der Regensaison, kurz nach der Zeit größter Nahrungsverknappung, nutzen (Hernandez-Aguilar u. a. 2007). An elf verschiedenen Orten konnten kleine Gruben nachgewiesen werden, an denen die Schimpansen unterirdische Speicherorgane ausgegraben und konsumiert haben. Viele lagen direkt in der Nähe ihrer Nester. Die ausgegrabenen Arten zählen zu den Familien Fabaceae, Rubiaceae, Asclepiadaceae, Smilacaceae und Taccaceae, von denen einige auch vom Menschen genutzt werden. Die Anzahl der Gruben, mit maximalen Tiefen von 25 cm, betrug bis zu 0,7 pro Quadratmeter. Die Nutzung scheint sich auf die Regenzeit zu beschränken, da während der Trockenzeit der Boden zu hart ist, um mit primitiven Werkzeugen an die unterirdischen Speicherorgane an das Ziel heranzukommen. Die Schimpansen nutzen einfache Grabstöcke und Rindenstücke. Erde haftet an den Gebrauchsenden an, jedoch offenbaren sich unter dem Mikroskop keinerlei Spuren von Polierung oder Riefen. Insgesamt sind die hier verwendeten Grabstöcke wesentlich kürzer als Beispiele der Hadza und andere ethnologische Belege (Hernandez-Aguilar u. a. 2007).

Wildbeuter der Savannen Afrikas

Die Hadzapi Ostafrikas nutzen Knollen vorwiegend in der Regenzeit als Nahrungsquelle. In der Trockenzeit dominieren das Sammeln von Beeren und die Großwildjagd. Von vier der zehn wichtigsten Pflanzenarten essen sie die Wurzeln. Die Frauen und Kinder sammeln fast jeden Tag Pflanzen, vorwiegend Knollen, rund

um das Lager. Sie werden mit einfachen hölzernen Grabstöcken von 4-5 cm Durchmesser und 1,20-1,50 m Länge ausgegraben. Die Spitze der Stöcke ist feuergehärtet und wird regelmäßig nachgearbeitet. Dadurch verkürzt sich die Länge im Lauf der Nutzungsphase. Zwischendurch legen die Frauen Pausen ein, um einige Knollen über dem Feuer zu rösten und direkt vor Ort zu verzehren. Die übrigen Knollen bringen sie ins Lager. In der Regenzeit wird ungefähr die Hälfte der Sammelaktivitäten für Beeren und die andere Hälfte für Knollen eingesetzt. Insgesamt werden je nach Jahreszeit vier bis sechs Stunden täglich (in der Regenzeit mehr) für das Sammeln eingesetzt (Porr/Müller-Beck 1997, 23. 25-27).

Die Kade San (Zentral-Kalahari) nutzen 66 Pflanzenarten, von denen bei der Hälfte das erstrebenswerte Sammelgut unter der Erde liegt. Die !Kung haben sogar verschiedene Namen für Pflanzen über der Erde und für dieselben Arten unter der Erde (Hatley/Kappelman 1980). Sie nutzen unterirdische Speicherorgane insbesondere im Winter und im trockenen Frühjahr, neben Mongongo-Früchten, Nüssen und Baobab. Zu dieser Zeit befinden sich die Lager auch konstant an einem Wasserloch. Die harte Erde erschwert das Erreichen dieser Nahrungsquelle während der Trockenzeit. Die unterirdischen Speicherorgane sitzen mehrere Dezimeter unter der Erde, die Arbeitszeit für ihr Ausgraben kann daher eine halbe Stunde betragen. Dafür werden die !Kung aber auch mit bis zu 17 kg schweren unterirdischen Speicherorganen belohnt (Lee 1979, 104. 163-165).

Ureinwohner der gemäßigten Breiten Nordamerikas

Die Liste der einzelnen Beobachtungen zur Nutzung von unterirdischen Speicherorganen bei Indianervölkern der gemäßigten Breiten Nordamerikas ist äußerst umfangreich, detaillierte Angaben fehlen jedoch meistens. Unterirdische Speicherorgane stehen selten im Fokus der Betrachtung und werden häufig nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Deshalb seien hier nur einige repräsentative Beispiele genannt.

Die westlichen Shoshoni (Großes Becken) werden wegen ihrer Grabungsaktivitäten auch »digger« genannt (Läng 1981, 341). Die Chippewa und Sioux verwenden verschiedene Wurzelarten, roh oder gekocht (Densmore 1974, 307. 319-321; Ford 1986, 405-409). Die Blackfeet leben hauptsächlich von Vögeln und anderen Tieren, sammeln jedoch auch Beeren im Sommer und Wurzeln, wobei letztere die meiste Arbeitszeit von Frauen und Mädchen einnehmen. Die Wurzeln werden mit einem langen, angespitzten Stock ausgegraben. Einige werden sofort gegessen, andere für den Wintervorrat getrocknet und gelagert (Grinnell 1913, 203). Von den Indianern British Columbias und Vancouver Islands ist eine vielfältige Nutzung unterirdischer Speicherorgane bekannt (Ford 1986; Kuhnlein 1990; Kuhnlein/Turner 1991). Insbesondere das Gewöhnliche Pfeilkraut wird häufig als wichtiger Stärkelieferant erwähnt (Ford 1986, 379-380).

Auch bei den Paläoindianern Nordostamerikas geht man davon aus, dass unterirdische Speicherorganen aus Sümpfen, Teichen und Seen im Herbst und Winter genutzt wurden (McWeeney 2007). Zudem gibt es aus archäologischem Kontext Öfen, die hauptsächlich zur Wurzelverarbeitung genutzt wurden (Östlund u. a. 2009, 103).

Eurasien und Polarregion

Bei den Eskimo sind nur wenige Pflanzen bekannt, von denen die Wurzeln gegessen werden (*Ranunculus pallasii*, *Rhodiola integrifolia*, *Rumex arcticus*) (Ford 1986, 715-716).

Ureinwohner Australiens

Die Aborigines Australiens, die unter sehr variablen klimatischen Bedingungen leben, essen mehr als 300 verschiedene Fruchtarten, 150 Varietäten an Wurzeln und Knollen und eine sehr große Anzahl an Nüssen,

Samen und Gemüse. Eine Liste der genutzten Arten findet sich bei J. H. Maiden (1889). Viele der unterirdischen Speicherorgane enthalten Gift, das durch Kochen oder Auswaschen zerstört werden muss. Der Anteil an Kohlenhydraten ist bei vielen Arten mit der Kartoffel vergleichbar und liegt bei 15-20 %, andere haben einen hohen Faseranteil. Sogar in den Wüsten gibt es Pflanzen, die essbare unterirdische Speicherorgane ausbilden und jederzeit geerntet werden können. Einfache Stöcke und hölzernes Essgeschirr dienen zum Graben (Brand-Miller/Holt 1998; Gott 1982; Maiden 1889). Die an beiden Enden zugespitzten Grabstöcke sind aus hartem Holz und werden vorwiegend von Frauen eingesetzt (Berndt/Berndt 1988, 100).

Bedeutung für die Evolution des Menschen

»It may not be coincidental that H. ergaster emerged at a time – 1.8-1.7 million years ago – when tubers had probably become more abundant, following a shift to a drier, more seasonally variable climate over much of Africa. [...] The evolution of H. ergaster has sometimes been tied to males' enhanced ability to hunt, but it may actually have depended more on females' enhanced ability to locate, excavate, and process tubers.«
(Scarre 2005, 118).

Es gibt verschiedene Indizien dafür, dass unterirdische Speicherorgane als Ersatznahrung ein Schlüsselfaktor in der Evolution von Australopithecinen und der Gattung *Homo* waren (Brain 1993; Hatley/Kappelman 1980; Hernandez-Aguilar u. a. 2007; Laden/Wrangham 2005; Wrangham u. a. 1999; 2009). Für diese Hypothese sprechen: die Zahnabnutzungsspuren und Isotopen (vgl. S. 134), die paläoökologischen Belege für eine Ausbreitung in Habitats reich an unterirdischen Speicherorganen im späten Miozän und das Koexistieren von wurzelfressenden Nagetieren und Hominini-Fossilien (Laden/Wrangham 2005; Wrangham u. a. 1999).

R. W. Wrangham u. a. (Laden/Wrangham 2005; Wrangham 2009; Wrangham/Carmody 2010; Wrangham/Conklin-Brittain 2003; Wrangham u. a. 1999; Wuketits 2011) sehen im vergrößerten Gehirn des *Homo erectus* sowie den verkleinerten Molaren und Prämolaren im Vergleich zu seinen Vorgängern ein Indiz für gekochte Nahrung und die Nutzung von unterirdischen Speicherorganen. Durch Kochen wird die Stärke aufgeschlossen und kann vom Darm besser aufgenommen werden (vgl. S. 129). Es steht also mehr Energie zur Verfügung, die auf die Gehirnkapazität angewandt werden kann. Das Kochen von unterirdischen Speicherorganen würde auch die fehlende Abrasion an den Molaren des *Homo erectus* erklären. Die Zahnabnutzungsspuren und Isotopensignale von *Australopithecus*, *Paranthropus* und *Homo erectus* weisen ebenfalls auf den regelmäßigen oder saisonalen Konsum von unterirdischen Speicherorganen hin (vgl. auch S. 134 sowie Ungar u. a. 2008; Dominy u. a. 2008; Sponheimer/Lee-Thorp 1999; Lee-Thorp/Sponheimer 2006).

Das Habitat früher Hominini enthielt Wasserläufe und semiaride Gebiete – in beiden wachsen viele Pflanzen mit unterirdischen Speicherorganen. Mit der steigenden Aridität im Miozän und Pliozän müssen zahlreiche Pflanzenarten ihre Überdauerungsorgane unter die Erde verlagert haben, um zu überleben (Hatley/Kappelman 1980). J. F. O'Connell u. a. (1999) sehen in der Ausbreitung des *Homo erectus* eine klimagesteuerte Anpassung des Sammelverhaltens (u. a. durch die Nutzung dieser unterirdischen Speicherorgane) an die zunehmende Trockenheit. Flache Gewässer wie Seen oder Tümpel wären dann ebenfalls attraktiv für frühe Hominini gewesen. Die Ressource könnte vom Menschen leicht genutzt werden (Wrangham u. a. 2009) und wurde es auch von einigen Populationen, wie das Beispiel von Olduvai zeigt (vgl. Copeland 2007): In einem Modell wurde das pflanzliche Nahrungsangebot im Umfeld der Fundstelle berechnet. Besonders in den

sumpfigen Bereichen entlang des Flusses gab es zahlreiche nutzbare Ressourcen, darunter auch zahlreiche unterirdische Speicherorgane.

Ob bereits der *Homo erectus* in der Lage war, die unterirdische Speicherorgane zu kochen oder zu rösten, kann bisher nicht abschließend geklärt werden (Laden/Wrangham 2005; Wrangham 2009; Wrangham/Carmody 2010; Wrangham/Conklin-Brittain 2003; Wrangham u. a. 1999; Wuketits 2011, 60-62). Wie bei anderen Nahrungsquellen auch (z. B. Fisch, Eier, Insekten) lässt sich nicht abschließend ermitteln, in welchem Umfang die Ressource genutzt wurde und deshalb auch nicht, ob sie sich stark auf die Evolution der Gattung *Homo* ausgewirkt haben. Die genannten Indizien sprechen aber dafür, dass unterirdische Speicherorgane Teil des Nahrungsspektrums waren.

Bedeutung von unterirdischen Speicherorganen für den *Homo heidelbergensis* in Schöningen

In semiariden und sumpfigen Landschaften liegt ein wesentlicher Teil der Nahrung unter der Erde, außerhalb der Reichweite terrestrischer Herbivoren (Hatley/Kappelman 1980). Hier steht also eine Nische unmittelbar im Uferbereich zur Verfügung, an die kaum ein anderes Tier herankommt. Das und die Tatsache, dass die unterirdischen Speicherorgane praktisch das ganze Jahr über verfügbar sind, wenn auch mit schwankendem Nährstoffgehalt, macht diese Ressource für den Menschen höchst attraktiv. Der Arbeitsaufwand und Energieeinsatz, um im Uferbereich Rhizome auszugraben, ist gering. Die Tatsache, dass weltweit in ähnlichen Habitaten auch ähnliche Pflanzengattungen bzw. -arten vorzufinden sind, erleichtert deren Nutzung. Wenn der Boden gefroren ist, wird es schwieriger an die Nährstoffe zu gelangen. Man muss zumindest mit wenigen Monaten im Winter rechnen, in denen die Wasseroberfläche gefroren oder der Boden zu hart ist, um die unterirdischen Speicherorgane ausgraben zu können. Eine Möglichkeit wäre, sie vor dem Frost auszugraben, an der Luft zu trocknen und für den Winter aufzubewahren. Die Speere zeigen, dass die Menschen bereits vor 300 000 Jahren in der Lage waren, vorausschauend zu denken. Jedoch kann man nicht mit Sicherheit davon ausgehen, dass Bevorratung schon zum Repertoire des *Homo heidelbergensis* gehörte. Es ist hingegen auch denkbar, dass im Bereich des Röhrichts Speicherorgane mehr oder weniger an der Oberfläche freilagen. Die Rhizome bilden ein Geflecht im Uferbereich. Dadurch kann sich kein festes Sediment bilden, sondern es entwickelt sich ein lockeres Substrat aus Schlamm, vegetativen Pflanzenteilen und wurzelnden Pflanzen. Wenn nun der Wasserspiegel sinkt und das Wurzelgeflecht freiliegt, wäre es auch im Winter möglich, die oberflächennahen Rhizome von Rohrkolben, Schilf und Seggen mit einfachen Grabstöcken aus dem heterogenen Erdreich zu befreien, da dies nicht durchgängig gefroren ist. Die Tatsache, dass die oberirdischen Pflanzenteile auch im Winter stehen bleiben, erleichtert das Auffinden der unterirdischen Speicherorgane sogar unter Schnee und Eis. Infrage käme auch das Auftauen der Oberfläche mithilfe eines Feuers. Das notwendige Brennmaterial befände sich in diesem Fall direkt vor Ort. An die Speicherorgane der Wasserpflanzen gibt es jedoch bei längerem Frost kein Herankommen. Sie stünden erst im Frühjahr nach Auftauen des Sees wieder zur Verfügung.

Die unterirdischen Speicherorgane nicht zu nutzen, würde nach den dargelegten Gegebenheiten der Theorie von »optimal foraging« widersprechen. Es gibt kaum eine andere Ressource, die mit so wenig Kosten und Risiken verbunden ist und so viel Energie liefert. Wie H. K. Biesalski (2015, 124-127) anmerkt, kommt den unterirdischen Speicherorganen bestenfalls die Bedeutung von »fallback food« zu, da diese zwar Energie liefern, jedoch einen Mangel vor allem an Vitaminen aufweisen. Da unterirdische Speicherorgane jedoch nur saisonal ein wertvolles Nahrungsmittel darstellen, muss diese Nahrungsquelle sowieso durch andere pflanzliche und auch tierische Nährstofflieferanten ergänzt worden sein. Es ist eher davon auszugehen, dass

unterirdischen Speicherorgane sehr intensiv im Herbst genutzt wurden, als Notfallnahrung eventuell auch im Winter und schließlich im frühen Frühjahr als erste Nahrungsquelle, bevor andere Pflanzen anfangen zu sprießen. Unterirdische Speicherorgane haben aufgrund dieser Faktoren höchstwahrscheinlich eine wichtige Rolle in der Ernährung gespielt, wenn auch Nachweise aufgrund der schlechten Erhaltungsfähigkeit des Gewebes fehlen. Für die Zukunft bleibt zu hoffen, dass weitere Werkzeuge gefunden werden, die indirekte Hinweise auf Grabungsaktivitäten liefern.

INNERE RINDE – NAHRUNG IN NOTZEITEN ODER WICHTIGER ENERGIELIEFERANT?

»In the late spring and early summer, pine bark, a food which to the Skolts was a delicacy rather than a last resort during famine, was stripped from the trees.«
(Nickul 1977, 10).

In den Industrieländern gibt es eher Probleme, zuckerhaltige Nahrung zu vermeiden, als genügend Zucker für den Metabolismus zu beschaffen. Mit der Verbreitung raffinierten Zuckers sind auch in Gesellschaften, die naturnäher leben als heute in Mitteleuropa, diesbezügliche Nutzungsformen verloren gegangen. Herkömmliche Subsistenzpraktiken wurden verdrängt und durch Industrieprodukte ersetzt (Gottesfeld 1992; Östlund u. a. 2009). Dazu zählt die Nutzung von innerer Rinde, die in den nördlicheren Breiten fast überall als Nahrung diente. In Nordamerika wurde den einheimischen Völkern das Schälen der Bäume durch die Europäer verboten, da europäische Missionare und Lehrer glaubten, dass die Ernährung indigener Völker Nordamerikas unausgewogen war, und daher versuchten sie deren Nahrungsgewohnheiten zu ändern (Rivera 1949; Swetnam 1984). Die innere Rinde von Büschen und Bäumen wurde von zahlreichen Wildbeutergesellschaften als Kohlenhydratquelle, Medizin, Faser und Baumaterial verwendet. Wichtig für die Ernährung ist das Vorhandensein von Zucker im Frühjahr, wenn Früchte und Beeren noch nicht reif sind. Lediglich bei Gewürz- oder Heilpflanzen findet die innere Rinde auch heute noch überregionale Bedeutung, beispielsweise als Zimt (*Cinnamomum zeylanicum*) oder Lapacho-Tee (*Tabebuia avellanedae*).

Bau und Funktion der Rinde

Der Begriff »innere Rinde« ist durch W. Nultsch (1991, 203-205) botanisch definiert als lebendes sekundäres Phloem (Bast), totes Phloem zwischen dem Kambium, das gerade aktive innerste Korkkambium (Phelloderm) und die verbliebene primäre Rinde bei Pflanzen mit sekundärem Dickenwachstum. Während die äußere Rinde (Kork, totes sekundäres Phloem, Peridermschichten außerhalb des aktuellen Kambiums) dem Schutz der Pflanze dient, ist der Bast für den Transport und die Speicherung von Wasser und darin gelöster Nährstoffe (u. a. Saccharose) von den Blättern zu den Wurzeln zuständig und bildet die neuen Korkkambien. In dieser dünnen Schicht von Zellen ist ausreichend Zucker enthalten, um diese Ressource zu einer lohnenden Nahrungsquelle für Menschen und Tiere zu machen (Nabors/Scheibe 2007, 122-124; Nultsch 1991, 203). In **Abbildung 47** ist die innere Rinde in vereinfachter Form dargestellt. In der archäologischen und ethnologischen Literatur sowie diversen Nutzpflanzenlexika und -datenbanken wird der Begriff »innere Rinde« oft synonym zu »Bast« verwendet. Manchmal ist auch nur vom Kambium die Rede. Es handelt sich bei der inneren Rinde folglich um den lebenden, jährlich zuwachsenden Bast, der sich zwischen Holz und Borke



Abb. 47 Aufbau der Rinde. – (Foto G. Bigga).

befindet und Nährstoffe wie Zucker und Aminosäuren von den Blättern in die Wurzeln transportiert (Gottesfeld 1992).

Inhaltsstoffe

Analysen zu Inhaltsstoffen der inneren Rinde von nicht industriell genutzten Baumarten sind rar. Selbst Länder, deren indigene Bevölkerung innere Rinde als Nahrung verwendete (Kanada, Norwegen), haben wenig Forschungsbedarf. Ausnahmen bilden Gewürz- und Heilpflanzen oder Arten, die in der Kosmetikindustrie genutzt werden. Als Beispiel sei hier die Weide genannt, deren Rinde Salicin enthält, das im Körper dieselbe Wirkung wie Aspirin (Acetylsalicylsäure) entfaltet.

Der aus der Photosynthese gewonnene Zucker befindet sich im Bastteil, wie oben beschrieben. Die Datenbank von Plants For A Future (1996-2010) listet immerhin 141 Baumarten auf, von denen eine Nutzung der inneren Rinde bekannt ist. Informationen zu den Nährstoffen innerer Rinde sind jedoch selten. H. V. Kuhnlein und N. J. Turner (1991) fanden für weniger als 50 % der traditionell genutzten Pflanzenarten der Ureinwohner Kanadas Nährwertangaben. Für sieben Baumarten aus den Familien Aceraceae, Betulaceae, Salicaceae und Pinaceae, von denen eine Nutzung bekannt ist, finden sich hier Nährwerte. Die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe ist abhängig von der Position am Baum, Saison, Wetter, Boden, Licht und weiteren Faktoren, die den Stoffwechsel der Pflanze beeinflussen (Airaksinen u. a. 1986).

Der Vitamin C-Gehalt, insbesondere der Kiefernarten, ist so hoch, dass der Konsum von Rinde ausreicht, um vor Skorbut zu schützen. Dies belegen Studien aus dem 19. Jahrhundert zu den Samen: Während die Küsteneinwohner Schwedens und die norwegischen Bauern mit Skorbut zu kämpfen hatten, half die Rinde der Waldkiefer die Samen davor zu bewahren (Zackrisson u. a. 2000). Der zweite wichtige Nährstoff ist Zucker. Die innere Rinde beinhaltet eine in einer Fasermatrix eingeschlossene Zuckerform. Die Fasern reduzieren die sofortige Aufnahme des Zuckers und sorgen für einen gleichbleibenden Blutzuckerspiegel über längere Zeit. Dadurch wird sie besonders für Menschen, die lange anhaltende, anstrengende Aktivitäten verfolgen, zu einem guten Nahrungslieferanten (Östlund u. a. 2009).

Nährwertangaben liegen von der Schirm-Kiefer (*Pinus pinea*) vor, deren innere Rinde Fett, Kohlenhydrate, Vitamin C, Thiamin und Riboflavin enthält. Die Anteile an Fett und Kohlenhydraten nehmen vom Frühjahr zum Herbst ab, Thiamin und Riboflavin hingegen nehmen zu. Weiter sind zahlreiche Mineralien enthalten: Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen u. a. Das Kambium und Phloem enthält einen hohen Anteil Mehrfachzucker (Polysaccharide) und Proteine als nutzbare Stoffe (vgl. Airaksinen u. a. 1986; Allsopp/Misra 1940).

Die innere Rinde der Waldkiefer beinhaltet auch Eisen und Calcium, Ballaststoffe und Kohlenhydrate. Interessant ist, dass die Kalium-, Calcium- und Magnesium-Werte vom Frühjahr zum Herbst zunehmen, während



Abb. 48 Entfernen der inneren Rinde von einem Stamm. – (Foto J. Kämäräinen).

der Eisengehalt sinkt (Airaksinen u. a. 1986; Östlund u. a. 2009; Zackrisson u. a. 2000). Die Konzentration der Nährwerte ist abhängig von Standort, Alter des Baumes, der Höhe am Baumstamm und der Jahreszeit (Airaksinen u. a. 1986).

Getrocknete Rinde der Küsten-Kiefer (*Pinus contorta*) enthält nach einer vorliegenden Analyse 3,2 % nicht reduzierten Zucker und 2,4 % Protein. Für die Pappel wurde ein Mittelwert von 0,2 g Protein, 0,5 g Fett und 6,3 g Kohlenhydrate pro 100 g Rinde festgestellt. Der biologische Brennwert liegt bei 27 kcal (Gottesfeld 1992). Frische Rinde kann leicht toxische Inhaltsstoffe enthalten, die durch Erhitzen zerstört werden können.

Vorgehensweise bei der Rindenernte rezenter Wildbeuter

Auswahl der Bäume

Die wenigen Angaben, die zur Auswahl der Bäume zu finden sind, beschränken sich meist auf den Umfang der Bäume. Die Haisla nehmen einen Baum von mind. 60 cm Durchmesser (Gottesfeld 1992), die Samen ernten die Kieferborke von großen, dicken Bäumen (*Pinus sylvestris*) so nah am Boden wie möglich. Das durchschnittliche Alter der genutzten Bäume betrug 90 Jahre bei der ersten Nutzung (Östlund u. a. 2009).

Ein optimaler Baum sollte gerade gewachsen sein und wenige Äste am Stamm haben. Es ist von Vorteil, wenn die äußere Rinde dünn ist (Airaksinen u. a. 1986). Bei jungen Bäumen ist die innere Rinde dünner, dafür weicher, bei älteren dicker, aber härter (Sandgathe/Hayden 2003). Bäume, die auf einem gut entwässerten Boden mit Hangneigung nach Süden wachsen, haben eine längere Wachstums- und somit Erntesaison als Bäume in anderen Umgebungen (Östlund u. a. 2009). Bevor man die Bäume systematisch schälte, wurde die innere Rinde getestet: Ein süßlicher Geschmack ist ein Indikator für den Zuckergehalt (Swetnam 1984). Erst wenn sicher war, dass die Rinde ergiebig ist, machte man sich die Arbeit des Schälens.

Technik und benötigte Werkzeuge

Wie in **Abbildung 48** ersichtlich, benötigt man für die Ernte innerer Rinde keine ausgeklügelten Werkzeuge. Die innere Rinde ist im Frühjahr in einem weichen, feuchten Stadium und relativ einfach von der Borke abzuschaben. Die Haisla entfernen die gesamte Rinde und heben mit einem speziell gebogenen Werkzeug aus Knochen die innere Rinde von der Borke ab (Gottesfeld 1992). Andere nutzen einen meißelartigen Rindenschäler, wie in **Abbildung 49** aus Holz, und ziehen lange, schmale Bahnen Bast ab. Die benötigten Werkzeuge werden extra zu diesem Zweck hergestellt. Die Längen variieren dabei zwischen 44 und 52 cm, mit einem ungefähr 3 cm breiten und 1,3 cm dicken Schaft (Sandgathe/Hayden 2003). T. W. Swetnam (1984) beschreibt, wie die Gila Apachen mit einer Axt eine horizontale Kerbe in erreichbarer Höhe in den Baum ritzen. Eine weitere Kerbe wird unterhalb davon eingeritzt. Auf einer Breite von drei Fin-



Abb. 49 Rindenschäler der Haida (British Columbia) aus Knochen. Maße 33×2,6×2,6 cm. – (Foto Peabody Museum, Peabody Number: 88-51-10/50474).

gern wurde die Rinde heil gelassen, damit der Baum nicht abstirbt. Die Rinde dazwischen kann dann in 1 m langen Streifen abgezogen werden (Airaksinen u. a. 1986; Swetnam 1984).

Die Samen trennten die äußere von der inneren Rinde mit einem Messer ab. Die Rindenstücke für den sofortigen Verzehr hatten eine ungefähre Länge von 1 m, während kleinere Stücke für andere Zwecke vorgesehen waren (Östlund u. a. 2009). Die Kutenai-Indianer nutzen zwei Werkzeugtypen zum Schaben und Entrinden. Das Werkzeug zum Entrinden ist ein 3 m langer Holzstock, an einem Ende zugespitzt. Das andere ist ein ca. 11 cm langes und 7 cm breites Werkzeug, mit dem die innere Rinde von den Borkenstreifen oder dem Stamm geschabt wurde. Dieses bestand in den Erzählungen aus dem Horn des Wildschafes *Ovis canadensis* (Swetnam 1984). Je nach Baumart und deren Eigenschaften kann die Rinde nach dem Einritzen sogar von Hand abgezogen werden (Merrell/Clark 2001).

Zum Einritzen der Rinde reicht eine stumpfe Klinge bzw. ein Chopper-artiges Werkzeug aus.

Traditionelle Nutzungsformen und Weiterverarbeitung der inneren Rinde

Innere Rinde kann frisch und unverarbeitet gegessen werden. Die frische Rinde ist oft klebrig durch Zucker oder Harz. Sie trocknet schnell aus und beginnt zu gären. Daher muss die Rinde nach der Ernte rasch konsumiert oder weiterverarbeitet werden.

Durch langsames Erhitzen dickt die Flüssigkeit zu einem Sirup ein, durch Rösten wird die Rinde haltbar gemacht. Der Baumsaft lässt sich direkt durch Anritzen gewinnen und trinken. Je nach Dicke der Borke muss diese erst entfernt werden (Gottesfeld 1992; Machatschek 2010, 146-147). Die Norweger mahlen die Stücke zu Mehl, aus dem Brot gebacken wird (von Linné/Smith 1811, 350). Die in Finnland »pettu« (von »petäjä«, der Waldkiefer) genannte Rinde der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) wird ebenfalls als Mehl zum Brotbacken verwendet (Airaksinen u. a. 1986). Die Lappen stellen sogenanntes Fett-Pettu her, ein lagerbares Gemisch aus Rinde und Fett von Fisch, Vögeln oder Rentier (Airaksinen u. a. 1986).

Die indigenen Völker Nordamerikas wickelten die Streifen innerer Rinde zu Bällen und lagerten sie in grünen Blättern, um ein Austrocknen zu verhindern (Swetnam 1984). Rösten vermindert den Schädlingsbefall und macht eine Bevorratung einfacher (Machatschek 2010, 145). Diese Weiterverarbeitung war jedoch ein zeitraubendes Unterfangen und nur sinnvoll, wenn andere Nahrung rar war (Swetnam 1984). Die Samen haben wesentlich kompliziertere Verarbeitungsweisen, die sich über mehrere Tage erstrecken können (Östlund u. a. 2009).

Genutzte Baumarten

Von den Arten, von denen eine Nutzung der inneren Rinde zu Nahrungszwecken bekannt ist (für Details vgl. Kataloge am Ende), kommen Ahorn (*Acer* sp.), Birke (*Betula* sp.), Eiche (*Quercus* sp.), Erle (*Alnus* sp.), Esche (*Fraxinus* sp.), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Hasel (*Corylus avellana*), Kirsche (*Prunus* sp.), Linde (*Tilia* sp.), Ulme (*Ulmus* sp.), Weide (*Salix* sp.), Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), Fichte (*Picea* sp.) und Tanne (*Abies* sp.) in verschiedenen Schöninger Fundstellen vor.

Aus Skandinavien ist eine Nutzung von Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), Ulme (*Ulmus* sp.), Birkenarten (*Betula* sp.) und Pappel (*Populus* sp.) bekannt (Airaksinen u. a. 1986; von Linné/Smith 1811). In Eurasien allgemein schälte man bis in das vorhergehende Jahrhundert die Rinde von jungem Ahorn (*Acer* sp.), Buche (*Fagus* sp.), Erlenarten (*Alnus* sp.), Esche (*Fraxinus* sp.), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Hasel (*Corylus avellana*), Linde (*Tilia* sp.), Weidenarten (*Salix* sp.), Fichte (*Picea* sp.), Tanne (*Abies* sp.) und der jungen Lärche (*Larix* sp.) (Machatschek 2010, 145; Sackmann 2008, 145-146; Sandgathe/Hayden 2003). Der Baumsaft wurde von Ahorn, Birke, Eiche (*Quercus* sp.), Grauerle (*Alnus incana*), Ulme, Vogelkirsche (*Prunus avium*), Walnuss (*Juglans regia*) und Zitterpappel (*Populus tremula*) abgezapft. Insbesondere die verschiedenen Ahornarten (*Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*) sind saftreich und zuckerhaltig (Machatschek 2010, 146).

Saison der Rindenernte

Bei allen rezenten Völkern, die innere Rinde ernten, ist Mai der Hauptmonat der Ernte. Das Klima beeinflusst die Wachstumsperiode der Bäume. In unserem heutigen mitteleuropäischen Klima bilden die Bäume ab April für ca. drei Monate Zuwachs aus (Neumann 2006). Dieser Zeitraum ist beeinflussbar durch lokale Faktoren wie Standort und Witterungsbedingungen. Der nährstoffhaltige Saft zirkuliert jedoch schon früher im Baum. An der Südseite der Bäume ist gegen Mittag am meisten Baumsaft in Bewegung (Machatschek 2010, 147). Frühjahr und Frühsommer können generell für die Rindenernte genutzt werden (Machatschek 2010, 145-147; Östlund u. a. 2009; Sandgathe/Hayden 2003; Swetnam 1984). Nach dem frühen Sommer dünnt das neue Phloem aus und wird hart, sekundäre Metaboliten konzentrierten sich, wodurch der Geschmack unangenehm wird und der Nährstoffgehalt sinkt (Gottesfeld 1992).

Notnahrung oder Delikatesse: Welche Rolle spielt innere Rinde bei Jägern und Sammlern?

Wert und Verträglichkeit für den Menschen

Innere Rinde, vor allem die etwas ältere, enthält toxische Substanzen, häufig sekundäre Pflanzenstoffe. Zu diesen Substanzen zählen Lignin, Polyphenole (Tannin, Flavonoide), Harze, Terpene, Wachse und Steroide (Östlund u. a. 2009). Durch Backen, Rösten oder durch zwei bis drei Stunden Kochen werden die toxischen Anteile unschädlich gemacht (Airaksinen u. a. 1986; Merrell/Clark 2001). In geringen Mengen sind diese für den menschlichen Organismus unschädlich, beispielsweise wenn man nur mit einem Anteil Rindemehl Brot bäckt. Folgen von hohem Rohfaseranteil und Harzen in der Rinde können Verdauungsstörungen, Magenschmerzen, Energieverlust, Probleme in den Beinen und Geschwülste sein (Airaksinen u. a. 1986; Machatschek 2010, 145).

In einem Experiment wurden Mäuse und Ratten mit Pettu gefüttert. Das Ergebnis war eine Gewichtszunahme (116 g bei Männchen, 140 g bei Weibchen) und ein erhöhter Hämoglobinwert, der auf den Eisen-

gehalt der Rinde zurückgeführt wird (Airaksinen u. a. 1986). Das Experiment beweist, wie wichtig innere Rinde als Energie- und Eisenlieferant, neben dem Vitamin C, sein kann (Zackrisson u. a. 2000).

Geschmack

Über den Geschmack der Rinde kann der ungefähre Zuckergehalt bestimmt werden. Vor dem Schälen größerer Stücke ist es sinnvoll, den Baum geschmacklich zu testen. Sind auch nur einige Zellreihen zu viel mitgeschält, schmeckt die Rinde bitter, wie im Eigenversuch festgestellt werden konnte. Auch Harzkanäle können den Geschmack beeinträchtigen. Die innere Rinde der Kiefer beispielsweise schmeckt süßlich-herb. Die Kutenai-Indianer (Western Montana, USA) beschreiben Rinde als süßlich schmeckende Delikatesse, auf die man sich jedes Jahr freute (Swetnam 1984). Auch die Samen sehen innere Rinde als Köstlichkeit bzw. Süßigkeit an, die nicht nur aus Hunger gegessen wird, sondern auch aus purem Genuss (Östlund u. a. 2009). Die zu Brot verarbeitete Rinde schmeckt bitter (von Linné/Smith 1811, 350), wird jedoch von den Einheimischen nicht unbedingt als unangenehm empfunden. Einige Zeitzeugen des 19./20. Jahrhunderts aus Nordost-Finnland sagen, ein gutes Brot müsse den Geschmack von Kiefer haben (Airaksinen u. a. 1986). Was als wohlschmeckend oder ekelhaft empfunden wird, ist nicht ausschließlich von den verschiedenen Geschmacksrichtungen abhängig, sondern auch von der kulturellen Prägung.

Bedeutung für rezente Wildbeuter

In einer interglazialen Vegetation in der Bäume keine Mangelware sind, stehen ausreichend nutzbare Baumarten zur Verfügung. Der Umfang der Nutzung richtet sich hier eher nach Notwendigkeit bzw. Geschmack. Betrachtet man die verschiedenen Völker, die Rinde nutzten oder sogar heute noch nutzen, ergeben sich zwei Tendenzen: Bei den einen gilt innere Rinde als Notnahrung, bei den anderen als saisonale Delikatesse. Nach T. W. Swetnams Informationen aus Nordamerika galt die Rinde dort als Delikatesse und wurde nicht als Notnahrung angesehen. Sie stellte aber auch keine wichtige Nahrungsressource für die südwestlichen Kulturgruppen dar (Swetnam 1984). Die Lappen Skandinaviens verfütterten einen Teil der Rinde an ihre Hunde und das Vieh, wenn andere Nahrung zur Verfügung stand. Das Vieh wurde dadurch extrem fett, wie C. von Linné berichtet (Gibbons 1966, 118; von Linné/Smith 1811, 169). Die schwedischen, finnischen und russischen Bauern sowie die Samen nutzten bis in das 20. Jahrhundert hinein Rinde als Notnahrung. Sie wurde meist zu Brot verarbeitet. Die Rinde wurde jährlich geerntet, jedoch beruhte die Nutzung bei zirkumpolaren Völkern immer auf Nahrungsmangel (Airaksinen u. a. 1986; Machatschek 2010, 145; Östlund u. a. 2009; Swetnam 1984). Die Schälnarben der Bäume aus historischen Zeiten konnten teilweise auf das Jahr genau datiert werden. Es stellte sich heraus, dass es häufig mehrere Jahre gibt, in der Rinde nicht genutzt wurde. Hier scheinen andere Ressourcen zur Verfügung gestanden zu haben (Östlund u. a. 2009; Prince 2001). Die Samen Fennoskandinaviens verwerteten im 19. Jahrhundert, als der Konsum von Rinde bedingt durch Landwirtschaft bereits zurückging, ungefähr 75 kg Rindentrockenmasse pro Familie und Jahr. Dies würde ungefähr der Menge von 260 genutzten Bäumen entsprechen. Informationen aus demselben Zeitraum in Russland lassen auf 160-260 kg Kiefernrinde pro Jahr und Familie schließen (Zackrisson u. a. 2000). Es handelte sich hierbei nicht um eine Notnahrung, sondern um ein regulär genutztes Grundnahrungsmittel (Östlund u. a. 2009).

In dem Gebiet des borealen Nordamerikas, aber auch darüber hinaus, sind zahlreiche Völker und Stämme bekannt, die eine Vielzahl an Baumarten nutzten. Zu den Völkern, die Rinde umfangreich und nicht nur

als Notnahrung nutzten, zählen die Mescalero und Jicarilla Apachen (Swetnam 1984), Nez, Flathead und Kootenai Indianer (Merrell/Clark 2001), Dakelh und Carrier (Östlund u. a. 2009), Gitksan, Wet'suwet'en und Haisla (Gottesfeld 1992). Die Adirondacks, ein Stamm aus der Nähe des heutigen New York (USA), sind nach ihrer Gewohnheit Rinde zu essen benannt worden (irokesischer Begriff: »sie essen Bäume«) (Fontaine 2011). Die Coeur d'Alene nennen den Mai »Rinde lose am Baum Monat«. Andere Stämme veranstalteten jedes Jahr eine Zeremonie, um die bevorstehende Ernte von Rinde und anderen Nutzpflanzen zu feiern (Östlund u. a. 2009; Zackrisson u. a. 2000).

In Russland gibt es auch heute noch Birkensaft (»Березовый сок«) im Supermarkt zu kaufen. Auch gängige Online-Versandhäuser in Deutschland verkaufen Birkensaft als Nahrungsergänzungsmittel oder Gesundheitskur. Die genannten Beispiele zeigen die Bedeutung von innerer Rinde vor der Industrialisierung oder dem Ackerbau. Wie auch bei den unterirdischen Speicherorganen fällt der Nachweis einer Nutzung im paläolithischen Kontext schwer. Im Folgenden sind die spärlichen Hinweise auf Rindennutzung dargelegt.

Archäologische Nachweismöglichkeiten für die Nutzung innerer Rinde

Spuren am Baum

Mehrere Studien befassen sich mit Schälnarben durch die Nutzung innerer Rinde in historischen Zeiten (Andersson 2005; Josefsson u. a. 2012; Merrell/Clark 2001; Niklasson u. a. 1994; Östlund u. a. 2005; Prince 2001; Reddy 1993; Swetnam 1984). Die Spuren von Bären, großen Paarhufern, anderen Tieren oder Feuer und Blitzen sind in Form, Größe und Anordnung von anthropogen begründeten Schälnarben deutlich zu unterscheiden. So sind die vom Menschen geschaffenen Narben (aus dem ethnologischen Vergleich) immer über dem Boden. Die Oberkante ist manchmal bis zu 3 m über dem Grund. Die Form variiert stark, ist häufig oval oder rechteckig im Umriss, kann aber auch asymmetrisch verlaufen (vgl. Merrell/Clark 2001, 55 Abb. 4). Schnittspuren sind an der Ober- oder Unterkante erkennbar. Natürlich verursachte Narben sind in der Regel unregelmäßiger in allen Merkmalen (Swetnam 1984).

Historische Rindennutzung kann mithilfe der Dendrochronologie mehrere Hundert Jahre zurückdatiert werden (Östlund u. a. 2009). Im Idealfall lassen sich Aussagen zum Subsistenzverhalten (Entfernung zwischen Lager und genutzter Ressource), der Siedlungsstruktur und der Bevölkerungsdichte treffen. Diese Methode wurde beispielsweise bei den Gila Apachen im Lilley Park, New Mexico (USA), bei den Nez, Perce, Flathead und Kootenai Indianern im Clearwater National Forest, Idaho (USA), den Samen in Nordskandinavien und den Aborigines Australiens angewandt (Andersson 2005; Merrell/Clark 2001; Östlund u. a. 2009; Swetnam 1984). Allein im Clearwater National Forest wurden über 1000 geschälte Küsten-Kiefern (*Pinus contorta*) gefunden (Merrell/Clark 2001). Die Schälnarben an Bäumen können sowohl bei den Sami und Aborigines als auch den nordamerikanischen Völkern mit nahen Siedlungen in Verbindung gebracht werden (Andersson 2005; Gottesfeld 1992; Josefsson u. a. 2012; Mobley/Eldridge 1992; Niklasson u. a. 1994; Östlund u. a. 2003; 2009; Prince 2001; Swetnam 1984). Entrindete Bäume sind häufig in der Nähe von Frühlingslagern zu finden (Östlund u. a. 2009). Geschälte Bäume hingegen sind ein Indikator für nahe gelegene Lagerplätze. Teilweise, in Verbindung mit historischen Überlieferungen, können die Schälnarben mit Hungerzeiten korreliert werden (Prince 2001; Swetnam 1984).

Aus dem Paläolithikum gibt es bisher kein Beispiel von Schälnarben, da auch seltenst ganze Bäume mit anhaftender Rinde erhalten sind. Theoretisch wäre der Nachweis von solchen Beschädigungen jedoch möglich.

Artefakte für die Ernte und Verarbeitung innerer Rinde

D. M. Sandgathe und G. Hayden (2003) vermuten hinter verschiedenen Artefakten aus Salzgitter-Lebenstedt (Lkr. Wolfenbüttel), Schöningen, Bilzingsleben, Předmosti (okr. Přerov/CZ) und Les Eyzies (dép. Dordogne/F) u. a. Werkzeuge zur Rindenbearbeitung. Ihr Verdacht gründet sich auf ethnographische Vergleiche mit Rindenschälern (Sandgathe/Hayden 2003). Mammutrippen aus Salzgitter-Lebenstedt zeigen beidseitig modifizierte Enden mit spatel- oder meißelartiger Form. Die Länge der Artefakte variiert zwischen 40 und 70 cm. Die fünf von den Autoren besichtigten ethnographischen Rindenschäler befinden sich in Museen bzw. stammen aus einer 1000 Jahre alten archäologischen Fundschicht von Keatley Creek (British Columbia/CA). Die Längen variieren zwischen 41 und 49 cm, die maximale Dicke des Schaftes zwischen 1,3 und 4,7 cm (Sandgathe/Hayden 2003). Das Beispiel der Haida in **Abbildung 49** ist mit nur 33 cm etwas kürzer. Ähnliche Artefakte stammen aus Předmosti in Mähren und Bilzingsleben in Thüringen. Der als Wurfholz interpretierte Fichtenstab mit einer Länge von 77,5 cm aus Schöningen (Thieme 1997; 1999b) ist ebenfalls an beiden Enden angespitzt worden. D. M. Sandgathe und B. Hayden (2003) interpretieren auch dieses Artefakt anhand von Form und Größe als Rindenschäler. Da Abnutzungsspuren, nicht zuletzt aufgrund des Alters, bei keinem der Artefakte nachgewiesen werden konnten, müsste für eine sichere Interpretation als Rindenschäler ein Befundkontext gegeben sein. Die deutlich jüngere Siedlung von Juikenttä (Nord-Finnland/FIN; 1200-1600 n. Chr.) lieferte solch einen Kontext: Hier konnten Funde von Geweihschabern und Messern mit Sammeltätigkeiten und der Bearbeitung von Rinde als Nahrung verknüpft werden (Carpelan 1975, unpubliziert, zitiert nach Zackrisson u. a. 2000).

Einen weiteren Hinweis, ebenfalls aus jüngeren Epochen, können Verarbeitungsreste in Öfen liefern. Aus Nordamerika und Skandinavien wurde innere Rinde in Öfen verarbeitet (Östlund u. a. 2009). Natürlich könnten auch in Feuerstellen Rindenreste auffindbar sein. O. Zackrisson u. a. (2000) postulieren auch die Untersuchung von Baumstämmen im archäologischen Kontext, um der Frage nach Rindennutzung nachzugehen.

Dass bereits Australopithecinen Rinde aßen, postulieren C. Groves und J. Napier (1968) anhand der Zahnmorphologie. Rindennutzung ist von Gorillas und Schimpansen bekannt (Pruetz/Bertolani 2007). Auch für andere frühe Hominiden kann daher das Wissen über die Essbarkeit der Rinde vorausgesetzt werden. Der Neandertaler und *Homo erectus* könnten in den nördlichen Habitaten dieses Wissen weiter genutzt haben (Hitoshi 1985, 53). Für die Verwendung dieser Nahrungsressource ist allerdings die Herstellung von geeigneten Werkzeugen erforderlich, die im besten Fall erhaltungsfähig sind und im archäologischen Befund auftauchen können.

ZUSAMMENFASSUNG DES PFLANZLICHEN NAHRUNGSPOTENTIALS IM MITTELPLEISTOZÄN VON SCHÖNINGEN

Durch die in den Verlandungsfolgen 1-4 vorgefundene Pflanzenwelt konnte eine Gruppe *Homo heidelbergensis* ihren Bedarf an Nährstoffen decken. Kohlenhydrate haben sich energetisch als beste Quelle für den menschlichen Stoffwechsel herausgestellt und neutralisieren zudem gewisse Mengen an Proteinen, so dass diese weniger toxisch wirken (s. auch S. 107). Sie sollten in einer opportunistischen Jäger und Sammler-Gruppe im Mittelpunkt des Interesses stehen, wie auch J. D. Speth und K. A. Spielmann (1983) postulieren. Unterirdische Speicherorgane müssen demnach eine bedeutende Rolle in der menschlichen Nahrungsbeschaffungsstrategie eingenommen haben. Je nach Saison müssen das Sammeln von innerer Rinde, Früchten, Blättern, Sprossen, Pilzen, Eiern, Insekten oder das Jagen kleiner und großer Tiere Teil des

Nahrungsspektrums gewesen sein bzw. über Nahrungsverknappung und Hungerphasen hinweggeholfen haben. J. A. Haws merkt dazu an (Haws 2004, 70):

»What are the costs of not utilizing certain plant resources? All resources are not equal and probably should not be measured by a single variable, energy, despite its appeal to simplicity (e. g., Jochim, 1998). Non-energetic nutritional needs can alter the perceived »value« of a food resource.«

Das Ziel der Subsistenz ist nicht nur die Deckung des Energiebedarfs, sondern, bewusst oder unbewusst, die Gesunderhaltung des Organismus durch die Zuführung von Vitaminen, Mineralien und Spurenelementen. Beispielsweise steigt die Bedeutung innerer Rinde als Nahrungsquelle erheblich durch die hohen Gehalte an Eisen und Vitamin C, die sich stark auf die Gesunderhaltung und die Leistungsfähigkeit des Organismus auswirken. Um Mangelerscheinungen vorzubeugen, ist es sinnvoll Risiken auszuschließen, indem man ein breites Spektrum an Nahrung nutzt (Jochim 1998). Dies würde im Fall von Schöningen einer »optimal foraging« Subsistenz im biologischen Sinn entsprechen, da eine Vielfalt an Nahrungsquellen zur Verfügung steht. Das Seeufer mit seiner hohen Masse an essbaren Pflanzen muss deshalb ein wichtiger Anziehungspunkt für den *Homo heidelbergensis* gewesen sein. Hier konnte er seinen Grundbedarf an Nahrung decken und sich schließlich auch der Jagd auf große Herbivoren widmen. Einzig kritischer Mikronährstoff scheint das Jod zu sein, das für kaum eine Tier- oder Pflanzenart in Schöningen nachweisbar und vorwiegend in Meerwasser (und dort lebenden Lebewesen) zu finden ist.

Die Pferdejagd allein zur Deckung des Energiebedarfs durch Fleisch hat sich aufgrund der Kosten-Nutzen-Risiken-Rechnung (Energieeinsatz, biologischer Brennwert des Fleisches, Verträglichkeit der Proteine) als uneffektiv herausgestellt und konnte eine Grundversorgung der Gruppe nicht gewährleisten. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass innere Organe, Knochenmark und der nährstoffreiche Mageninhalt der Tiere nicht in die Betrachtungen mit einbezogen wurden. Außerdem spielen Geschmack, persönliche Vorlieben und kulturelle Aspekte eine Rolle, die man ohne schriftliche Quellen nur vage miteinbeziehen kann.