

## 8 Brennholz

Quellen hierzu: Kap. 13.3

Die Brennholzgewinnung ist neben der Bauholz- und Nutzholzgewinnung wesentlicher Teil der Holzwirtschaft.<sup>132</sup> Bei den letztgenannten liegt der Wert des Holzes im Einsatz als Bauelemente bzw. in der Veredelungsmöglichkeit zu Produkten unterschiedlicher Verwendung. Es steht dort somit als wichtige Ressource am Anfang verschiedenartigster Wertschöpfungsketten. Der Einsatz als Brennmaterial nutzt dagegen lediglich die Eigenschaft des Materials als Energiequelle – bei dessen gleichzeitiger Vernichtung.

Das Gewinnen des Brennmaterials Holz ist vermutlich kaum von der Bau- und Nutzholzgewinnung zu trennen.<sup>133</sup> Exakte Angaben über die jeweiligen Anteile und Aktivitäten hierzu liegen aus der Antike jedoch nicht vor.

In Form einer Abschätzung für verschiedene Waldbestände wird deshalb hier versucht, Orientierungsrahmen für verschiedene Ertragspotentiale herzuleiten. Die so entstehenden Werte sind dann der maximal zur Verfügung stehende Ertrag je ha. Beim Abgleich mit den für das Ziegelbrennen benötigten Mengen ergeben sich so die Mindestflächen, die vollständig gerodet werden müssen. Bei gleichzeitiger Verwendung von Teilen des Bestandes für andere Zwecke erhöht sich zwangsläufig dieser Flächenbedarf. Exakte Werte für solche Nutzungen sind für den betrachteten Zeitraum nicht ermittelbar.

Für das Quantifizieren des Aufwandes bei der Brennholzgewinnung wurde ein Rechenmodell konstruiert, das aus den vielen möglichen Aktivitäten dieser Prozesskette diejenigen herausgreift, die in jedem Falle bei der Gewinnung und Aufbereitung von Holz für Brennzwecke anfallen, wie das Trennen (Fällen und Ablängen) beim Scheitholz und das Bündeln beim Reisig. Zu den anderen Aktivitäten, wie das Rücken und die Transporte im Wald, wurden ebenfalls Abschätzungen vorgenommen. Damit ist ein Grundgerüst für die Beschreibung der wirtschaftlichen Bedeutung des Brennholzes für die Ziegelei gelegt, wie sie für spätere Epochen berichtet wurde und die auch für die römische Zeit anzunehmen ist.

<sup>132</sup> siehe dazu auch Schenk 2011, 37 Abb. 3.5. dort zitiert aus Selter 1995 Waldnutzung und ländliche Gesellschaft: landwirtschaftlicher 'Nährwald' und neue Holzökonomie im Sauerland des 18. und 19. Jahrhunderts, 370, wo die historische Waldnutzung als Teil des gewerblich-agrarischen Verbundsystems dargestellt wird.

<sup>133</sup> siehe auch Seidensticker 1886, 295 Brennholz: „Holz, welches anderweit nicht vorteilhafter zu verwerthen, resp. die Abfälle von verarbeiteten Bau- und Nutzhölzern an Beschlagspänen, Aesten, Hobelspänen etc. dienen, gemeinlich zuvor getrocknet, zur Feuer- Wärme- und Lichterzeugung in Stube, Küche, Bratöfen, Backöfen, wie in den Öfen der Industrie (Kalkbrennereien, Metall-Schmelzöfen etc.).“ und 260 „Je nach der Verwendung des Holzes unterschieden die Alten gleich wie wir noch heute: Bau-, Nutz- und Brennholz.“ zitiert nach Theophrastus Peripateticus V, 1, 12.

## 8.1 Bestände

Als für die ausgewählte Region und Zeitepoche repräsentative Holzart wurde Buche ausgewählt.<sup>134</sup> Bei Bestandsbetrachtungen werden in der Holzwirtschaft folgende Definitionen der Holzmassen eines Baumes verwendet: Nach Prodan 1965 besteht die Baummasse eines Baumes aus der Derbholzmasse und der Reisholzmasse<sup>135</sup>

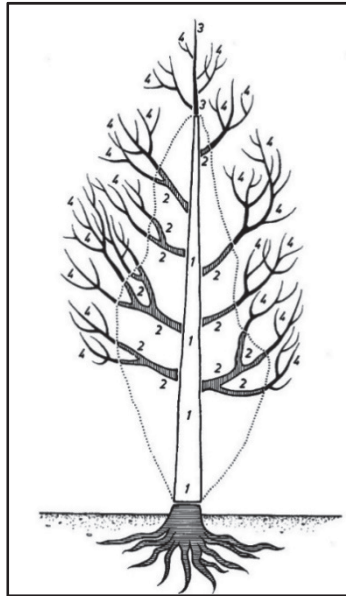


Abbildung 15 Beziehung zwischen Schaftholz (1 + 3),  
Derbholz (1 + 2), Reisig (4 + 3) bzw. Schaftderb- und  
Schaftreisholz (3), Astderbholz (2) und Schaftderbholz (1)  
(Prodahn 1965)

„Derbholz = die oberirdische Holzmasse über 7 cm D. m. R. ...“<sup>136</sup> „Nichtderbholz = „die übrige Holzmasse, welche in Reisig und Stockholz zerfällt. Reisig (oder Reisholz) ist das

<sup>134</sup> Nenninger 2001 101 „Für die tieferen Lagen Germaniens, wie die Niederrheingegend sind im 1. Jhd. AD Buchenmischwälder mit hohem Anteil an Eichen vorherrschend“ „ähnliche Waldzusammensetzungen konnten für die Umgebung Kölns nachgewiesen werden“ 102/3 auch für die Wetterau und Gebiete des Taunus und im hessischen Bergland, in Baden-Württemberg, im Pfälzer Bergland, im Odenwald und Spessart waren Laubwälder mit Buchen dominierend; Bunnik u. a. 1995, 169 Kulturwandel um Christi Geburt: „die Wälder konnten zu naturnahen Waldgesellschaften regenerieren, in denen die Buche vorherrschte und nun auch die Hainbuche eine bedeutende Rolle spielte. Diese Phänomene sind vor allem in den Gebieten beiderseits des Rheins von der Oberrheinebene zu der niederländischen Küste gut zu beobachten“; Meurers-Balke – Kalis 2006, 271 ein Pollendiagramm für die Jülicher Börde um Christi Geburt und später zeigt: Buche (und Eiche) sind immer vorhanden.

<sup>135</sup> Prodan 1965, 11 und Abb. 4.

<sup>136</sup> D. m. R: Durchmesser.

Holz unter 7 cm D. m. R. Stockholz ist das unterirdische Holz ...<sup>137</sup> Reisig umfasst demnach Holz < 7 cm Durchmesser. Nach Kroymann kann sein Gewicht mit 30 % des Derbholgewichtes eines Baumes angesetzt werden. (Prodan 1965)<sup>138</sup>

Messgröße für das Holzvolumen eines Baumes und einer Waldfläche (in ha) ist die Einheit Vorratsfestmeter Vfm:

„**Vorratsfestmeter (Vfm)** wird gemessen mit Rinde, Angabe des Holzvorrates eines stehenden Baumes oder eines stehenden Waldes oder Baumbestandes und erfasst nur das Derbholz.“<sup>139</sup>

Weitere relevante Maße bei der Volumenermittlung sind die Höhe eines Baumes in m und der Brusthöhendurchmesser BHD: „Mit Brusthöhendurchmesser (BHD) wird der Durchmesser eines stehenden Baumstammes in der Brusthöhe von 1,30 m bezeichnet.“<sup>140</sup>

Für Überlegungen zu möglichen Erträgen von Buchenwäldern in römischer Zeit bieten sich heutige Ertragstabellen und -diagramme sowie Berechnungen zu Beständen in heute noch bestehenden sog. Urwäldern an. Aus einer Ertragstafel der Forstwirtschaft kann beispielsweise für Rotbuchen mit einer Höhe von 23 m für eine mittlere Ertragsklasse ein Derbholzvolumen von ca. 300 Vfm/ha abgelesen werden.<sup>141</sup>

---

<sup>137</sup> a. a. O., 7.

<sup>138</sup> Kroymann 2016; siehe auch Rea, 1902, 143: 20–30 % sowie Nagel 2017, 21 und Dieter – Englert 2001, 6, die beide Werte in dieser Größenordnung nennen.

<sup>139</sup> <<http://www.wald-prinz.de/festmeter-raummeter-schuttraummeter-co/551>> (15.08.2017) Erntefestmeter (Efm) entspricht einem Vorratsfestmeter abzüglich ca. 10 % Rindenverluste und ca. 10 % Verluste bei der Holzernte. Diese Detailierung wird bei den hier durchgeführten Näherungsrechnungen vernachlässigt.

<sup>140</sup> <<http://www.wald-prinz.de/brusthoehendurchmesser-bhd-vs-mittendurchmesser/3652>> (20.04.2016) Holzvolumen-Bestimmung: Bei forstlichen Bestandsaufnahmen wird über den BHD näherungsweise die Holzmasse ermittelt. Die Näherungsformel lautet: Volumen = BHD<sup>2</sup>/ 1000. Dabei wird der BHD in Zentimetern eingesetzt, das Ergebnis sind hingegen Festmeter.

<sup>141</sup> Ehmig 2012, 178 „rechnet die Forstwirtschaft üblicherweise mit einem durchschnittlichen Vorrat von 200–250 fm/ha“; außerdem: zitiert Hanson 1978, 298 mit einer Annahme von 178–267 fm/ha für eine „durchschnittlichen“ Bestand; weitere Angaben zu den Beständen werden nicht gegeben.

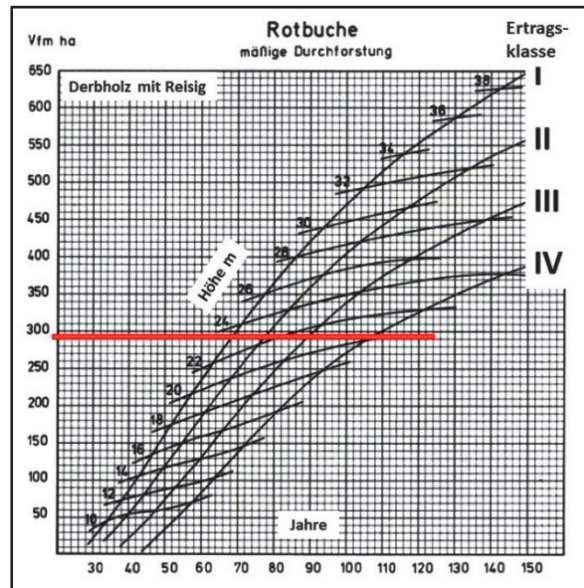


Abbildung 16 Ertragstafel Rotbuche in Vfm je ha (Schober 1975)

Eine weitere Tafel liefert für 1795 einen Wert von ca. 300 Vfm/ha für ca. 60 Jahre alte Buchen an einem „guten“ Standort sowie eine Anzahl Stämme je ha für einen solchen Ertragswert:

Alter Jahre	Stammzahl	Vorrat cbm je ha
20	3644	75
28	911	149
36	405	205
44	228	249
52	146	280
60	101	305
68	74	330
76	57	349
84	45	367
92	36	380
100	30	391
110	25	398
120	21	398

Tabelle 3 Buchen-Ertragstafel für gute Standorte (Gadow, 2005)

Zusätzlich wurden mir von Herrn Kroymann (Landesbetrieb Wald und Holz NRW RFA Hocheifel-Zülpicher Börde – Revier Hocheifel) aus Ertragstafeln für die Ertragsklasse 2 Bestandswerte genannt, die für verschiedene Bestände zu folgenden Ertragswerten umgerechnet werden konnten:<sup>142</sup>

<sup>142</sup> Kroymann 2016.

### Bestand 1

- 6,7 m hoch; 4,3 cm Durchm.; 0,01 fm/Stamm: 8kg Derbholz trocken/Stamm; ca. 9 Jahre alt (a);<sup>143</sup>
- 8.952 Stämme/ha;
- **90 Vfm/ha**<sup>144</sup>

### Bestand 2

- 17,9 m hoch; 14,6 cm Durchm.; 0,16 fm/Stamm: 125 kg Derbholz trocken/Stamm; ca. 28 a;
- 1.391 Stämme/ha;
- **220 Vfm/ha**<sup>145</sup>  
Eine eigene Erhebung eines Buchenwaldes in Hümmel, ca. 400 m hoch gelegen, viele Jahre bewusst ohne Waldwirtschaft, ergab:<sup>146</sup>

### Bestand 3

- 20 m hoch mit geschlossenem Kronendach; BHD 50 cm; 2,0 fm/Stamm; 1,6 t Derbholz/Stamm; ca. 90 a;
- 196 Stämme/ha;
- **390 Vfm/ha**<sup>147</sup>  
mit zusätzlich
- 1–2 Bäume je Alt-Baum:
- 5 m hoch; 10cm BHD; 0,02 fm/Stamm; 16 kg Derbholz/Stamm; ca. 18 a;
- 300 Stämme/ha;
- **6 Vfm/ha**<sup>148</sup>

Auffallend ist ein Vergleich von **Bestand 3** in Hümmel mit einem als Urwald bezeichneten Bestand im Naturpark Bialowieza im Osten Polens (siehe Kap. 13.3.1).

---

<sup>143</sup> <<http://www.forst-rast.de/pflrechner05.html>> (15.08.2017).

<sup>144</sup> entspricht 70 t/ha trocken – 280 MWh/ha; ca. 1 m<sup>2</sup> Waldfläche/Stamm; + 30 % Reisig: 27 Vfm/ha – 21 t/ha trocken – 84 MWh/ha.

<sup>145</sup> entspricht 175 t/ha trocken – 700 MWh/ha; 7 m<sup>2</sup> Waldfläche/Stamm; + 30 % Reisig: 66 Vfm/ha – 51 t/ha trocken – 204 MWh/ha.

<sup>146</sup> Ldks. Ahrweiler.

<sup>147</sup> entspricht 310 t/ha trocken – 1.200 MWh/ha; 6–7 m Entfernung zw. den Bäumen; 51 m<sup>2</sup> Waldfläche/Stamm; + 30 % Reisig: 117 Vfm/ha – 91 t/ha trocken – 360 MWh/ha.

<sup>148</sup> entspricht 4,7 t/ha trocken – 19 MWh/ha; 33 m<sup>2</sup> Waldfläche/Stamm; + 30 % Reisig: 2 Vfm/ha – 1,6 t/ha trocken – 6 MWh/ha.

Die Bestände sehen sich hinsichtlich der Dicke der Bäume, der Art des Bewuchses und der Dichte sehr ähnlich; eine Verwendung der Daten aus **Bestand 3** für Berechnungen kann deshalb Orientierungswerte für Bestandsdaten liefern – sofern für die römische Zeit Urwälder in der betrachteten Region anzunehmen sind.

Es liegen damit drei grobe Bestandswerte für Buchenwälder unterschiedlichen Alters aus verschiedenen Quellen vor:<sup>149</sup>

**Bestand 1** 90 Vfm/ha für einen jungen Buchenwald mit ca. 7 m hohen Stämmen ca. 9 Jahre alt

**Bestand 2** 220 Vfm/ha für ca. 18 m hohe Bäume, 28 Jahre alt

**Bestand 3** 390 Vfm/ha für ca. 20 m hohe Bäume, ca. 90 Jahre alt

Die Wälder in römischer Zeit sind damit nicht abgebildet. Jedoch bietet die Ähnlichkeit der Bestände in Hümmel (**Bestand 3**) und Bialowieza die Möglichkeit eines Brückenschlages zu einem naturbelassenen Wald, wie er vielleicht in der hier betrachteten Epoche gewesen sein könnte. Für jüngere Wälder mit geringer Holzmasse könnten die Bestände 1 und 2 Orientierungsdaten liefern. Den hier verwendeten Beständen an Derbholz ist dann, wie oben genannt, noch der Ertrag von 30% Reisig hinzuzufügen. Es ergäben sich dann bei Kahlschlag (ohne Stockholz) je ha:

	<b>fm</b>	<b>Anz Stämme</b>	<b>fm</b>
	Derbholz		Reisig
	fm/ha		fm/ha
Bestand 1	90	8.952	27
Bestand 2	220	1.391	66
Bestand 3	390	196	117

Tabelle 4 Vorratsfestmeter und Anzahl Stämme je Bestand

Bei diesen Betrachtungen zu Ertragsbeständen wird üblicherweise kein im Wald ebenfalls vorkommendes Tot- oder Leseholz angesprochen.<sup>150</sup> Es steht grundsätzlich ebenfalls für den Einsatz als Brennmaterial für Ziegelöfen zur Verfügung. Jedoch sind die Mengen je ha für einen industrieähnlichen Betrieb der hier betrachteten römischen Ziegeleien sicherlich nicht ausreichend:

<sup>149</sup> siehe dazu auch weitere Quellen und -diskussionen in Kap. 13.3.1

<sup>150</sup> <<http://www.wald.de/was-ist-totholz-wie-viel-braucht-der-wald-davon/>> (05.10.2017): „Unter dem Begriff ‚Totholz‘ versteht man stehende und liegende Bäume oder Teile davon, die abgestorben sind.“ <<http://www.woerterbuchnetz.de/DWB?lemma=leseholz>> (06.10.2017): „Leseholz nach dem Grimm’schen Wörterbuch: ‚dürres Holz, das armen Leuten aus den Wäldern aufzulesen erlaubt ist““

Daten zum Totholzvolumen aus Wäldern der römischen Zeit liegen selbstverständlich auch hier nicht vor. Angaben zu heutigen Wäldern liefern relativ geringe Werte: Bö-nisch 1998b, 32 zitiert eine Holzentnahme „schadfrei“ aus Skandinavien von 100–130 kg/ha je Jahr. Hessenmöller u. a. 2012, 5 nennen für heutige Buchenwälder einen Bestand von ca. 17 m<sup>3</sup>/ha Totholz. Dieser kann jedoch nur einmalig entnommen werden. Nach Kroymann 2016 sind in einem 30jährigen Bestand alle 20 Jahre 5,1 fm Reisig je ha einsammelbar. Selbst für einen Ofen mit 15 m<sup>3</sup> Brennkammervolumen werden diese Mengen für ein Jahresprogramm nicht ausreichen, da bereits für einen einzigen Brand nach obiger Berechnung beispielsweise 3,8 t bzw. 4,9 fm Buchenholz benötigt werden. Tot- bzw. Leseholz sollen deshalb als Brennmaterialquelle für die Betrachtungen zu römischen Ziegeleien hier ausgeschlossen werden.

Ein weiterer Aspekt bei der Ermittlung des möglichen Ertrages von Waldbeständen und deren Verwendung für das Ziegelbrennen sind die unterschiedlichen Proportionen im Verhältnis Scheitholz zu Reisig: Der Wald liefert bei den hier betrachteten Beständen zusätzlich zum Derbholz 30% Reisig (gemessen in fm oder kg). Dies ergibt eine Relation 77% Derbholz und 23% Reisig. Bei den hier untersuchten – und für das Betriebsmodell unterstellten – Bränden wird je Brand eine Relation von 55% Scheitholz und 45% Reisig verwendet. Im Falle eines Kahlschlages und bei ausschließlicher Verwendung des so gewonnenen Holzes wird für das Ziegelbrennen weiteres Reisig, z. B. aus Buschwerk oder aus Fällungen zu anderen Zwecken, z. B. für Bau- oder Nutzholz, benötigt.

Rein rechnerisch ist auch folgendes Szenario denkbar: Das benötigte Reisig wird ausschließlich aus Fällungen (mit den verwendeten Ertragsanteilen) gewonnen. Dann würde im Vergleich zu einer Bemessung nach Derbholz die doppelte Menge Bestand einzuschlagen sein; das „zu viel eingeschlagene“ Derbholz stünde dann für andere Zwecke, z. B. zur Köhlerei zur Verfügung. Diese wiederum benötigt kein Reisig und könnte ein idealer Abnehmer hierfür sein. Auch Koppelproduktionen mit der Erzeugung von Bau- und Nutzholz sind zu vermuten – wenn nicht gar sehr wahrscheinlich.<sup>151</sup> Berechnungen hierfür sind jedoch zu komplex und für eine Modellbetrachtung nicht genügend praxisnah.

---

<sup>151</sup> Nach Bechstein 1821, 26 sind sie zu Anfang des 19. Jhs. die Regel; es wird nur das Holz zu Brennholz verarbeitet, „was nicht zu einem anderen nützlichern Gebrauche tauglich ist“.

## 8.2 Gewinnung

Die Prozesskette für Brennholzgewinnung ist lediglich über eine Schnittstelle im Materialfluss (nicht in direkter zeitlicher Verbindung) mit der der Ziegelherstellung verknüpft: das Brennholz muss zu Beginn der Ziegelherstellung in der Ziegelei verfügbar sein.

Sie kann aus den Arbeitsgängen in der detaillierten „Hiebsanweisung für Buchenbaum- und -stangenholz“ von Weber 1950, 17/18 abgeleitet werden:<sup>152</sup>

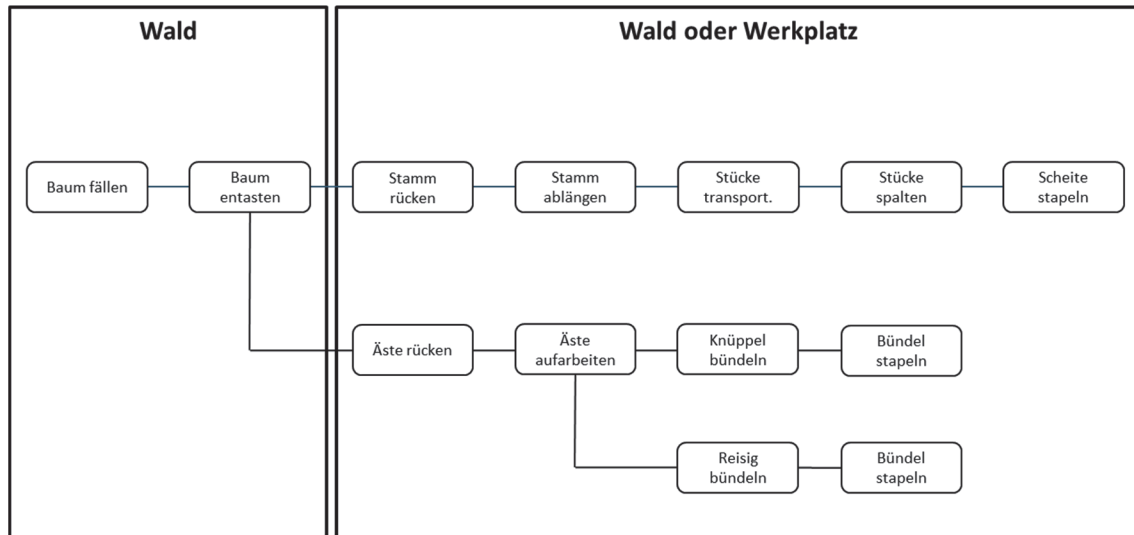


Abbildung 17 Prozesskette der Brennholzgewinnung

Martín Seijo u. a. 2012, 119 nennen für die Beschreibung des Prozesses für die Brennholz- und Bauholzproduktion (von ihnen als *chaîne opératoire* bezeichnet)<sup>153</sup> während des 3. und 2. Jahrtausends in Nordwesten der iberischen Halbinsel „four main stages“:

- i. raw material procurement (supply)
- ii. preparation (transport, support configuration: to cut off branches or bark, to rough-hew and split the trunk, etc.)
- iii. product preparation (storage, drying and shaping)
- iv. final product (energy or structures/objects)“

Sie schließen demzufolge die Bestandsermittlung in ihre Prozesskette ein; Feuerholz wurde durch Sammeln gewonnen.<sup>154</sup> Als Werkzeug für das Fällen der Bäume werden Äxte „oder manchmal Seile für das Niederziehen“ genannt. Quantitative Angaben zu den

<sup>152</sup> siehe Kap. 13.3.2

<sup>153</sup> definiert als „a series of operation which brings primary material from its natural state to a fabricated state.“

<sup>154</sup> Vermutlich für den Hausbrand; exakte Beschreibungen hierzu werden nicht gegeben.



Aktivitäten sind nicht aufgeführt. Eine wesentliche Maßnahme bei der Erzeugung von Brennholz wird dagegen explizit genannt: das Trocknen, sowohl des Bauholzes als auch von Brennholz. Feuchtes (frisch geschlagenes) Holz verbraucht beim Verbrennen Energie zum Austreiben des Wassers aus dem Holz, die dann nicht zum Brennen von Ziegeln zur Verfügung steht; es hat somit einen geringeren Heizwert und wird in der Regel nicht eingesetzt. Das benötigte Brennholz muss somit nach dem Fällen trocknen. Als Zeitraum für diesen Vorgang werden bis zu 2 Jahre genannt (bei permanentem Schutz gegen Regen)<sup>155</sup>. Beim Fällen und Aufarbeiten von Bäumen und der dazu benötigten Zeit ist eine Vielzahl von Faktoren wirksam, die erhebliche Schwankungen im Zeitbedarf erzeugen können.<sup>156</sup> Häberle 1967, 40 nennt sog. „Schwierigkeitskonstanten“, die bei der Zeitfindung für den Haubetrieb zu berücksichtigen sind:

- Art des Hiebseingriffes: Kahlhieb – Durchforstung – etc.
- Fällungsrichtung: bergab – horizontal – bergauf
- Beastung: gering – mittelmäßig – stark
- Bearbeitungszustand während der Dauer des Hiebes: Saftzeit – außerhalb Saftzeit, jedoch
- kein Frost ... – häufig oder dauernd strenger Frost etc.<sup>157</sup>

Diese Parameter sind sicherlich auch für die römische Zeit zu berücksichtigen. Im ersten Schritt einer Bedarfskalkulation (Berechnungen in Tabelle 20) wurden sie zunächst zurückgestellt. Die Anpassung der dort ermittelten Werte erfolgte im Nachhinein durch prozentualen Zuschlag. Für rein theoretische Betrachtungen liegen keine verwertbaren Angaben vor.

Den Aufwand für das Fällen und Aufarbeiten von Holz aus einem Baum in Holz-scheite und Reisigbündel liefert eine Studie in Form einer Zeitkalkulation, die für einen „Referenzbaum“ angelegt und anschließend auf andere Baumgrößen in den o. g. Beständen ausgeweitet wurde (Rechentabelle und Erläuterungen hierzu: Kap. 13.3.2):

---

<sup>155</sup> <<http://www.austroflamm.com/de/Lexikon/Heizen-mit-Holz/>> (25.04.2016). Inwieweit diese Frist in der Antike eingehalten wurde, ist nicht nachprüfbar. Ungeachtet dessen ist jedoch auch dort von einer nicht unerheblichen Vorlaufzeit der Fällarbeiten vor dem Einsatz im Ziegelofen auszugehen. Die entsprechenden Waldarbeiten sollten demzufolge ausreichend früh vor Beginn einer Brennsaison begonnen haben; d. h., eine gezielte Holzwirtschaft im Umfeld einer industrieähnlich betriebenen Ziegelei ist anzunehmen.

<sup>156</sup> Schriewer 1995, 133 verweist in diesem Zusammenhang auf die generelle Problematik in der Waldarbeit der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts auf „gerechte“ Entlohnung für Waldarbeiter zu kommen; d. h., Leistungen bei der Waldarbeit vergleich- und bewertbar zu machen.

<sup>157</sup> Konkrete Zahlenangaben werden hierzu nicht genannt.

- Referenzbaum: Buche mit BHD = 20 cm; Höhe = 18 m
- 25 Mh/fm Derbholz in Scheiten von 50 cm Länge
- 9 Mh/fm Reisig in 7 kg Bündeln
- daraus abgeleitet für Stämme mit geringeren und stärkeren BHD:

geringere BHD

ohne Spalten in Scheite: ca. 15–19 Mh/fm (+ 9 Mh/fm Reisig)<sup>158</sup>

mit Spalten in Scheite: 25 Mh/fm (+ 9 Mh/fm Reisig)

stärkere BHD:

mit Spalten: 25 Mh/fm (+ 9 Mh/fm Reisig)

Zusätzlich zu diesen für einen Stamm unabdingbaren Zeitdauern fallen noch die Rüst- und Verlustzeiten nach Weber 1950, 24 (10–30%) an. Außerdem sind Zeiten für Rückarbeiten,<sup>159</sup> Arbeitsplatzvorbereitungen, das Stapeln von Scheiten, Werkzeuginstandhaltung und die oft nicht unerheblichen Wegezeiten der Mitarbeiter zwischen Wohn- und Arbeitsplatz<sup>160</sup> zuzuschlagen. Darüber hinaus sind die „Schwierigkeitskonstanten“ – sicherlich für die Holzwirtschaft in der Antike mit vermutlich wenig Infrastruktur in den Wäldern und den Wegen dorthin ein nicht zu unterschätzender Faktor – hinzuzufügen. Eine Verdopplung der berechneten Werte (nach Zuschlag von 30% nach Weber) erscheint deshalb durchaus angemessen:

65 Mh/fm Derbholz bzw. 23 Mh/fm Reisig werden deshalb als Rechengrößen verwendet. Falls das Brennholz ausschließlich in einer Koppelproduktion mit Nutzholz (nur aus den Spitzen und den Ästen eines Baumes) gewonnen wird, ist folgendes Szenario denkbar:

Das Aufarbeiten dieser Baumteile zu Brennholz benötigt möglicherweise kein Spalten. Es fallen nur die genannten ca. 15–19 Mh/fm (+ Zuschläge) an. Da jedoch für die gleiche Menge Brennholz eine erheblich größere Fläche Wald eingeschlagen werden muss, entstehen größere Entfernungen für das Rücken der Stücke. Der Zeitaufwand hierfür dürfte erheblich ansteigen. Der Gesamtaufwand für das Brennholz kann auch für diese Abbauform die o. g. Wertebereiche durchaus erreichen – wenn nicht gar übersteigen.

Das für die Brennholzgewinnung eingesetzte Personal muss nicht zwangsläufig aus dem Personal der Ziegelei rekrutiert werden: Nenninger 2001, 174 nennt beispielsweise für den Fundort Vindolanda eine Abrechnung über den Ankauf von Brennholz durch das Militär; d. h. die Ziegelei hat das Brennholz zugekauft. Andererseits bezeichnet Davies

---

<sup>158</sup> Die (dünnen) Stämme können ohne weiteres Spalten direkt als Brennmaterial verwendet werden.

<sup>159</sup> Nach Hartig 1851, 255 wird der Transport von Holz über beträchtliche Entfernungen selbst im vorletzten Jahrhundert noch vielfach durch händisches Tragen abgewickelt.

<sup>160</sup> nach Schwartz 1989, 36.

1989, 41 das Baumfällen als Aktivität römischer Soldaten. Vermutlich sind mehrere Varianten bei der Auswahl des Personals für die Brennholzgewinnung als realistisch anzunehmen.

Warry 2006, 121 weist bei seiner Ermittlung der „costs, expressed in man-days per cubic metre of brick“ für „obtaining fuel for kiln“ einen Anteil von 61 % aus. Er orientiert sich bei seinen Berechnungen an Daten aus der Arbeit von DeLaine 2001, 234, die dort jedoch keine Personalbedarfe für Brennmaterial ausweist. Vielmehr verwendet er die dortige Auslastung des Personals der Ziegelei während eines Jahres (d. h. die Ziegelherstellung erfolgt nur in den Sommermonaten)<sup>161</sup> und setzt die nicht für das Ziegelbrennen benötigten Zeiträume als Zeit an, in der die Mitarbeiter für die Brennmaterialgewinnung tätig sind. Die Bemessung des Personalbedarfes erfolgt demnach nach Verfügbarkeit von Personen und nicht nach Aufwand für das Tätigsein. Diese Art der Verknüpfung von Ziegelherstellung und Brennmaterialgewinnung ist jedoch eher als Sonderfall anzusehen. Er zeigt jedoch die Problematik bei der Ermittlung des Personalbedarfes für die Brennmaterialgewinnung.<sup>162</sup>

---

<sup>161</sup> Wegen fehlender Details sind diese Berechnungen nicht nachvollziehbar.

<sup>162</sup> Zur Bedeutung der Brennmaterialkosten: siehe die oben zitierten Ausführungen von Hollestelle 1961, 44. Dabei ist zu beachten, dass in den Brennmaterialkosten nicht nur die Fäll- und Aufarbeitungskosten, sondern auch die Kosten für Rückarbeiten im Wald, für die Aktivitäten bei der Trocknung und für die Transporte zur Ziegelei enthalten sind. Letzteres ist insbesondere für waldarme Regionen von Belang.