

# FID Biodiversitätsforschung

## Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und  
Westfalens

Holozäne Dynamik der Europäischen Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in der  
regionalen Waldentwicklung des Westfälischen Berglandes

**Speier, Martin**

**2006**

---

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im  
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

---

### **Weitere Informationen**

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

*Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.*

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten  
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-195907](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-195907)

## Holozäne Dynamik der Europäischen Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in der regionalen Waldentwicklung des Westfälischen Berglandes

### Holocene Dynamics of European Beech (*Fagus sylvatica*) in the Regional Forest Development of the Westphalian Mountains

MARTIN SPEIER

(Manuskripteingang: 6. Dezember 2005)

**Kurzfassung:** Jüngste pollenanalytische Untersuchungen belegen, dass das südwestfälische Bergland zu den ehemaligen Kernbereichen der zentraleuropäischen Buchenausbreitung gehört, wo als Folge eines frühatlantischen Migrationsschubes bereits zwischen 5.195 ± 395 und 5.010 ± 145 v. Chr. (cal. BC-Daten) erstmals Rotbuchen einwanderten. Diese Rotbuchenpopulationen siedelten sich zunächst in den Silikatlandschaften von Ebbe und Rothaargebirge in Höhenlagen um 500 m NN an, bevor sie sich in der Folgezeit weiter in die Hochlagen und sehr viel später erst in den tieferen Lagen ausbreiteten. Die nördlichen Mittelgebirge von Teutoburger Wald, Wiehengebirge und Weserbergland wurden hingegen erst mit großer zeitlicher Verzögerung von mehr als zwei Jahrtausenden besiedelt. Mit sehr unterschiedlicher Raum-Zeit-Dynamik vollzog sich lokal auch die Massenausbreitung von *Fagus sylvatica*, wobei im Einzelfall zwischen Einwanderung und flächenhafter Ausbreitung 500 Jahre oder sogar vier Jahrtausende vergehen konnten. Die Heterogenität innerhalb der Ausbreitungsprozesse ist so groß, dass lokal wirksame anthropogene Effekte als entscheidende Faktoren der prähistorischen Ausbreitungsdynamik in Frage kommen. Landschaftsprägend wurden Buchenwälder erst während der Bronze- und Eisenzeit. Diese Wälder wurden stellenweise aber schon wieder sehr früh durch eisenzeitliche Siedler und Metallhersteller zerstört. Durch eine Vielzahl neuer pollenanalytischer Untersuchungen in den einzelnen Teilgebieten des südwestfälischen Berglandes kann der durch den Menschen verursachte Zerstörungsprozess der Rotbuchenwälder über die Jahrhunderte rekonstruiert werden.

**Schlagworte:** *Fagus sylvatica*, Europäische Rotbuche, Holozän, Vegetationsgeschichte, Einwanderung, Massenentfaltung, Vegetationsdynamik, Westfälisches Bergland

**Abstract:** Pollenanalytical studies in small minerotrophic and semi-ombrotrophic mires demonstrate that the Westphalian mountains represent the oldest centre of immigration and mass expansion of European beech in northwest Germany, where *Fagus sylvatica* invaded between 5.195 ± 395 and 5.010 ± 145 BC (cal. data). The studies give evidence that the spatio-temporal migration dynamics of *Fagus sylvatica* includes large differences between immigration and mass expansion that could last more than 4.000 years, also in small areas of 40 km<sup>2</sup>. The migration of beech from the initial areas of immigration to the northwestern edge of the central European Mountains lasted more than 2.000 years. A dense network of pollenanalytical studies from the Rothaar Mountains (Eder-region) allows a detailed reconstruction of forest dynamics illustrating the heterogeneity in the development of local beech populations. Concerning these results it can be suggested that the invasion and mass expansion of beech was driven by the interaction of climate and human impact. Temporal staggering in developments may have been caused by the influence of climatic fluctuations. Special economic systems of prehistoric man affected the formation of beech forests. The time span between the first spreading of beech and the destruction of these young forest ecosystems was often rather short as ironmelting farmers destroyed large forest areas, especially between 750 BC and 250 AD.

**Keywords:** *Fagus sylvatica*, European beech, Holocene, vegetation history, immigration, mass expansion, vegetation dynamics, Westphalian mountains

#### 1. Einführung

Das südwestfälische Bergland (Abb. 1) stellt innerhalb des Gesamtverbreitungsgebietes der Europäischen Rotbuche (*Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica*) das heutige mitteleuropäische Kernareal dar, wie es sich nach dem letzten Weichselglazial während des Holozäns sukzessive herausgebildet hatte (POTT 2000). Das Bild der zentraleuropäischen Einwanderungsdynamik

von *Fagus sylvatica* wird derzeit noch von einem dualen Migrationsmodell bestimmt: Demzufolge hatte sich die Rotbuche im Zuge ihrer nacheiszeitlichen Nordwanderung, ausgehend von ihren mediterranen und illyrischen Refugialgebieten auf zwei durch die Alpenkette getrennten Hauptwanderwegen nach Zentral- und Nordeuropa ausgebreitet (S. LANG 1994, POTT 1992). Auf einem östlichen Migrationsweg gelangte sie aus dem Balkan zu den östlichen Al-

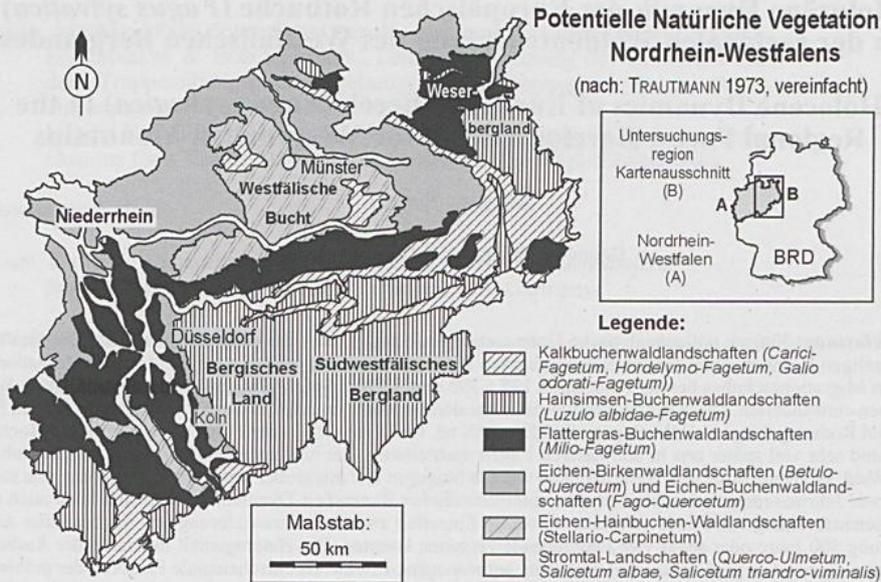


Abbildung 1. Die potentielle natürliche Vegetation von Nordrhein-Westfalen (nach: TRAUTMANN 1973).

Figure 1. Natural potential vegetation of North Rhine-Westphalia (after: TRAUTMANN 1973).

pen und den vorgelagerten Mittelgebirgsregionen. Eine zweite Wanderungsbewegung führte vermutlich von der iberischen Halbinsel und der südfranzösischen Küstenregion zu den westlichen Alpen und über Nordfrankreich nach Südwest- und Südeuropa. Vermutlich muss in diesem Zusammenhang allerdings noch ein weiterer Ausbreitungsweg, ausgehend von der Nordwestiberischen Halbinsel nach Osten, in Betracht gezogen werden (RIUZ-ZAPATA et al. 1995).

Unklar ist noch immer, welche dieser Buchenprovinzen tatsächlich die norddeutsche Tiefebene sowie schließlich Schleswig-Holstein oder Pommern und Südschweden besiedelt hat. Entsprechende genetische Untersuchungen mit einer hoch auflösenden raumzeitlichen Differenzierung wie sie beispielsweise für Stieleiche (*Quercus robur*), Traubeneiche (*Q. petraea*) und Weißtanne (*Abies alba*) oder Rotfichte (*Picea abies*) bereits erfolgreich ermittelt werden konnte, fehlen für *Fagus sylvatica* nämlich leider noch (vergl. VENDRAMIN et al. 1999, IPSEN & ZIEGENHAGEN 2001, LIEPELT et al. 2002, KÖNIG et al. 2002). Aus jüngsten Untersuchungen des Allelreichtums und der Heterozygotie europäischer Buchenpopulationen (COMPS et al. 2001) sowie von Chloroplasten-DNA-Variationen in Europäischen Laubbaumpopulationen (PETIT et al. 2003) kann man immerhin schließen, dass eine Zuwanderung aus dem Bereich der italienischen Halbinsel – entgegen früherer

Annahmen – vermutlich nicht oder kaum stattgefunden hat.

In der nordwestdeutschen Tiefebene breitete sich am Nordrand der Mittelgebirge die Buche erstmals um 3.000 BC aus (MOHR 1990, Dieckmann 1998). Ihre flächenhafte Massenausbreitung auf den buchenfähigen Standorten vollzog sich in einigen Bereichen der Geest annähernd synchron, wobei jedoch einzelne Landschaften des norddeutschen Tieflandes dagegen erst ab etwa 900–800 v. Chr. oder erst im 4. und 5. nachchristlichen Jahrhundert Kulminationen der Buchenausbreitung verzeichneten (BEHRE et al. 1996). In den zentraleuropäischen Mittelgebirgslandschaften wie den südwestfälischen Mittelgebirgen formierten sich erstmals etwa ab 1.990 ± 90 v. Chr. (cal. Dat., POTT 1985) auf größere Fläche Rotbuchenwälder und verdrängten dort aufgrund ihrer Konkurrenzkraft die vormals baumartenreicheren, atlantischen Laubmischwaldsysteme (SPEIER 2005a). Noch immer ist jedoch unklar, welche der verschiedenen Buchenprovinzen das Westfälische Bergland besiedelt hat. Aus vegetationsgeschichtlicher Sicht scheint jedoch eine balkanische Herkunft am wahrscheinlichsten (vergl. POTT 2000).

Als Ergebnis des holozänen Ausbreitungsprozesses dominieren in den montanen Landschaften Westfalens außerhalb der Flusslandschaften als Elemente der potentiellen natürlichen Vegetation heute vor allem Buchenwälder

unterschiedlichen Typs (Abb. 1), in denen die Europäische Rotbuche die beherrschende Baumart darstellt (BURRICHTER et al. 1988, POTT 1995). In den Silikatlandschaften Südwestfalens dominieren somit als Elemente der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation (PNV) azidophile und artenarme Hainsimsen-Buchenwälder vom Typ des *Luzulo-Fagetum* die einzelnen Teillandschaften des Bergischen Landes und des Südwestfälischen Berglandes (Abb. 1). In den Kalklandschaften sind es hingegen verschiedene, nach Edaphik, Inklination und Exposition differenzierte, artenreiche Kalkbuchenwaldgesellschaften (*Galio odorati-Fagetum*, *Hordelymo-Fagetum*, *Carici-Fagetum*), welche ohne den menschlichen Einfluss hier das Landschaftsbild bestimmen würden (BURRICHTER et al. 1988). Die Lösslandschaften stellen wiederum die Domäne der Flattergras-Buchenwälder vom Typ des *Milio-Fagetum* dar (SPEIER 2003). Je nach den örtlich vorherrschenden Bodenbedingungen und der Höhenlage prägen auch Buchenwälder unterschiedlichen Typs die Nordeifel (MÖSELER 1998).

Neben der Hainbuche gehört die Rotbuche jedoch zu den Laubbaumarten, die in ihrer Ausbreitungsdynamik nicht mehr allein von klimatischen und edaphischen Faktoren bestimmt wurde, sondern direkt oder indirekt auch durch den Menschen gefördert wurde (KÜSTER 1988, SPEIER 1998). Mit der Besiedlung der mitteleuropäischen Lößlandschaften im frühen Neolithikum (zwischen 5.500–4.500 v. Chr.) sowie der pleistozänen Landschaften Nordwestdeutschlands (etwa ab 3.200 v. Chr.) veränderte der jungsteinzeitliche Mensch nämlich schon früh die standörtlichen Rahmenbedingungen für die künftige Vegetationsentwicklung. Die damaligen neolithischen Bauern griffen durch Brandrodung, Waldweide und Ackerbau in ein bislang lediglich von natürlichen Faktoren geprägtes, dynamisches Geschehen ein, so dass spätestens seit dem jüngeren Atlantikum keine flächendeckende natürliche Vegetation mehr vorlag. Dabei konzentrierte sich die Auswahl der steinzeitlichen Siedlungsflächen auffällig auf die buchenfähigen Standorte, so dass *Fagus sylvatica* beispielsweise im nordwestdeutschen pleistozänen Tiefland ihr potentielles Areal wohl nie gänzlich besiedeln konnte (POTT 1993, 1996).

Insgesamt zeichnet sich in der Entwicklung des mitteleuropäischen Buchenwaldareals inzwischen ein sehr komplexes und somit auch regional sehr differenziertes Bild ab. Vielerorts ist die Rotbuche nämlich durch die Jahrhunderte lange Einflussnahme des Menschen durch Hudewälder, Eichen-Birken-Niederwälder (Hauberge), montane Heiden und forstliche Waldbe-

stände mit standortfremden Baumarten verdrängt worden. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zeigen zudem, dass die Entstehung und Entwicklung sowie die Zerstörung dieser montanen Buchenwälder teilweise bis in die Frühgeschichte zurückreichend und vielerorts zu einer Fragmentierung ehemals landschaftsprägender Buchenwälder geführt hat (POTT 1985, SPEIER 1999, 2003).

Jüngste pollenanalytische Untersuchungen im Ebbegebirge und dem Ederquellgebiet erlauben nun auch eine kleinräumige Rekonstruktion der Buchenwaldentstehung und -entwicklung, welche aufgrund der bisherigen Datenbasis nicht möglich war. So kann aufgrund der räumlichen Dichte von vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen in diesen Montanregionen die kleinräumige Populationsdynamik der Rotbuche bereits sehr differenziert rekonstruiert werden. Insbesondere der Region um die Ederquelle kommt inzwischen sogar der Charakter einer Modellregion zu (vergl. SPEIER 2005a).

## 2. Methodik

Grundlage für die hier vorgestellte Rekonstruktion des Einwanderungs- und Ausbreitungsverhaltens von *Fagus sylvatica* sind pollenanalytische Untersuchungen aus verschiedenen Einbettungsmedien (Niedermoor- und Hochmoortorfe), in denen die Pollenkörner von Rotbuchen konserviert sind. Dabei gilt aus pollenanalytischer Sicht eine erfolgreiche Etablierung von *Fagus sylvatica* in einem Naturraum dann als gesichert, wenn das Pollenfrequenzspektrum kontinuierlich und ohne weitere Unterbrechung oberhalb der 1%-Marke – prozentual bezogen auf die Gesamtsumme aller Baumpollen – verläuft (OVERBECK 1975). Vor dem Erreichen dieses als „empirische Pollengrenze“ (vergl. POTT 1985) bezeichneten pollenfloristischen Merkmals ist eher der Eintrag von Fernflugkomponenten anzunehmen, welche als „absolute Pollengrenze“ nur in unzureichendem Maße die Erstbesiedlung einer Landschaft durch eine Gehölzart widerspiegeln (FAEGRI & IVERSEN 1989). Die pollenfloristische Indikation einer erfolgreichen Masseneinfaltung von *Fagus sylvatica* folgt POTT (1985) und wird dementsprechend auch hier bei Erreichen des 20%-Anteils des jeweils in einer Probe gemessenen Baumpollenanteils angesetzt, um einen Datierungspunkt für die Synchronisation der Masseneinfaltung zu fixieren. Der Prozess der Massenausbreitung sowie seine Dauer kann jedoch längere Zeiträume in Anspruch nehmen, wobei dieses Problem hier im Einzelnen nicht weiter

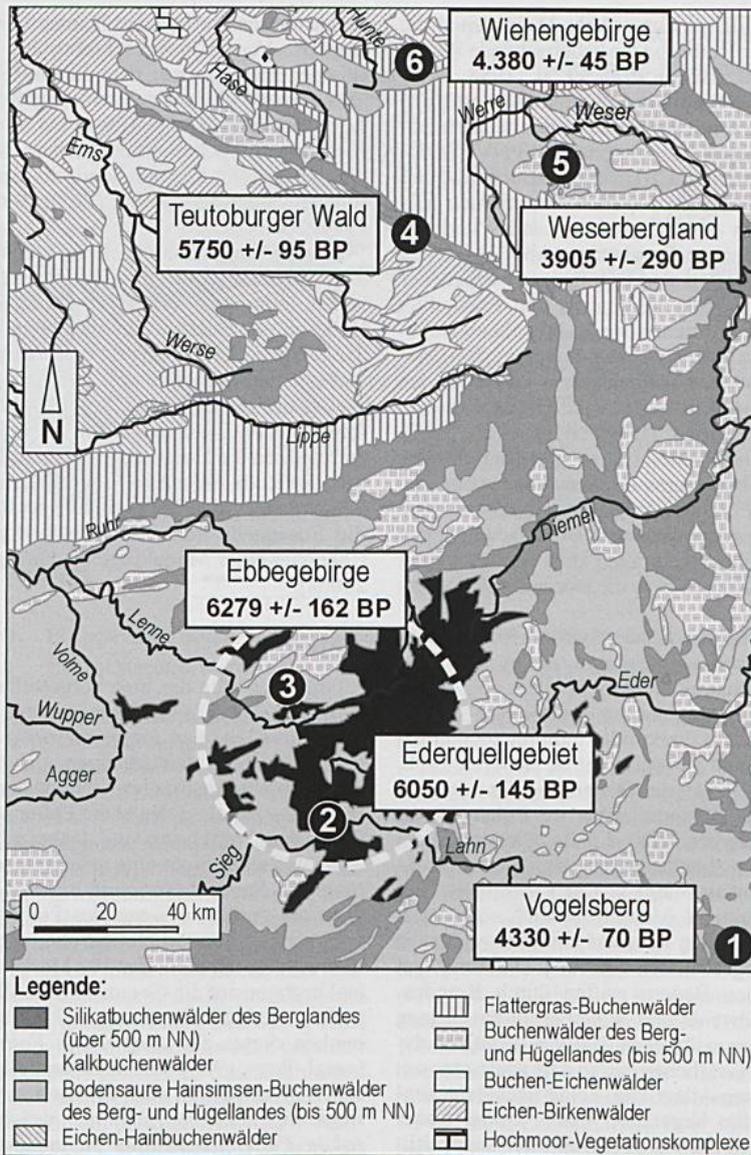


Abbildung 2. Nachweise für die Erstetablierung von *Fagus sylvatica* im südwestfälischen Bergland und im Vogelsbergsgebiet auf der Basis von  $^{14}\text{C}$ -Radiokarbondatierungen (Angaben in Jahre BP = before present) in verschiedenen Mooren. Die angegebenen Nummern beziehen sich auf folgende untersuchte Moore: 1 = Breungesheimer Heide (SCHÄFER 1996), 2 = Moor bei Lützel (POTT 1985), 3 = Piwitt (SPEIER 1999), 4 = Hiddeser Bent (POTT 1982), 5 = Weeser Moor (FREUND 1994), 6 = Kalkrieser Moor (DIECKMANN 1998).

Figure 2. Pollen records of *Fagus sylvatica* from different mire sediments demonstrating the first occurrence of beech in the mountainous areas of Westphalia and the Vogelsberg region on the basis of  $^{14}\text{C}$ -radiocarbon data (BP = before present). The numerals are relating to following study sites: 1 = Breungesheimer Heide (SCHÄFER 1996), 2 = Moor bei Lützel (POTT 1985), 3 = Piwitt (SPEIER 1999), 4 = Hiddeser Bent (POTT 1982), 5 = Weeser Moor (FREUND 1994), 6 = Kalkrieser Moor (DIECKMANN 1998).

vertieft werden soll. Es sei in diesem Zusammenhang auf die ausführliche Diskussion bei KÜSTER (1988) hingewiesen.

Die pollenanalytische Erfassung einer erfolgreichen Erstetablirung ist in diesem Zusammenhang grundsätzlich um so größer und sicherer, je kleiner das untersuchte Moor ist. Kleinstmoore fangen nämlich aufgrund ihres geringen Durchmessers vorwiegend den Pollenniederschlag ihrer unmittelbaren Umgebung auf (FAEGRI & IVERSEN 1989). Durch die Analyse eines dichten Netzes aus räumlich eng benachbarten Kleinstmooren können daher am besten raum-zeitliche Ausbreitungsmuster einer Baumart erfasst werden. Ein Vergleich von synchronisierten *Fagus*-Frequenzspektren gibt demnach Auskunft über das Migrations- und Ausbreitungsverhalten der Rotbuche innerhalb eines Landschaftsraumes (SPEIER 2005a). Die räumliche Nähe der im Ebbe- und Rothaargebirge untersuchten Übergangs- und Niedermoore bietet für eine solche Rekonstruktion somit die besten Voraussetzungen. Günstig wirkt sich in diesem Zusammenhang auch aus, dass diese Moor-Ökosysteme strukturell ähnliche, natürliche Vegetationsformationen besitzen (Erlen-Birken-Bruchwälder bzw. Birkenbruchwälder), so dass die Filterfunktion der örtlichen Vegetation ein vergleichbares Niveau besitzt. In einem solchen Fall sind die pollenanalytischen Ergebnisse gut vergleichbar, da sie nicht durch den überproportionalen Polleneintrag mooreigener Elemente verzerrt werden (s. hierzu: ANDERSEN 1970).

Das Migrationverhalten der Rotbuche kann innerhalb des gesamten Raumes der rechtsrheinischen Mittelgebirge leider noch immer nicht im Detail rekonstruiert werden, da in einigen Regionen wie dem Bergischen Land oder dem Westerwald bislang noch überhaupt keine entsprechenden palynologischen Daten zur Verfügung stehen (s. SPEIER 2005b). Aus anderen Regionen (z.B. Taunus, Hunsrück) sind zwar inzwischen pollenanalytische Untersuchungen bekannt, hier sind die untersuchten Sedimente jedoch entweder zu jung oder die empirische Pollengrenze bzw. die 20%-Marke sind nicht durch entsprechende Radiokarbonaten abgesichert. Um aber synchrone Ausbreitungsvorgänge einer Baumart zu rekonstruieren, ist dies entgegen jüngster Kritik an der generellen Praxis vegetationskundlicher Synchronisierungsversuche (s. MENTING 2002) bislang jedoch eine unerlässliche Voraussetzung. Die hier vorgenommene Synchronisierung stützt sich dabei auf entsprechende kalibrierte Radiokarbonaten der oben erwähnten pollenfloristischen Merkmale.

Weiterhin muss aus methodischer Sicht berücksichtigt werden, dass in *Carpinion*- oder

*Quercion*-Landschaften eine pollenanalytische Erfassung von kleinflächig eingestreuten lokalen Buchenvorkommen aus statistischen Gründen erschwert ist, wenn das Moor nicht direkt innerhalb eines von Rotbuchen beherrschten Bestandes angesiedelt ist. Meist ist dann der Buchenpollen in den entsprechenden palynologischen Spektren so stark unterrepräsentiert, dass säkulare Schwankungen nur in stark abgeschwächter Form oder gar nicht erfasst werden können. Solche pollenanalytischen Untersuchungen sind deshalb für die hier vorgestellte Studie nur wenig brauchbar. Daher wurden hier nur solche Daten einbezogen, welche die oben genannten Voraussetzungen auch tatsächlich erfüllen.

### 3. Regionale Aspekte der Bucheneinwanderung in das westfälische Bergland

Neben dem Ebbegebirge repräsentiert die Quellregion der Eder in der Südwestabdachung des Rothaargebirges diejenige Montanregion, welche vegetationsgeschichtlich gesehen die ältesten Buchenwälder Nordrhein-Westfalens beherbergt (Abb. 2). Im Ebbegebirge wanderte die Buche bereits um  $6.279 \pm 162$  BP (=  $5.195 \pm 395$  v. Chr. cal. BC, SPEIER 1999) ein. Nahezu zeitgleich gelangte sie auch in die Region des oberen Edertals, wo in den Sedimenten des Moores bei Erndtebrück die ältesten Pollenkörner von *Fagus sylvatica* aus der Zeit um  $6.050 \pm 70$  BP (=  $5.010 \pm 145$  v. Chr. cal. BC, POTT 1985) stammen. Interessanterweise liegen diese beiden frühen Entstehungsinitalen der südwestfälischen Buchenwälder in Höhenlagen von 480–550 m über dem Meeresspiegel. In keinem anderen, untersuchten Moor des westfälischen Berglandes konnte unterhalb dieser Höhengrenze bislang eine vergleichbar frühe Bucheneinwanderung nachgewiesen werden.

Entwicklungsgeschichtlich sind diese frühen westfälischen Buchenwälder aber deutlich älter als vergleichbare Waldformationen der Eifel (vergl. LITT 2004, LITT & STEBICH 1999) und des Vogelsberges ( $4.330 \pm 70$  BP, SCHÄFER 1996) sowie des Harzes ( $5.290 \pm 180$ , BARTENS 1990), der Rhön ( $5.230 \pm 60$  BP, HAHNE 1991) oder etwa der Wetterau ( $3.820 \pm 70$  BP, STOBBE 1996). Hierbei muss allerdings beachtet werden, dass es sich damals noch nicht um Buchenwälder im heutigen Sinne gehandelt hat, sondern um baumartenreiche, atlantische Edellaubmischbestände aus Ulmen, Linden, Eichen, Eschen und Bergahorn, denen vermutlich nur vereinzelt Rotbuchen beigemischt waren (SPEIER 1998).

Im Teutoburger Wald tauchte die Rotbuche erst 500 Jahre später als in der Ebbe auf, wo

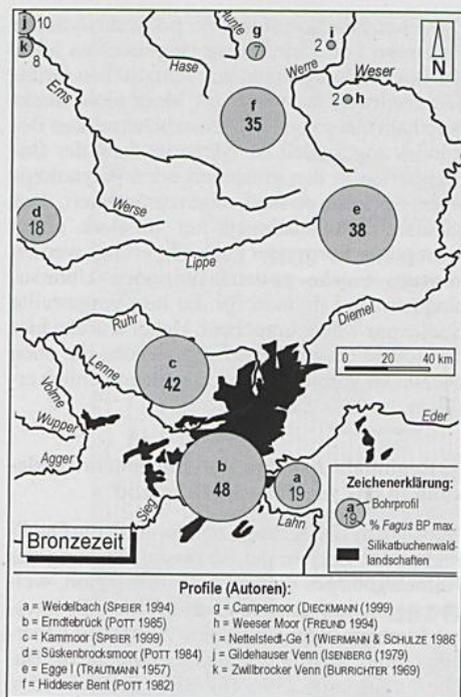


Abbildung 3. Maximale Anteil von Pollenkörnern der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) am Gesamtbaumpollenspektrum in verschiedenen Pollendiagrammen Nordwestdeutschlands für die Epoche der Bronzezeit (1800 v. Chr.–750 v. Chr.).

Figure 3. Pollen records of European beech (*Fagus sylvatica*) resulting from different pollen diagrams from Northwest Germany demonstrating maxima of pollen frequencies in sediment layers which date from Bronze Age (1800–750 BC).

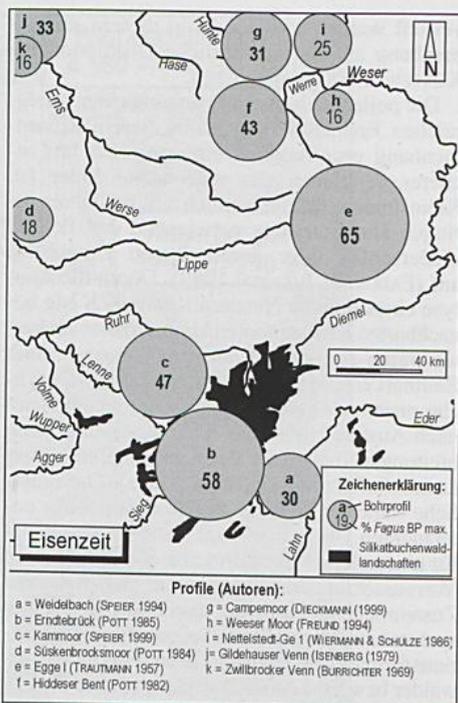


Abbildung 4. Maximale Anteil von Pollenkörnern der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) am Gesamtbaumpollenspektrum in verschiedenen Pollendiagrammen Nordwestdeutschlands für die Epoche der Eisenzeit (Hallstatt-Periode bis Römische Kaiserzeit).

Figure 4. Pollen records of European beech (*Fagus sylvatica*) of different pollen diagrams from Northwest Germany demonstrating maxima of pollen frequencies in sediment layers which date from Iron Age (Hallstatt period – Roman Times).

POTT (1985) anhand der Analyse von Torfen des Hiddeser Bents das Einsetzen der empirischen Pollengrenze von *Fagus sylvatica* auf  $5.750 \pm 95$  BP (=  $4.640 \pm 95$  BC, cal. Dat.) datieren konnte. Fast 1.400 Jahre vergingen, bis die Rotbuche schließlich den Nordrand des Wiehengebirges erreichte, wo sie erstmals für die Zeit um  $4.380 \pm 45$  BP (=  $3.000 \pm 100$  BC, cal. Dat., DIECKMANN 1998) nachgewiesen wurde (Abb. 2). Das Weserbergland erreichte sie dagegen noch sehr viel später, denn sie benötigte fast ein Jahrtausend, um auch in diesem Naturraum Fuß zu fassen. Das Einsetzen der empirischen Pollengrenze konnte bei pollenanalytischen Untersuchungen

beispielsweise im Weeser Moor für die Zeit um  $3.905 \pm 290$  BP (=  $1.955 \pm 290$  BC, cal. Dat.) ermittelt werden (FREUND 1994).

Aufgrund des bislang vorliegenden Datenermaterials wird damit deutlich, dass innerhalb des Westfälischen Berglandes die um 500 Höhenmetern angesiedelten Regionen von Ebbe und Rothaar die ältesten Buchenvorkommen der Region darstellen. Hierbei handelt es sich allerdings um Landschaften, welche geologisch in erster Linie von Grauwacken und Sandsteinen geprägt werden, aus deren Verwitterung saure Böden hervorgingen. Damit haben sich frühere Annahmen, die Kalkgebiete der Mittelgebirge

stellten die frühesten Keimzellen der Buchenwälder dar, nicht bestätigt (vergl. FREUND 1994, POTT 1993).

Die flächenhafte Ausdehnung von Buchenwäldern fällt – nach dem bisherigen Datenmaterial – im Westfälischen Bergland in die Periode der Bronzezeit, wobei sich die heutigen Silikatbuchenlandschaften des Rothaargebirges und des Ebbegebirges auch als die Regionen herauskristallisieren, wo die höchsten Frequenzspektren von *Fagus*-Pollen in verschiedenen Moorablagerungen gemessen werden können (Abb. 3). Mit einem Anteil zwischen 40–50% am gemessenen Gesamtbaumpollenanteil ragen diese beiden südwestfälischen Montanlandschaften aus dem Spektrum der bisher untersuchten Mittelgebirge heraus. Bereits deutlich niedriger fallen hingegen mit Werten zwischen 35–40% entsprechende Analysen aus dem Eggegebirge (TRAUTMANN 1957) und dem Teutoburger Wald (POTT 1982) aus. In den anderen Teillandschaften Westfalens spielte die Rotbuche noch zu dieser Zeit nur eine sehr untergeordnete Rolle, vermutlich auch deshalb, weil viele der buchenfähigen Siedlungsplätze bereits von prähistorischen Kulturgruppen dauerhaft besiedelt waren (BURRICHTER 1976, KRAMM 1978).

Erst in der Eisenzeit, ab etwa 800 v. Chr., als sich fast überall in den Mittelgebirgen die Buche flächendeckend auszubreiten begann, veränderten sich die Montanlandschaften entgeltlich zugunsten landschaftsprägender Buchenwälder (Abb. 4). Besonders hohe Frequenzwerte zwischen 58–65% können daher beispielsweise im Eggegebirge (TRAUTMANN 1957) und im Siegerland (POTT 1985) gemessen werden. Analysen aus den Lösslandschaften nördlich des Wiehengebirges (WIERMANN & SCHULZE 1986) wie auch aus dem Weserbergland (FREUND 1994) zeigen hingegen nur vergleichsweise geringe Werte (16–31%) für eisenzeitliche Nachweise von *Fagus*-Pollen (Abb. 4). Auch hier kann davon ausgegangen werden, dass die damalige Kulturlandschaftsentwicklung einer flächendeckenden Buchenwaldentstehung entgegenstand.

#### 4. Lokale Aspekte der Bucheneinwanderung: Fallbeispiele: Ederquellgebiet und Ebbegebirge

In keiner anderen Teilregion des Westfälischen Berglandes ist das Netz von paläoökologischen Analysen inzwischen so eng wie im Quellgebiet der Eder, wo bereits BUDE im Jahre 1938 in der Nähe der Ortschaft Lützel die ersten pollenanalytischen Untersuchungen durchführte. Aus einem vergleichsweise kleinen Gebiet von rund 40 km<sup>2</sup> liegen inzwischen sechs Pollenanalysen aus

verschiedenen Kleinstmooren vor. Die Auswertung des inzwischen viele hunderttausend Einzeldaten umfassenden Materials aus diesen Untersuchungen zeichnet eine hoch auflösende und äußerst differenzierte Raum-Zeit-Dynamik in der lokalen Buchenwaldentwicklung nach (Abb. 5 und Abb. 6).

Wie bereits erwähnt, gelangten Rotbuchen erstmals um 5.010 ± 145 v. Chr. (cal. BC, POTT 1985) in die Quellregion der Eder. Dort wuchsen die ersten Buchen zunächst noch solitär auf den Berghängen des Oberen Edertals und breiteten sich während des Atlantikums bis etwa 3.200 v. Chr. nach Norden in Richtung Lützel und nach Süden bis zur Ederquelle hin aus, wobei sie bei ihrer südwärts gerichteten Wanderung rund 150 Höhenmeter überwandern (Abb. 5). Dieser Ausbreitungsprozess nach Nord und Süd in die jeweils nur zwei Kilometer entfernten Gebiete um die Moore „Oberes Edertal“ und „Ederquelle“ vollzog sich allerdings mit einer zeitlichen Verzögerung von fast 1.600 Jahren. Erst zwischen 3.435 ± 60 v. Chr. (cal. BC) und etwa 3.200 v. Chr. konnte die Buche somit ein Areal mit einer Längsausdehnung von etwas mehr als 4 km besiedeln (Abb. 5). Für mehr als 1,5 Jahrtausende blieben somit die atlantischen Rotbuchen-Populationen als Kernzelle der späteren Buchenwälder des Edertales auf ein kleines Gebiet um das sog. „Moor bei Lützel“ beschränkt. Palynologisch wird dies in den entsprechenden Pollendiagrammen durch einen stagnierenden, aber kontinuierlichen und bei etwa 1% liegenden Baumpollenanteil von *Fagus sylvatica* deutlich. Abb. 7 verschalicht anhand von synchronisierten Buchen-Frequenzspektren diesen Sachverhalt: Bis zum Beginn des 2. Jahrtausend v. Chr. blieb der Anteil an *Fagus*-Pollen in den Sedimenten der Moore Lützel und Lützelwiesen bei etwa 1–3% bis hier ein markanter Anstieg zu verzeichnen ist, der dann die sog. „Massenausbreitung“ markiert. In den anderen untersuchten Mooren ist dieser Effekt hingegen nicht nachweisbar (Abb. 7).

Erst für Bronzezeit lässt sich pollenanalytisch anhand ansteigender Prozentwerte für *Fagus* in den verschiedenen Pollendiagrammen ablesen, dass sich die Rotbuche im Oberen Edertal verstärkt ausgebreitet und hier zum ersten Male auch dichtere Buchenbestände ausgebildet hat. Auch im rund 6 km entfernten Erndtebrück lassen sich nun pollenanalytisch die ersten Buchenwaldinitialen erfassen, die sich hier bis zum Ende der Bronzezeit zu landschaftsprägenden Waldelementen entwickelten (Abb. 6). Im 2,5 km entfernten Quellgebiet der Eder spielte die Rotbuche dagegen zu dieser Zeit weiterhin nur die Rolle eines Adventivgehölzes. Erst in der Ei-

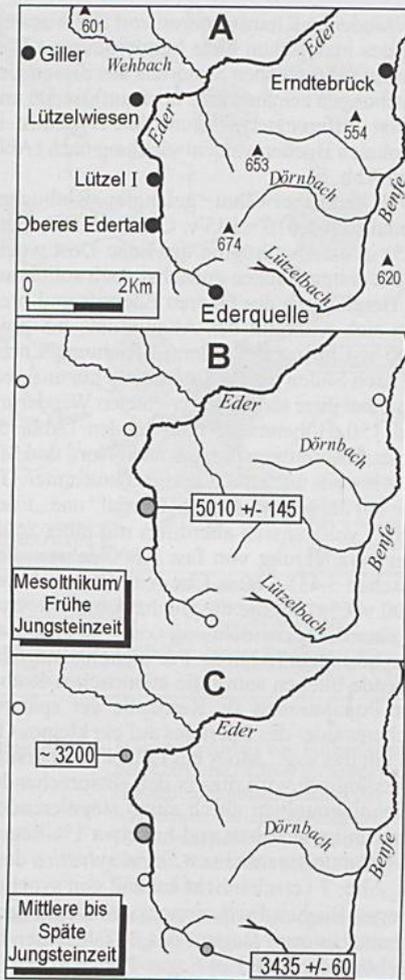


Abbildung 5. Maximale Anteil von Pollenkörnern der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) am Gesamtbaumpollenspektrum in verschiedenen Pollendiagrammen, die im Bereich der Modell-Landschaft „Oberes Edertal“ ermittelt wurden. A = Karte der Modellregion „Oberes Edertal“, B: Mesolithikum und frühes Neolithikum; C: Mittleres bis Spätes Neolithikum.

Figure 5. Maximum of European beech pollen frequencies (*Fagus sylvatica*) in different pollen diagrams, which were determined in the model area „Oberes Edertal“. A = Karte der Modellregion „Oberes Edertal“, B: Mesolithikum und frühes Neolithikum; C: Mittleres bis Spätes Neolithikum.

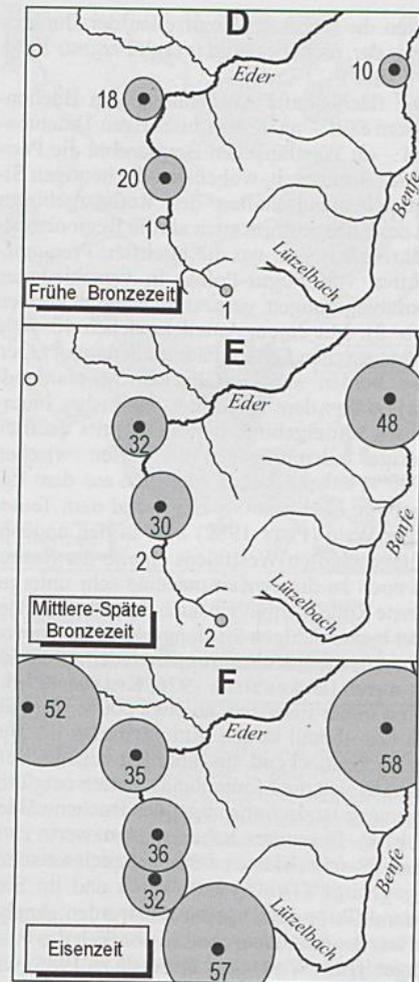


Abbildung 6. Maximale Anteil von Pollenkörnern der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) am Gesamtbaumpollenspektrum in verschiedenen Pollendiagrammen, die im Bereich der Modell-Landschaft „Oberes Edertal“ ermittelt wurden. D: Frühe Bronzezeit, E: Mittlere - Späte Bronzezeit, F: Eisenzeit (Hallstatt-Periode bis Römische Kaiserzeit).

Figure 6. Maximum of European beech pollen frequencies (*Fagus sylvatica*) originating from different sites in the model area „Oberes Edertal“. D: Early Bronze Age, E: Middle - Late Bronze Age, F: Iron Age (Hallstatt-period - Roman Times).

senzzeit – zwischen 800 v. Chr. und etwa 250 n. Chr. – haben sich schließlich überall an den Berghängen entlang von Eder und Benfe sowie auf den umliegenden Höhenkuppen flächendeckend Rotbuchenwälder ausbilden können, in denen *Fagus sylvatica* nun die dominierende Baumart darstellte (Abb. 6).

Interessanterweise handelt es sich hierbei um eine Kulturepoche, welche durch intensive Eingriffe der eisenzeitlichen Siedler in den Naturhaushalt der Montanregion gekennzeichnet wurde. Die Pollenanalysen aus dem Moor bei Erndtebrück belegen beispielsweise in diesem Zusammenhang, dass hier in der frühen Eisenzeit anstelle der vormaligen Buchenhochwälder erstmals auch Niederwälder entstanden waren, welche eine völlig andere Artenkombination als die Ausgangsformationen aufwiesen (vergl. POTT & SPEIER 1985). Hier stellten sich als Folge eines mehr oder weniger regelmäßigen Flächen-schlags grasreiche Eichen-Birken-Niederwälder ein, die in ihren verschiedenen Sukzessionsstadien von an Weidenröschen und Fingerhut reichen Schlagfluren, Adlerfarnbeständen und Besenginstergebüsch begleitet wurden. Bei nachlassender Bewirtschaftungsintensität konnten sich hier jedoch wieder großflächige Buchenwälder ausbreiten (POTT 1985). Die Frage, ob das Wechselspiel zwischen den verschiedenen Eingriffen der prähistorischen Menschen in den damaligen Naturhaushalt und die gleichzeitig einsetzende Klimaverschlechterung die Buche auch indirekt oder direkt gefördert hat, lässt sich noch nicht abschließend beantworten. Auffällig ist jedoch in diesem Zusammenhang, dass die Massenentfaltung der Rotbuche lokal zu völlig verschiedenen Zeiten stattfand, was aus populationsdynamischer Sicht nicht für eine klimatische Steuerung der Massenentfaltung, als viel mehr für lokale Ursachen spricht (s. SPEIER 1997, 1999). Ein direkter Vergleich der sechs synchronisierten *Fagus*-Frequenzspektren aus dem Bereich des Edertals macht deutlich, wie unterschiedlich sich die Dynamik der lokalen Buchenwaldentwicklung einst gestaltete (Abb. 7). Dabei lassen sich in Hinsicht auf die Massenentfaltung wie aber auch in der weiteren Entwicklung lokal sogar gegenläufige Tendenzen rekonstruieren. Während es um Lützel und Erndtebrück bereits in der Bronzezeit zur Ausbildung von Rotbuchenwäldern kam, lassen sich am quellnahen Ederlauf vergleichbare populationsbiologische Prozesse mit einem zeitlichen Abstand von fast zwei Jahrtausenden erfassen. Die pollenanalytischen Untersuchungen im Oberen Edertal zeigen aber, dass während der römischen Kaiserzeit und der Völkerwanderungszeit schließlich die Rotbuche am Oberlauf der Eder

und in der Gipfelregion um den Ederkopf ihre Dominanz entgültig voll entfalten konnte. Subfossile Reste von Nüssen und Cupulae von *Fagus sylvatica*, die jüngst in den Ablagerungen des Moores an der Ederquelle entdeckt wurden, belegen auch makrorestanalytisch die damalige Präsenz der Rotbuche in unmittelbarer Quellnähe (vergl. SPEIER 2005c). Diese sehr gut erhaltenen Buchen-Makroreste, die übrigens die ersten Funde ihrer Art im gesamten westfälischen Bergland darstellen, lassen sich anhand von Radiokarbonmessungen auf das Jahr  $109 \pm 17$  n. Chr. (cal. AD) bzw.  $1.888 \pm 20$  vor heute (cal. BC) datieren.

Auch während des Mittelalters unterlagen die Buchenwälder in der Ederregion lokal sehr unterschiedlich starken menschlichen Einflüssen, wobei mancherorts Buchenwälder zerstört wurden, wohingegen sie an anderer Stelle an Ausdehnung zunahm (Abb. 7).

Auch die vier pollenanalytischen Untersuchungen aus dem **Ebbegebirge** zeigen hinsichtlich der ermittelten *Fagus*-Spektren eine erstaunliche Heterogenität, obwohl sich die untersuchten Moore in ihrer ihrer Exposition (bis auf das Kammmoor sind die Moore alle SW exponiert) und Höhenlage (480–610 m NN) nur wenig unterscheiden (Abb. 8). Bereits um  $5.195 \pm 365$  v. Chr. (cal. Dat.) war die Rotbuche in der Umgebung des Moores „Piwitt“ bei Valbert eingewandert und hatte hier zunächst kleinere Buchenbestände ausgebildet (vergl. SPEIER 1999). Bis etwa Christi Geburt war hier lokal eine großflächige Massenentfaltung nicht möglich, denn bis zu dieser Epoche wurden nie mehr als 15 % Buchenpollen in den Ablagerungen von „Piwitt“ gefunden. Ganz ähnlich ist wohl auch die Buchenwaldentwicklung in der Umgebung des Moores „Grundlose“ abgelaufen, wo die Rotbuche jedoch erst um  $3.567 \pm 193$  v. Chr. und damit fast 1.700 Jahre später als bei Valbert eingewandert war. Im nur wenige Kilometer entfernten Moor „Wolfsbruch“ hingegen bildeten sich bereits um  $1.726 \pm 210$  v. Chr. auf größerer Fläche Rotbuchenwälder aus. Auf dem Ebbekamm – bei mehr als 600 m NN – hatte dieser Prozess sogar schon um  $3.936 \pm 81$  v. Chr. eingesetzt und war bereits im 3. Jahrtausend v. Chr. weitgehend zum Abschluss gekommen, wie entsprechende Untersuchungen im „Kammoo“ belegen (Abb. 8). Die Zeiten zwischen der Ersteinwanderung und der Massenausbreitung von *Fagus sylvatica* liegen im Ebbegebirge somit zwischen etwa 500–1.000 Jahren („Wolfsbruch“, „Kammoo“) und mehr als vier Jahrtausende („Grundlose“, „Piwitt“).

Auch die Massenentfaltung der Rotbuche begann im Ebbegebirge zu völlig unterschiedlichen

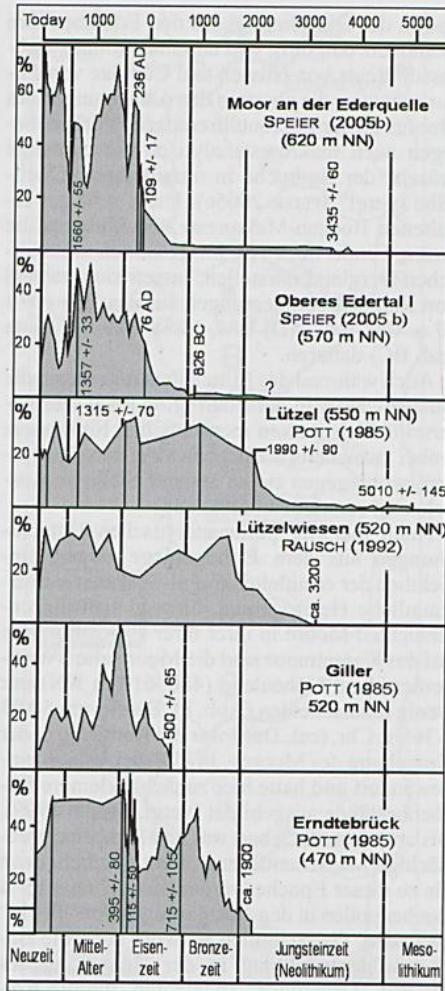


Abbildung 7. Gegenüberstellung von Frequenzspektren der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) aus verschiedenen pollenanalytischen Untersuchungen in der Quellregion der Eder (Rothaargebirge).

Figure 7. Comparison of pollen records of European beech (*Fagus sylvatica*) originating from the headwaters of Eder river (Rothaar Mountains).

Zeiten, wobei jedoch in der Bronzezeit in allen Teilen des Gebirges eine Zunahme der Ausbreitungsdynamik stattgefunden hat, denn alle gemessenen Frequenzspektren erfahren für diese Zeitscheibe einen signifikanten Anstieg. Dies war offensichtlich auch im Rothaargebirge der Fall, obgleich sich auch hier lokale Variationen feststellen lassen (Abb. 8).

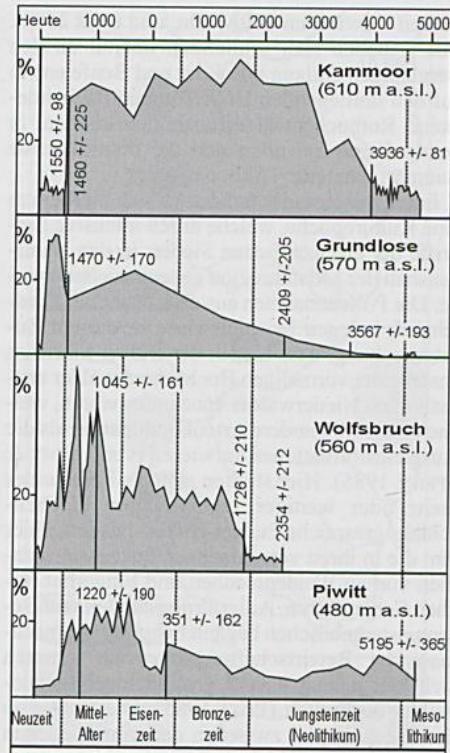


Abbildung 8. Gegenüberstellung von Frequenzspektren der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) aus verschiedenen pollenanalytischen Untersuchungen im Ebbegebirge (nach: SPEIER 1994).

Figure 8. Comparison of pollen records of European beech (*Fagus sylvatica*) originating from the Ebbe Mountains (after: SPEIER 1994).

## 5. Buchenwaldzerstörung in prähistorischer Zeit

Die Beeinflussung der Buchenwälder während der Prähistorie war in den verschiedenen Teilen des Westfälischen Berglandes regional und lokal sehr unterschiedlich. Die zahlreichen Schwankungen in den Frequenzspektren von *Fagus* belegen, dass es nur selten zu einer ungehinderten Ausbreitung der Rotbuche gekommen ist (s. Abb. 7 und Abb. 8). Eher typisch waren immer wieder Rückschläge, welche in auffälliger Weise mit einer auch pollenanalytisch fassbaren Zunahme menschlicher Aktivitäten in Form von siedlungsanzeigenden Pollentypen (z. B. Getreidepollen, Ruderalemente etc.) einherging (vergl. exempl. POTT 1985, SPEIER 1994, 1999, 2005c). Während im Lahn-Dill-Gebiet, im Eg-

ge- und Wiehengebirge sowie im südlichen Rothaargebirge für die Steinzeit jedoch keine signifikanten Eingriffe nachgewiesen werden konnten, sind in der Ebbe und im Teutoburger Wald anhand der entsprechenden Pollenspektren schon deutlich regressive Entwicklungstendenzen in der Buchenausbreitung erkennbar (Abb. 9). Vergleichbare Beeinträchtigungen in der lokalen Waldentwicklung sind für die Phase der Bronzezeit schließlich in allen Bereichen des Westfälischen Berglandes nachweisbar. Während sich noch in vielen Teilen des südwestfälischen Mittelgebirgsblocks die Rotbuche während der Bronze- und der Eisenzeit auszubreiten begann, setzte mancherorts, wo sie bereits größere Waldareale besiedelt hatte, bereits wieder eine Zerstörung dieser entwicklungsgeschichtlich jungen Waldtypen ein. Im Ederquellgebiet, wo *Fagus sylvatica* seit dem 5. Jahrtausend v. Chr. eine ihrer ältesten Kernzellen besaß, kann dieses Geschehen wiederum exemplarisch rekonstruiert werden: Hier hatten sich Rotbuchen ab dem 2. vorchristlichen Jahrtausend zwar verstärkt ausgebreitet, ihre Massenentfaltung vollzog sich hier aber nicht gleichförmig, sondern wurde immer wieder durch Eingriffe der dortigen Siedler unterbrochen. Die Frequenzspektren von *Fagus*-Pollenkörnern in den Pollendiagrammen „Erndtebrück“, „Lützel“ (POTT 1985) und „Lützelwiesen“ (RAUSCH 1992) demonstrieren anhand ihres mehrfachen Wechsels von Anstieg und Regression den schubweisen Ausbreitungsmodus der Buche in der Region. Der Verlust an Waldfläche stand sicherlich in Zusammenhang mit der entstehenden Bronzeherstellung, zu deren Zweck bereits große Mengen an Holz verbraucht wurden (JOCKENHÖVEL 1994).

Geradezu dramatisch sind allerdings die Einbrüche, welche diese frühen Buchenwälder hier während der ausgehenden Bronzezeit und der Eisenzeit erlebten. Zwischen 1.000 v. Chr. und 100. n. Chr. lässt sich in solchen Mooren, in deren Umfeld bereits ausgedehnte Buchenwälder existierten, nämlich eine Halbierung der in den Torfen eingebetteten Pollenmenge von *Fagus sylvatica* feststellen (Abb. 7). Kennzeichnend für alle Rotbuchenwälder am Oberlauf der Eder ist aber die Tatsache, dass sie bereits in der Eisenzeit (etwa ab 750 v. Chr.) durch die damaligen Eisen- und Hüttenleute stark in Mitleidenschaft gezogen wurden. Schon für die Prähistorie lassen sich demnach flächendeckende Waldauflichtungen nachweisen, die vermutlich auf die Kohlholzproduktion der lokalen Eisenindustrie zurückgingen. In den tieferen Lagen um Lützel und Erndtebrück wurden die Buchenwälder nachweislich schon während der Bronzezeit und damit bereits einige Jahrhunderte früher be-

trächtlich aufgelichtet. Hier konnten sie sich bis zum Einsetzen der Völkerwanderungsperiode über mehr als 1 Jahrtausend nicht mehr regenerieren, sondern unterlagen einem stetigen Verdrängungs- bzw. Zerstörungsprozess (Abb. 7). Der Raum Erndtebrück zeichnet sich daher auch als die Region des südlichen Rothaargebirges aus, welche die größten Waldverluste nicht im Mittelalter, sondern bereits in der Eisenzeit erlitt (SPEIER 2005a).

In den höheren Lagen im Umfeld der Ederquelle war eine erfolgreiche Buchenwaldentwicklung aufgrund der anthropogenen Einflussnahme zu dieser Zeit sogar unmöglich (vergl. Abb. 7). Erst im 1. nachchristlichen Jahrhundert konnte unter einem nachlassendem Nutzungsdruck im gesamten Quellgebiet eine Waldregeneration einsetzen, welche jedoch bereits rund 130 Jahre später wieder durch erneute Holzhiebe unterbrochen wurde. Es ist daher wahrscheinlich, dass es hier nur zum Aufwuchs einer einzigen Baumgeneration kommen konnte, bevor ein erneuter Einschlag erfolgte. In den tieferen Lagen um Erndtebrück dauerte dieser Regenerationsprozess zwar 200 Jahre länger an, endete aber letztlich auch hier mit dem gleichen Ergebnis wie in den südlich angrenzenden Bergregionen.

## 6. Buchenwaldzerstörung in historischer Zeit

So unterschiedlich sich die Buchenwaldentwicklung in der Prähistorie vollzog, so heterogen gestalteten sich räumlich und zeitlich auch die Waldentwicklungsprozesse in historischer Zeit, wo der Mensch in immer stärkerem Maße in die natürlichen Ressourcen seiner Umwelt eingriff. In fast allen Teilen des Westfälischen Berglandes wurden die noch zusammenhängenden großflächigen Buchenwälder im Mittelalter zerstört, so dass sich in den einzelnen Analysen hier auch die größten Abnahmen der *Fagus*-Spektren nachweisen lassen (Abb. 9). Im Ebbegebirge, dem westlichen Wiehengebirge sowie im Eggegebirge, der Ebbe und dem Edertal übertrafen die mittelalterlichen Verluste an Buchenwald sogar die neuzeitlichen. Lediglich im nordwestlichen Lahn-Dill-Gebiet stellte die Neuzeit offenbar die Phase der größten Waldvernichtung dar, denn hier gehen die Pollenspektren von *Fagus* während der Neuzeit noch einmal um das Doppelte zurück. Vermutlich hängt dieser Effekt mit der im 15. Jahrhundert von landesherrlicher Seite verfügten und flächendeckenden Einführung der genossenschaftlich organisierten Haubergswirtschaft zusammen (SPEIER 1994). Die Untersuchungen aus dem Gebiet des Edertals verdeutlichen in diesem Zu-

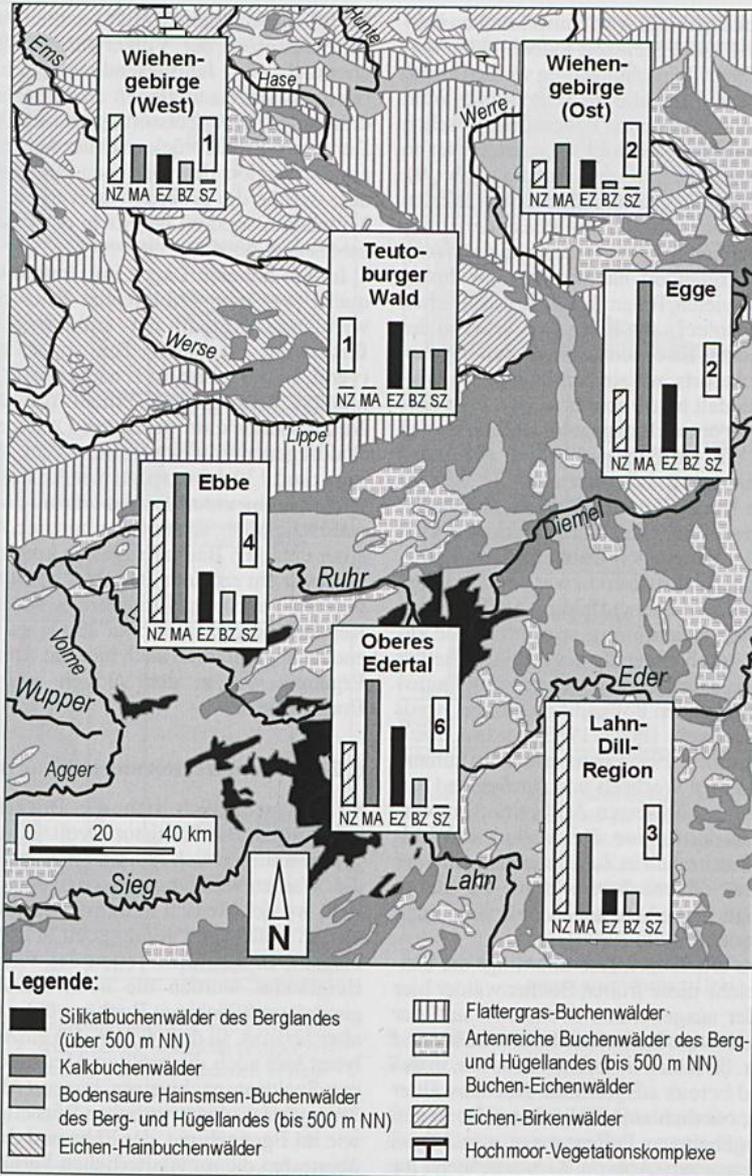


Abbildung 9. Darstellung von maximalen Verlusten von *Fagus sylvatica* am Gesamtbaumpollenanteil für verschiedenen Zeitscheiben als Maß für die Zerstörung von Rotbuchenwäldern. Angabe in % Buchenpollen. Die nummerierte helle Säule kennzeichnet jeweils die 20%-Marke. Es bedeuten: SZ = Steinzeit, BZ = Bronzezeit, EZ = Eisenzeit, MA = Mittelalter, NZ = Neuzeit. Die angegebenen Nummern repräsentieren die Anzahl an pollenanalytischen Untersuchungen, aus denen die Maxima bestimmt wurden.

Figure 9. Decline of pollen frequencies of *Fagus sylvatica* (% beech pollen) as a unit of measurement referring to the historical destruction of beech forests during different cultural epochs. The lightened grey figure represents the 20%-line. The abbreviations mean: SZ = Stone Age, BZ = Bronze Age, EZ = Iron Age, MA = Middle Ages, NZ = Modern Times. The numerals represent the total sum of pollenanalytical studies from which the data were collected.

sammenhang aber, dass es sich während des Mittelalters und der Neuzeit ein bestandstypologisch vielschichtiges Nebeneinander unterschiedlicher alter Buchenbestände sowie verschiedener Ersatzformationen (Eichen-Birken-Niederwälder) gehandelt haben muss.

Während des Mittelalters kam es beispielsweise im gesamten Edertal zu einer dramatischen Vernichtung der Buchenwaldbestände, die sich von den Tal- bis in die Hochlagen gleichermaßen erstreckte (Abb. 7). Die zeitlichen und räumlichen Unterschiede in der lokalen Buchenwaldentwicklung und -nutzung des Mittelalters werden aus den pollenanalytischen Untersuchungen besonders deutlich: In der Region um die Hofginsterheide („Moor am Giller“), breitete sich *Fagus sylvatica* erstmals im Frühmittelalter und hier lediglich für eine kurze Zeitspanne von 300 bis maximal 500 Jahren aus (Abb. 7). Südlich der Ortschaft Lützel wurden die damaligen Bestände hingegen bereits wieder vermehrt genutzt, während sich die nur wenigen Kilometer ostwärts und südwärts von Lützel befindlichen Wälder bereits wieder erholen konnten. Im Raum Erndtebrück, blieben die Buchenwälder wiederum über viele Jahrhunderte erhalten, bevor auch sie schließlich in der späten Neuzeit stark dezimiert wurden und hier nie wieder ihre ursprüngliche Bedeutung erlangen konnten. Die neuzeitliche Buchenwalddegradation erstreckte sich schließlich auch in das Edertal hinein, wobei in Quellregion der vorerst letzte größere Holzschlag um 1.560 ± 55 n. Chr. erfolgte. Dementsprechend zeigt das Pollen-Frequenzspektrum von *Fagus* Maximalwerte zwischen 60–70 % des gesamten Baumpollenanteils, während alle anderen Analysen mit Werten unter 20 % auf eine extreme Fragmentierung bzw. Vernichtung der Rotbuchenwälder verweisen (Abb. 7). Zahlreiche dieser Flächen waren im 18. Jahrhunderts noch von Eichen-Birken-Niederwäldern bestockt oder wurden in der Folgezeit sukzessive mit Fichte (*Picea abies*) bepflanzt, so dass heute standortfremde Fichten-Monokulturen das Landschaftsbild beherrschen. In den nachfolgenden viereinhalb Jahrhunderten blieben die Waldbestände im Umfeld der Ederquelle bis auf kleinere Einschlüsse weitgehend unangetastet und haben sich als einzige Buchenwälder des Edertales bis heute erhalten.

### 7. Ursachen für divergierende Migrations- und Ausbreitungsvorgänge bei *Fagus sylvatica*

Hinsichtlich der Ausbreitungsdynamik der Europäischen Rotbuche muss wahrscheinlich ein Ursachenkomplex in Betracht gezogen werden,

der sich aus verschiedenen klimatischen (Temperatur, Niederschlag), geomorphologischen (Relief, Naturgrenzen) und lokalen standörtlichen Faktoren (Bodengüte, Exposition) sowie interspezifische Konkurrenzbedingungen (konkurrierende Gehölze) und auch anthropozogene Faktoren in Form verschiedener Nutzungspraktiken (Holznutzung, Mast, Schneiteilung, Waldweide, Brüderbaumpflanzung etc.) sowie unterschiedlichen Wanderungsgeschwindigkeiten als Folge der divergierenden Diasporverbreitung, z. B. durch Cerviden, Wildschweine, Mäuse, Vögel etc. zusammensetzt. Dabei lassen sich die verschiedenen Parameter wahrscheinlich nur schwerlich von einander trennen.

Die Ausbreitungsdynamik von *Fagus sylvatica* wurde vermutlich auch durch klimatische Veränderungen begünstigt, wobei höhere Niederschläge und kühlere Temperaturen ihr Vordringen nach Norden und Westen vermutlich erleichtert haben (SPEIER 2005d). Bereits im Atlantikum (ab etwa 6.000 BP) setzte in Mitteleuropa eine allmähliche Abkühlungsphase ein, die unter den vergleichsweise kühlen Klima an der Wende von Subboreal/Subatlantikum (etwa um 1.000 v. Chr.) in großen Teilen Mitteleuropas eine Massenausbreitung von *Fagus sylvatica* ermöglicht haben könnte (SCHMIDT & GRUHLE 1988). In Pollendiagrammen aus verschiedenen zentraleuropäischen Mittelgebirge tauchen die ersten *Fagus*-Pollenkörner nämlich bereits für die Periode des frühen Atlantikums auf (Abb. 10). Pollenanalytisch lässt sich beispielsweise belegen, dass sich die Buche zwischen 5.770 und 5.000 v. Chr. im Bayerischen Wald ausbreitete (STALLING 1987) und zwischen 5.500 und 5.700 v. Chr. schon im Alpenvorland vertreten war (KÜSTER 1988, 1995). Im südlichen Schwarzwald und in den Vogesen etablierte sie sich etwa zwischen 5.000 und 4.440 v. Chr. (LANG 1994). Im Kontext der zentraleuropäischen Mittelgebirge repräsentiert das frühe Auftauchen der Rotbuche in Südwestfalen somit einen frühen, nach Westen gerichteten Ausbreitungsschub.

Eine der möglichen Ursachen für die zu beobachtende divergierende Raum-Zeit-Migration liegt wahrscheinlich aber auch in der Ausbreitungsbiologie der Europäischen Rotbuche begründet. Als vorwiegend zoochor verbreitetes Gehölz unterliegt es oftmals Zufälligkeiten, wo und wann erstmals eine erfolgreiche Erstetablierung stattfinden kann. Dies ist vielleicht ein Grund dafür, dass man – wie hier dargestellt – selbst in kleineren Untersuchungsräumen in verschiedenen analysierten Mooren das erstmalige Auftreten der Rotbuche für unterschiedliche Zeitscheiben erfasst. Die Beobachtung, dass zwi-

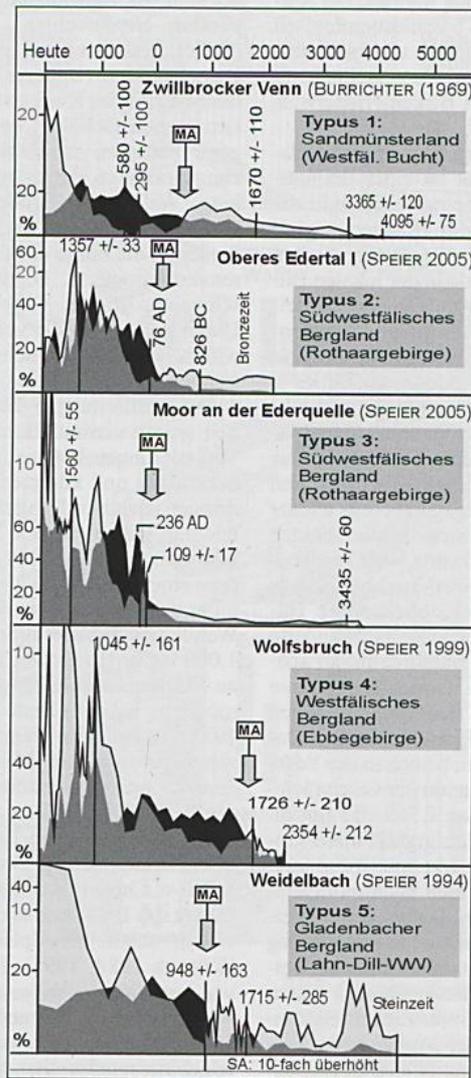


Abbildung 10. Synchronisation von Frequenzspektren der Rotbuche (schwarze Kurve) und der sog. Siedlungszeiger (Summe aus: *Cerealia*, *Centaurea cyanus*, *Rumex*, *Plantago*, *Fagopyrum*, *Che-nopodium* etc.) in schattierter Darstellung aus verschiedenen Landschaften Nordrhein-Westfalens und Südhessens. Darstellung in % bezogen auf den Gesamtbaumpollenanteil. Es bedeutet: MA = Beginn der Massenausbreitung von *Fagus sylvatica*. Bei den angegebenen  $^{14}\text{C}$ -Radiokarbonaten handelt es sich um kalibrierte Daten BC (v. Chr.) oder AD (n. Chr.).

Figure 10. Synchronisation of beech pollen frequencies (black line) and anthropogenic indicators (including: *Cerealia*, *Centaurea cyanus*, *Rumex* spec., *Plantago* spec., *Fagopyrum* spec., *Che-nopodium* spec. etc.) resulting from different study sites in North Rhine-Westphalia and Hessen (grey line). The pollen records are representing values in % per total tree pollen sum. The abbreviations mean: MA = Start of mass expansion of *Fagus sylvatica*. All radiocarbon data are calibrated: BC (= Before Christ) oder AD (After Christ).

schen der Erstbesiedlung innerhalb eines Areal und der flächendeckenden Bestandsbildung größere Zeiträume vergehen können, ist vermutlich ebenfalls das Ergebnis eines sehr komplexen Vorgangs, bei dem – wie bereits erwähnt – eine Fülle von Umweltfaktoren eine Rolle gespielt haben. Dabei kommt dem prähistorischen Menschen sicherlich eine entscheidende Rolle zu, die zu einer direkten oder vermutlich eher indirekten Förderung beigetragen hat (vergl. KÜSTER 1996).

Eine der gegenwärtigen Modelle zur prähistorischen Buchenausbreitung und Massenentfaltung geht auf die Annahme zurück, dass durch die unstete und migrierende Siedlungstätigkeit innerhalb der erschlossenen Landschaften die neolithischen Siedler indirekt die Ausbreitung der Buche gefördert haben. Dabei öffneten sie die vormalig von atlantischen Laubmischwäldern dominierten Landschaften und schufen auf diese Weise Freiflächen im ehemaligen Waldmeer. Nach der Erschöpfung der Ackerböden wurden diese Siedlungsflächen verlassen und an einem anderen Ort erneut gegründet.

Vergleichbare Siedlungsmobilitäten wiesen beispielsweise WATERBOLK (1982) in der niederländischen Gemarkung Sleean und KÜSTER (1988) am Auerberg im oberbayerischen Voralpenland nach. Auf den frei werdenden Acker- und Siedlungsarealen sowie in den durch Holzentnahme und Beweidung gelichteten Wäldern, die vormalig von Linden, Ulmen oder Eichen dominiert wurden, konnte sich die Buche nun offenbar verstärkt ausbreiten. Vergleichbare Vorgänge sind in diesem Zusammenhang in Schweden noch für das 1. Jahrtausend n. Chr. nachgewiesen worden (BJÖRKMAN 1997). Ein pollenanalytisches Indiz für einen Zusammenhang zwischen prähistorischem Siedlungswesen und der Buchenausbreitung könnte die Tatsache sein, dass ein Anstieg des Frequenzspektrums von *Fagus* sich in nahezu allen Pollendiagrammen aus dem zentraleuropäischen Raum immer dann einstellt, wenn auch der menschliche Einfluss durch entsprechende Pollenfunde von siedlungsanzeigenden Pollentypen sich verstärkt (vergl. LANG 1994).

Dies gilt übrigens auch für zahlreiche Untersuchungen aus dem Raum des Westfälischen Berglandes sowie angrenzender Regionen (Abb. 10). In diesem Zusammenhang fällt auf, dass es vor der Massenausbreitung der Rotbuche sowohl in den Montanregionen als auch im Sandmünsterland und südlich angrenzenden Lahn-Dill-Bergland (= Gladenbacher Bergland) offenbar zu einer indirekten Förderung der Rotbuche durch die prähistorischen Siedler gekommen ist, denn das Frequenzspektrum sowohl von *Fagus sylvatica*

als auch das der Siedlungszeiger verläuft in diesem Zeitabschnitt auffallend parallel. Erst ein Rückgang des anthropogenen Einflusses in der Prähistorie ermöglichte schließlich in der Bronze- und Eisenzeit eine Massenentfaltung der Buche. Der Verlauf der genannten Pollenspektren zeigt nun keine Synchronität mehr, sondern einen strengen Antagonismus.

Offensichtlich spielte die lokale Siedlungsintensität jeweils eine entscheidende Rolle für die örtliche Bestandsentwicklung: Wenn es zu einer Depression der lokalen Besiedlungsintensität kam, konnte sich schließlich auch die Buche verstärkt ausbreiten und geschlossene Wälder ausbilden. Ein signifikant antagonistischer Verlauf beider Spektren charakterisiert schließlich auch die Phase des Mittelalters (Abb. 10). Diese Zeit des sich verstärkenden menschlichen Einflusses ist zwar überregional durch eine Buchenwaldzerstörung gekennzeichnet, aber auch hier zeigt sich in den verschiedenen pollenanalytischen Untersuchungen, dass vor allem die lokale Siedlungsintensität die örtliche Waldentwicklung steuerte. Dabei scheinen selbst in kleineren Landschaftsräumen des Westfälischen Berglandes mosaikartige Strukturen mit einem räumlichen Nebeneinander von devastierten Waldflächen und Regenerationskomplexen typisch gewesen zu sein.

#### Literatur

- ANDERSEN, T. (1970): The relative pollen productivity and pollen representation of north European trees and correction for tree pollen spectra. – *Danm. Geol. Undersøegelse (Kopenhagen)* II (96), 1–99
- BARTENS, H. (1990): Untersuchungen über die Vegetationsgeschichte des Bruchberges im Oberharz. – Unveröff. Dipl.-Arb. Universität Göttingen
- BEHRE, K.-E. & BRANDE, A. & KÜSTER H. & RÖSCH, M. (1996): Germany, in: Berglund, B. E. & Birks, H. J. B. & Ralska-Jasiewiczowa, M. & Wright, H. E. (eds.): *Palaeoecological events during the last 15000 years, Regional syntheses of palaeoecological studies of lakes and mires in Europe*. 1. Aufl. – Chichester, New York (Verl. J. Wiley & Sons), 507–551
- BJÖRKMAN, L. (1997): The role of human disturbance in the lokal Late Holocene establishment of *Fagus* and *Picea* forests at Flahult, western Smaland, southern Sweden. – *Veget. Hist. Archaeobot.* (Berlin, New York) 6 (2), 79–90
- BUDDE, H. (1938): Pollenanalytische Untersuchungen eines sauerländischen Moores bei Lützel. – *Decheniana (Bonn)* 97, 165–186
- BURRICHTER, E. (1976): Vegetationsräumliche und siedlungsgeschichtliche Beziehungen in der Westfälischen Bucht – Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft. – *Abhdl. Westf. Mus. Naturkde. (Münster)* 38 (1), 3–14
- BURRICHTER, E., POTT, R. & FURCH, H. (1988): Die potentielle natürliche Vegetation. – *Geogr. Landes-*

- kundl. Atlas von Westfalen. – Lieferung 4. – Münster (Aschendorff-Verlag), 42 S.
- COMPS, B., GÖMÖRY, D., LETOUZEY, J., THIÉBAUT, B. & PETIT, R. J. (2001): Diverging trends between heterozygosity and allelic richness during postglacial colonization in the European beech. – *Genetics* (Pittsburg) **157**, 389–397
- DIECKMANN, U. (1998): Paläoökologische Untersuchungen zur Entwicklung von Natur- und Kulturlandschaft am Nordrand des Wiehengebirges. – *Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde* (Münster) **60** (4), 1–156
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): *Textbook of pollen analysis*. 4. Aufl. – Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore (Verl. J. Wiley & Sons), 328 S.
- FREUND, H. (1994): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im westlichen Weserbergland. – *Abh. Westf. Mus. Naturkde.* (Münster) **56** (1), 1–103
- HAHNE, J. (1992): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im nordöstlichen Bayern (Bayerisches Vogtland, Fichtelgebirge, Steinwald). – *Flora* (Jena, Stuttgart, New York) **187**, 169–200
- IPSEN, A. & ZIEGENHAGEN, B. (2001): New insights into allelic diversity of a phosphoenolpyruvat carboxylase in the conifer *Picea abies* (L. Karst.). – *Planta* (Berlin) **214**, 265–273
- JOCKENHÖVEL, A. (1994): Raum und Zeit-Gliederung der Bronzezeit, in: A. Jockenhövel & Kubach, W. (Hrsg.): *Bronzezeit in Deutschland* – Stuttgart (Theiss-Verlag), 11–14
- KÖNIG, A. O., ZIEGENHAGEN, B., VAN DAM, B. C., CSAIKL, U. M., COART, E., DEGEN, B., BURG, K., DE VRIES, S. M. & PETIT, R. J. (2002): Chloroplast DNA variation of oaks in western Central Europe and genetic consequences of human influences. – *For. Ecol. and Management* (Amsterdam) **156**, 147–166
- KRAMM, E. (1978): Pollenanalytische Hochmooruntersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase. – *Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde* (Münster) **40** (4), 1–44
- KÜSTER, H. (1988): Vom Werden einer Kulturlandschaft: Vegetationsgeschichtliche Studien am Auerberg (Südbayern). – *VCH Acta Humaniora*, Weinheim, 164 S.
- KÜSTER, H. (1995): *Postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns – Geobotanische Studien zur prähistorischen Landschaftskunde*. 1. Aufl. – Berlin (Akademie-Verlag), 372 S.
- KÜSTER, H. (1996): Auswirkungen von Klimaschwankungen und menschlicher Landschaftsnutzung auf die Arealverschiebung von Pflanzen und die Ausbildung mitteleuropäischer Wälder. – *Forstw. Cbl.* (Berlin) **115**, 301–320
- LANG, G. (1994): *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas*. – 1. Aufl., Jena / Stuttgart (Gustav-Fischer-Verlag), 462 S.
- LIEPELT, S., BIALOZYT, R. & ZIEGENHAGEN, B. (2002): Wind-dispersed pollen mediates postglacial gene flow among refugia. – *PNAS* (Riverside, California) **99** (22), 14.590–14.594
- LITT, T. (2004): Eifelmaare als Archive für die Vegetations- und Klimageschichte der letzten 15000 Jahre. – *Ber. RTG* (Hannover) **16**, 87–95
- LITT, T. & STEBICH, M. (1999): Bio- und chronostratigraphie of the Lateglacial in the Eifel region, Germany. – *Quat. Int.* (Amsterdam, Oxford, New York) **61**: 5–16
- MENTING, G. (2002): *Die kurze Geschichte des Waldes*. – 1. Aufl., Gräffelfing (Mantis-Verl.), 172 S.
- MÖSELER, B. (1998): *Die Buchenwälder der nördlichen Eifel und ihre durch historische und aktuelle landwirtschaftliche Nutzung bedingten Ersatzgesellschaften*. – *Nardus* (Wiehl) **3**, 1–143
- MOHR, R. (1990): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Vegetations- und Moorentwicklung im nordwestlichen Niedersachsens, in: Jordan, E., Seele, E. & Windhorst, H.-W. (Hrsg.): *Vechtaer Arbeiten zur Geographie und Regionalwissenschaft* (Vechta) **21** (1), 1–144
- OVERBECK, F. (1975): *Botanisch-Geologische Moorkunde*. 1. Aufl., Neumünster (Wachholtz-Verlag), 719 S.
- PETIT, R. J., AGUINALDE, I., DE BEAULIEU, J.-L., BITTKAU, C., BREWER, S., CHEDDADI, R., ENNOS, R., FINESCHI, S., GRIVET, D., LASCoux, M., MOHANTY, A., MÜLLER-STARCK, G., DEMESURE-MUSCH, D., PALMÉ, A., MARTIN, J. P., RENDELL, S. & VENDRAMIN, G. G. (2003): Glacial refugia: Hotspots but not melting pots of genetic diversity. – *Science* (Stanford) **300**, 1563–1565
- POTT, R. (1982): Das Naturschutzgebiet „Hiddeser Bent-Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. – *Abhandl. Westf. Mus. Naturkde.* (Münster) **44** (3), 1–108
- POTT, R. (1985): *Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen*. *Abhdl. Westf. Mus. Naturkde.* (Münster) **47** (4), 1–75
- POTT, R. (1992): *Nacheiszeitliche Entwicklung des Buchenareals und der mitteleuropäischen Buchenwaldgesellschaften*. – *NZ NRW, Sem. Ber.* (Recklinghausen) **12**, 6–18
- POTT, R. (1993): *Farbatlas Waldlandschaften*. – 1. Aufl. – Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer), 234 S.
- POTT, R. (1995): *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands*. – 2. Aufl., Stuttgart (Ulmer-Verlag), 650 S.
- POTT, R. (1996): *Sincronologia e sinorologia dei boschi di faggio (*Fagetalia sylvaticae*) nell'Europa centrale*. – *Giornale Bot. Ital.* (Bologna) **130** (1), 200–213
- POTT, R. (2000): *Palaeoclimate and vegetation – long term vegetation dynamics in central Europe with particular reference to beech*. – *Phytocoenologia* (Berlin, Stuttgart) **30** (3/4), 285–333
- POTT, R. & SPEIER, M. (1993): *Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Waldentwicklung und Landnutzung im Siegerland und Lahn-Dill-Gebiet*, in: Steuer, H. & Zimmermann, U. (Hrsg.): *Montanarchäologie in Mitteleuropa, Archäologie und Geschichte*. – *Freiburger Forschungen zum 1. Jahrtausend in Südwestdeutschland* **4**, Sigmaringen (Thorbecke-Verlag), 531–550
- RAUSCH, K.-A. (1992): *Vegetationsgeschichte*, in: Müller, M. (Hrsg.): *Feuchtgebiet Lützel*, 1. Aufl. – Siegen, 14–27

- RUIZ-ZAPATA, B., CORREIA, I. A., DAVEAU, S. & LECOMTE, M. (1995): Datos preliminares sobre la evolución de la vegetación en las Sierras del Noroeste de Portugal durante el Holoceno. – Acta de la III. Reunión del Cuaternario Ibérico, 79–104
- SCHÄFER, M. (1996): Pollenanalysen an Mooren des Hohen Vogelsberges (Hessen) – Beiträge zur Vegetationsgeschichte und anthropogenen Nutzung eines Mittelgebirges. – Diss. Bot. (Berlin, Stuttgart) **265**, 1–280
- SCHMIDT, B. & GRUHLE, W. (1988): Klima, Radio-kohlenstoffgehalt und Dendrochronologie. – Naturwiss. Rundschau (Stuttgart) **41** (5), 177–182
- SPEIER, M. (1994): Vegetationskundliche und paläo-ökologische Untersuchungen zur Rekonstruktion prähistorischer und historischer Landnutzungen im südlichen Rothaargebirge. – Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde (Münster) **56** (3/4), 1–174
- SPEIER, M. (1997): Die Entstehung und Entwicklung gehölzdominierter Ökosysteme in Mitteleuropa. Natur- u. Kulturlandschaft (Höxter) **2**, 56–69
- SPEIER, M. (1998): Raum-Zeit-Dynamik in der Vegetations- und Landschaftsentwicklung Mitteleuropas. – Naturschutz und Landschaftsplanung (Stuttgart) **30** (8/9), 237–242
- SPEIER, M. (1999): Das Ebbegebirge-Vegetationskundliche und paläoökologische Untersuchungen zur Vegetations- und Landschaftsgeschichte des Hochsauerlandes. – Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde (Münster) **61** (4), 1–175
- SPEIER, M. (2003): Aktuelle Situation und Schutzwürdigkeit der Flattergras-Buchenwälder im Regierungsbezirk Detmold (NRW). – Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde (Münster) **65** (1/2), 81–100
- SPEIER, M. (2005a): Rothaargebirge: Modelllandschaft zur Erforschung autochtoner Buchenwaldbestände in Nordrhein-Westfalen. – LÖBF-Mitt. (Recklinghausen) **2/2005**, 12–17
- SPEIER, M. (2005b): Biogeowissenschaftliche Untersuchung spätglazialer und frühholozäner Seeablagerungen im Westerwald – erste Ergebnisse. – Ber. RTG (Hannover) **17**, 93–112
- SPEIER, M. (2005c): Biogeowissenschaftliche Studien zur Entstehung und Entwicklung der Moore im Quellgebiet der Eder (Südwestfälisches Bergland. – Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde (Münster) **67** (2), 1–58
- SPEIER, M. (2005d): Palaeoecological succession of European beech forests and current status of conservation. – 1. World Beech Summit-Beech forests: biodiversity and implications of conservation 2.–3. July 2005 Tadami-Cho, Fukushima Prefecture: 5–9, NPO-University of Earth Environment (Kyoto), IUCN-CEM, Kyoto, Japan
- STALLING, H. (1987): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Bayerischen Wald. – Diss. Bot. (Berlin, Stuttgart) **105**, 1–202
- STOBBE, A. (1996): Die holozäne Vegetationsgeschichte der Wetterau-Paläoökologische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung anthropogener Einflüsse. – Diss. Bot. **260** (Berlin, Stuttgart), 1–216
- TRAUTMANN, W. (1957): Natürliche Pflanzengesellschaften und nacheiszeitliche Waldgeschichte des Eggegebirges. – Mitt. Flor.-soz. AG N.F. **6/7**, 276–296
- VENDRAMIN, G. G., DEGEN, B., PETIT, R. J., ANZIDEI, M., MADAGHIELE, A. & ZIEGENHAGEN, B. (1999): High level of variation at *Abies alba* chloroplast microsatellite loci in Europe. – Mol. Ecol. (Oxford) **8**, 117–1126
- WATERBOLK, H. T. (1982): Mobilität von Dorf, Ackerflur und Gräberfeld in Drenthe seit der Latènezeit-Offa (Neumünster) **39**, 97–137
- WIERMANN, R. & SCHULZE, D. (1986): Pollenanalytische Untersuchungen im großen Torfmoor bei Netelstedt (Kr. Minden-Lübbecke). – Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde (Münster) **48** (2/3), 481–495

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. MARTIN SPEIER, Institut für Geobotanik der Universität Hannover, Nienburgerstraße 17, D-30167 Hannover,  
E-Mail: martinspeier@aol.com



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [159](#)

Autor(en)/Author(s): Speier Martin

Artikel/Article: [Holozäne Dynamik der Europäischen Rotbuche \(\*Fagus sylvatica\*\) in der regionalen Waldentwicklung des Westfälischen Berglandes 5-21](#)