

scriptum *online*

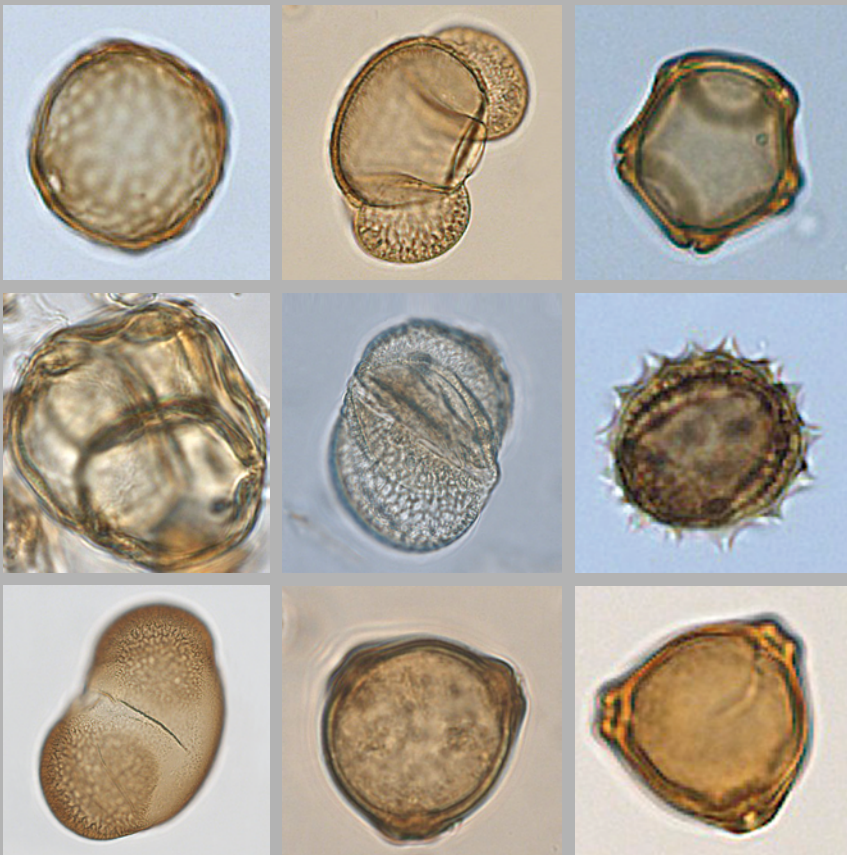
Geowissenschaftliche

Arbeitsergebnisse
aus Nordrhein-Westfalen

6

Ist die Fichte Bestandteil des naturnahen Waldes im südlichen und östlichen Westfalen?

Von Rüdiger Stritzke und Norbert Asche



Ist die Fichte Bestandteil des naturnahen Waldes im südlichen und östlichen Westfalen?

von Rüdiger Stritzke¹, Norbert Asche²

¹ Geologischer Dienst
Nordrhein-Westfalen,
– Landesbetrieb –
De-Greiff-Str. 195, 47803 Krefeld,
E-Mail: ruediger.stritzke@gd.nrw.de

² Wald und Holz NRW,
Regionalforstamt Ruhrgebiet,
Brößweg 40, 45897 Gelsenkirchen

Inhalt

	Kurzfassung/Abstrakt	4
1	Einleitung	4
2	Fragestellung	5
3	Methodik	6
4	Ergebnisse	8
4.1	Die Bohrungen	8
4.2	Die Korrelation – Pollen	12
4.3	Die rekonstruktion des Fichtenanteils in der Vegetation	13
5	Diskussion	15
6	Schlussfolgerung	16
7	Literatur	16

Impressum

Alle Rechte vorbehalten

scriptum^{online}

Geowissenschaftliche Arbeitsergebnisse aus Nordrhein-Westfalen

© 2018 Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –
De-Greiff-Straße 195 · 47803 Krefeld · Postfach 10 07 63 · 47707 Krefeld
Fon 0 21 51 897-0 · poststelle@gd.nrw.de
www.gd.nrw.de

Satz und Gestaltung:

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen

Für den Inhalt des Beitrags sind die Autoren allein verantwortlich.

scriptum^{online} erscheint in unregelmäßigen Abständen.
Kostenloser Download über www.gd.nrw.de

ISSN 2510-1331

Kurzfassung:

Die Fichte wächst auf ca. 252 000 ha Waldfläche in Nordrhein-Westfalen und ist in den montanen Bereichen Nordrhein-Westfalens waldbestimmend. Orkanbedingte Waldschäden, vor allem montaner Fichtenbestände, bewirkten ein Umdenken in den Waldnutzungsplänen. Dabei setzt man vor allem auf stabilere Mischwälder fast ohne Beteiligung der Fichte, weil diese als nicht mehr standortgerecht gilt.

Die vorliegende Arbeit geht daher der Frage nach, ob die Fichte natürlicher Bestandteil der nordrhein-westfälischen Wälder ist oder nicht. Die Antwort kann nur historisch belegt erfolgen. Deshalb wurden acht Pollenprofile im Siegerland sowie im Weserbergland daraufhin untersucht. In allen Profilen fanden sich Fichtenpollen, wenn auch meist in geringen Quoten. Zur Ermittlung der entsprechenden Vegetationsanteile der Fichte wurden an 58 Probenpunkten in den Wäldern des Siegerlandes und des Weserberglandes sowie der Haard die rezenten Korrelationskoeffizienten zwischen Pollen- und Vegetationsanteil der Fichte mittels R-value-Methode berechnet, um den Fichtenanteil der Wälder der letzten Jahrhunderte zu ermitteln. Es zeigt sich, dass die Fichte offenbar seit Jahrhunderten ein fester Bestandteil der montanen Wälder ist.

1 Einleitung

Die Fichte wächst auf ca. 252 000 ha Waldfläche in Nordrhein-Westfalen (Landeswaldinventur 2016). In den montanen Bereichen Nordrhein-Westfalens (hier Siegerland, Sauerland, Ostwestfalen) ist sie waldbestimmend (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW). Als „Brotbaum“ der Forstwirtschaft wurde sie in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts vor allem zur Aufforstung von Heiden und devastierter Wälder eingeführt und erreichte Ende des vorigen Jahrhunderts die größte Flächenausdehnung (POTT & CASPERS 1989: 53). Unter dem Eindruck orkanbedingter Schäden werden inzwischen risikobehaftete Fichtenbestände in stabilere Mischbestände umgebaut. Nach NIESAR et al. (2015) sowie CRAMER et al. (2004) gilt die Fichte auf nahezu allen Waldflächen als nicht mehr standortgerecht. Dem stehen allerdings Erkenntnisse der jüngsten Bundeswaldinventur (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2015) entgegen, wonach die Fichte unter den aktuellen Klimabedingungen durchaus die dominante Klimaxbaumart in vielen Bereichen des Sieger- und Sauerlandes bzw. eine akzessorische Klimaxbaumart in Mischwäldern des Sieger- und Sauerlandes und in weiten Teilen des Ebbegebirges sowie Teilen des Weserberglandes ist (POLLEY et al. 2015) und auch bei veränderten Klimabedingungen bleiben kann (ASCHE & NORRA 2013).

2 Fragestellung

Die Frage, was naturnaher Wald eigentlich ist, kann ebenso wenig einfach beantwortet werden wie die Frage, ob die Fichte in Wäldern von Nordrhein-Westfalen ein natürliches Element ist. Dies lässt sich nur historisch beantworten, indem die natürliche Baumartenzusammensetzung und die Waldentwicklung der letzten Jahrtausende analysiert werden. Dabei muss man sich diverse Probleme vergegenwärtigen:

- Die Waldzusammensetzung der Vergangenheit kann mithilfe von Pollenanalysen beschrieben werden. Andere Teile von Bäumen sind selten in Mooren oder Sedimenten erhalten und ihre Funde (z. B. Mooreichen) statistisch kaum auswertbar. Wie lässt sich folglich die Waldzusammensetzung historischer Wälder aus Pollendaten der Waldbäume rekonstruieren? Zu berücksichtigen ist dabei die Zeitspanne seit dem Ende der letzten Kaltzeit (Weichsel-Kaltzeit; ca. 12 000 J. v. h.) bis heute.
- Der Mensch beeinflusst seit der ausgehenden Weichsel-Kaltzeit die Waldlandschaft mehr oder weniger stark. In welcher Periode war sein Einfluss wenig wirksam, sodass sich weitgehend natürlich zusammengesetzte Wälder postulieren lassen?
- Die Waldzusammensetzung ist dynamisch und hängt in erster Linie von Klimaparametern ab. Inwieweit beeinflussen diese Parameter die Waldzusammensetzung? Lässt sich dieser Einfluss quantifizieren?
- Welche Rolle spielen die vorgenannten Probleme, insbesondere für die Verbreitung der Fichte? So sieht KÜSTER (2008: 58) die Fichte in Mitteleuropa nur im kontinentalen Klimabereich des Pleistozäns natürlich verbreitet, also während der Kältephasen. Postglazial sei sie praktisch verschwunden, da die Konkurrenten, z. B. die Hasel, dies verhinderten. Allenfalls in Gebirgsregionen konnte sie sich behaupten, selten in niedrigen Bereichen (KÜSTER 2008: 60). LANG (1992) hingegen weist pollenanalytisch 3 postglaziale Einwanderungsrouten der Fichte nach Europa nach. Demnach ist sie in Nordeuropa in der borealen und hemiborealen Flachlandzone heimisch, sodann in der herzynisch-carpatischen sowie der alpinen Zone in montanen Regionen. Die Wandergeschwindigkeit errechnet er mit 230 – 250 m/a (LANG 1992: 11). Zum gleichen Ergebnis kommt auch GLIEMEROTH (1997), die zeitlich leicht versetzte Einwanderungen der Fichte aus einem südosteuropäischen sowie einem mittlrussischen Refugialgebiet ab ca. 12 000 J. v. Chr. rekonstruieren konnte, wobei sie regional eine Massenausbreitung erkannte (GLIEMEROTH 1997: 31).
- Seit dem Mesolithikum beeinflusst der Mensch in Mitteleuropa die Vegetation. Schon zur Zeit der Bandkeramik sind lokale Einflüsse nachweisbar. Die Menschen nutzten den Wald durch Holzeinschlag und Viehweide (BUDDE 1953). Eine grundlegende Umwandlung im rechtsrheinischen Raum wird jedoch erst mit der großen mittelalterlichen Rodungsperiode vom 7. bis zum 13. Jhd. gesehen (BUDDE 1953: 37; RUBNER 1953: 43; LITT 1999: 55), denn in der Zeit davor haben die Römer im Gegensatz zum linksrheinischen Areal rechtsrheinisch die Landschaft kulturell nicht tiefgründig verändern können.



3 Methodik

Es wurden 8 Moor-Standorte in montanen Lagen ausgesucht, die ausreichende Torfmächtigkeit aufweisen und einen weiten Blick in die historische Waldentwicklung ermöglichen: Lützel 1, Lützel 2, Oedingen, Rehhecke, Krähenpfuhl in Südwestfalen sowie Speller Dose, Vinnenberger Forst und Stinkebrink im Nordosten der Münsterländer Bucht im Übergang zum Wiehengebirge bzw. im Lipper Bergland (Abb. 1). Einige Bohrungen wurden neu niedergebracht (Lützel, Speller Dose), andere, deren Proben z.T. neu gezählt (500 – 1000 Pollen je Probe) und ausgewertet wurden, stammen aus dem Archiv des Geologischen Dienstes NRW. Üblicherweise werden die Verteilungen der einzelnen Pflanzenpollen- und -sporen-Arten als Histogramme in Form eines Pollendiagrammes dargestellt, wobei sich in den vorliegenden Fällen die prozentualen Werte auf die Summe aller Landpflanzenpollen = 100 % beziehen. Auch Sporen werden auf diese Grundsumme bezogen, sodass in manchen Fällen summarisch mehr als 100 % errechnet werden. Die zeitliche Gliederung folgt der Standard-Zonierung für den nordwestdeutschen Raum gemäß OVERBECK (1950). In einem Fall konnten diese relativen Zonierungen durch absolute C^{14} -Daten gestützt werden.

Die prozentuale Pollenverteilung spiegelt meistens nicht den entsprechenden Anteil eines Gehölzes oder Krautes in der Vegetation wider. Da in der vorliegenden Betrachtung die Gehölze im Fokus stehen, die i. d. R. anemophil bestäubt werden, blieben die Kräuter unberücksichtigt, zumal sie zumeist zoophil bestäubt werden, also ihre Pollenwerte auf jeden Fall stark unterrepräsentiert sind.

Unter den Gehölzpollen gibt es große Unterschiede hinsichtlich ihrer Verteilung. Gymnospermen produzieren bisaccate Pollen, die leicht durch den Wind verfrachtet werden können. Diese Pollen sind an einem Probepunkt folglich überrepräsentiert. Andere Gehölze wie die Buche haben relativ schwere Pollen, die nicht so weit verweht werden. Folglich sind sie unterrepräsentiert.

Es werden demnach Korrelationsfaktoren für die Gehölze benötigt, um aus einem Pollendia-gramm auf die Waldzusammensetzung schließen zu können. Diese Korrelation kann naturge-mäß nur in bestehenden Wäldern vorgenommen werden. Solche Pionierarbeiten führten PRENTICE & PARSONS 1983, PRENTICE 1986, 2003 und PRENTICE & BERGLUND & OLSSON 1987 in skan-dinavischen sowie kanadischen Wäldern durch. Darauf aufbauend entwickelten SUGITA (2007) und SUGITA & HICKS & SORMUNEN (2010) komplexe Algorithmen (LOVE), die die Vegetations-Re-konstruktion ganzer Landschaften ermöglichen. Da dies nicht das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, folgen wir hier den einfacheren Rechenoperationen von PRENTICE & PARSONS 1983, PRENTICE 1986 und PRENTICE & BERGLUND & OLSSON 1987 sowie WEBB et al. (1981). Diese statistischen An-sätze finden ihren praktischen Niederschlag in der sogenannten Model-II-Regressionsanalyse von P. LEGENDRE & L. LEGENDRE (2012) beziehungsweise des erweiterten R-value-models von JACKSON & WONG (1994), die mit dem Programm STATISTIKA durchgeführt wurden.

Wichtig ist zunächst die Erkenntnis, dass sich die Pollen eines Waldareals ausgezeichnet in Moospolstern konservieren (BOYD 1986; RÄSÄNEN & HICKS & ODGAARD 2004; LISITSYNA & HICKS 2014). Die meisten Pollen, die sich in solchen Moospolstern fangen, stammen aus einem Ra-dius von 20 – 30 m (Prentice 2003; JACKSON & WONG 1994). Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass darüber hinaus ein erheblicher Pollenanteil aus größerer Ferne eingeweht sein dürfte und der Anteil eines Pollentypen auch von den Verteilungen anderer Pollenarten beeinflusst wird. Es gibt also keine lineare Abhängigkeit zwischen Pollenniederschlag und Anteil an der Vegetation. FAGERLIND (1952) hat erstmals einen Algorithmus entwickelt, der diesem Umstand (Fagerlind-Effekt) Rechnung trägt. Dieser später von PRENTICE und WEBB verbesserte Algorithmus wird als erweiterte R-value-Methode beschrieben. Er liegt den hier vorgestellten Ergebnissen zugrunde.

Im Sieger- und Sauerland, Lipper Begland sowie der Haard wurden insgesamt 58 Moos-polster beprobt (Abb. 1). Anschließend ist die Baumvegetation im Umkreis von 30 m ver-messen worden. Hierbei wurde der Baumstammumfang in Bruthöhe gemessen und daraus die Fläche des Baumes ermittelt. Die Aufsummierung aller Baumflächen in der erwähnten Flä-che galt als Referenzfläche (= 100 %), auf die der Flächenanteil der jeweiligen Baumart bezo-gen werden konnte. Die Daten aus STRITZKE (1995) flossen dabei in die Bearbeitungen ein.

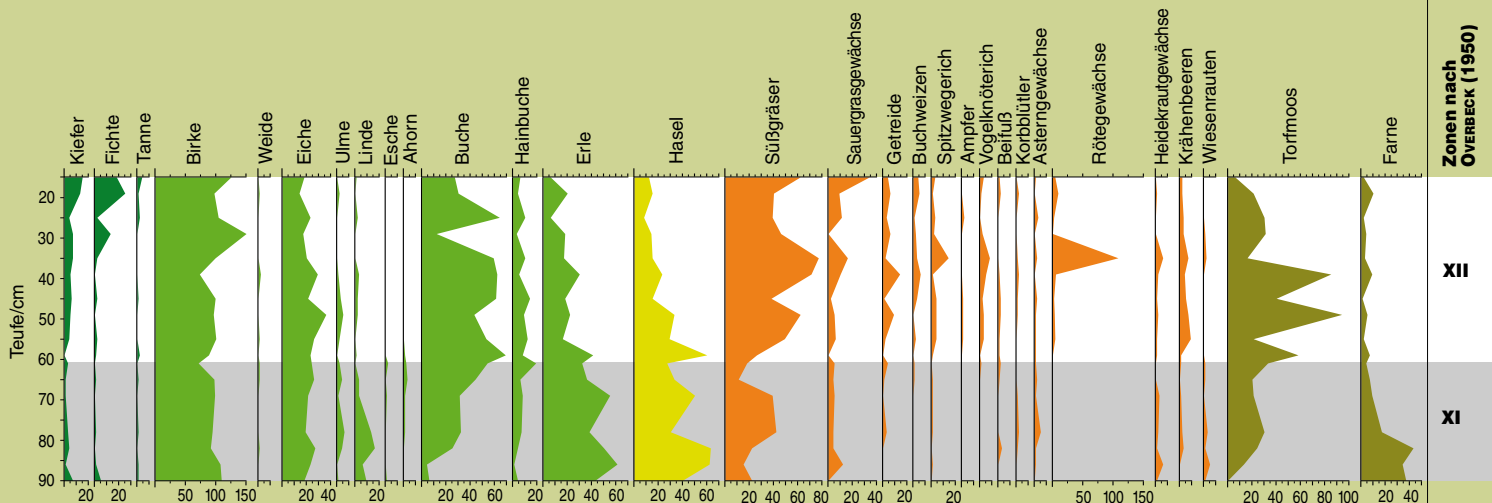


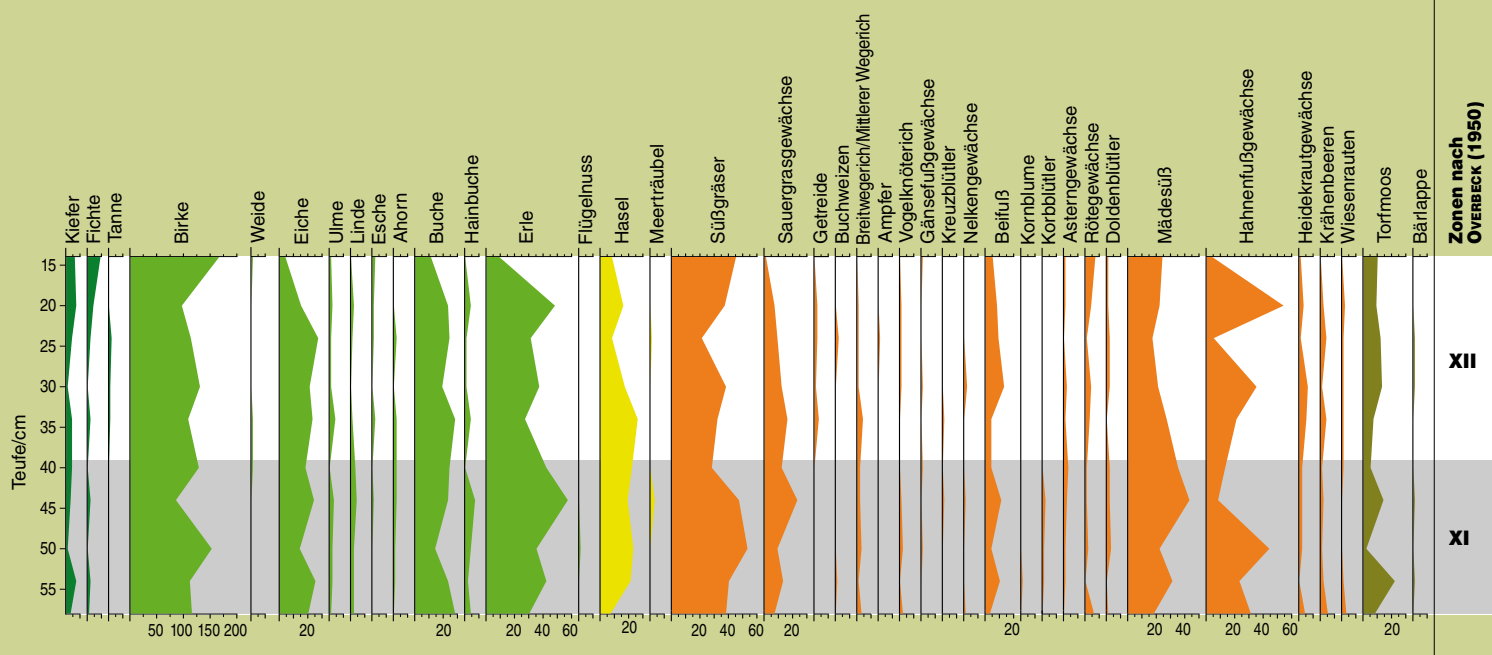
Abb. 2: Pollendiagramm der Bohrung Lützel 1

4 Ergebnisse

4.1 Die Bohrungen

Die Pollendiagramme der nachfolgend skizzierten Profile sind in den Abbildungen 2 – 9 dargestellt. Aus dem Siegerland stammen die Profile Lützel 1 + 2, Oedingen, Krähenpfuhl und Rehhecke. Die Pollenabfolge in den Profilen Lützel (Abb. 2 u. 3) entspricht den Standardverteilungen nach OVERBECK (1950). Buche und Birke beherrschen die Vegetation. Die Fichte-

Abb. 3: Pollendiagramm der Bohrung Lützel 2



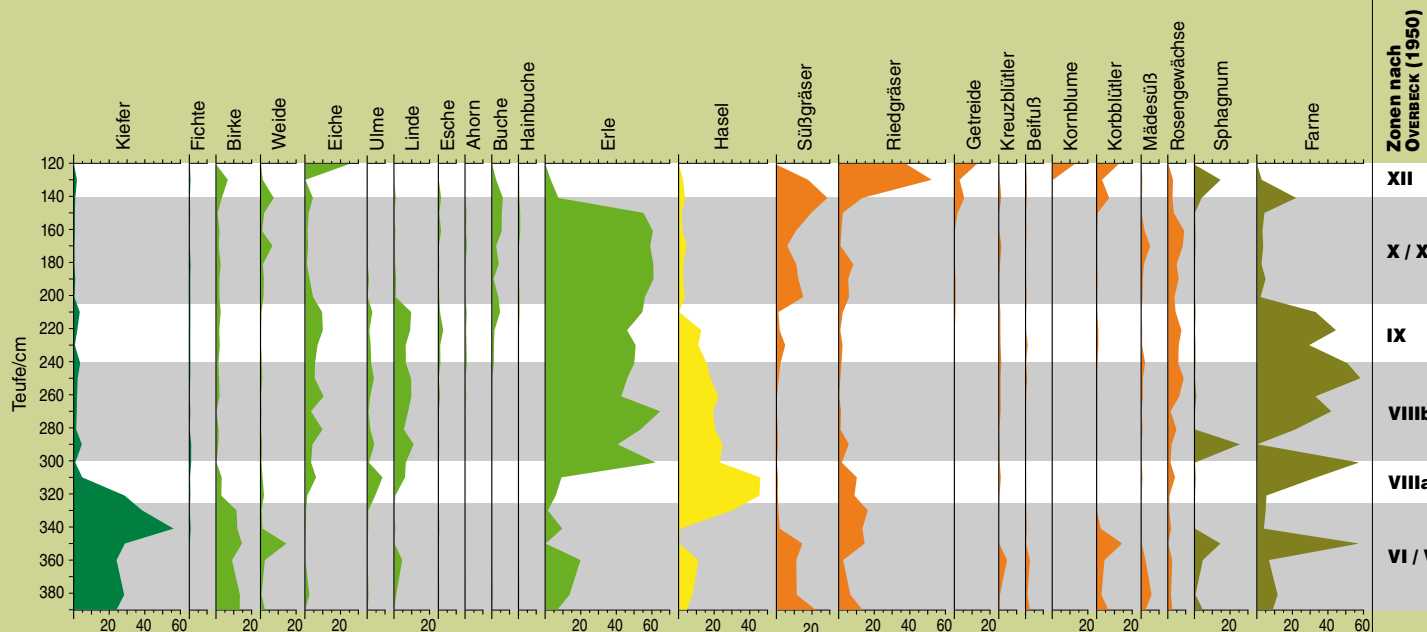
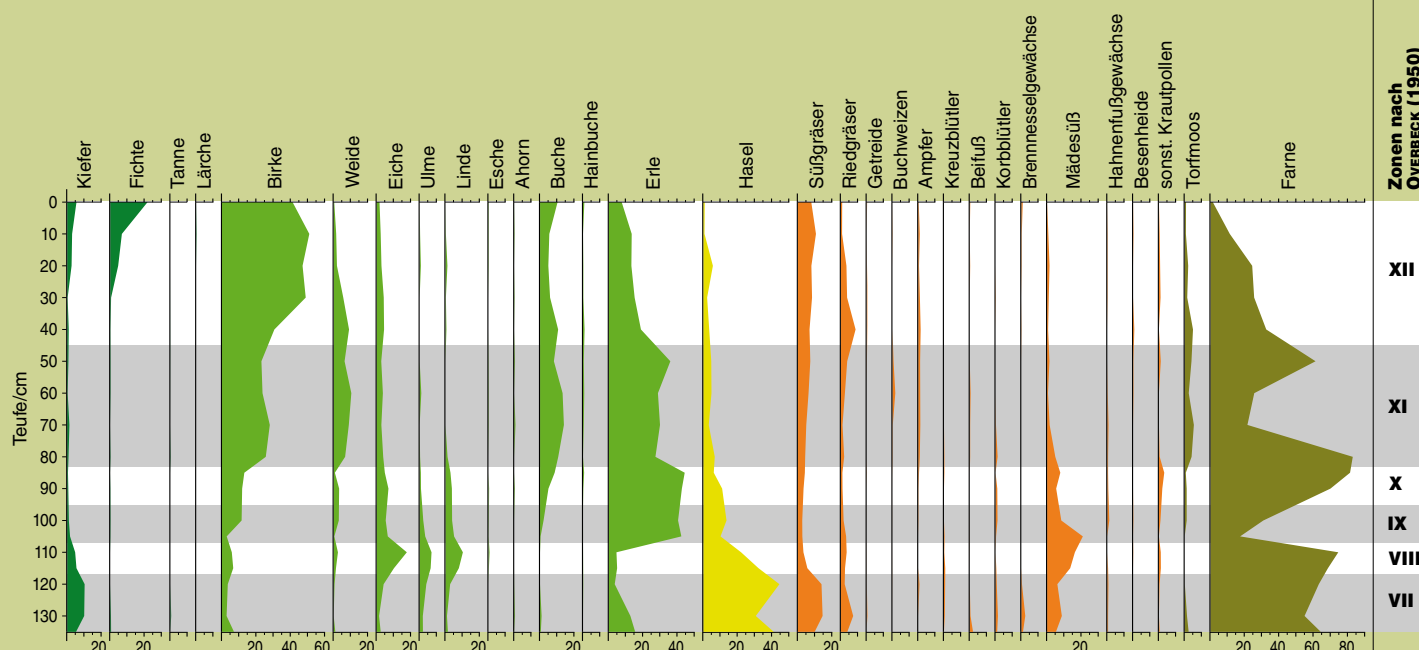


Abb. 4: Pollendiagramm der Bohrung Oedingen

tenkurve ist auf niedrigem Niveau geschlossen. Im Profil Oedingen (Abb. 4) sind die Zonen VI – XII nach OVERBECK (1950) nachzuweisen. Die Vegetationsabfolge entspricht nur annähernd der Standardverteilung, da ausgeprägte Erlenvorkommen das Pollenbild überlagern. Auch hier ist die Fichte durchweg auf niedrigem Niveau nachzuweisen. Im Profil Rehhecke (Abb. 5) sind die Zonen VII – XII erhalten. Auch hier ist das Vegetationsbild durch die Erle überprägt. Die Fichte ist in allen Zonen nachweisbar, allerdings nur punktuell und in geringen Quoten.

Abb. 5: Pollendiagramm der Bohrung Rehhecke



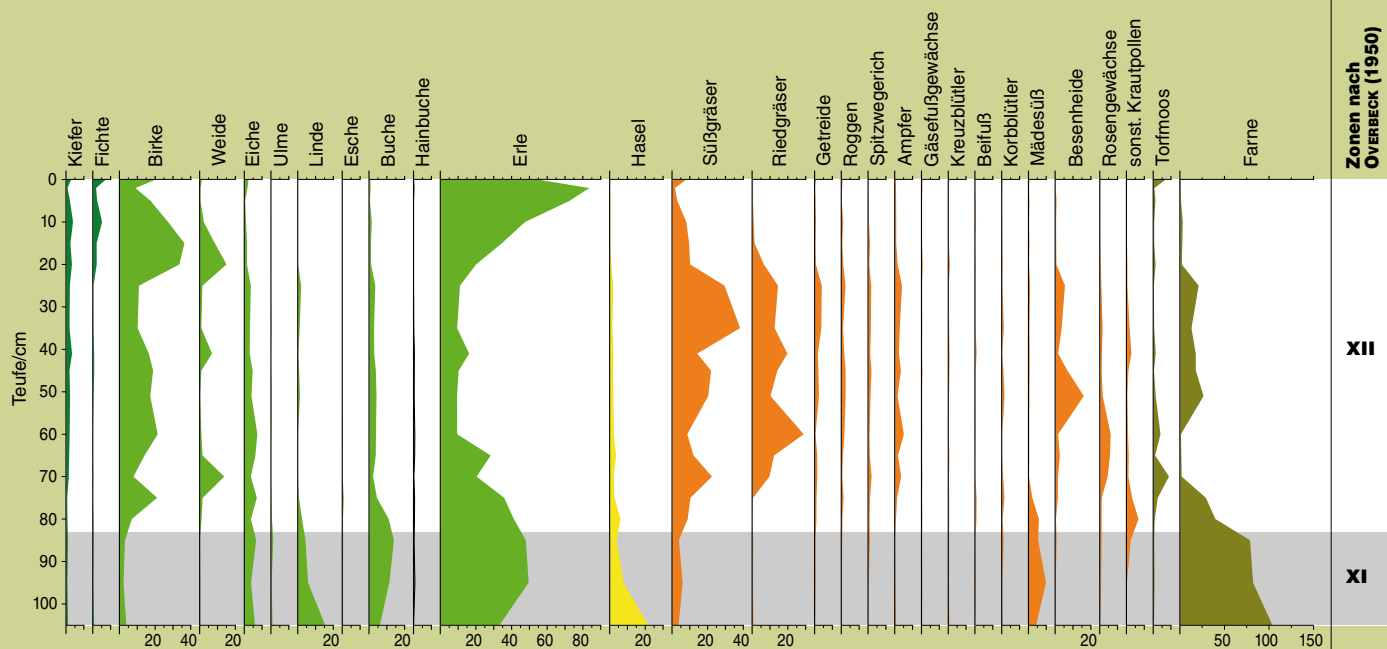
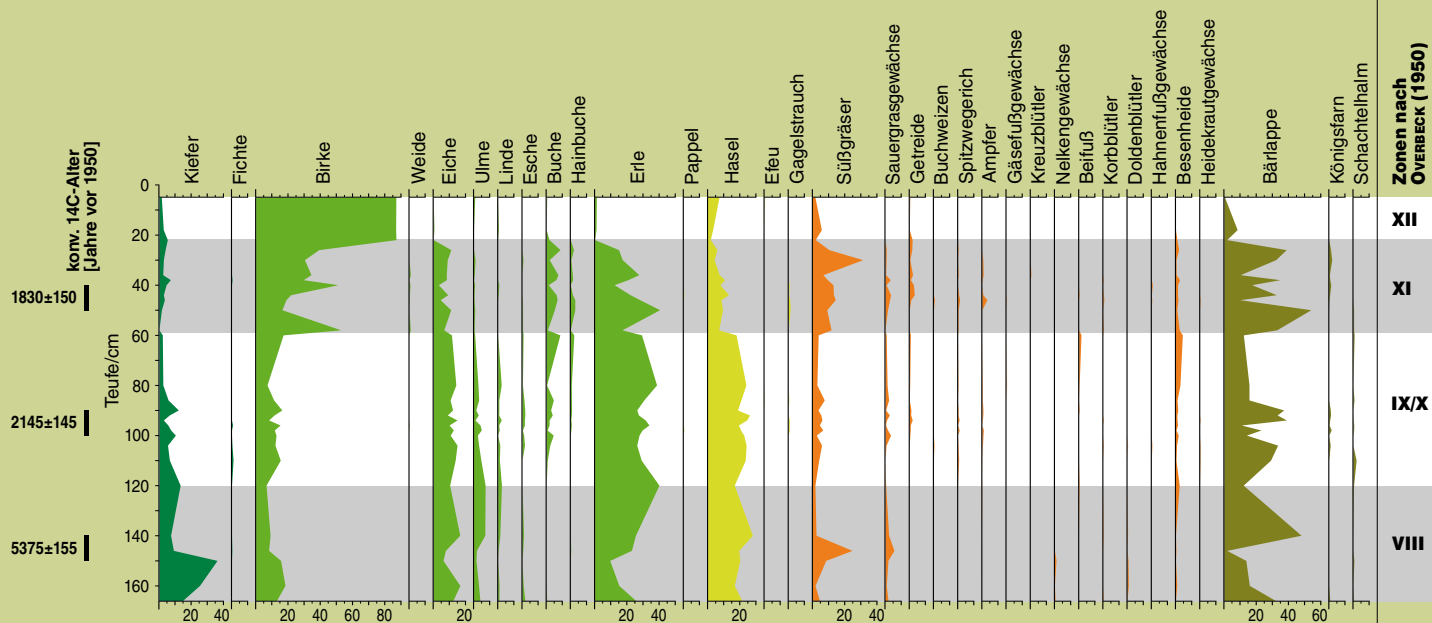


Abb. 6: Pollendiagramm der Bohrung Krähenpfuhl

Im Profil Krähenpfuhl (Abb. 6) sind die Zonen XI und XII dokumentiert. Die Fichte ist hier in der Zone XI sowie im basalen Teil der Zone XII nur punktuell nachzuweisen; ihre Kurve ist jedoch im oberen Teil der Zone XII auf niedrigem Niveau geschlossen.

Die Profile Speller Dose und Vinnenberger Forst sind am Wiehengebirgsrand gelegen. Im Profil Speller Dose (Abb. 7) sind die Zonen VIII – XII erhalten. Diese Einstufung wird durch radiometrische Daten gestützt. Auch hier ist die Buche unterrepräsentiert; stattdessen sind Birke und Erle dominant. Die Fichte ist nur punktuell nachweisbar, dabei im liegenden Profilschnitt deutlicher als im hangenden.

Abb. 7: Pollendiagramm der Bohrung Speller Dose



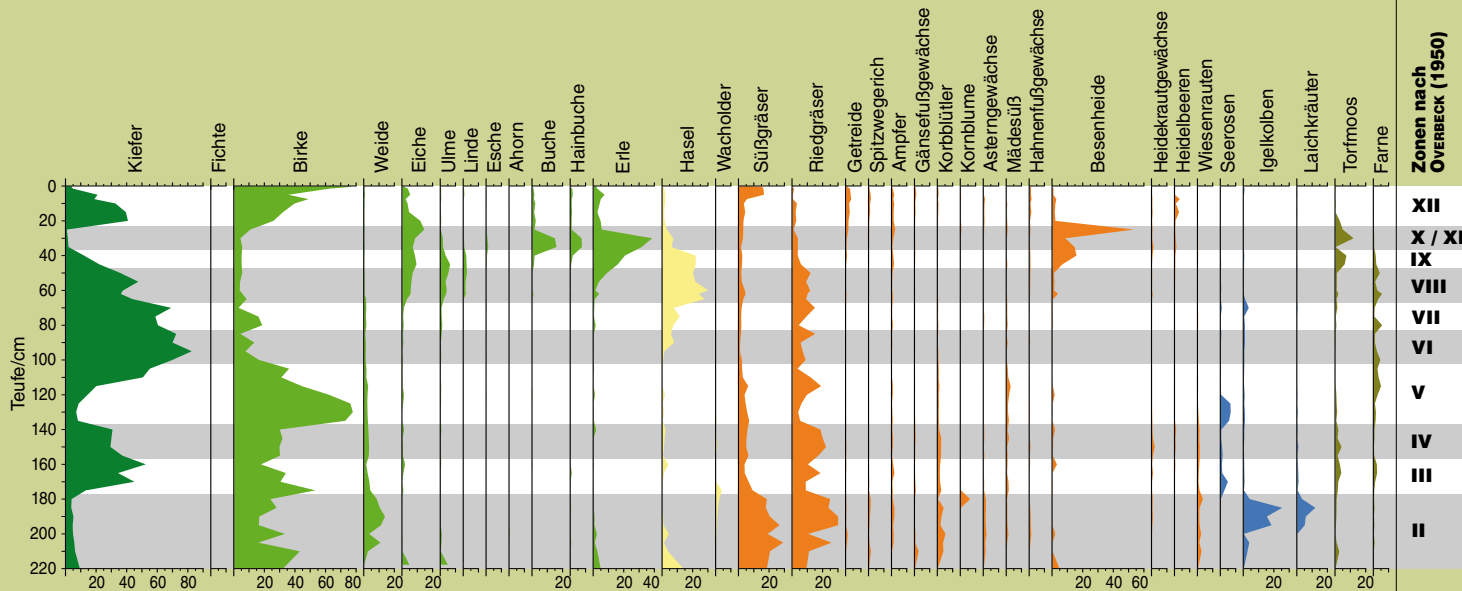


Abb. 8: Pollendiagramm der Bohrung Vinnenberger Forst

Das Bohrprofil aus dem Vinnenberger Forst bei Ostbevern (Abb. 8) überliefert eine fast durchgehende Abfolge von der ausgehenden Weichsel-Kaltzeit bis zur Jetztzeit (Zonen II – XII). Die Fichte ist allerdings im gesamten Profil nur punktuell mit geringen Quoten der Pollenverteilung nachgewiesen.

Das Profil Stinkebrink (Abb. 9) entstammt einem Moor bei Detmold (Kreis Lippe). Die Abfolge umfasst die Zonen VIII, IX und X. Die einförmige Pollenverteilung wird von Pollen der Hasel und des Eichenmischwaldes geprägt. Die Buche ist recht unbedeutend. Die Fichte ist fast durchgehend auf niedrigem Niveau nachweisbar.

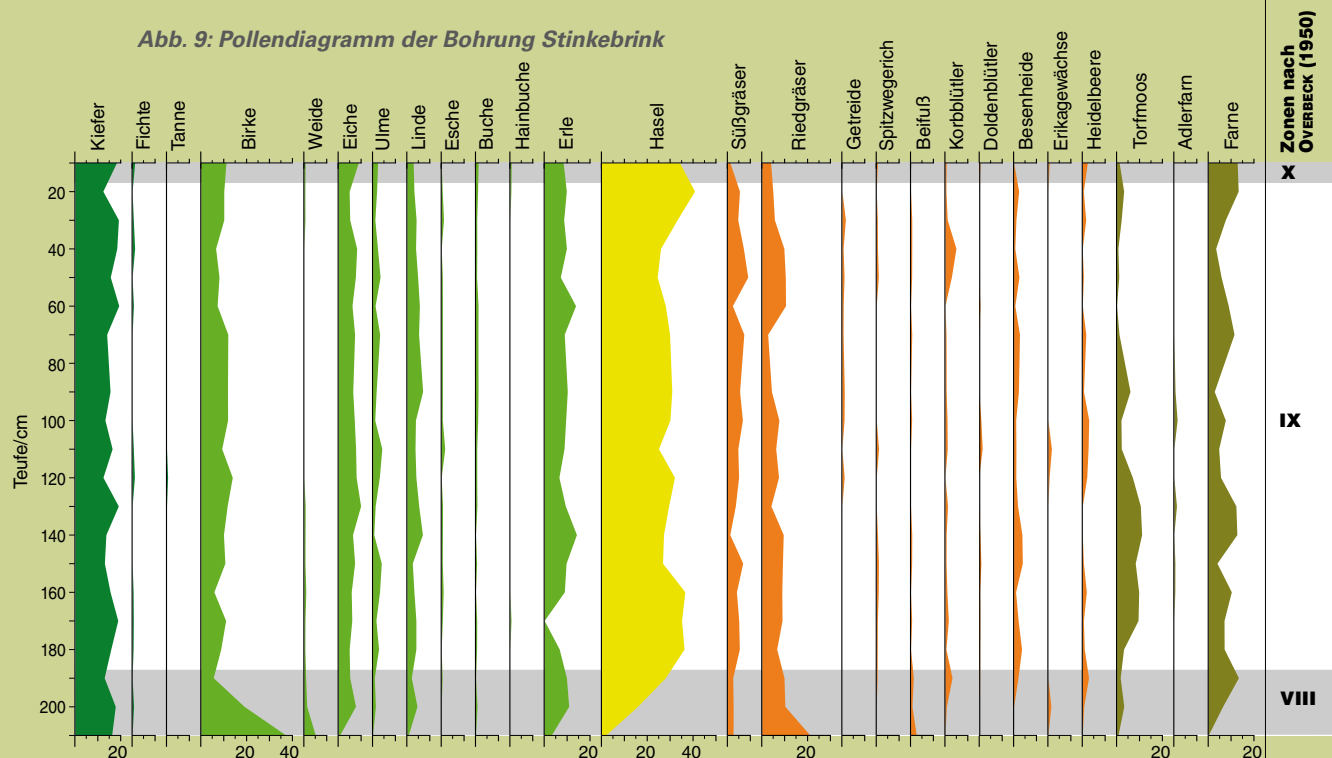


Abb. 9: Pollendiagramm der Bohrung Stinkebrink

Baumgattung	Westfalen-Lippe	Michigan	Dänemark	Schweden
	diese Arbeit	WEBB et al. (1981)	ANDERSEN (1970)	BJÖRSE et al. (1996)
Fichte	0,65	0,57	1,6	0,22
Kiefer	0,57	3,67	3,6	1,13
Lärche	0,30	–	–	–
Birke	0,63	3,29	4,2	3,27
Buche	0,74	0,44	1,0	0,79
Hainbuche	0,81	–	2,4	0,94
Eiche	0,64	1,19	3,3	1,28
Linde	0,68	–	–	0,25
Ulme	0,76	0,78	–	0,78
Ahorn	0,86	0,16	–	–
Erle	0,84	–	1,9	1,59
Esche	0,33	0,33	0,5	0,33

Tab. 1: Pollen-Vegetations-Korrelationswerte einiger Baumgattungen in Westfalen-Lippe im Vergleich zu anderen Regionen

4.2 Die Korrelation Pollen – Vegetation

Nach den zuvor genannten Regressionsmodellen wurden die Regressionsgeraden sowie die Korrelationskoeffizienten für diejenigen Gehölze durchgeführt, die sich in den untersuchten Waldarealen sowohl in den Pollenbefunden als auch in der Vegetation niederschlugen. Neben der Fichte sind dies Kiefer und Lärche, ferner Birke, Buche, Hainbuche, Eiche, Linde, Ulme, Ahorn, Erle und Esche. Die Korrelationskoeffizienten sind anschließend in Tabelle 1 im Vergleich zu ähnlichen Untersuchungen von WEBB et al. (1981) sowie ANDERSEN (1970) und BJÖRSE & BRADSHAW & MICHELSON (1996) dargestellt. Dabei ergeben sich bisweilen gute Übereinstimmungen; manchmal differieren die Werte erheblich.

Es dokumentiert sich hierin neben der manchmal zu geringen Datendichte vor allem der Umstand, dass sich die vielfältigen Pollenquellen (Lokalniederschlag, regionaler Niederschlag, Fernflug, Eintrag durch Regen, Gewässer etc.) mathematisch nicht leicht fassen lassen.

Die vorliegende Arbeit ist auf die Fichte fokussiert. Für die Rekonstruktion der Fichtenanteile in den Wäldern der Vergangenheit stimmt der errechnete Wert von 0,65 gut mit dem von WEBB et al. ermittelten überein. Die Ergebnisse von ANDERSEN sowie von BJÖRSE & BRADSHAW & MICHELSON weichen hingegen stark davon ab. Da die Datenbasis von WEBB et al. deutlich umfangreicher ist, kann der von uns errechnete Korrelationskoeffizient als brauchbare Basis für die Berechnung des Vegetationsanteils der Fichte in den historischen Wäldern Westfalens und Lippes genutzt werden.

4.3 Die Rekonstruktion des Fichtenanteils in der Vegetation

In den unter Kapitel 4.1 genannten Profilen wurden die prozentualen Anteile der Fichtenpollen mittels unter Kapitel 4.2 ermitteltem Korrelationskoeffizienten berechnet, um die Vegetationsanteile der Fichte in den ostwestfälisch-lippischen Wäldern zu rekonstruieren. Dabei blieben in allen Profilen die Anteile in der OVERBECK-Zone XII unberücksichtigt, denn diese umfasst die Zeit vom hohen Mittelalter bis heute, in der die Wälder anthropogen stark beeinflusst wurden. In den folgenden Tabellen sind die mithilfe des in Kapitel 4.2 ermittelten Korrelationskoeffizienten mutmaßlichen prozentualen Anteile der Fichte in den unter Kapitel 4.1 genannten Bohrungen aufgelistet.

Tab. 2: Anteile der Fichte an der Gesamtvegetation, abgeleitet aus ihrem Pollen-Vegetations-Korrelationswert

Lützel 1			Lützel 2		
Teufe/cm	% Pollen	% Vegetation	Teufe/cm	% Pollen	% Vegetation
61	0,00	0,00	34	0,34	0,22
65	0,35	0,23	40	0,00	0,00
69	0,00	0,00	44	0,33	0,21
78	0,32	0,21	50	0,00	0,00
82	0,00	0,00	54	0,33	0,22
86	0,32	0,21	58	0,18	0,12
90	1,85	1,20			

Oedingen					
			Fortsetzung		
141	0,00	0,00	270	0,26	0,17
150	0,22	0,14	281	0,00	0,00
161	0,00	0,00	290	0,83	0,54
170	0,00	0,00	301	0,73	0,48
181	0,42	0,28	310	0,12	0,08
190	0,23	0,15	321	0,33	0,22
201	0,23	0,15	330	0,00	0,00
210	0,29	0,19	341	0,53	0,35
221	0,30	0,20	350	0,00	0,00
230	0,23	0,15	360	0,00	0,00
241	0,22	0,14	381	0,00	0,00
250	0,34	0,22	390	0,00	0,00
261	0,00	0,00			

Rehecke

Teufe/cm	% Pollen	% Vegetation	Fortsetzung		
			Teufe/cm	% Pollen	% Vegetation
40	0,18	0,12	100	0,23	0,15
50	0,22	0,14	105	0,16	0,10
60	0,24	0,15	110	0,00	0,00
70	0,00	0,00	115	0,00	0,00
80	0,24	0,15	120	0,00	0,00
85	0,00	0,00	130	0,45	0,29
90	0,19	0,13	135	0,47	0,30

Krähenpfuhl

80	0,19	0,12	95	0,15	0,10
85	0,26	0,17	105	0,40	0,26

Speller Dose

22	0,00	0,00	92	0,00	0,00
26	0,00	0,00	94	0,00	0,00
30	0,00	0,00	96	0,49	0,32
36	0,00	0,00	98	0,00	0,00
38	0,28	0,18	100	0,00	0,00
40	0,00	0,00	104	0,25	0,16
44	0,00	0,00	110	0,81	0,53
46	0,00	0,00	120	0,00	0,00
50	0,00	0,00	140	0,00	0,00
58	0,00	0,00	146	0,24	0,16
60	0,00	0,00	150	0,00	0,00
80	0,00	0,00	160	0,00	0,00
86	0,00	0,00	166	0,00	0,00
90	0,00	0,00			

Vinnenberger Forst

25	0,00	0,00	120	0,00	0,00
30	0,11	0,07	125	0,00	0,00
35	0,08	0,05	130	0,00	0,00
40	0,08	0,05	135	0,00	0,00
45	0,00	0,00	140	0,00	0,00
50	0,00	0,00	145	0,00	0,00
55	0,00	0,00	150	0,00	0,00
60	0,00	0,00	155	0,00	0,00
62	0,00	0,00	160	0,00	0,00
65	0,00	0,00	165	0,00	0,00
70	0,00	0,00	170	0,00	0,00
75	0,00	0,00	175	0,00	0,00
80	0,00	0,00	180	0,00	0,00
85	0,00	0,00	185	0,00	0,00
90	0,00	0,00	190	0,00	0,00
95	0,00	0,00	195	0,00	0,00
100	0,00	0,00	200	0,00	0,00
105	0,00	0,00	205	0,00	0,00
110	0,00	0,00	210	0,00	0,00
115	0,00	0,00	220	0,00	0,00

			<i>Fortsetzung</i>		
Teufe/cm	% Pollen	% Vegetation	Teufe/cm	% Pollen	% Vegetation
10	1,10	0,71	120	0,98	0,64
20	0,00	0,00	130	0,00	0,00
30	0,50	0,33	140	0,00	0,00
40	1,08	0,70	150	0,00	0,00
50	0,00	0,00	160	0,44	0,29
60	0,55	0,36	170	0,49	0,32
70	0,00	0,00	180	0,43	0,28
90	0,00	0,00	190	0,00	0,00
100	0,00	0,00	200	0,63	0,41
110	0,51	0,33	210	0,00	0,00

Die Anteile der Fichte an der montanen Vegetation im Sieger- und Sauerland sowie in Ostwestfalen waren demnach äußerst gering oder fehlend. Fast alle errechneten Werte liegen unter 1 %. Lediglich im Profil Lützel 1 errechnet sich ein Anteil von 1,20 % in 90 cm Tiefe, wahrscheinlich zur Völkerwanderungszeit.

5 Diskussion

Die niedrigen Werte der Fichte lassen vermuten, dass sie in der Umgebung der untersuchten Profil-Standorte nicht bzw. nur vereinzelt stockte. Die Pollen werden hier deshalb als Fernflugpollen interpretiert. Dabei ist die von ihnen zurückgelegte Distanz unbekannt. Es ist aber nicht auszuschließen, dass natürliche Fichtenstandorte im montanen Bereich des Siegerlandes oder des Weserberglandes existierten. LANG (1992) und GLIEMEROTH (1997) rekonstruierten, wie zuvor erwähnt, postglaziale Wanderungen der Fichte auch in den mitteleuropäischen Mittelgebirgsraum hinein. Dies deckt sich auch mit den Untersuchungen zum rezenten Verbreitungsraum der Fichte (SCHÜTT & SCHUCK & STIMM 2011: 339 ff.; TINNER et al. 2018: 63 ff.). Die ermittelten Pollenwerte der Fichten implizieren ebenfalls eine nicht allzu weite Herkunft, wies doch PUC (2014: 13) nach, dass die mittlere Transportweite von Fichtenpollen etwa 22 km beträgt.

Zu bedenken ist ferner, dass die untersuchten 8 Pollenprofile zwar von ihrer Anzahl her als repräsentativ gelten können, nicht jedoch von ihrer Verteilung her. Es handelt sich demnach um willkürliche Stichproben, sodass die Signifikanz eingeschränkt ist.

Zu berücksichtigen ist schließlich die Methodik der Ermittlung der Korrelationskoeffizienten. Die R-value-Methode ist mathematisch gesehen das probateste Mittel zu seiner Berechnung, doch weist sie offensichtlich statistische Mängel auf, was sich in unterschiedlichen Ergebnissen niederschlägt (vgl. Tab. 1).

6 Schlussfolgerung

Die Ermittlung von Korrelationskoeffizienten zur Berechnung vergangener Vegetationsbilder aufgrund des Pollenniederschlags stößt an methodische Grenzen. Einflüsse der fossilen und rezenten Standorte auf die Pollenverteilung lassen sich statistisch ebenso wenig fassen wie klimatische Einflüsse auf die reale Waldzusammensetzung. Um statistisch belastbarere Ergebnisse zur Rekonstruktion vergangener Vegetationsverhältnisse zu erzielen, muss vor allem die R-value-Methode verbessert werden. Auch die Stichprobenverteilung sollte ausgewogener sein, indem die Flächenstichproben systematischer – etwa mittels intervallkonstanteren Punktrasters – erfolgen.

7 Literatur

- ANDERSEN, S. T. (1970): The relative pollen productivity and pollen representation of North European trees, and correction factors for tree pollen spectra: Determined by surface pollen analyses from forests. – Danmarks geologiske undersøgelse, Række 2; **96**: 1 – 99; København.
- ASCHE, N.; NORRA, U. (2013): Auswertung zu fehlbestockten und umbauotwendigen Fichten-(Nadelholz)-Flächen im Sauerland unter Berücksichtigung eines erwarteten Klimawandels: Wald und Holz NRW; 2013. – https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/standort/wuh_fichtenflaechen/index_DE. – aufgerufen am: 06.04.2018.
- BJÖRSE, G.; BRADSHAW, R. W.; MICHELSON, D. (1996): Calibration of regional pollen data to construct maps of former forest types in southern Sweden. – J. Paleolimnol., **16** (1): 67 – 78; Amsterdam.
- BOYD, W. E. (1986): The role of mosses in modern pollen analysis: The influence of moss morphology on pollen entrapment. – Pollen et Spores, **28**: 243 – 256; Paris.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2015): Bundeswaldinventur (www.bundeswaldinventur.de).
- BUDDE, H. (1953): Überblick über die Waldgeschichte des Südwestfälischen Berglandes. – Veröff. naturwiss. Verein. Hagen, **1**: 28 – 38; Hagen.
- CRAMER, F. U.; LEDER, B.; LEMKE, P.; RICHTER, J.; SCHMITT, H. P.; SPELSBERG, G.; GOLTZ, H. VON DER; WAGNER, H. C.; WIESCHMANN, H. (2004) Empfehlungen für eine naturnahe Bewirtschaftung von Fichtenbeständen in Nordrhein-Westfalen. Umbau von gleichartigen Fichtenwäldern in naturnahe Mischwälder. – 36 S.; Düsseldorf (Landesanst. Ökol., Bodenordn. u. Forsten NRW).
- FAGERLIND, F. (1952): The real significance of pollen diagrams. – Botaniska Notiser, **105**: 185 – 224; Lund.
- GLIEMEROTH, A. K. (1997): Holozäne Einwanderungsgeschichte der Baumgattungen *Picea* und *Quercus* unter paläoökologischen Aspekten nach Europa. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **47**: 28 – 41; Öhringen/Württ.
- JACKSON, S. T.; WONG, A. (1994): Using Forest Patchiness to Determine Pollen Source Areas of Closed-Canopy Pollen Assemblages. – J. Ecol., **82** (1): 89 – 99; Oxford.
- KÜSTER, H. (2008): Geschichte des Waldes: Von der Urzeit bis zur Gegenwart, 2. Aufl. – München (Beck).

- Landeswaldinventur 2016: <https://www.land.nrw.de/pressemitteilung/minister-remmel-wir-wollen-den-waldanteil-nordrhein-westfalen-weiter-erhoehen> – <http://www.uvo.nrw.de/uvo.htm>. – aufgerufen am: 16.08.2017.
- LANG, G. (1992): Some aspects of european late- and post-glacial flora history. – *Acta bot. Fennica*, **144**: 1 – 17; Helsinki.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. (2012): Numerical ecology, 3. Aufl. – *Developments in environmental modelling*, **24**; Amsterdam.
- LISITSYNA, O. V.; HICKS, S. (2014): Estimation of pollen deposition time-span in moss polsters with the aid of annual pollen accumulation values from pollen traps. – *Grana*, **53** (3): 232 – 248; Stockholm.
- LITT, T. (1999): Waldland Mitteleuropa – die Megaherbivoretheorie aus paläobotanischer Sicht. – In: *Großtiere als Landschaftsgestalter – Wunsch oder Wirklichkeit? – Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*, **27**: 49 – 64; Freising.
- NIESAR, C. M.; FALKENRIED, L.; GEISTHOFF, N.; GEHRMANN, J.; ZIEGLER, Ch. (Fachtexte) (2015): Waldzustandsbericht 2015 : Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in NRW. – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- OVERBECK, F. (1950): Moore. – In: *Das Känozoikum in Niedersachsen. – Geologie u. Lagerstätten Niedersachsens*, **Bd. 3**: Bremen.
- POLLEY, H.; KROIHER F.; RIEDEL T.; SEINTSCH, B.; SCHMIDT, U. (2015): Buche und Fichte – beliebt und begehrt. – *Thünen à la carte*, **3**: 6 S.; Braunschweig.
- POTT, R.; CASPERS, G. (1989): Waldentwicklung im südwestfälischen Bergland. – In: BECKER, G.; MAYR, A.; TEMLITZ K. [Hrsg.] *Sauerland – Siegerland – Wittgensteiner Land: Jahrestagung der Geographischen Kommission in Olpe 1989. – Spieker*, **33**: 45 – 56; Münster/Westf. (Selbstverl. Geographische Kommission) – [Jahrestagung geogr. Komm. <Olpe, 1989>].
- PRENTICE, I. C. (1986): Vegetation responses to past climatic variation. – *Vegetatio*, **67**: 131 – 141; Dordrecht.
- PRENTICE, I. C. (2003): Forest-composition calibration of pollen data. – In: BERGLUND, B. E.; RALSKA-JASIEWICZOWA, M. [Hrsg.] *Handbook of the holocene palaeoecology and palaeohydrology*: 799 – 816; Caldwell, N. J. (Blackburn Press).
- PRENTICE, I. C.; BERGLUND, B. E.; OLSSON, T. (1987): Quantitative forest-composition sensing characteristics of pollen samples from Swedish lakes. – *Boreas*, **16**: 43 – 54; Oslo.
- PRENTICE, I. C.; PARSONS, R. W. (1983): Maximum likelihood linear calibration of pollen spectra in terms of forest composition. – *Biometrics*, **39** (4): 1051 – 1057; Stuttgart.
- PUC, M. (2014): Why does the plant pollen hover in the air so long? – *Alergoprofil*, **10** (3): 12 – 15. – [in polnisch].
- RÄSÄNEN, S.; HICKS, S.; ODGAARD, B. V. (2004): Pollen deposition in mosses and in a modified 'Tauber trap' from Hailuoto, Finland: what exactly do the mosses record? – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **129** (1 – 2): 103 – 16; Amsterdam.
- RUBNER, K. (1953): *Das natürliche Waldbild Europas als Grundlage für einen europäischen Waldbau*: 288 S.; Hamburg/Berlin (Paul Parey).
- SCHÜTT, P.; SCHUCK, H. J.; STIMM, B. (2014): *Lexikon der Baum- und Straucharten – Das Standardwerk der Forstbotanik. Morphologie, Pathologie, Ökologie und Systematik wichtiger Baum- und Straucharten*, 3. Aufl. – Hamburg (Nikol Verl.-Ges.).
- STRITZKE, R. (1995): Baumpollenflug und Vegetation in Lippe. – *Lippische Mitt. Gesch. Landeskd.*, **64**: 281 – 301; Detmold.
- SUGITA, S. (2007): Theory of quantitative reconstruction of vegetation I: pollen from large sites REVEALS regional vegetation composition. – *Holocene*, **17** (2): 229 – 241; Sevenoaks.
- SUGITA, S.; HICKS, S.; SORMUNEN, H. (2010): Absolute pollen productivity and pollen-vegetation relationships in northern Finland. – *J. Quaternary Sci.*, **25** (5): 724 – 736; Chichester.
- Tinner W.; Knaap W. O. van der; Conedera M.; Ammann B. (2018): Invasionen und Zusammenbrüche von Baumarten nach der Eiszeit. – *Schweiz. Z. Forstwes.*, 2018; 2: 60 – 68; Zürich u. a.
- Webb, T.; Howe, S. E.; Bradshaw, R.; Heide, K. M. (1981): Estimating plant abundances from pollen percentages: The use of regression analysis. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **34** (3 – 4): 269 – 300; Amsterdam.