
Walter Dörfler

**Einige Aspekte zur Anwendung der Pollenanalyse
in der Ur- und Frühgeschichtsforschung**

Die heutige Landschaft ist das Produkt lange wählender Prozesse der Landschaftsveränderung. Neben der natürlichen Genese wirkte sich mit der Zunahme der menschlichen Nutzung auch eine anthropogene Landschaftsumgestaltung aus. Beide Prozesse unterscheiden sich deutlich in ihrer Dauer und Geschwindigkeit.

Die Ablagerungen und Überformungen der Eiszeiten bilden im norddeutschen Flachland die geologischen Voraussetzungen (vgl. Woldstedt u. Duphorn 1974). Aus den unterschiedlichen Ausgangssubstraten entstanden, je nach Grundwasserstand, die für Norddeutschland typischen Böden (vgl. Mückenhausen 1962). Bei diesen Bodenbildungsprozessen spielte das Klima und die Vegetationsbedeckung eine große Rolle. Man muß dabei vor Augen haben, daß die wärmeliebenden Pflanzen, die die heutige Vegetation bilden, erst nach und nach eingewandert sind. Einen Überblick über diese Sukzession bieten die Arbeiten von Firbas (1949; 1952) und Overbeck (1975).

Bis der Mensch mit Rodungen und durch intensive Waldnutzung in das System eingegriffen hat, haben diese Prozesse eine relativ langsame, kontinuierliche Veränderung der Landschaft bewirkt: Hohlformen und Niederungen sind im Laufe des Holozän mit Sedimenten und Torf verfüllt worden, Hochmoore haben sich flächenhaft ausgebreitet, Erosion hat bei geschlossener Pflanzendecke kaum stattgefunden. Vor der Einführung von Ackerbau und Viehhaltung unterschied sich die Vegetationszusammensetzung, die von der Konkurrenzkraft der einzelnen Art am natürlichen Standort abhängt, grundlegend von der rezenten. Heute als Siedlungszeiger angesprochene Arten kamen nur an natürlich instabilen Standorten wie der Meeresküste oder an Flußufern vor. Andere Arten, wie die Kulturpflanzen, wurden erst mit dem Menschen eingeführt oder sind, wie die Hainbuche, erst spät eingewandert.

Die menschliche Nutzung der Landschaft hat relativ schnelle Veränderungen bewirkt. Dies geschah zum einen bewußt, beispielsweise durch Rodungen oder durch Urbarmachung von Niederungen, zum anderen unbewußt durch kontinuierliche selektive Nutzung. Ein Beispiel dafür ist die Ausbreitung der Heiden als Folge andauernder Beweidung. Keimlinge von Bäumen wurden verbissen. Auf nährstoffarmen Böden führt der kontinuierliche Nährstoffentzug durch die Nutzung zur Bodenverschlechterung. Als Folge ist der Wald immer lichter geworden und die Heide ist an seine Stelle getreten. Bäume konnten sich nur halten, wenn sie bewußt geschützt wurden und wenn für ihre Verjüngung gesorgt wurde. Vor allem Eichen wurden wegen der Bedeutung ihrer Früchte für die Schweinemast geschont und teilweise schon im 12. Jahrhundert künstlich nachgezogen (Kremser 1984).

Geht man von dem heutigen Landschaftszustand aus, um die Altlandschaft für eine archäologische Epoche zu rekonstruieren, so muß man sich die besonders krassen Veränderungen der letzten Jahrzehnte und Jahrhunderte vor Augen führen. Zu nennen sind hier besonders die Aufteilung der Allmende oder Gemeinheit und die darauf folgende Heidekultivierung und Parzellierung durch Knicks. Im weiteren waren dies Aufforstungen (zum größten Teil mit Nadelhölzern), Torf-, Kies-, Sand- und Tonabbau, Drainage und Kultivierung der Niederungen und Moore sowie Flurbereinigungen (vgl. z.B. Riedel 1978). Mit Hilfe historischer Quellen, wie alten Karten, Landschaftsdarstellungen auf Gemälden, Reise- und Landschaftsbeschreibungen und Abgabelisten, lassen sich viele Aspekte einer Altlandschaft und ihrer Nutzung rekonstruieren. Einige anschauliche Auswertungen bildlicher Darstellungen zur Rekonstruktion der Landnutzung sind der Arbeit von Makowski u. Buderath (1983) zu entnehmen.

Für ältere Epochen versiegen allerdings die historischen Quellen und man ist auf naturwissenschaftliche Methoden zur Rekonstruktion der Umwelt angewiesen. Es kommen hierbei vor allem die Untersuchungen von pflanzlichen Großresten und die Pollenanalyse zur Anwendung. Im Idealfall werden bei einer Bearbeitung beide Methoden berücksichtigt, so daß sich die Ergebnisse vergleichen und ergänzen lassen (siehe hierzu den Beitrag von H. Kroll in diesem Heft). Ein interessanter Vergleich ist ebenfalls möglich, wenn eine zeitliche Überlappung der historischen und der naturwissenschaftlichen Untersuchungen erreicht wird (z.B. Joosten 1986). Eine niederwaldartige Waldnutzung im Neolithikum konnte durch dendrochronologische Untersuchungen bestimmt werden (Billamboz 1985), während durch bodenkundliche Untersuchungen sich in günstigen Fällen die Lage und Größe der Ackerflur ermitteln läßt (Gebhardt 1982). Diese Untersuchungen sind aber nur dann möglich, wenn gute Erhaltungsbedingungen für Hölzer beziehungsweise für die Altäcker gegeben sind.

Während die pflanzlichen Großreste aus Ausgrabungen einen Einblick in den Wild- und Kulturpflanzenbestand zu einem bestimmten Zeitpunkt vermitteln, bietet die Pollenanalyse die Möglichkeit, auch zeitliche Prozesse zu erfassen. Der Blütenstaub hat sich kontinuierlich in den Hoch- und Niedermooren oder Seen abgelagert, so daß sich Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung über die Zeit verfolgen lassen. Moore und Seen stellen somit Archive dar, in denen die Information in Form von mineralischen, pflanzlichen und tierischen Resten über Jahrtausende gespeichert wurden und bis heute erhalten geblieben sind. Leider ist ein großer Teil der Moore mittlerweile abgetorft oder tiefgepflügt worden, so daß sie für die Wissenschaft verloren sind. Moore, die entwässert und zu Grünland umgewandelt wurden, verlieren durch den mikrobiologischen Abbau ständig an Substanz. Hier sind pollenanalytische Untersuchungen lediglich in tieferen Schichten noch möglich. Sehr verbreitet ist in jüngster Zeit die Anlage von sogenannten Biotopen. Hierbei werden kleinflächige Vermoorungen ausgebaggert, in ihrem Charakter somit völlig verändert und das über Jahrtausende abgelagerte Material sowohl für den Prähistoriker als auch für den Pollenanalytiker unwiederbringlich zerstört.

Bei pollenanalytischen Untersuchungen und deren Auswertung sind eine Reihe methodischer Gesichtspunkte zu berücksichtigen, von denen im folgenden einige genannt seien.

Um Zirkelschlüsse bei der archäologischen oder palynologischen Datierung zu vermeiden, ist eine unabhängige Datierung der Torfe und Sedimente durch ^{14}C -Analysen anzustreben. Durch Kalibrierung der Daten lassen sich die Ergebnisse in diesem Fall direkt mit historischen Daten vergleichen. Zur Konkretisierung mit prähistorischen Epochen ist allerdings die Datierung des archäologischen Materials zu überprüfen, da oftmals unkalibrierte ^{14}C -Daten verwandt wurden. Bei einer palynologischen Datierung - früher war dies das Haupteinsatzgebiet der Pollenanalyse in der Vorgeschichtsforschung - muß der relativ große zeitliche Spielraum bei diesem Verfahren beachtet werden. Ein regionaler Vergleich mehrerer ^{14}C -datierter Diagramme zeigt, daß nur wenige Kriterien als synchrone Ereignisse in der Vegetationsentwicklung anzusehen sind (Dörfler, im Druck).

Die Ermittlung der Torfzuwachs- oder Sedimentationsrate aus den ^{14}C -Daten läßt Aussagen über die Dauer von Siedlungs- oder Wüstungsphasen zu. Es kann abgeleitet werden, wie groß der Zeitraum ist, den eine Probe umfaßt und wieviel Zeit zwischen zwei Proben liegt. So kann eine Probe von einem Kubikzentimeter Torf in 10 oder in 50 Jahren gebildet worden sein. Ein Probenabstand von 2 cm kann demnach einen Intervall von 20 oder 100 Jahren bedeuten. Bei einem geringen Probenabstand und einer schnellen Torfbildung oder Sedimentation lassen sich Aussagen zu kurzfristigen Schwankungen in der Siedlungsdichte oder auch zu anderen schnellen Veränderungen machen. Ein möglichst kleiner Probenabstand ist deshalb anzustreben. Da die Bearbeitung einer Probe zwischen einem Viertel Tag und mehreren Tagen dauert, ist hierbei der Aufwand immer im Verhältnis zum gewünschten Resultat zu sehen.

Eine Reihe weiterer Aspekte muß beim Vergleich und bei der Auswertung von Pollendiagrammen berücksichtigt werden. So ist die Höhe der Auszählung und Intensität der Durchmusterung entscheidend dafür, ob auch seltene Pollentypen erfaßt werden. Während in älteren Arbeiten oft nur 100 Baumpollen gezählt wurden und der Nichtbaumpollen unberücksichtigt blieb, sind heute 500 Baumpollen in der Bezugssumme als Standard anzusehen. Pollenkörner von Sträuchern und Kräutern werden auf diese Summe bezogen. Für spezielle Fragestellungen und bei Übergewicht von mooreigenem Polleneintrag (Birke oder

Erle) ist oftmals eine Erweiterung auf 1.000 Baumpollen nötig. Je höher die Bezugssumme ist, desto sicherer sind die angegebenen Prozentwerte, desto größer ist aber auch der zeitliche Aufwand. Nach der Zählung wird in der Regel ein festgelegter Anteil der Probe zusätzlich durchmustert. Hierbei lassen sich Pollenkörner vom Getreide-Typ, Buchweizen, Kornblume, Lein aber auch vieler Unkräuter noch erfassen, selbst wenn sie mit weniger als 0,2 % Anteil am Baumpollen auftreten.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Prozentwerten, in der Regel mit der Summe des Baumpollens als Bezugsbasis (im Holozän). Deshalb hängen die Werte einer Art immer auch vom Anteil der anderen Arten ab. Steigen beispielsweise die Werte der Erle von 20 auf 50 %, so nehmen alle anderen Arten deutlich ab, obwohl sie in der Landschaft genauso häufig vorkommen können wie vor dem Anstieg der Erle. Darüber hinaus bestehen in der Pollenproduktion und -verbreitung große Unterschiede zwischen den Arten. So setzen windblütige Pflanzen erheblich mehr Pollen frei als insektenblütige, aber auch bei den windblütigen gibt es starke und schwache Pollenproduzenten, so daß man Korrekturfaktoren berechnen kann (Andersen 1970).

Eine Reihe weiterer Berechnungs- und Darstellungsarten, die in den letzten Jahren für spezielle Fragestellungen zum Einsatz gekommen sind, sind bei Berglund u. Ralska-Jasiewiczowa (1986) zusammengestellt. Da der Vergleich von Arbeiten mit unterschiedlichen Berechnungsarten kaum möglich ist, bleibt die Darstellung von Diagrammen mit dem Baumpollen als Berechnungsbasis sehr wichtig, auch wenn spezielle Fragestellungen durch andere Diagramme besser zu erläutern sind. So können zur Darstellung der Siedlungsintensität Diagramme mit dem Pollen aller Landpflanzen als Bezugssumme nützlich sein. Zur Rekonstruktion der tatsächlichen Bestockung eines Waldes ist es möglich, mit korrigierten Baumpollenwerten (nach Andersen 1970) zu arbeiten. Weitere Verfahren führen zur Ermittlung der Pollenkonzentration und des jährlichen Polleninflux pro cm².

Entscheidend zur Interpretation eines Pollendiagrammes ist es darüber hinaus, die Lage des Entnahmepunktes innerhalb des Moores sowie dessen Größe und Lage im Gelände zu kennen. Pollendiagramme aus Kesselmooren zeigen erwartungsgemäß ein relativ scharfes Bild der Siedlungsgeschichte ihrer nahen Umgebung. Die Nähe des Profilpunktes zu Siedlungs- und Wirtschaftsflächen ist für die Höhe der Siedlungszeigerwerte von großer Bedeutung. Die Analysen aus großen Mooren und Seen vermitteln dagegen einen regionalen bis überregionalen Querschnitt. Im Einzelnen ist es jedoch kaum möglich, die Komponenten des örtlichen Niederschlages, des Umgebungs-, des Nah-, Weit- und Fernflugniederschlages exakt zu trennen. Ihr Anteil kann nur abgeschätzt werden. Messungen des rezenten Pollenniederschlages und der Vergleich mit der Vegetation der Umgebung (z.B. Tauber 1977) geben hierbei Anhaltspunkte über das Polleneinzugsgebiet einer Lokalität und die Pollenverbreitung der einzelnen Arten.

Selbst wenn die bisher genannten methodischen Aspekte beachtet werden, bleiben eine Reihe von Überlegungen in der Interpretation zu berücksichtigen. So können die als Siedlungszeiger angesprochenen Pollentypen recht unterschiedliche Aussagekraft haben. Dies liegt zum einen daran, daß sich viele Pollenkörner nur bis zur Gattung oder Familie bestimmen lassen, so daß mehrere Standorte als Herkunftsgebiet in Frage kommen. Zum anderen kann auch ein auf die Art bestimmbarer Pollentyp recht unterschiedlichen Vegetationsformen entstammen. Diesen Gesichtspunkt, der die Aussagekraft von Siedlungsanzeigern betrifft, hat Behre (1981) ausführlich behandelt.

Zahlreiche Nutzungen der Landschaft lassen sich nur schwach oder indirekt im Pollendiagramm nachweisen. Dies trifft besonders bei Nutzungsformen zu, durch die das Blühverhalten der Bäume und die Vegetationszusammensetzung nicht einschneidend verändert werden. Andererseits ist es schwierig, sich Formen des Ackerbaus, der Viehhaltung und der Waldnutzung vorzustellen, die heute nicht mehr praktiziert werden und auch historisch nicht überliefert sind. Messungen des Pollenniederschlages in Regionen mit altertümlichen Formen der Landwirtschaft (z.B. Berglund u.a. 1986) bieten eine Vergleichsmöglichkeit. Dadurch können die Auswirkungen bestimmter Nutzungsformen auf die Pollenproduktion ermittelt werden.

Zahlreiche weitere Beispiele für die Interpretation von Pollendiagrammen unter archäologischer Fragestellung sind in dem Sammelband "Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams" (Behre 1986) zusammengestellt. Hierin werden für den europäischen Raum nördlich der Alpen vielfältige Wirtschaftsformen, ihre Auswirkungen auf die Vegetation und ihre Nachweisbarkeit im Pollendiagramm diskutiert.

Als kleines Beispiel für die Aussagemöglichkeit der Pollenanalyse sei ein Ausschnitt aus dem Diagramm des Kollsees bei Kosel, Schleswig-Holstein, angeführt. Diese Untersuchung entstammt den laufenden Arbeiten in der Gemeinde von Kosel. Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes finden dort seit 1983 Ausgrabungen statt, durch die die Siedlungsentwicklung in der Eisenzeit und im Mittelalter erforscht wird. Umfangreiche archäologische, historische und botanische Untersuchungen dienen der Erforschung der Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur und der Landschaftsveränderungen durch den Menschen (Müller-Wille u.a., im Druck).

Insgesamt 19 Lokalitäten bieten im Bereich der Gemeinde von Kosel die Möglichkeit zu pollenanalytischen Untersuchungen. Bisher wurden davon 13 bearbeitet. Von zwei Seen konnten Standarddiagramme erstellt werden, die übrigen Lokalitäten wurden durch Übersichtsdiagramme datiert. Leider haben sich viele der potentiellen Untersuchungspunkte für die genannte Fragestellung als ungeeignet erwiesen, da nur sehr alte Sedimente erhalten waren. Weitere Voruntersuchungen sind deshalb nötig.

Der Ausschnitt aus dem Diagramm des Kollsees (Abb. 1) zeigt das Ende der kaiserzeitlichen Besiedlung. Die Siedlungen, archäologisch in unmittelbarer Nähe des Sees nachgewiesen, zeichnen sich bei dem mit etwa 120 m Durchmesser sehr kleinen See deutlich ab. Da die völkerwanderungszeitlichen Gehöfte zum Teil von wikingerzeitlichen Häusern geschnitten werden, mußte mit einer möglichen Siedlungskontinuität gerechnet werden. Durch die pollenanalytischen Untersuchungen konnte diese Frage eindeutig geklärt werden.

Ein markanter Rückgang der Siedlungszeiger charakterisiert im Pollendiagramm die Aufgabe der Wirtschaftsflächen am Ende der Völkerwanderungszeit. Die Zunahme des Birkenpollens und die Abnahme der lichtliebenden Hasel lassen sich als erste Phase der Waldregeneration interpretieren. Das Fortbestehen von Spuren von Siedlungszeigern weist auf das spontane Vorkommen dieser Arten im sich regenerierenden Waldland hin. Möglicherweise handelt es sich um Fernflug-Eintrag. Für die direkte Umgebung des Sees kann eine Besiedlung, die auf der Grundlage von Ackerbau und Viehhaltung existiert hat, mit Sicherheit ausgeschlossen werden. In der zweiten Phase der Waldregeneration kommen Eiche und Buche stärker zur Ausbreitung. Kurz darauf ist eine erneute Landnahme im Pollendiagramm zu erkennen, die mit der wikingerzeitlichen Besiedlung parallelisiert werden kann. Auch archäologisch haben sich durch die Ausgrabungen keine Belege für eine Kontinuität nachweisen lassen, so daß mit einer Aufgabe des Landes und einer erneuten Ausbreitung des Waldes über zwei Jahrhunderte gerechnet werden muß.

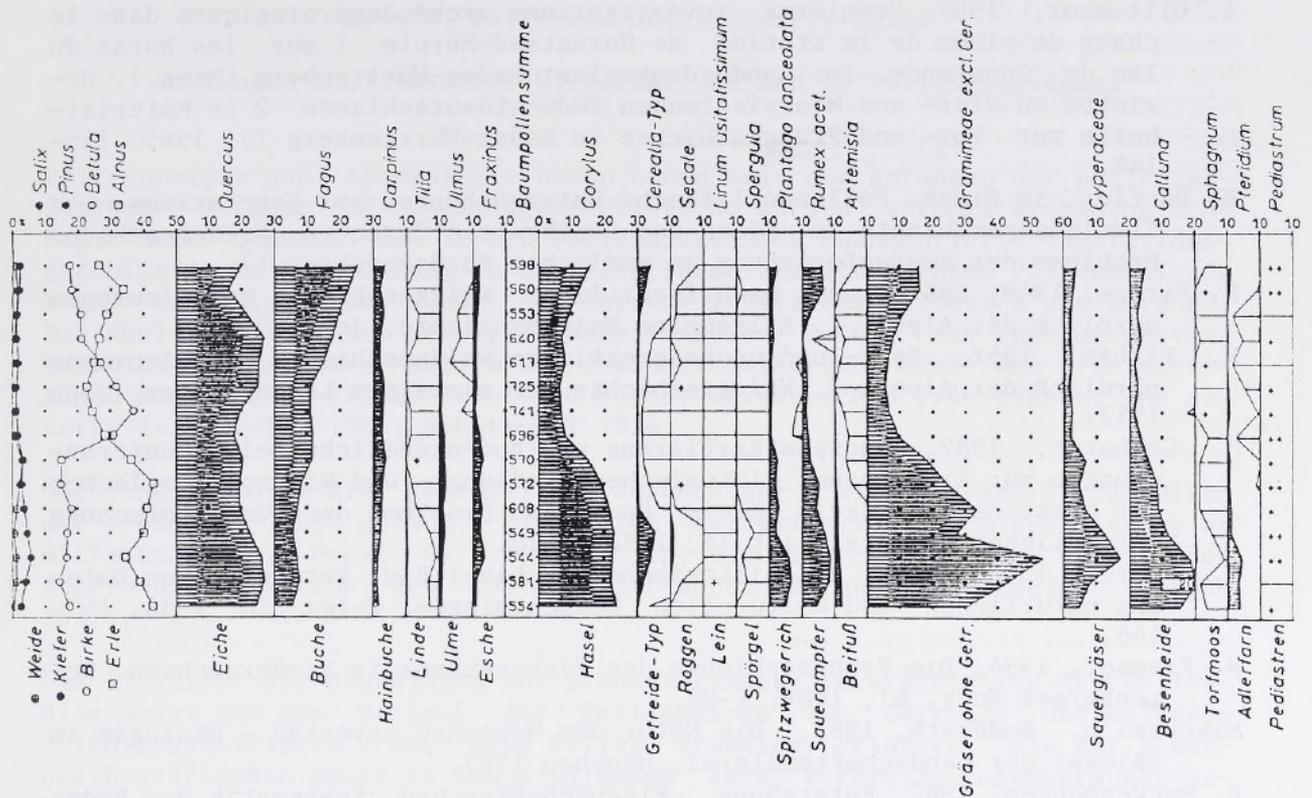


Abb. 1 Ausschnitt aus dem Pollendiagramm vom Kollsee bei Kosel.
 Das Diagramm reicht vom Ende der kaiserzeitlichen Besiedlung bis
 in die Wikingerzeit.
 (Tiefenbereich: 106–218 cm; Probenabstand: 8 cm)

Dieser Ausschnitt aus den laufenden Arbeiten bietet nur einen kleinen Einblick in eine spezielle Fragestellung. Durch eine Reihe von detaillierten Diagrammen soll in dem genannten Programm versucht werden, die Landschaft für die verschiedenen prähistorischen Epochen mosaikartig zu rekonstruieren.

Literatur

- S.Th. Andersen, 1970, The Relative Pollen Productivity and Pollen Representation of North European Trees and Correction Factors for Tree Pollen Spectra. *Dann. Geol. Unders.* 2, Række 96, Kopenhagen 1970.
- K.-E. Behre, 1981, The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores* 23, 2, 1981, 225–245.
- K.-E. Behre (Hrsg.), 1986, *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*. Rotterdam-Boston 1986.
- B.E. Berglund, U. Emanuelsson, S. Persson u. T. Persson, 1986, Pollen/vegetation relationships in grazed and mowed plant communities of South Sweden. In: K.-E. Behre (Hrsg.), 1986, 37–51.
- B.E. Berglund u. M. Ralska-Jasiewiczowa, 1986, Pollen analysis and pollen diagrams. In: B.E. Berglund, *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Chichester-New York 1986, 455–484.

-
- A. Billamboz, 1985, Premières investigations archéodendrologiques dans le champ de pieux de la station de Hornstaad-Hörnle I sur les bords du lac de Constance. In: Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2 (= Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 7), 1985, 125-147.
- W. Dörfler, im Druck, Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Süden des Landkreises Cuxhaven, Niedersachsen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 17.
- F. Firbas, 1949, Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Allgemeine Waldgeschichte. Jena 1949.
- F. Firbas, 1952, Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. Jena 1952.
- H. Gebhardt, 1982, Phosphatkartierung und bodenkundliche Geländeuntersuchungen zur Eingrenzung historischer Siedlungs- und Wirtschaftsflächen der Geestinsel Flögeln, Kreis Cuxhaven. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 14, 1982, 1-10.
- H. Joosten, 1986, Moore und historische Archive: Ein Vergleich von Daten aus natürlichen und kulturellen Gedächtnissen. Telma 16, 1986, 159-168.
- W. Kremser, 1984, Die Frühgeschichte des Eichenanbaus in Niedersachsen. Rotenburger Schr. 61, 1984, 7-88.
- Makowski u. Buderath, 1983, Die Natur dem Menschen untertan - Ökologie im Spiegel der Landschaftsmalerei. München 1983.
- E. Mückenhausen, 1962, Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt a.M. 1962.
- M. Müller-Wille, W. Dörfler, H. Kroll u. D. Meyer, im Druck, The transformation of rural society, economy and landscape during the first millennium AD: archaeological and palaeobotanical contributions from Northern Germany and Southern Scandinavia. Geografiska Annaler, Series B. Stockholm.
- F. Overbeck, 1975, Botanisch-geologische Moorkunde. Neumünster 1975.
- W. Riedel, 1978, Der Landschaftswandel in den letzten hundert Jahren im Raum Idstedt. Festgabe der Heimatvereine der Landschaft Angeln und der Schleswigschen Geest zum 1. Schleswig-Holstein-Tag am 9. und 10. September 1978 in Idstedt. Schleswig 1978.
- H. Tauber, 1977, Investigations of Aerial Pollen Transport in a Forested Area. Dansk Bot. Arkiv 32, 1. Kopenhagen 1977.
- P. Woldstedt u. K. Duphorn, 1974, Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. Stuttgart 1974.
-

Dr. Walter Dörfler
Institut für Ur- und Frühgeschichte
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Palynologisches Labor
Olshausenstraße 40
2300 Kiel 1