©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Fluviatiler Pollentransport im Spiegel der Jahreszeiten

Michaela Grein, Mark Herrmann & Volker Mosbrugger

Kurzfassung
In dieser Arbeit wurde der Pollengehalt eines kleinen Fließgewässers (Steinlach) im Südwesten von Deutschland untersucht. Regelmäßig wurden ein Jahr lang (von März 2003 bis März 2004) Wasserproben aus der Steinlach entnommen, um saisonale Veränderungen der Pollenfracht darzustellen und zu überprüfen, ob ein Fließgewässer die Phänologie der Pflanzen abbildet – oder nicht. Die Auswertung zeigt, dass der Pollengehalt der Steinlach sehr stark von der Phänologie und der Umgebungsvegetation an der Entnahmestelle beeinflusst wird. Die Steinlach bildet die Blütezeiten der Pflanzen sehr gut ab, wobei im Pollenspektrum bevorzugt Pflanzen auftreten, die entweder in direkter Umgebung der Entnahmestelle oder in Ufernähe vorkommen. Somit sind fluviatil transportierte Pollen ein guter qualitativer Indikator für die umgebende Vegetation. Landwirtschaftlich genutzte Arten (z.B. Getreide) sind jedoch kaum repräsentiert. Auch kommen die Pollen vieler Arten noch lange nach Ende ihrer Blütezeit im Wasser der Steinlach vor.

Schlagwörter: Pollenanalyse, fluviatiler Transport, Phänologie, Südwestdeutschland

Abstract
Fluviatile pollen transport throughout the seasons
Fluvial transported pollen sampled from a small stream (Steinlach) in south-western Germany was investigated in this study. Water samples were taken from the water column of the Steinlach Stream regularly over the period of one year (from March 2003 until March 2004) in order to show seasonal changes of the pollen load and investigate whether running water reflects the phenology of plants – or not. The results show that the pollen content of the Steinlach Stream is mainly influenced by phenology and the local vegetation at the sampling point. The Steinlach Stream reflects the anthesis of plants and it is that either plants growing in the immediate vicinity to the stream or riparian plants are preferably represented in the pollen spectrum. Thus, fluvial transported pollen is a good qualitative indicator for the composition of the surrounding vegetation. However, agricultural plants (e. g. cereals) are sparsely represented. Additionally, pollen of many plants is still present in the water column of the Steinlach Stream long time after their anthesis.

Keywords: Pollen analysis, fluvial transport, phenology, South-West-Germany.

Autoren
Dr. Mark Herrmann (korrespondierender Autor), Senckenberg Research Institute and Natural History Museum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt, Germany, Phone: 0049-69-97075-1185, Fax: 0049-69-97075-1137, E-Mail: mark.herrmann@senckenberg.de,
Dipl.-Geol. Michaela Grein, Universität Tübingen, Institut für Geowissenschaften, Sigwartstr. 10, 72076 Tübingen, Deutschland, E-Mail: michaela.grein@uni-tuebingen.de,
Prof. Dr. Dr. h.c. Volker Mosbrugger, Senckenberg Research Institute and Natural History Museum, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt, Germany, E-Mail: volker.mosbrugger@senckenberg.de.

Inhalt

1 Einleitung
2 Material und Methoden
3 Ergebnisse
3.1 Phänologisches Signal
3.2 Vergleich mit der Umgebungsvegetation und aeropalynologischen Daten
4 Diskussion
Danksagung
Literatur

1 Einleitung

Palynologische Untersuchungen spielen eine wichtige Rolle bei Paläoklima- und Paläoumweltrekonstruktionen (z.B. Bruch & Mosbrugger 2002, Herrmann et al. 2003, Lozhkin & Anderson 2006, Wu et al. 2007). Die Qualität der Rekonstruktionen hängt dabei entscheidend von der richtigen Interpretation der fossilen Palynofloren ab, was wiederum Untersuchungen an rezenten Floren voraussetzt. In zahlreichen Arbeiten wurde das Verhalten von rezenten Palynomorphen in Luft und Wasser (Bertsch 1942, Hopkins 1950, Muller 1959, Davis & Brubaker 1973, Holmes 1994) und die Ablagerungsmechanismen in Seen, Küstengebieten, Deltas und bewaldeten Gebieten untersucht (Tauber 1965, Traverse & Ginsburg 1966,

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Janssen 1973, Andersen 1974, Bradshaw & Webb 1985, Chmura & Eisma 1995, Hofmann 2002). Moderne Studien zur Pollenverbreitung (Brush & Brush 1994, Chmura et al. 1999, Stutz & Prieto 2003) haben deutlich gemacht, wie wichtig das Verständnis um die Verbreitungsmechanismen einzelner Pollenkörner ist, wenn die Zusammensetzung der Vegetation einer Region richtig rekonstruiert und interpretiert werden soll.

In dieser Arbeit wird der Pollengehalt eines kleinen Fließgewässers untersucht und die qualitative Veränderung der Pollenfracht während der Vegetationsperiode mit der Umgebungsvegetation verglichen. Die Pollenfracht eines Gebiets hängt von der Vegetation, von der Blütezeit der einzelnen Pflanzen und von verschiedenen Umweltfaktoren ab. Die Untersuchung soll zeigen, ob anhand der Pollenfracht der Steinlach Aussagen über die Umgebungsvegetation und die Vegetation des Einzugsgebiets gemacht werden können. Über einen Vergleich mit zeitgleichen Luftproben zweier Pollenmessstationen aus der regionalen Umgebung der Steinlach soll geklärt werden, ob Unterschiede in der Phänologie der einzelnen Pollentypen, die sich bezüglich regionaler Klimaunterschiede ergeben, auch in fluviatilen Proben ablesbar sind. Auch soll in dieser Arbeit die Erhaltungsfähigkeit bzw. die Umlagerung der verschiedenen Pollentypen in fluviatilem Milieu beschrieben werden.

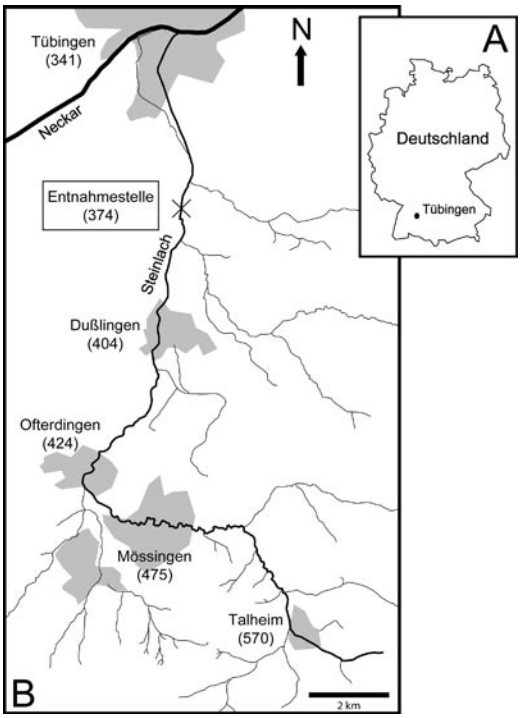


Abbildung 1. Geographische Lage von Tübingen (A) und Einzugsgebiet der Steinlach mit der Entnahmestelle (B). – In Klammern = geographische Höhe in m ü. NN.

2 Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet (Steinlachtal) liegt in Südwestdeutschland im Landkreis Tübingen (Abb. 1). Die palynologischen Untersuchungen wurden an Wasserproben aus einem kleinen Bach, der Steinlach, durchgeführt. Die Steinlach entspringt nahe Talheim und mündet in Tübingen in den Neckar.

Das Einzugsgebiet der Steinlach ist sehr divers: Neben ausgedehnten Ackerflächen, Wiesen, Weiden und Wäldern befinden sich im Einzugsgebiet auch umfangreiche bebaute Gebiete. Die unmittelbare Umgebung der Entnahmestelle besteht aus Wald und Weiden. Um den Einfluss der Umgebungsvegetation auf das Pollenspektrum untersuchen zu können, wurde die Vegetation des Probengebiets im Umkreis von etwa 250 m um die Entnahmestelle qualitativ kartiert.

Ein Jahr lang (März 2003 bis März 2004) wurden Proben aus der Wassersäule der Steinlach auf ihren Pollengehalt hin untersucht. Dazu wurden 20 l Wasser mit einem Eimer aus der Bachmitte (Abb. 2) geschöpft und dieses dann durch einen kleinen Hohlzylinder (Durchmesser 5 cm, Höhe 15 cm) geschüttet, an dessen Ende ein 6-µm-Sieb aufgespannt war. Der Siebrückstand wurde anschließend im Labor (ohne jede weitere chemische Aufbereitung) in mit Safranin gefärbte (siehe auch Winkler et al., 2001 und Lacey & West, 2006) Glyceringelatine auf Objektträgern eingebettet und das Präparat abschließend mit klarem Nagellack versiegelt. Die Entnahmestelle (H 504680, R 5369508, UTM; 374 m ü. NN) liegt zwischen Dußlingen und Tübingen. Die Steinlach (Abb. 2) ist an dieser Stelle ca. 3 m breit und 20-70 cm tief (in Abhängigkeit von der Jahreszeit). Die Probennahme erfolgte von März bis Oktober 2003 in der Regel jeden zweiten oder dritten Tag, von November 2003 bis März 2004 nur einmal pro Woche und meistens zwischen 11 und 13 Uhr. Der Pollengehalt eines Probentages im Pollendiagramm steht also nicht für den Pollengehalt eines ganzen Tages, sondern stellt

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Abbildung 2. Entnahmestelle an der Steinlach Ende März 2008; Maßstab: 1 m. – Foto: M. Grein.

lediglich eine Momentaufnahme dar, die zeigt, welche Pollen im Augenblick der Wasserentnahme in der Wassersäule vorhanden waren.
Da die Methodik der Probennahme über den gesamten Zeitraum beibehalten wurde, sind die Ergebnisse vergleichbar. Die Auszählung der Pollen erfolgte mit einem Lichtmikroskop (Olympus CH-2), die Bestimmung der Pollen mit dem Bestimmungsschlüssel von Faegri (1993) und dem Bestimmungsbuch von Winkler et al. (2001). Die Summe der gezählten Pollen pro Probentag beträgt durchschnittlich etwa 300 Pollen von Februar bis Mitte August und etwa 50 Pollen von Mitte August bis Januar. Zusätzlich zu den Vegetationsdaten wird in dieser Untersuchung auf Pollenflugdaten aus Gerlingen (nordwestlich von Stuttgart, 336 m ü. NN) und aus Königsfeld am Ostrand des Südschwarzwalds (südwestlich von Rottweil, 769 m ü. NN) zurückgegriffen (siehe Abb. 4 + 5), um die Ergebnisse der Pollenanalyse mit aeropalynologischen Daten zu vergleichen. Diese Daten wurden von der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst zur Verfügung gestellt. Da der aeropalynologische Datensatz den Probenzeitraum nicht vollständig abdeckt, beschränkt sich der Vergleich in dieser Arbeit auf den Zeitraum vom 21. März bis zum 12. September 2003. Um die Auszählung und Auswertung im Zeitrahmen der Studienarbeit bewältigen zu können, wurden hauptsächlich die in Winkler et al. (2001) vorgestellten zumeist allergenen Pollen analysiert. Deshalb sind die Pollen auch entsprechend den aeropalynologischen Verfahrensweisen zur besseren Erkennung mit Safranin eingefärbt worden. Zur weiteren Vereinfachung der Studienarbeit wurden die Gräserpollen mit den Getreidepollen zusammengefasst sowie auch bei Pollen von *Pinus, Plantago, Platanus, Salix, Humulus, Quercus, Tilia, Acer*, den Ericaceen, den Brassicaceen, den Compositen und den Chenopodiaceen/Amaranthaceen auf eine Unterscheidung auf Artniveau verzichtet.

3 Ergebnisse

Im Pollendiagramm (Abb. 3) sind die unterschiedenen Familien, Gattungen und Arten aus den Wasserproben aufgeführt (linke Seite mit Anteilen über 10 %, rechte Seite mit Anteilen unter

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

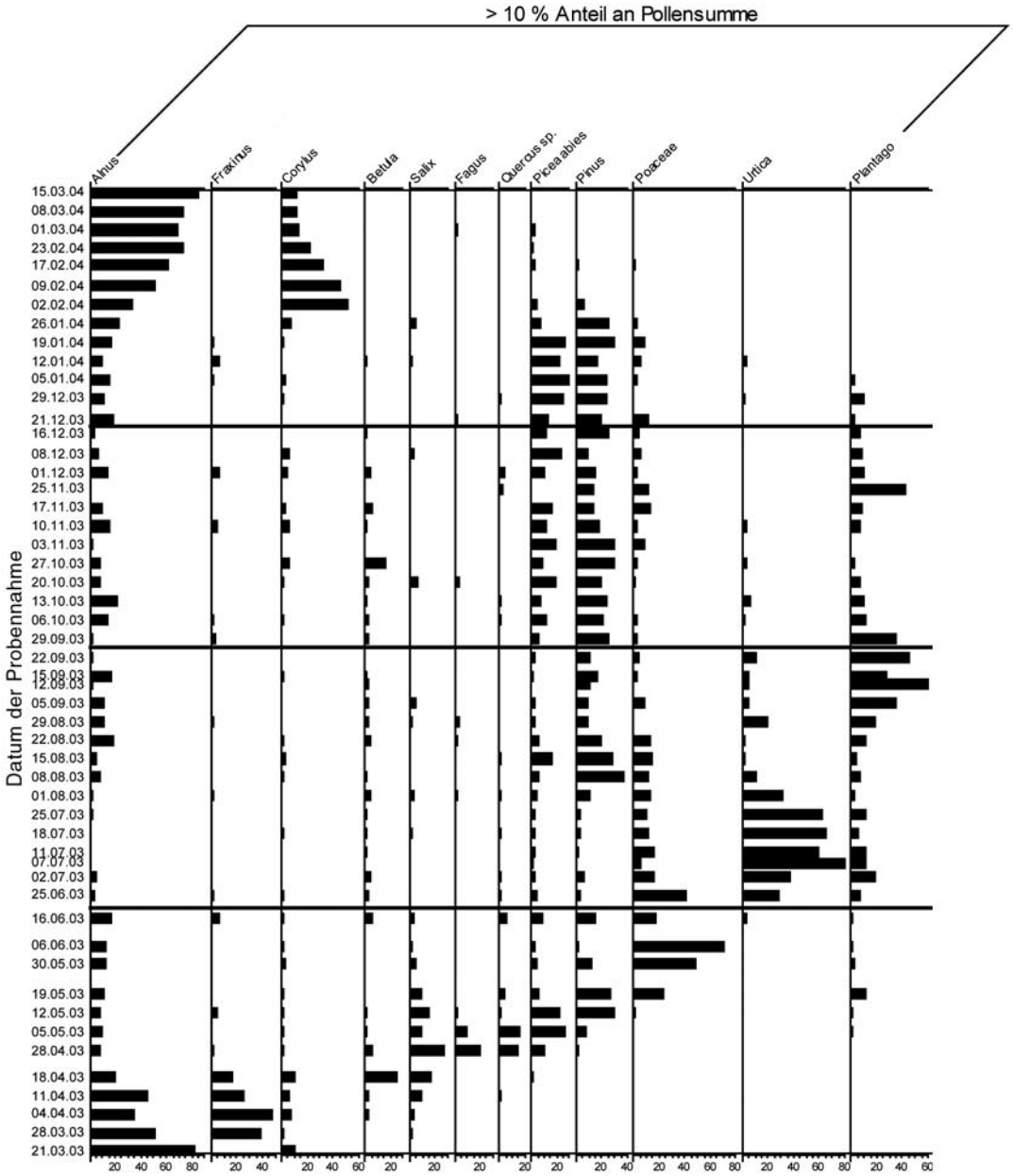
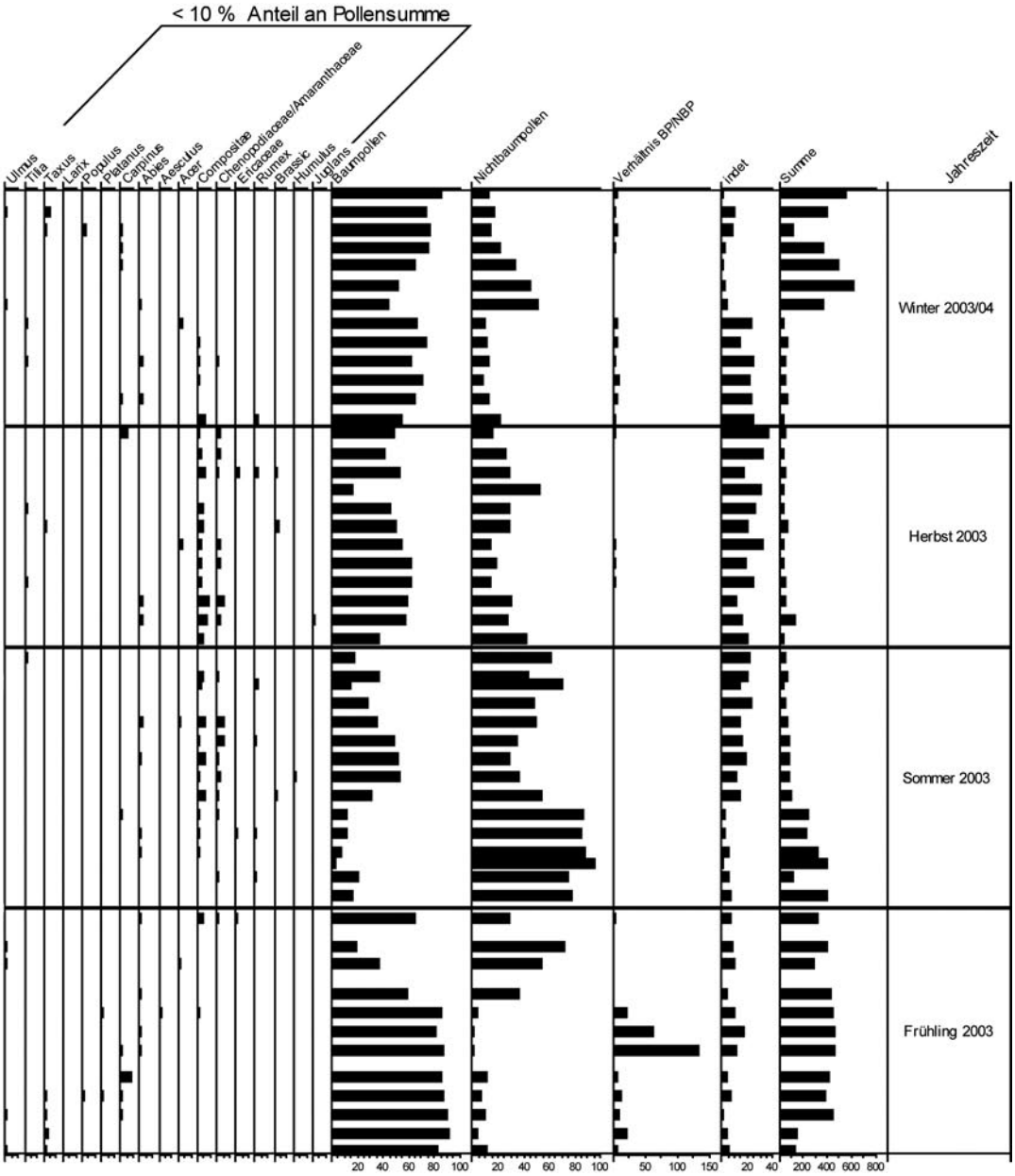


Abbildung 3. Pollendiagramm der Steinlach im Zeitraum März 2003 bis März 2004. Verhältnis BP/NBP = Verhältnis Baum-Pollen/Nichtbaum-Pollen. Die Abfolge der Arten richtet sich nach ihrem Hauptvorkommen.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at



©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

10 %). Die Darstellung der Arten erfolgt in prozentualer Form, wobei alle Pollen (bestimmbare und nicht bestimmbare) zusammen 100 % ergeben. Als weitere Summen (in Prozentanteilen) wurden auch alle bestimmbaren Baum-Pollen (BP) und Nichtbaum-Pollen (NBP, i. e. Gräser, Kräuter und Sträucher) sowie der Anteil der unbestimmbaren Pollen (indet) mit ins Diagramm aufgenommen. Die Pollentypen wurden in der Abfolge ihres Hauptaufkommens ins Diagramm eingereiht. Da die Proben nicht immer im gleichen zeitlichen Abstand genommen werden konnten, wurde nur je eine Probe pro Woche ins Pollendiagramm aufgenommen, um eine annähernde Zeitlinearität in der Darstellung zu erreichen. Zur besseren Veranschaulichung sind weiterhin auch die Grenzen der Jahreszeiten mit ins Diagramm aufgenommen worden.

3.1 Phänologisches Signal

Im Frühling 2003 blühen zunächst *Alnus* (Erle) und *Fraxinus* (Esche), danach folgen die Maxima in den Blütezeiten von *Corylus* (Haselnuss), *Betula* (Birke), *Salix* (Weide), *Fagus* (Rotbuche), *Quercus* (Eiche), *Picea* (Fichte) und *Pinus* (Kiefer). Gegen Ende des Frühlings finden sich auch zahlreiche Poaceen-Pollen (Süßgräser) in den Wasserproben, die ihr Maximum am Übergang Frühling/Sommer haben. Andere Baumarten wie *Carpinus* (Hainbuche), *Ulmus* (Ulme), *Populus* (Pappel), *Larix* (Lärche), *Acer* (Ahorn), *Abies* (Tanne) und *Tilia* (Linde) sind prozentual nur sehr schwach vertreten (siehe Mitte Abb. 3). Der Sommer 2003 beginnt mit der Blütezeit der krautförmigen Pflanzen wie *Plantago* (Wegerich) und *Urtica* (Brennnessel) und ist gekennzeichnet durch das stetige Auftreten der Pollen von Poaceen, Chenopodiaceen/Amaranthaceen und Compositen. Im Herbst 2003 dominieren *Alnus, Picea, Pinus* und *Plantago* den Pollengehalt der Steinlach. *Urtica*-, *Chenopodium*-Typ- und Poaceen-Pollen kommen seltener vor. Dies setzt sich im Winter 2003/04 fort. *Corylus* erreicht Anfang Februar bereits ein Maximum, der hohe Anteil an *Alnus*-Pollen hält bis in den Frühling 2004 an. Pollen der Ericaceen und von *Rumex* (Ampfer) sind in den Wasserproben insgesamt selten.

Die Blütezeiten der einzelnen Taxa werden sehr gut in der Steinlach abgebildet. Auch der Wechsel von baumförmigen zu krautigen Pflanzen Mitte Mai ist deutlich im Pollendiagramm sichtbar (siehe Verhältnis BP/NBP). Das phänologische Signal dominiert das Pollenspektrum, dennoch sind die Pollen der einzelnen Taxa nicht auf ihre Blütezeit beschränkt: *Alnus-, Pinus*- und *Picea*-Pollen kommen an fast allen Probentagen vor. Ebenfalls sehr kontinuierlich vertreten sind *Plantago*, Poaceen, *Betula*, Compositen und *Corylus*.

3.2 Vergleich mit der Umgebungsvegetation und den aeropalynologischen Daten

Es zeigt sich, dass die Umgebungsvegetation (Tab. 1) den Pollengehalt entscheidend beeinflusst. So finden sich Pflanzen, die an der Entnahmestelle und in der näheren Umgebung vorkommen, auch verstärkt in der Wassersäule der Steinlach. Direkt an der Entnahmestelle (also in unmittelbarer Wassernähe) sind das *Alnus, Corylus, Salix, Fraxinus, Urtica* und die Poaceen. Im Umkreis von etwa 50 m um die Entnahmestelle wachsen außerdem *Picea, Pinus*, Compositae, *Plantago* und verschiedene Gräser. Flussaufwärts (mit geringem Abstand zum Wasser) kommt auch *Betula* vor.

Die Hinterlandsvegetation besteht zum überwiegenden Teil aus *Quercus* und *Fagus*; untergeordnet sind auch *Carpinus* und *Pinus* vertreten. Während *Quercus-, Carpinus*- und *Fagus*-Pollen hauptsächlich in ihrer Blütezeit von der Steinlach abgebildet werden und danach nur noch vereinzelt im Pollendiagramm vorkommen, sind *Pinus*-Pollen fast das ganze Jahr über in den Wasserproben enthalten. Landwirtschaftlich genutzte Flächen grenzen ebenfalls an das Probengebiet, aber Getreide-Pollen (im Pollendiagramm der Steinlach bei den Poaceen aufgeführt) sind nur spärlich in den Wasserproben zu finden. Allerdings kommen Getreide-Pollen auch in den aeropalynologischen Daten aus Gerlingen und Königsfeld nur in geringer Zahl vor.

Der Vergleich mit den aeropalynologischen Daten aus Gerlingen und Königsfeld konnte leider nicht für alle ausgezählten Pollentypen vorgenommen werden, da in Gerlingen z.B. nur wenige Arten ausgezählt wurden. In Königsfeld wurden deutlich mehr Pollentypen differenziert, diese sind aber teilweise sehr selten im dortigen Pollenbericht vertreten. Zum Vergleich mit den Auszähldaten aus der Steinlach wurden daher nur die Anteile der jeweils relevanten auffälligen Arten (aus Gerlingen, Königsfeld und der Steinlach) addiert und in prozentuale Anteile umgerechnet (Tab. 2; Abb. 4 + 5). Vergleichsmöglichkeiten ergaben sich für den Zeitraum zwischen dem 21. März und dem 12. September 2003 (siehe oben). Die Darstellung in den Diagrammen (Abb. 4 + 5) erfolgt im prozentualen Anteil der jeweiligen Art an der Summe der aufgeführten Arten des dazu-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Tabelle 1. Artenliste mit den häufigsten Pflanzen um die Entnahmestelle (in alphabetischer Reihenfolge).

an der Entnahmestelle	zusätzlich etwa 50 m um die Entnahmestelle	zusätzlich bis etwa 250 m flussaufwärts	Hinterlands-vegetation
Acer pseudoplatanus	*Acer campestre*	*Acer pseudoplatanus*	*Carpinus betulus*
Aegopodium podagraria	*Achillea millefolium*	*Alnus glutinosa*	*Fagus sylvatica*
Alnus glutinosa	*Alliaria petiolata*	*Betula pendula*	*Pinus sylvestris*
Arrhenatherum elatius	*Artemisia* sp.	*Carpinus betulus*	*Quercus* sp.
Cornus sanguinea	*Carduus* sp.	*Cornus sanguinea*	
Corylus avellana	*Chenopodium* sp.	*Fraxinus excelsior*	
Crataegus monogyna	*Convolvulus arvensis*	*Fraxinus ornus*	
Fraxinus excelsior	*Corylus avellana*	*Picea abies*	
Geum urbanum	*Echium vulgare*	*Populus tremula*	
Rubus sp.	*Euonymus europaea*	*Prunus spinosa*	
Sambucus nigra	*Galium* sp.	*Quercus* sp.	
Salix alba	*Geranium robertianum*	*Salix* sp.	
Urtica dioica	*Geranium sanguineum*	*Sambucus nigra*	
Valeriana dioica agg.	*Hypericum perforatum*	*Triticum* sp.	
	Melilotus officinalis		
	Phleum sp.		
	Picea abies		
	Pinus sylvestris		
	Plantago lanceolata		
	Plantago major		
	Potentilla sp.		
	Quercus sp.		
	Rosa canina		
	Rumex acetosa		
	Trifolium sp.		
	Triticum sp.		
	Urtica dioica		
	Valeriana dioica agg.		
	Vicia cracca		

gehörigen Ortes (Steinlach, Gerlingen, Königsfeld). Die Darstellung der jeweiligen Gesamtsummen erfolgt dagegen in Absolutzahlen.

Beim Vergleich der fluviatilen Daten mit den aeropalynologischen Daten (Abb. 4) von Gerlingen besteht insgesamt nur eine geringe Übereinstimmung zwischen Luftpollenfracht und Wasserfracht. *Alnus*-Pollen sowie *Corylus*-Pollen finden sich nur zu Beginn des Vergleichszeitraumes in den Luftproben von Gerlingen, sie verschwinden danach vollständig aus dem Pollenbericht. In der Steinlach hingegen sind *Alnus*- und *Corylus*-Pollen so gut wie das ganze Jahr über präsent. Auch lässt sich hier die Hauptblüte deutlich abgrenzen, sie ist in den Wasserproben bis in den Mai nachweisbar. *Betula*-Pollen zeigen zwei Spitzen Ende März/Anfang April und noch mal Ende April in den aeropalynologischen Proben von Gerlingen während sie in der Steinlach erst ab Mitte April voll einsetzen. Dies hält an bis Ende April. Die

Tabelle 2. Zum Vergleich mit den aeropalynologischen Daten ausgewählte Pollentypen (Familien/Gattungen/Arten).

I Vergleich mit Gerlingen:
Alnus, Betula, Corylus, Poaceae
II Vergleich mit Königsfeld:
Alnus, Betula, Carpinus, Chenopodium-Typ, *Corylus, Fagus, Fraxinus, Picea, Pinus, Plantago*, Poaceen, *Quercus, Salix, Urtica*

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

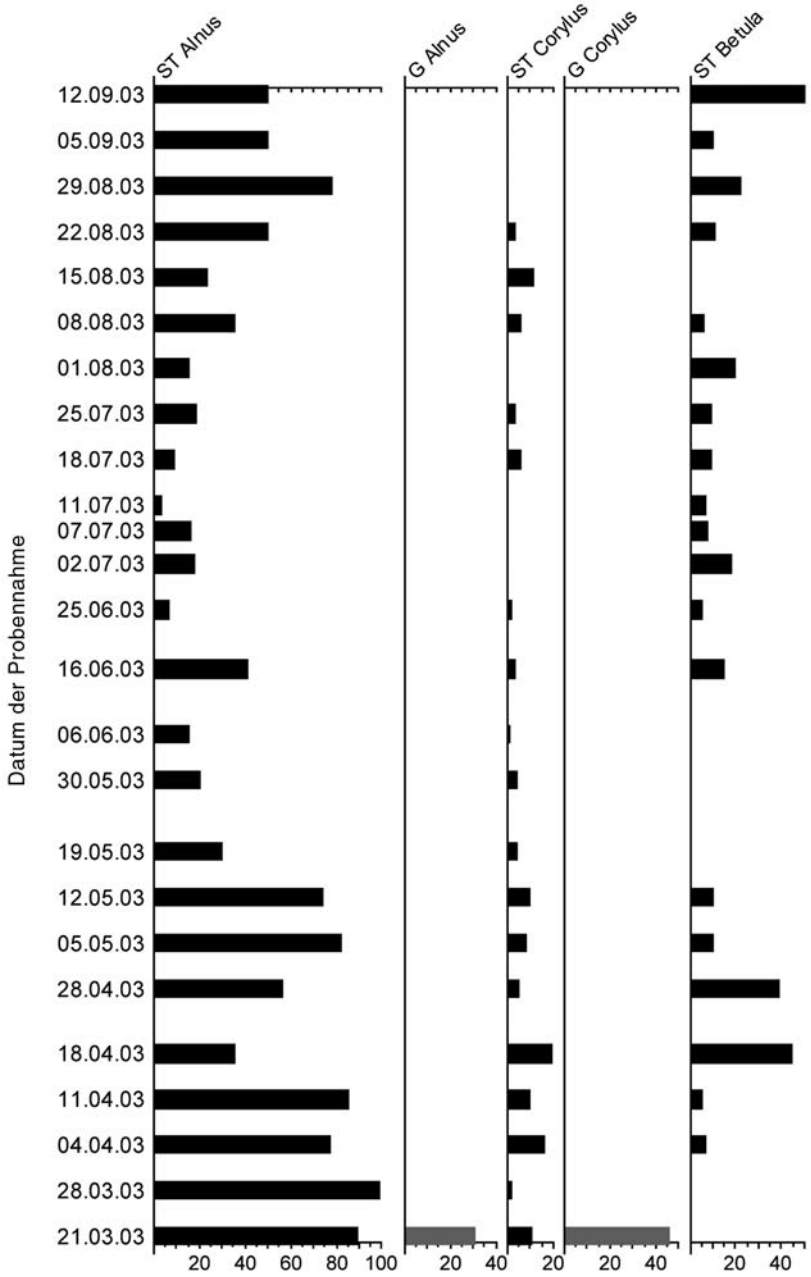
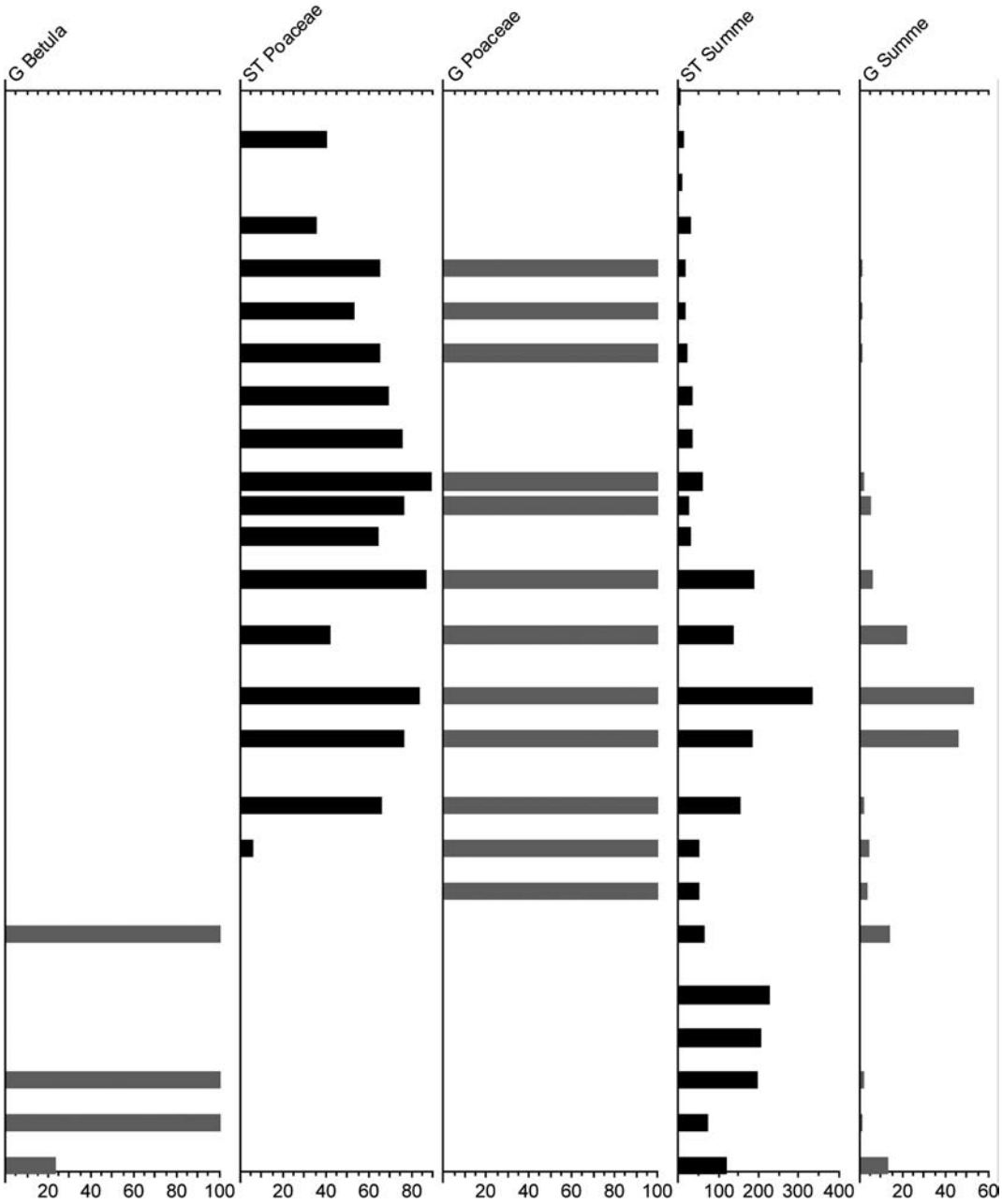


Abbildung 4. Vergleich Pollenflugdaten der Station Gerlingen mit den Steinlach-Proben in Prozent-Anteil an der jeweiligen Gesamtsumme. Darstellung im Zeitraum vom 21.03.03 bis 12.09.03; ST = Pollentyp aus Steinlach (schwarz); G = Pollentyp aus Gerlingen (grau).

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at



©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

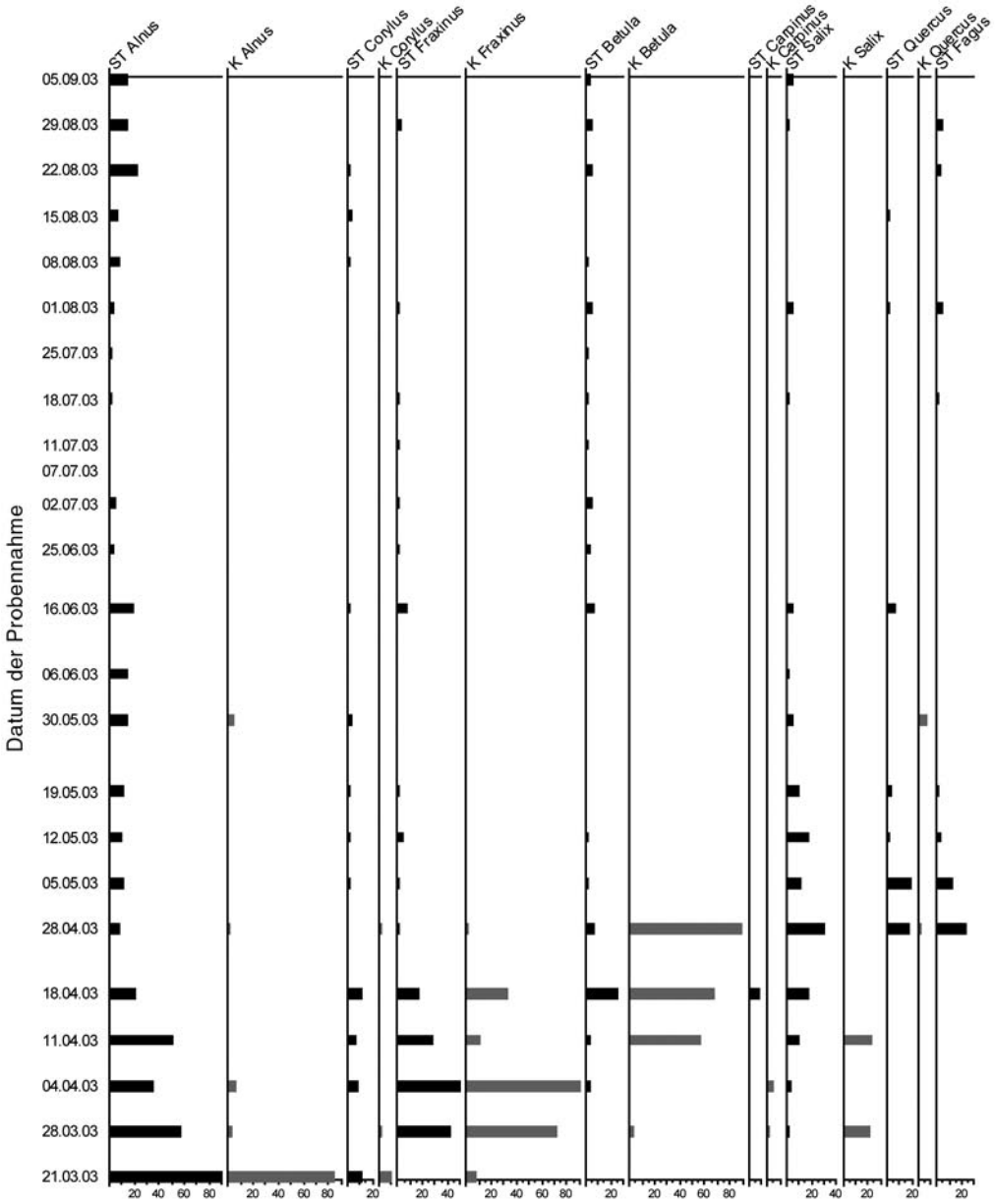
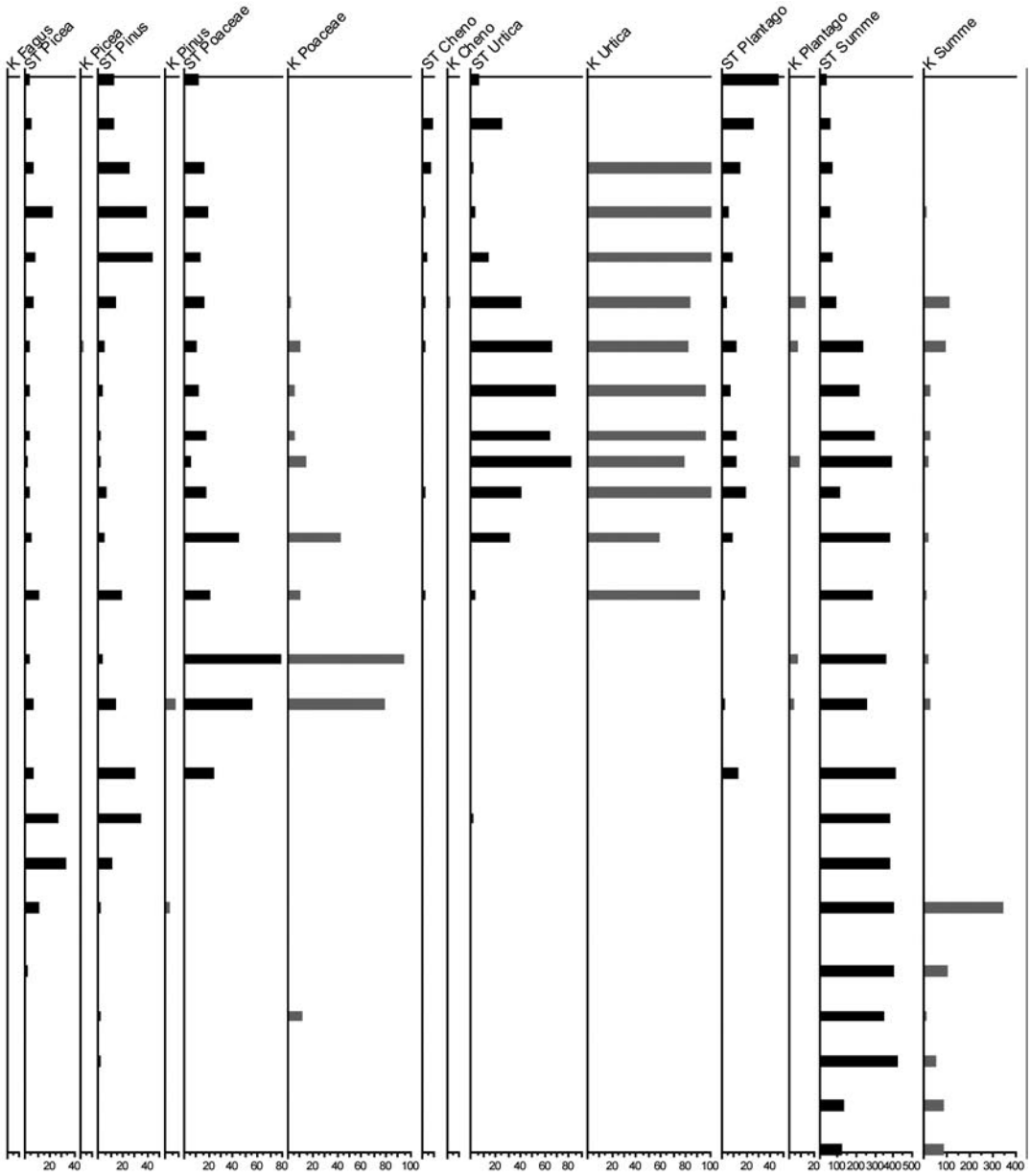


Abbildung 5. Vergleich der Pollenflugdaten der Station Königsfeld mit den Steinlach-Proben in Prozent-Anteil an der jeweiligen Gesamtsumme. Darstellung im Zeitraum vom 21.03.03 bis 5.09.03; ST = Pollentyp aus Steinlach (schwarz); K = Pollentyp aus Königsfeld (grau).

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at



©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Hauptblüte endet somit zeitgleich. Danach sind keinerlei Pollen von *Betula* mehr in der Luft von Gerlingen nachgewiesen. In den Steinlachproben finden sie sich noch bis weit in den Herbst. Bei den Poaceen beginnt die Überlieferung in Gerlingen Anfang Mai, und sie sind nun der einzige Pollentyp in den Luftproben. Sie halten diesen Wert bis Mitte August und verschwinden dann aus dem Luftpollenspektrum. In der Steinlach setzt die Poaceen-Blüte erst Mitte Mai ein. Ihr Hauptvorkommen mit bis zu 80 % Anteil am Wasserpollenspektrum endet dann etwa zeitgleich mit den Pollen der Luft Mitte August. Danach sind sie allerdings weiterhin in der Steinlach zu finden. Bei den Absolutzahlen der Summen aller Pollen ähneln sich die Kurven von Luft und Wasser nur im Bereich von Ende Mai bis Mitte Juni. Somit unterscheiden sich Beginn und Ende der Hauptblütezeit in Gerlingen und an der Steinlach doch zumeist deutlich.

Der Vergleich zwischen den Steinlachproben und den Luftproben aus Königsfeld (Abb. 5) zeigt große Übereinstimmungen in der Phänologie einiger Arten. Bei *Alnus* und *Corylus* hingegen ist es ähnlich wie in den Gerlinger Proben; nur zu Beginn wird das Ende der Hauptblüte abgebildet und in den folgenden Proben verschwinden *Alnus*-Pollen aus der Luft, während im Wasser der Steinlach weiterhin *Alnus*-Pollen stark vertreten sind. Die ersten guten Übereinstimmungen bestehen bei *Fraxinus* und *Betula*. Bei *Fraxinus* werden der Beginn und das Ende der Hauptblüte in Übereinstimmung angezeigt. Danach ist der Anteil der *Fraxinus*-Pollen im Wasser nur noch gering. Bei *Betula* scheint der Beginn der Hauptblüte entlang der Steinlach etwas schwächer ausgefallen zu sein, beginnt aber fast zeitgleich mit der Hauptblüte in Königsfeld. Auch das Ende der Hauptblüte ist zeitgleich. Danach ist der Anteil der *Betula*-Pollen am Wasserspektrum gering, aber konstant. Die nächsten beiden Arten hingegen zeigen keinerlei Übereinstimmung zwischen Luft- und Wasserbild. Im Wasser der Steinlach sind *Carpinus*-Pollen und *Salix*-Pollen deutlich später vertreten als in den Luftproben aus Königsfeld. *Quercus*-Pollen finden sich im Wasser der Steinlach mit größerem Anteil am Pollenspektrum und auch etwas früher als die Pollen in der Luft von Königsfeld. Die Hauptblüte ist hier deutlich verschoben (zuerst Mitte/Ende April in der Steinlach und Ende Mai in Königsfeld). *Fagus*-Pollen zeigen sich zeitgleich zu *Quercus* nur in den Steinlach-Proben und nicht in den aeropalynologischen Proben aus Königsfeld (bei *Fagus* z.B. liegt der Peak hier zwischen dem 19. und 25. April, Tage die zufällig nicht bei den ausgewählten Proben der Steinlach vertreten sind). Somit ist die Blüte bei *Fagus* in Königsfeld etwa 1 Woche vor der Steinlach. Auch bei *Quercus* liegt die Blüte in Königsfeld zeitgleich zu *Fagus* und ist leider nicht vollständig im Diagramm abgebildet. *Picea*-Pollen sind in Königsfeld zwischen dem 21. und dem 24. Mai zu finden. Diese Tage wurden in der Steinlach nicht beprobt. Der Peak in Königsfeld ist aber ca. 2 Wochen nach dem Peak in der Steinlach. *Pinus*-Pollen zeigen in den Proben von Königsfeld ihre Hauptblüte zwischen dem 20. Mai und dem 3. Juni, was wegen der Probenpunkte von der Steinlach leider nicht vollständig im Diagramm abgebildet wird. Somit ist die Überlieferung von *Pinus* auch um ca. 2 Wochen gegenüber der Steinlach nach hinten verschoben.

Die Blüte der Poaceen insgesamt ist an beiden Probenstellen in großer Übereinstimmung überliefert. Beide Kurven ähneln einander sehr. In der Steinlach beginnt sie eine Woche eher, und das Ende der Überlieferung in den Luftproben Anfang August ist in den Steinlach-Proben nicht reflektiert. Hier finden sich Poaceen-Pollen noch bis in den Winter hinein. Bei den Chenopodiaceen/Amaranthaceen beginnt die Blüte in Königsfeld Ende Juli und damit früher als in der Umgebung der Steinlach. Die Anteile sind jedoch an beiden Orten gering. Eine bessere Übereinstimmung zeigt *Urtica*. Die Überlieferung dieses Pollentyps erfolgt zeitgleich. Nur die Hauptblüte ist in Königsfeld ca. eine Woche eher als an der Steinlach. Auch das Ende der Hauptblüte zeitigt entlang der Steinlach Anfang August, während in Königsfeld die Blüte (auch mit sehr großem Anteil) bis fast Ende August anhält. *Urtica*-Pollen zeigen aber noch einen kleinen Peak gegen Ende des Analysezeitraumes (Ende August), zu diesem Zeitpunkt waren sie aus der Luft von Königsberg schon verschwunden. *Plantago*-Pollen treten in der Steinlach etwa 2 Wochen vor den Luftproben auf. Aber an beiden Orten ist ihr Anteil ähnlich gering. In Königsfeld verschwinden die *Plantago*-Pollen Anfang August, während sie in der Steinlach ihren größten Anteil erst im September bis weit in den Herbst und in den beginnenden Winter hinein erreichen. Im Summenvergleich beider Standorte besteht doch ein großer Unterschied. Ende März bis Mitte Juli ist die Gesamtsumme aller Pollen in der Steinlach sehr hoch und fällt dann ab August bis zum nächsten Frühjahr wieder ab. In den Luftproben aus Kö-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

nigsfeld ist die Gesamtsumme im März mittelmäßig, im April hoch, durch den Sommer zumeist gering (nur Ende Juli etwas höher). Danach finden sich keine Pollen mehr in den aeropalynologischen Proben. Insgesamt gesehen lassen sich jedoch gewisse Ähnlichkeiten, aber doch auch Unterschiede der Pollenkurven von Steinlach und Königsfeld erkennen. Die Gemeinsamkeiten überwiegen allerdings die Unterschiede.

Der Grund für die Gemeinsamkeiten bzw. die Unterschiede im Auftreten der Pollen aus Gerlingen, der Steinlach und Königsfeld ist das unterschiedliche regionale Klima an den jeweiligen Lokalitäten. Gerlingen, welches im Strohgäu liegt, weist ein etwas milderes Klima auf als die Umgebung der Steinlach und von Königsfeld. Die Gegend des Einzugsgebiets der Steinlach scheint ein ähnliches, vielleicht aber etwas milderes Klima als Königsfeld zu haben, das am Ostrand des Südschwarzwaldes liegt. Denn die Pollenkurven der Steinlach weisen wenige Gemeinsamkeiten zu denen von Gerlingen auf, jedoch gewisse Ähnlichkeiten zu denen von Königsfeld. Diese Übereinstimmungen, aber auch die vorhandenen Unterschiede in den Pollenkurven könnten eine gewisse Mittelstellung des regionalen Klimas um die Steinlach zwischen Gerlingen und Königsfeld belegen.

4 Diskussion

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Pollenspektrums kann durch zahlreiche Faktoren (z.B. Klima- und Wetterparameter, Umgebungsvegetation, Pollenproduktivität) beeinflusst werden. Insbesondere der Einfluss verschiedener Klima- und Wetterparameter auf Pollen wurde bereits mehrfach untersucht: Es konnte z.B. ein Anstieg der Pollenzahl mit steigender CO_2-Konzentration und/oder steigender Temperatur in Verbindung gebracht werden (Beggs 2004 und darin enthaltene Zitate). Weryszko-Chmielewska et al. (2006) stellten in ihrer Studie oft eine signifikante Korrelation zwischen *Betula*-, *Fraxinus*- und *Quercus*-Pollen-Konzentrationen in der Luft und der maximalen Lufttemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit fest. Keine statistische Korrelation wurde mit der Niederschlagsmenge registriert. Durch unseren Vergleich der Steinlachdaten mit den Pollenflugmessstationen Gerlingen und Königsfeld können wir nun belegen, dass die festgestellten Unterschiede, aber auch die Übereinstimmungen im Vergleich der Phänologie einzelner Pollentypen an den verschiedenen Messstationen durch das regionale Klima gesteuert sind. Die Abfolge der Blütezeiten reflektiert auch in fluviatilen Proben die Wetter-/Klimaentwicklung übers Jahr hinweg und bestätigt oder verneint Ähnlichkeiten des Klimas an unterschiedlichen, aber doch regional relativ nahen Lokalitäten.

Pollen können sich auch während der Blütezeit in Ästen, Blättern, o. ä. und am Boden ansammeln und zu einem späteren Zeitpunkt vom Regen ausgespült oder direkt aus der Luft ausgewaschen werden (McDonald 1962, Tauber 1967, 1977, Andersen 1974). Auch die Erhaltungsfähigkeit der einzelnen Pollentypen spielt dabei eine große Rolle (vgl. Oberdorfer 1934 bezüglich *Carpinus*-Pollen). Zudem bewirken wechselnde Fließgeschwindigkeiten, ausgelöst z.B. durch starke Niederschläge, dass das Sediment im Bachbett aufgewirbelt wird. In Ufernähe, an seichten Stellen oder am Grund des Bachs abgelagerte Pollen können dann resuspendiert und umgelagert werden. Die Wettersituation im Jahr 2003 war insgesamt sehr außergewöhnlich: Im Gebietsmittel war der Sommer 2003 der heißeste Sommer seit Beginn der Messungen. Es gab zudem nur überdurchschnittliche Monate hinsichtlich der Sonnenscheindauer und 10 Monate mit unterdurchschnittlicher Niederschlagshöhe. Insgesamt war das Jahr 2003 also sehr warm und sehr trocken (Müller-Westermeier & Riecke 2004, Bissolli & Müller-Westermeier 2005). Eine statistische Analyse des Einflusses der Wettersituation auf den Pollengehalt der Steinlach ist aufgrund des ausgedehnten Einzugsgebiets und den damit verbundenen regionalen Unterschieden zwar nicht möglich, qualitativ ist jedoch erkennbar, dass eine Zunahme der Pollenzahl in der Steinlach oft zeitgleich oder unmittelbar nach Niederschlägen auftritt. Die Umlagerung von Pollen durch Wasserbewegung kann zwar erklären, weshalb das ganze Jahr hindurch Pollen in der Wassersäule der Steinlach zu finden sind, der Anteil der umgelagerten Pollen konnte in dieser Arbeit aber nicht quantifiziert werden. Einen Einfluss hat sicherlich auch die Erhaltungsfähigkeit einzelner Pollen (Oberdorfer 1934, Davis 1973, Spieksma et al. 1994, Brown 1999), da eine schlechte Erhaltungsfähigkeit die Wahrscheinlichkeit verringert, dass ein Pollenkorn durch Umlagerung erneut in die Wassersäule gelangt. Dagegen bleiben Pollen, die eine gute Erhaltungsfähigkeit haben (z. B. *Alnus*- und *Pinus*-Pollen), länger intakt und können auch einige Zeit später wieder in die Wasser-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

säule gelangen. Während der Blütezeit ist die Zahl der „frischen" Pollen in der Wassersäule wohl zu hoch, als dass umgelagerte Pollen das Ergebnis entscheidend beeinflussen könnten. Umgelagerte Pollen sind somit hauptsächlich außerhalb der Pollenflugzeit der jeweiligen Art bzw. im Winter von Bedeutung.

Qualitativ spiegelt das Pollenspektrum die Umgebungsvegetation sehr gut wider, dennoch gibt es Unterschiede zwischen Pollendaten und Vegetationsdaten, die wahrscheinlich das Ergebnis unterschiedlicher Pollenproduktivität und Verbreitungsfähigkeit von Pollen einzelner Pflanzen sind (z.B. Erdtman 1969, Andersen 1973, Court-Picon et al. 2005, 2006). So zeigten die Ergebnisse von Crowder & Cuddy (1973) saisonale Spitzen in Wasser und Luft bei Pflanzen mit hoher Pollenproduktionsrate. Die Pollen von Pflanzen, die zwar häufig vorkamen, aber geringere Pollenproduktionsraten hatten, waren auch in geringerer Menge im Wasser zu finden. Hinzu kommt, dass sich nicht nur die Pollenproduktionsraten einzelner Pflanzenarten voneinander unterscheiden, sondern dass bei einigen Pflanzen auch die Pollenproduktionsrate von Jahr zu Jahr unterschiedlich sein kann (Crowder & Cuddy 1973, Andersen 1974 und darin enthaltene Zitate). Im Wasser der Steinlach sind die Pollen von Bäumen mit einer hohen Pollenproduktionsrate wie *Alnus, Pinus, Picea* und *Betula* häufiger und in größerer Zahl vorhanden als die von Bäumen mit einer niedrigeren Pollenproduktionsrate wie *Fagus, Carpinus* und *Quercus*. Auffällig ist, dass *Acer* zwar sehr zahlreich an der Entnahmestelle und in ihrer unmittelbaren Umgebung wächst, aber *Acer*-Pollen in den Wasserproben nur sehr selten vorkommen. *Acer*, dessen Pollen auch in den aeropalynologischen Daten von Königsfeld selten sind, gehört jedoch zu den insektenbestäubten Pflanzen (Winkler et al. 2001), die im Allgemeinen weniger Pollen produzieren als windbestäubte. Viele Kulturpflanzen, z.B. Getreide, produzieren ebenfalls nur sehr wenige Pollen, die zudem oftmals schlechte Verbreitungseigenschaften haben. Sowohl in den aeropalynologischen Daten aus Gerlingen und Königsfeld als auch in den Wasserproben der Steinlach sind Getreide-Pollen nur sehr selten zu finden. In der direkten Umgebung der Entnahmestelle fehlen *Tilia, Ulmus, Taxus* und *Abies*, die jedoch im Einzugsgebiet der Steinlach und auch in den Pollenpräparaten vorkommen.

Diese erste Untersuchung zeigt, dass selbst ein kleines Fließgewässer wie die Steinlach die Blütezeiten einzelner Pflanzenarten sehr gut abbilden kann. Um ein genaues Bild von den Einflüssen der Umgebungsvegetation und des Wetters auf das Pollenspektrum zu bekommen, sind jedoch weitere Studien notwendig. Neben der Pollenkonzentration und der absoluten Pollenzahl einzelner Arten sollte auch die genaue Wettersituation (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Niederschlag) unmittelbar an der Entnahmestelle untersucht werden. Die Probennahme sollte zudem über einen längeren Zeitraum erfolgen, um jährliche Schwankungen im Pollenspektrum darstellen zu können. Ein Vergleich mit Sedimentproben von der Entnahmestelle könnte weitere Erkenntnisse hinsichtlich der Verwertbarkeit fluviatil transportierter Pollen als Monitoring-Instrument liefern.

Dank

Wir danken Dr. Abdul R. Ashraf, Reuben Siedner und Sabine Zetsche (alle Institut für Geowissenschaften der Universität Tübingen) für ihre Unterstützung bei der Präparation und Auszählung der Pollenpräparate. Unser Dank gilt auch Dr. Martin Ebner (Institut für Geowissenschaften der Universität Tübingen) für seine Hilfe bei der Vegetationskartierung. Weiterhin bedanken wir uns bei PD Dr. Dieter Uhl vom Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt für seine hilfreichen Hinweise beim Erstellen des Artikels. Großen Dank auch an die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst für die zur Verfügungstellung der aeropalynologischen Daten der Stationen Gerlingen und Königsfeld. Diese Arbeit wurde im Rahmen des Studentenprojekts „Studis in der Wissenschaft – Pollen in Flüssen als Monitoring-Instrument" durchgeführt und finanziert.

Literatur

Andersen, S. T. (1973): The differential pollen productivity of trees and its significance for the interpretation of a pollen diagram from a forested region. – In: Birks, H. J. B. & West, R. G. (Hrsg.): Quaternary Plant Ecology, S. 109-116; Oxford (Blackwell).

Andersen, S. T. (1974): Wind conditions and pollen deposition in a mixed deciduous forest. II. Seasonal and annual pollen deposition 1967-1972. – Grana **14**: 64-77.

Beggs, P. J. (2004): Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. – Clinical and Experimental Allergy **34**(10): 1507-1513.

Bertsch, K. (1942): Lehrbuch der Pollenanalyse. – Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung, Band **3**, 195 S., Stuttgart.

Bissolli, P. & Müller-Westermeier, G. (2005): Die Witterung der Sommermonate 2002 bis 2004. – In: Klimastatusbericht 2004, S. 151-161; Offenbach a. Main (Deutscher Wetterdienst).

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Bradshaw, R. H. W. & Webb, T. (1985): Relationships between contemporary pollen and vegetation data from Wisconsin and Michigan, USA. – Ecology **66**: 721-737.

Brown, A. G. (1999): Biodiversity and pollen analysis: modern pollen studies and the recent history of a floodplain woodland in S. W. Ireland. – Journal of Biogeography, **26**(1): 19-32.

Bruch, A. & Mosbrugger, V. (2002): Palaeoclimate versus vegetation reconstruction – palynological investigations on the Oligocene sequence of the Sava Basin, Slovenia. – Review of Palaeobotany and Palynology, **122**(3-4): 117-141.

Brush, G. S. & Brush, L. M. (1994): Transport and deposition of pollen in an estuary: signature of the landscape. – In: Traverse, A. (Hrsg.): Sedimentation of Organic Particles, S. 33-46; Cambridge (Cambridge University Press).

Chmura, G. L. & Eisma, D. (1995): A palynological study of surface and suspended sediments on a tidal flat: implications for pollen transport and deposition in coastal waters. – Marine Geology, **128**: 183-200.

Chmura, G. L., Smirnov, A. & Campbell, I. D. (1999): Pollen transport through distributaries and depositional patterns in coastal waters. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **149**(1-4): 257-270.

Court-Picon, M., Buttler, A. & de Beaulieu, J.-L. (2005): Modern pollen vegetation relationships in the Champsaur valley (French Alps) and their potential in the interpretation of fossil pollen records of past cultural landscapes. – Review of Palaeobotany and Palynology, **135**(1-2): 13-39.

Court-Picon, M., Buttler, A. & de Beaulieu, J.-L. (2006): Modern pollen/vegetation/land-use relationships in mountain environments: an example from the Champsaur valley (French Alps). – Vegetation History and Archaeobotany, **15**: 151-168.

Crowder, A. A. & Cuddy, D. G. (1973): Pollen in a small river basin: Wilton Creek, Ontario. – In: Birks, H. J. B. & West, R. G. (Hrsg.): Quaternary Plant Ecology, S. 61-78; Oxford (Blackwell).

Davis, M. B. (1973): Redeposition of pollen grains in lake sediment. – Limnology and Oceanography, **18**: 44-52.

Davis, M. B. & Brubaker, L. B. (1973): Differential sedimentation of pollen grains in lakes. – Limnology and Oceanography, **18**(4): 635-646.

Erdtman, G. (1969): Handbook of Palynology, 486 S.; Kopenhagen (Munksgaard).

Faegri, K. (1993): Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora, 85 S.; Jena (Gustav Fischer).

Herrmann, M., Ashraf, A. R., Mosbrugger, V. & Marques Toigo, M. (2003): Late glacial and Holocene vegetation and climate reconstruction of the Planalto in Rio Grande Do Sul, South Brazil – Preliminary Results. – Phytologia Balcanica, **9**(2): 233-247.

Hofmann, C.-C. (2002): Pollen distribution in sub-recent sedimentary environments of the Orinoco Delta (Venezuela) – an actuo-palaeobotanical study. – Review of Palaeobotany and Palynology, **119**(3-4): 191-217.

Holmes, P. L. (1994): The sorting of spores and pollen by water: experimental and field evidence. – In: Traverse, A. (Hrsg.): Sedimentation of organic particles, S. 9-32; London Cambridge (Cambridge University Press).

Hopkins, J. S. (1950): Differential pollen flotation and deposition of conifers and deciduous trees. – Ecology, **31**: 633-641.

Janssen, C. R. (1973): Local and regional pollen deposition. – In: Birks, H. J. B. & West, R. G. (Hrsg.): Quaternary Plant Ecology, S. 31-42: Oxford (Blackwell).

Lacey, M. E. & West, J. S. (2006): The Air Spora: A manual for catching and identifying airborne biological particles. – Springer Verlag, 156 S., Dordrecht, Niederlande.

Lozhkin, A. V. & Anderson, P. A. (2006): A reconstruction of the climate and vegetation of north-eastern Siberia based on lake sediments. – Paleontological Journal, **40** (Suppl. 5): 622-628.

McDonald, J. E. (1962): Collection and washout of airborne pollens and spores by raindrops. – Science, **135**: 435-436.

Muller, J. (1959): Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments. – Micropalaeontology **5**(1): 1-32.

Müller-Westermeier, G. & Riecke, W. (2004): Die Witterung in Deutschland. – In: Klimastatusbericht 2003, S. 71-78; Offenbach a. Main (Deutscher Wetterdienst).

Oberdorfer, E. (1934): Zur Geschichte der Sümpfe und Wälder zwischen Mannheim und Karlsruhe. – Ver. Natkde. Mannheim, **100/101**: 99-124.

Spieksma, F. T. M., Mikkels, B. H. & Bottema, S. (1994): Relationship between recent pollen deposition and airborne pollen concentration. – Review of Palaeobotany and Palynology, **82**(1-2): 141-145.

Stutz, S. & Prieto, A. R. (2003): Modern pollen and vegetation relationships in Mar Chiquita coastal lagoon area, southeastern Pampa grasslands, Argentina. – Review of Palaeobotany and Palynology, **126**(3-4): 183-195.

Tauber, H. (1965): Differential pollen dispersion and interpretation of pollen diagrams. – Danmarks geologiske Undersogelse (II), **89**: 1-69.

Tauber, H. (1967): Investigations on the mode of pollen transfer in forested areas. – Review of Palaeobotany and Palynology, **3**: 277-286.

Tauber, H. (1977): Investigations of aerial pollen transport in a forested area. – Dansk botanisk Arkiv, **32**(1): 1-121.

Traverse, A. & Ginsburg, R. N. (1966): Palynology of the surface sediments of the Great Bahama Bank, as related to water movement and sedimentation. – Marine Geology, **4**: 417-459.

Weryszko-Chmielewska, E., Puc, M. & Piotrowska, K. (2006): Effect of meteorological factors on *Betula, Fraxinus* and *Quercus* pollen concentrations in the

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

atmosphere of Lublin and Szczecin, Poland. – Annals of agricultural and environmental Medicine, **13**: 243-249.

Winkler, H., Ostrowski, R., Wilhelm, M. & Bergmann, K.-C. (2001): Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst, 78 S.; Paderborn (Takt).

Wu, F., Fang, X., Ma, Y., Herrmann, M., Mosbrugger, V., An, Z., Miao, Y. (2007): Plio-Quaternary stepwise drying of Asia: Evidence from a 3-Ma pollen record from the Chinese Loess Plateau. – Earth and Planetary Science Letters, **257**(1): 160-169.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Grein Michaela, Herrmann Mark, Mosbrugger Volker

Artikel/Article: Fluviatiler Pollentransport im Spiegel der Jahreszeiten 77-92