

UMWELT & GESUNDHEIT

01/2017

Regionale Verteilung luftgetragener allergener Pollen in 2014 und ihre Risikobewertung bei Erwachsenen mit allergischer Rhinitis durch Pollen im Stadtgebiet von Berlin

UMWELT & GESUNDHEIT 01/2017

Projektnummer 37067

UBA-FB 002550

Regionale Verteilung luftgetragener allergener Pollen in 2014 und ihre Risikobewertung bei Erwachsenen mit allergischer Rhinitis durch Pollen im Stadtgebiet von Berlin

von

Prof. Dr. med. Karl-Christian Bergmann
Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID), Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID)
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Abschlussdatum:

Mai 2015

Redaktion:

Fachgebiet II 1.5 Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung
Dr. Hans-Guido Mücke

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4340

Dessau-Roßlau, November 2017

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Einführung: Die Zahl der Pollenallergiker ist in den industrialisierten Ländern zunehmend, besonders in den Städten. Nach einer europäischen Studie nimmt die Pollenbelastung in Städten stärker zu als auf dem Land. Erhöhte CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre im Rahmen des Klimawandels können dafür verantwortlich sein. In den europäischen Ländern wird die Konzentration der luftgetragenen Pollen mit Pollenfallen in ca. 15 – 30 m Höhe gemessen und als repräsentativ für die gesamte Stadt und ihre Umgebung angesehen. In einer bereits 2013 publizierten Studie in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt konnten wir demonstrieren, dass in Berlin bei einer parallelen Messung an drei Messorten (Innenstadt, Peripherie, Stadtautobahnnähe) die Konzentration an Gräserpollen unterschiedlich ist, aber miteinander korreliert. Die höchsten Konzentrationen wurden an Rande einer Stadtautobahn (A100) gemessen.

Zielstellung: Mit der jetzigen Studie sollte die regionale Verteilung der wichtigen allergenen Pollen in Berlin in mehreren Stadtteilen in ca. 1,5 m, d.h. in Höhe der nasalen bzw. bronchialen Atmung, gemessen werden. Es sollte geprüft werden, an welchen Messstellen Konzentrationen der wichtigsten allergenen Pollen (Birke, Gräser, Beifuß, Ambrosia) erreicht und überschritten werden, die zur Auslösung allergischer Reaktionen bei Personen mit Pollen-induzierter allergischer Rhinitis führen.

Methodik: An 14 Stellen innerhalb von Berlin wurde die wöchentliche Belastung mit Pollen durch Fallen vom Durham-Typ (eine gravimetrische Methode) vom 11.3.2014 bis 28.10.2014 über 33 Wochen gemessen. An zwei Stellen erfolgten Vergleichsmessungen mit zwei Durham-Fallen am gleichen Ort aber in verschiedener Höhe, an zwei Standorten auch ein Vergleich von Messungen mit Durham-Falle und Burkard-Pollenfalle in gleicher Höhe. Die Qualität der Pollenzählung durch die Hauptanalytistin wurde durch drei andere Analytisten kontrolliert.

Ergebnisse: Die Messungen an den 14 Messstandorten ergaben differente Konzentrationen. Im Vergleich der jeweiligen Station mit niedrigster Konzentration war die Messstelle mit höchster bei Birkenpollen um ca. 250 % höher, bei Gräserpollen um ca. 330 % höher, bei Beifußpollen um ca. 1300 % höher, bei Ambrosiapollen waren bedingt durch geringe Pollenzahlen die Unterschiede in Prozent gerechnet extrem hoch. An der Autobahn lagen die Konzentrationen für alle drei Pollenarten Birke, Gräser und Beifuß im Vergleich zu anderen Stadtmessstellen überdurchschnittlich hoch (für Birke 2939 zu 2327 Pollen, für Gräser 573 zu 470, für Beifuß 195 zu 62 Pollen). Durch den Vergleich der wöchentlichen Konzentrationen in Durham- mit Burkard-Fallen in gleicher Höhe am Vergleichsort Charité konnten Umrechnungsfaktoren für die Messungen ermittelt werden. Diese betragen für Birkenpollen 1: 11,9 (d.h. 1 Birkenpollen in der Durham-Falle entspricht 11,9 Birkenpollen in einer Burkard-Falle), für Gräserpollen 1: 10,7 und für Beifußpollen 1: 11,1. Wegen zu geringer Pollenmengen konnte für Ambrosiapollen kein Umrechnungsfaktor ermittelt werden.

Die dokumentierten Konzentrationen waren an allen Messorten so hoch, dass die Schwellenwerte zur Auslösung allergischer Reaktionen für Birken- und Gräserpollen an allen Orten erreicht und überschritten wurden. Beifußpollen treten an einigen wenigen Orten in so kurzer oder niedriger Zahl auf, dass sie dort kein erkennbares Risiko darstellen. Ambrosiapollen traten ebenso nur an einigen Orten auf, das Risiko zu allergischen Reaktionen ist damit sehr regional. Beim Vergleich der Pollenkonzentrationen in Durham-Fallen in ca. 20 m Höhe mit 2 m Höhe waren tendenziell mehr Birken-, Gräser- und auch Beifußpollen in der unteren Falle.

Im Jahr der Pollenmessungen 2014 wurde in Berlin das elektronische Pollentagebuch Pollen-App 3.0 zur Erhebung und Dokumentation von Symptomen an Nase, Augen und Bronchien genutzt. Dadurch

konnten rund 12.000 Datensätze erhoben werden, die für eine weitere Auswertung zur Verfügung stehen. Die Datenaufnahme und Archivierung wurde damit erreicht, wie vorgesehen. Diese Erhebungsdaten können perspektivisch für z.B. eine detaillierte, bezirksorientierte Korrelationsanalyse von gesundheitlichen Symptomangaben mit den erhobenen Pollenmessergebnissen im Rahmen einer gesonderten Auswertung dienen.

Schlussfolgerungen: Die Konzentrationen allergener Pollen, die zu allergischer Rhinitis und allergischem Asthma führen sind innerhalb von Berlin regional sehr unterschiedlich hoch. Es ist nur begrenzt möglich, durch die Messung an einer Messstelle Rückschlüsse auf die Konzentration der allergenen Pollen in ganz Berlin zu ziehen. Wahrscheinlich müsste in Berlin an mindestens 4-5 Messstellen gemessen werden, um ein übersichtliches Bild zu gewinnen.

Die Konzentrationen an Birken- und Gräserpollen sind in ganz Berlin so hoch, dass sie für Menschen mit einer allergischen Disposition ein Risiko zur Krankheitsentwicklung oder zur Auslösung allergischer Symptome in Form einer Rhinitis, Rhinokonjunktivitis oder allergischem Asthma darstellen. Die Konzentrationen an Beifuß- und Ambrosiapollen treten in der Stadt regional sehr unterschiedlich auf; an wenigen Orten ist die Beifußpollenkonzentration so gering, dass sie nur geringe Symptome auslösen kann. Die Konzentration an Ambrosiapollen ist noch so niedrig, dass sich nur wenige Personen sensibilisieren und erkranken werden.

Abstract

Introduction: The number of the pollen allergy sufferers is increasing in the industrialized countries, particularly in the towns. According to a European study the pollen load increases in towns more than in the rural areas. Raised CO₂ concentrations in the atmosphere within the scope of the climate change can be responsible for it. In the European countries the concentration of airborne pollen were measured with pollen traps in approx. 15 – 30 m height and regarded as representative for the whole town and the surroundings. In a study published already in 2013 in cooperation with the Federal Environment Agency we could demonstrate that in Berlin with a parallel measurement at three measuring sites (city centre, periphery, and inner city highway nearness) the concentration is different in grass pollen, but with each other correlated. The highest concentrations were measured in edge of the inner city highway (A100).

Aim: With the current study the regional distribution of the important allergic pollen should be measured in Berlin in several parts of town in approx. 1.5 m, i.e. by height of the nasal or bronchial respiration. It should be checked at which measuring points concentrations of the allergenic pollen (birch, grass, Mugwort, ambrosia) are high enough to induce allergic reactions in people suffering on pollen-induced of allergic rhinitis.

Methods: The weekly pollen load was measured at 14 sites within Berlin by traps of the Durham type (a gravimetric method) during 33 weeks from March 11, 2014 to October 28, 2014. At two sites pollen counts were measured with two Durham traps at the same location, however, by different height. On two other sites also a comparison of measurements with Durham trap and Burkard-pollen trap was done by the same height. The quality of the pollen counting by the main analyst was controlled by four other analysts.

Results: The measurements on 14 measuring sites proved different concentrations. By comparing the respective stations with the lowest pollen concentration the station with the highest concentration was approx. 330% higher with birch pollen, approx. 250% higher with grass pollen, and with Mugwort pollen approx. 1300% higher. Due to the low pollen counts the differences for ambrosia pollen

were extremely high. The concentrations of birch, grass and Mugwort pollen were very high near the highway.

Conversion factors could be determined by the comparison of the weekly concentrations in Durham traps with Burkard traps at the same height at the place A100 for the measurements. These amount for birch pollen 1: 11.9 (i.e. 1 birch pollen in the Durham trap correspond to 11.9 birch pollens in a Burkard trap), for grass pollen 1: 10.7 and for Mugwort pollen 1: 11.1. Because of the low pollen amounts no conversion factor could be determined for ambrosia pollen.

The documented concentrations were so high at all measuring sites that the threshold values were reached for the induction of allergic reactions for birch and grass pollen at all places. Mugwort pollen appear at some sites in so short period of time or low number that they seems to be without a recognizable risk. Ambrosia pollen appeared also only at some sites, the risk to allergic reactions is very regional with it. With the comparison of the pollen concentrations in Durham traps at approx. 20 m height with 2 m height more birch pollen, grass pollen and also Mugwort pollen were detected in in the lower trap.

In the year of the pollen measurements in 2014 the electronic pollen diary pollen App 3.0 was used in Berlin for the admission and documentation of symptoms in nose, eyes and bronchi. About 12,000 records which are available for another evaluation could be thereby raised. The data admission and storing was reached with was planned how. These data can serve in perspective for an e.g. detailed correlation analysis of district oriented health symptom data with the measured pollen concentrations within the scope of a separate evaluation.

Conclusions: The concentrations of allergenic pollen inducing allergic rhinitis and allergic asthma are different in Berlin from district to district. Therefore, measurements at only one pollen trap are not enough to draw conclusions for whole Berlin. It seems to be reasonable to have at least 4 – 5 pollen trap sites to obtain a clear picture on the pollen flight in Berlin.

The concentrations of birch and grass pollen are high enough in all investigated parts of Berlin to induce sensitization and the onset of allergic symptoms including allergic asthma.

The concentrations in Mugwort and ambrosia pollen appear on the regional level as very different in the town; at few sites the Mugwort pollen concentration is so low that it can release only low symptoms. The concentration in ambrosia pollen is still so low that themselves only few people will be sensitized and become ill.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis.....	12
1 Hintergrund der Studie	13
2 Untersuchungsmethodik	14
2.1 Ziel/Aufgabe der Untersuchungen	14
2.2 Durchgeführte Arbeitsschritte	14
2.3 Die Messstellen.....	15
2.3.1 Konstruktion der Pollenfallen und Aufbau der Messstellen	15
2.3.2 Anzahl und genaue Standorte der Messstellen.....	17
2.3.3 Messstellen zu Vergleichszwecken untereinander (gleicher Fallentyp) und miteinander (Durham gegen Burkard)	19
2.3.4 Messausfälle.....	19
2.4 Gemessene allergene Pollen	20
2.5 Betreuung der Fallen.....	21
2.6 Aufbereitung der Pollenmessträger.....	22
2.7 Auswertung der Objektträger.....	22
2.8 Dateneingabe.....	22
3 Ergebnisse der Pollenmessungen.....	23
3.1 Ergebnisse der 14 Messstellen	23
3.2 Ergebnisse des Vergleichs benachbarter Durham- Fallen	30
3.2.1 Fallen benachbart in unterschiedlicher Höhe (CH 1 mit CH U)	30
3.2.2 Durham-Fallen benachbart in gleicher Höhe (CH U mit CH U 2; ZOO mit ZOO 2).....	30
3.3 Qualitätskontrolle	31
3.4 Umrechnungsfaktoren für die Ergebnisse der Durham-Fallen in Burkhard- Fallen-Werte bzw. umgekehrt an der Messstelle A 100.	32
3.5 Einschätzung der gemessenen Pollenkonzentrationen hinsichtlich ihres Risikos zum Erreichen und Überschreiten von Schwellenwerten zur Auslösung allergischer Symptome an Nase und Auge	33
3.5.1 Birkenpollen	33
Bewertung der Birkenpollenkonzentrationen	33
3.5.2 Gräserpollen	35
Bewertung der Gräserpollenkonzentrationen:	36

3.5.3	Beifußpollen	38
	Bewertung der Beifußpollenkonzentrationen:	40
4	Referenzen	41
5	ANHANG	43
5.1	ANHANG A.....	43
5.2	ANHANG B.....	55
5.3	ANHANG C.....	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Passive Pollenfälle vom Durham-Typ.....	15
Abbildung 2:	Verteilung der Pollenfallen.....	18
Abbildung 3:	Dokumentation der Messausfälle	20
Abbildung 4:	Lichtmikroskopische Vergrößerung (400-fach) der untersuchten Pollenarten (A = Birke, B = Gräser, C = Beifuß, D = Ambrosia).....	21
Abbildung 5:	Beispiel gefärbter Messplatten aus passiven Pollenfallen nach Durham runder Zählfläche.	22
Abbildung 6:	Anteil allergener Pollenarten zueinander als Gesamtprozentsatz aller 14 Messstellen im Zeitraum 11.03.-28.10.2014.....	23
Abbildung 7:	Gesamtsumme an Birkenpollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).	24
Abbildung 8:	Wöchentliche Anzahl an Birkenpollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03-18.03.14... ..33. Woche = 21.10.-28.10.14).....	25
Abbildung 9:	Gesamtsumme an Gräserpollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).	26
Abbildung 10:	Wöchentliche Anzahl an Gräserpollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03-18.03.14... ..33. Woche = 21.10.-28.10.14).....	26
Abbildung 11:	Gesamtsumme an Beifußpollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).	27
Abbildung 12:	Wöchentliche Anzahl an Beifußpollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03-18.03.14... ..33. Woche = 21.10.-28.10.14).....	28
Abbildung 13:	Gesamtsumme an Ambrosiapollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).	29
Abbildung 14:	Wöchentliche Anzahl an Ambrosiapollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03-18.03.14... ..33. Woche = 21.10.-28.10.14).....	29
Abbildung 15:	Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 9 Birkenpollen/Woche (entspricht 15 Birkenpollen per m ³ /Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde.	34
Abbildung 16:	Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 18 Birkenpollen/Woche (entspricht 30 Birkenpollen per m ³ /Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde.	35
Abbildung 17:	Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 13 Gräserpollen/Woche (entspricht	

	20 Gräserpollen per m ³ /Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde.	37
Abbildung 18:	Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 26 Gräserpollen/Woche (entspricht 40 Gräserpollen per m ³ /Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde.	38
Abbildung 19:	Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 4 Beifußpollen/Woche (entspricht 6 Beifußpollen per m ³ /Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde.	39
Abbildung 20:	Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 8 Beifußpollen/Woche (entspricht 6 Beifußpollen per m ³ /Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde.	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Adressen der Messstellen mit dazugehöriger Institution, die den Standort zur Verfügung stellt.	17
Tabelle 2:	Stationskoordinaten mit Angaben zur Installationshöhe und Art der Falle.	18
Tabelle 3:	Für Vergleichszählungen ausgewählte Messwochen und Standorte.	31
Tabelle 4:	Dokumentation der Messkonstanz	31

1 Hintergrund der Studie

Die Zahl der Pollenallergiker ist in den industrialisierten Ländern zunehmend. Mittlerweile ist nahezu ein Fünftel der deutschen und europäischen Bevölkerung betroffen (Bergmann 2010). Die Inzidenz im Bereich allergischer Atemwegserkrankungen und Asthma bronchiale steigt besonders in den Städten (D'Amato 2010). Dort nimmt auch die Pollenbelastung stärker zu als auf dem Land (Ziello et al. 2012). Dafür werden u.a. erhöhte CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre im Rahmen des Klimawandels verantwortlich gemacht. Eine Studie aus den USA bezeichnet die „Städte als Vorboten des Klimawandels“, da in ihnen im Vergleich zum Land u.a. aufgrund der dichteren Bebauung schon jetzt deutlich höhere Temperaturen und CO₂-Konzentrationen herrschen (Ziska et al. 2003).

In den europäischen Ländern messen die nationalen Pollennetzwerke mit Pollenfallen in Dachhöhe, um eine Übersicht über die regionale Pollenkonzentration zu erhalten. Die Daten werden mit meist nur einer Pollenfalle in 15 – 30 m Höhe gemessen und als repräsentativ für die gesamte Stadt und ihre Umgebung angesehen (Hecht 1994).

Diese „Hintergrund-Messungen“ werden häufig auch in epidemiologischen Studien verwendet, als Ausdruck der Exposition der Bevölkerung (Schlaud et al. 2007, Krämer et al. 1999). Einige wenige Studien weisen aber darauf hin, dass die Pollenkonzentrationen insbesondere in Städten variieren, sowohl in vertikaler als auch in lateraler Richtung (Ziska et al. 2003).

In einer bereits publizierten Studie in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt konnten wir 2011 demonstrieren, dass in Berlin bei einer parallelen Messung an drei Messorten (Innenstadt, Peripherie, Stadtautobahnnähe) in Dachhöhe die Konzentration an Gräserpollen unterschiedlich ist, aber miteinander korreliert. Die höchsten Konzentrationen wurden an der A100 dokumentiert. Die Konzentrationen standen in positiver Korrelation zur PM₁₀-Konzentration und zur Temperatur in der Stadt (Bergmann et al. 2013, Mücke et al. 2014).

Nach Literaturberichten kann in Frage gestellt werden, ob die Hintergrundmessungen mit Burkard-Pollenfallen in Dachhöhe die Exposition mit Pollen richtig wiedergeben, denen die betroffenen Pollenallergiker in der Stadt in freier Luft auf den Straßen oder Plätzen ausgesetzt sind (Peel 2013).

Untersuchungen zur Hintergrundkonzentration von Gräserpollen an drei Standorten in 2011 in Berlin waren erfolgreich und lieferten wertvolle Daten zur unterschiedlichen Expositionsmöglichkeit. Mit dieser neuen Studie soll die regionale Verteilung der wichtigen allergenen Pollen in Berlin in mehreren Stadtteilen in ca. 1,5 m, d.h. in Höhe der nasalen bzw. bronchialen Atmung, gemessen werden.

2 Untersuchungsmethodik

2.1 Ziel/Aufgabe der Untersuchungen

Die neue Studie ist ein Nachfolgeprojekt zum Vorhaben „Messung und Analyse der Pollenkonzentrationen im Stadtgebiet Berlin im Mai/Juni 2011“ mit dem Umweltbundesamt (damaliges Förderkennzeichen 363 01 350) und schließt inhaltlich an den daraus gewonnenen Erkenntnissen an.

Mit dem Projekt soll die Verteilung von Konzentrationen der wichtigsten allergenen Pollen in verschiedenen Bereichen von Berlin in Höhe der nasalen und bronchialen Atmung der sich dort aufhaltenden Personen gemessen und dokumentiert werden. Damit soll zugleich eine Feststellung von Differenzen der gesundheitlichen Belastung durch diese Pollen für die in der Umgebung der Messpunkte lebenden bzw. sich aufhaltenden Personen ermittelt werden.

Unter Anwendung von Schwellenwerten zur Auslösung pollen-induzierter Symptome bei Pollenallergikern soll damit eine Risikoverteilung innerhalb der Stadt ermöglicht werden.

Für den Sachverständigenbericht sollte die Messung und Analyse der Pollenarten und Pollenkonzentrationen in ca. 1,50 m Höhe an mindestens 10 Messstellen im Zeitraum Anfang März bis Ende September 2014 im Stadtgebiet von Berlin vorgelegt werden. Weiterhin sollte durch eine vergleichende Analyse von Pollenmessdaten und den durch die mit der Pollen App 3.0 gewonnenen Symptomdaten von Nutzern aus Berlin festgestellt werden, wo Schwellenwerte erreicht bzw. überschritten werden.

2.2 Durchgeführte Arbeitsschritte

- I. Es wurde – wie geplant - eine wöchentliche Pollenmessung mit passiven Pollensammlern in der Hauptvegetationsperiode für Birken-, Gräser- und Kräuterpollen (Beifuß und Ambrosia) im Zeitraum Anfang März bis Ende Oktober 2014 zeitgleich an nicht nur 10 sondern 14 Messstellen im Stadtgebiet von Berlin vorgenommen.

Es erfolgte eine Auswertung der wöchentlichen Pollenkonzentrationen durch zwei besonders erfahrene Pollenanalytiker/innen. Im Rahmen einer internen Qualitätskontrollmaßnahme wurden deren Auswertungen stichprobenartig mit der Auswertung durch zwei weitere, unabhängige Pollenanalytiker der Medizinischen Universität Wien verglichen.

- II. Über 12.000 Einträge zu nasalen, konjunktivalen und bronchialen Symptomen sowie zum Allgemeinbefinden wurden in 2014 von Personen mit Pollenallergien in Berlin mittels des elektronischen Pollentagebuchs bzw. der Pollen App 3.0 (www.pollenstiftung.de) dokumentiert. Die Übermittlung dieser Daten, die an der Universität Wien gespeichert werden, ist erfolgt und steht für eine Auswertung zur Verfügung.

In diesem Bericht werden die erfassten Pollendaten an den verschiedenen Messstellen in Berlin mit für die Auslösung von Heuschnupfensymptomen durch Birken-, Gräser- und Beifußpollenallergiker relevanten Schwellenwerten verglichen und im Ergebnisteil dargestellt.

- III. Die Pollendaten, die zur vergleichenden Einschätzung der Schwellenwerte für die wichtigsten Pollenarten (Birke, Gräser, Beifuß) erhoben wurden, werden zugleich mit diesem Bericht in deutscher Sprache in einer elektronischen Form – sowohl als pdf- als auch als Word-Datei in einem Word kompatiblen Format – sowie in 5-facher gedruckter Ausfertigung vorgelegt.

2.3 Die Messstellen

2.3.1 Konstruktion der Pollenfallen und Aufbau der Messstellen

Für diese Studie wurde aus mehreren Gründen (finanzieller und analytischer Art) mit einer modifizierten gravimetrischen Falle entsprechend der Durham-Falle (Durham 1946) gearbeitet, komplettiert zu Vergleichszwecken mit Messungen mit der Burkard-Falle.

Der „Durham-Pollenfallentyp“ hat den Vorteil, ohne elektrische Energie auszukommen und daher an verschiedenen öffentlichen Stellen aufgestellt zu werden, er ist kostengünstig zu bauen und ist in einer Vielzahl von Untersuchungen zum Auftreten von Pollen und ihrer Quantifizierung eingesetzt worden. Er hat allerdings den Nachteil einer nur passiven gravimetrischen Pollenerfassung. Für die Berliner Studie ist es ein insgesamt geeigneter Pollenfallentyp.

Bei der Durham-Falle werden die Pollen auf einem mit Vaseline bestrichenen Objektträger für die Dauer von 7 Tagen aufgefangen; dieser ist gegen Regen von oben geschützt (siehe Abb. 1). Die Objektträger selbst werden ebenfalls auf der Unterlage durch ein Medium fixiert.

Die Fallen wurden zum Bau in einer spezialisierten Werkstatt in Auftrag gegeben und dort nach Vorlagen gebaut.

Die Funktionsfähigkeit des Fallentyps wurde geprüft, ebenso die Standfestigkeit und die technische Nutzbarkeit.

Alle Fallen wurden beschriftet mit Hinweisen zum Eigner und zur Nutzung sowie mit einer Telefonnummer für Nachfragen (Abb. 1).

Abbildung 1: Passive Pollenfalle vom Durham-Typ.



Wichtig war die Suche nach geeigneten Standorten, denn die Fallen sollten auf der einen Seite für bestimmte Lebensbereiche repräsentativ sein, z.B. Parkanlage, typische Berliner Straße

im Zentrum oder Peripherie, Zentrum mit U- und S-Bahnanschluss u.a. Wir erhielten dabei die Unterstützung von folgenden Organisationen, denen wir zu Dank verpflichtet sind:

1. BSR = Berliner Stadtreinigungsbetriebe
2. UBA = Umweltbundesamt
3. BLUME = Senatsverwaltung für Stadtentwicklung –
Berliner Luftgüte-Messnetz
4. Charité = Charité - Universitätsmedizin Berlin
5. VB KB I e.V. = Vereinsheim Bauernstube, Kleingartenanlage Bornholm

Wie wichtig ein sicherer Standort ist, zeigte die mutwillige Zerstörung einer Falle an einem vermeintlich sicheren Standort in einem Wohnhaushinterhof in Berlin-Schöneberg.

Die Fallen sind im Mittel 2 m über dem Boden installiert worden.

Die Fallen waren bis zum 11.03.2014 installiert und die Messungen begannen mit diesem Tag. An einigen Standorten konnte aufgrund fehlender Genehmigung erst in der Folgewoche mit den Messungen begonnen werden. Betroffen waren die Stationen in der Ringbahnstraße (RING), der Lengeder Straße (LENG) und der Charité unten (CH U).

Die Adressen der Messstellen in Berlin

Tabelle 1: Adressen der Messstellen mit dazugehöriger Institution, die den Standort zur Verfügung stellt.

Kurzbezeichnung	Adresse des Fallenstandortes	Institution, die den Standort zur Verfügung stellt
BRÜCKE	Brückenstr. 6, 12439 Berlin	BLUME
FRANK	Frankfurter Allee 86b, 10247 Berlin	BLUME
J&W	Johanna-und-Willy-Brauer-Platz, 10318 Berlin	BLUME
KA-MA	Karl-Marx-Str. 77, 12043 Berlin	BLUME
MAR-DA	Mariendorfer Damm 148, 12107 Berlin	BLUME
SILBER	Silbersteinstr. 1, 12051 Berlin	BLUME
ZOO	Hardenbergplatz, 10623 Berlin	BLUME
ZOO 2	Hardenbergplatz, 10623 Berlin	BLUME
LENG	Lengeder Str. 6-18, 13407 Berlin	BSR
RING	Ringbahnstr. 96, 12103 Berlin	BSR
CH 1	Charitéplatz 1, 10117 Berlin	Charité
CH 2	Charitéplatz 1, 10117 Berlin	Charité
CH U	Charitéplatz 1, 10117 Berlin	Charité
CH U 2	Charitéplatz 1, 10117 Berlin	Charité
A 100	Lerschpfad 17, 14059 Berlin	UBA
CORR	Corrensplatz 1, 14195 Berlin	UBA
SCHI	Schichauweg 60, 12307 Berlin	UBA
BORN	Björnsonstr. 5, 10439 Berlin	VB KB I e.V.

2.3.2 Anzahl und genaue Standorte der Messstellen

Die Gesamtzahl der Messstandorte im Stadtgebiet von Berlin betrug 14 (Foto jedes Standortes im Anhang B 1 und B 2). An einigen Messstandorten wurden mittels benachbarter Fallen Vergleichsmessungen angestellt. Diese sind nicht als eigenständiger Messstandort aufgeführt (CH 1, CH 2, CH U 2, ZOO 2).

Eine optische Übersicht über die Verteilung der Messstellen auf einem Stadtplan von Berlin gibt die Abbildung 2 und eine Übersicht zu den geografischen Stationskoordinaten ist in der Tabelle 2 gegeben.

Abbildung 2: Verteilung der Pollenfallen (blaue Markierung = Standort passive Pollenfalle, rote Markierung = Standort Burkard-Falle).

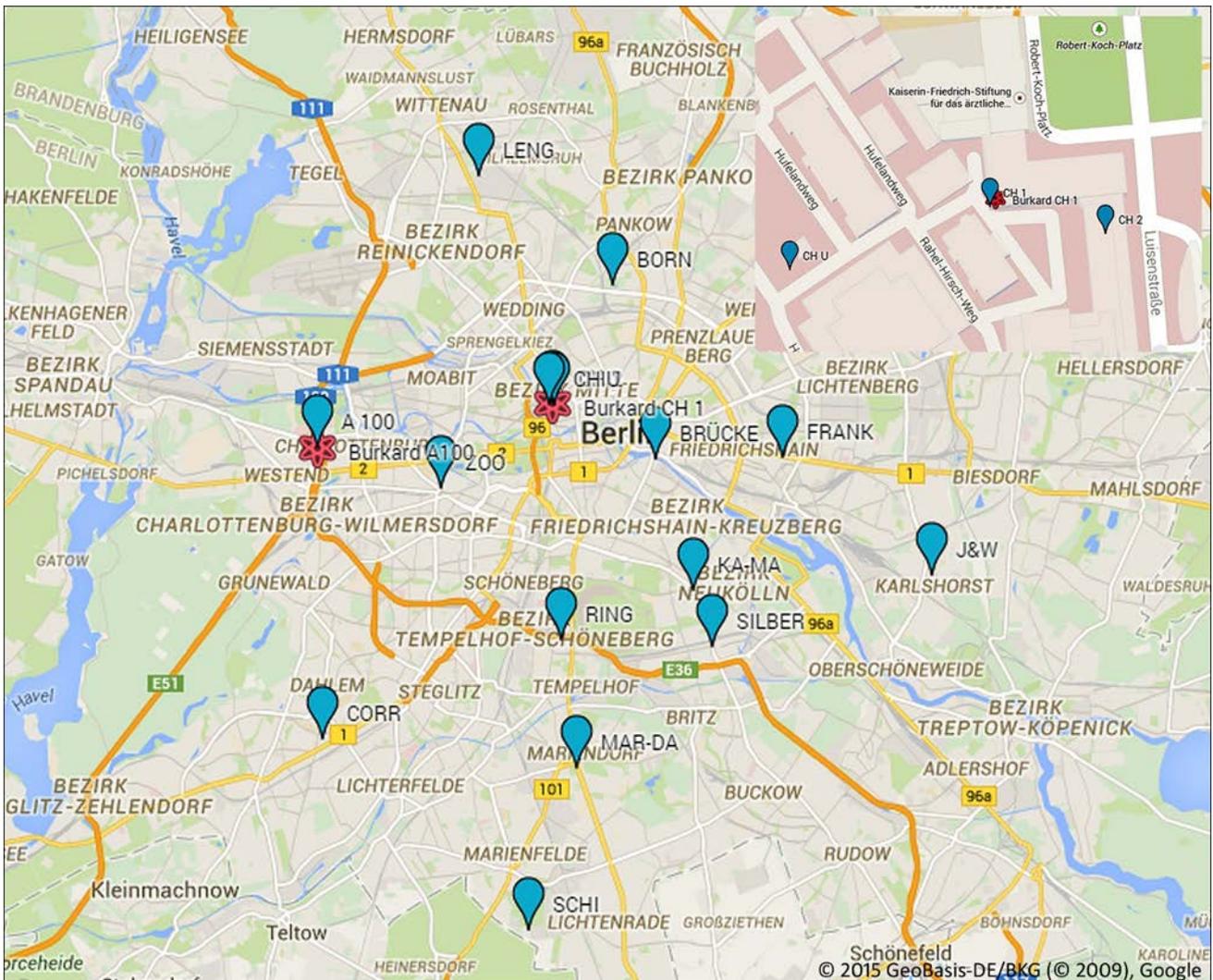


Tabelle 2: Stationskoordinaten mit Angaben zur Installationshöhe und Art der Falle.

Stationscode	geografische Stationskoordinaten (nach WGS 84)	Installationshöhe in [m] über Grund	Art der Falle: G – Durham B – Burkard
A 100	52°30'59.8"N 13°17'01.9"E	ca. 4,0 m	G + B
BORN	52°33'22.8"N 13°24'07.3"E	ca. 2,5 m	G
BRÜCKE	52°30'48.8"N 13°25'08.0"E	ca. 2,5 m	G
CH 1	52°31'38.4"N 13°22'40.7"E	ca. 20 m	G + B
CH 2	52°31'38.4"N	ca. 23 m	G

	13°22'40.7"E		
CH U/ CH U 2	52°31'38.4"N 13°22'40.7"E	ca. 2,5 m	G + G
CORR	52°26'43.1"N 13°17'08.1"E	ca. 2,0 m	G
FRANK	52°30'50.7"N 13°28'11.7"E	ca. 2,5 m	G
J&W	52°29'06.9"N 13°31'46.1"E	ca. 2,5 m	G
KA-MA	52°28'54.1"N 13°26'02.0"E	ca. 2,2 m	G
LENG	52°34'59.2"N 13°20'55.3"E	ca. 2,5 m	G
MAR-DA	52°26'17.2"N 13°23'15.8"E	ca. 2,2 m	G
RING	52°28'10.4"N 13°22'53.9"E	ca. 2,5 m	G
SCHI	52°23'53.7"N 13°21'57.5"E	ca. 2,2 m	G
SILBER	52°27'58.8"N 13°25'53.7"E	ca. 2,2 m	G
ZOO/ ZOO 2	52°30'23.8"N 13°19'58.7"E	ca. 2,5 m	G + G

Zu Anzahl und Art der eingesetzten Pollenfallen siehe Tabelle 2. Es wurden insgesamt 18 passive Pollenfallen nach Durham und 2 volumetrische Pollenfallen (Typ Burkard) eingesetzt.

2.3.3 Messstellen zu Vergleichszwecken untereinander (gleicher Fallentyp) und miteinander (Durham gegen Burkard)

Am Bahnhof Zoo ist mit zwei benachbarten Durham-Fallen gemessen worden, auf dem Gelände der Charité mit zwei benachbarten Durham-Fallen und einer Burkard-Falle, benachbart mit einer Durham-Falle. An der A100 (Stadtautobahn) ist mit einer Burkard- und einer Durham-Falle gemessen worden.

2.3.4 Messausfälle

An wenigen Tagen kam es an einigen Fallen zu Messausfällen, da entweder die Präparate entfernt oder abgewaschen waren, bzw. die Falle noch nicht in Betrieb war. Eine Übersicht wird in der Abbildung 3 gegeben.

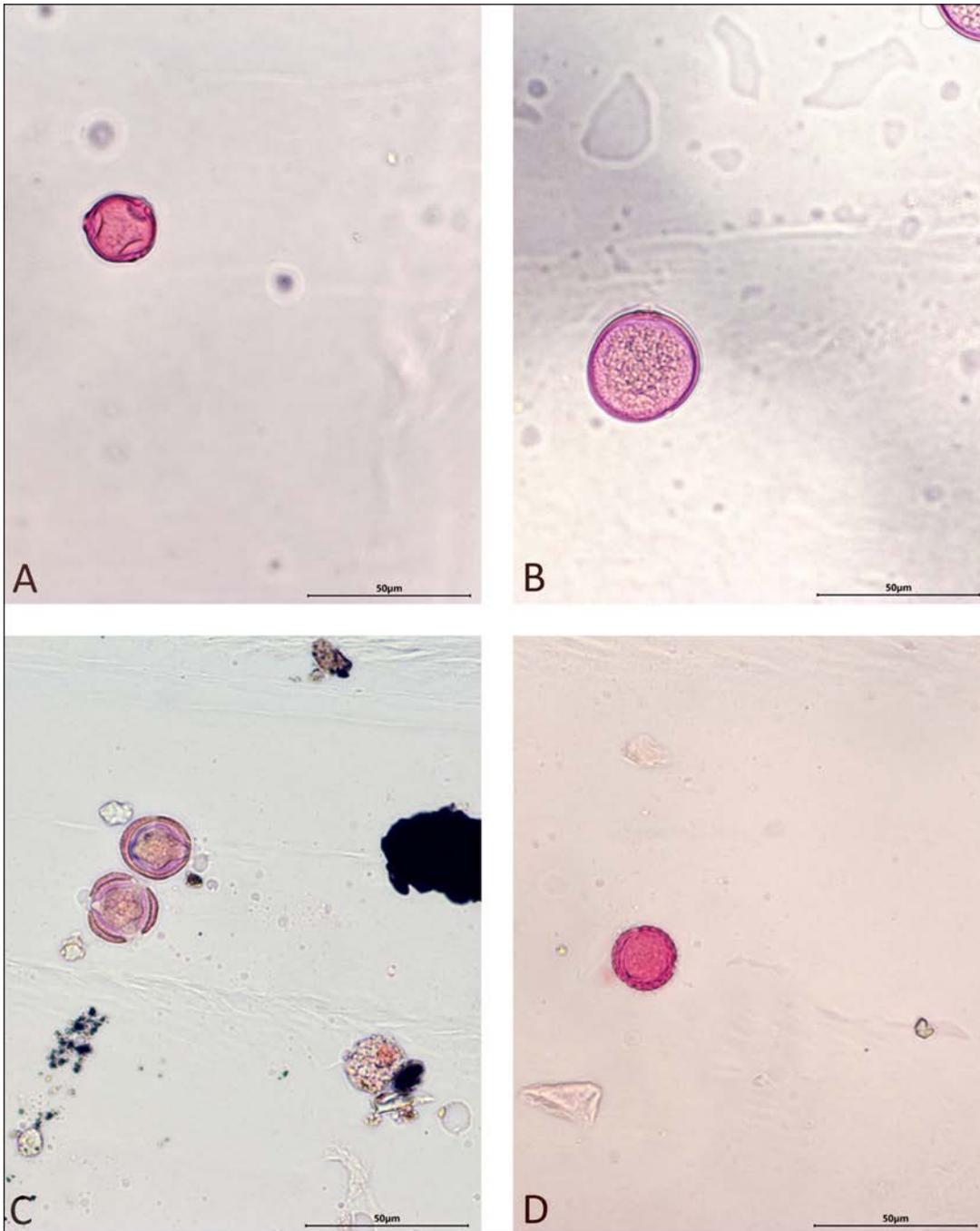
Abbildung 3: Dokumentation der Messausfälle (blau = keine Installation, gelb = Präparat abgewaschen oder verschwunden).

Woche / Station	A 100	BRÜCKE	BORN	CORR	FRANK	CH1	CH2	CHU	CH U2	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO	ZOO2
11.3.-18.3.																		
18.3.-25.3.																		
25.3.-1.4.																		
1.4.-8.4.																		
8.4.-15.4.																		
15.4.-22.4.																		
22.4.-29.4.																		
29.4.-6.5.																		
6.5.-13.5.																		
13.5.-20.5.																		
20.5.-27.5.																		
27.5.-3.6.																		
3.6.-10.6.																		
10.6.-17.6.																		
17.6.-24.6.																		
24.6.-1.7.																		
1.7.-8.7.																		
8.7.-15.7.																		
15.7.-22.7.																		
22.7.-29.7.																		
29.7.-5.8.																		
5.8.-12.8.																		
12.8.-19.8.																		
19.8.-26.8.																		
26.8.-2.9.																		
2.9.-9.9.																		
9.9.-16.9.																		
16.9.-23.9.																		
23.9.-30.9.																		
30.9.-7.10.																		
7.10.-14.10.																		
14.10.-21.10.																		
21.10.-28.10.																		

2.4 Gemessene allergene Pollen

Folgende allergene Pollen sind dokumentiert worden: Birke (*Betula*), Gräser (*Poaceae*, eingerechnet wurden die normalerweise getrennt erfassten Pollen von Mais und von Getreide), Beifuß (*Artemisia*) und Traubenkraut (*Ambrosia*), siehe dazu Abbildung 4.

Abbildung 4: Lichtmikroskopische Vergrößerung (400-fach) der untersuchten Pollenarten (A = Birke, B = Gräser, C = Beifuß, D = Ambrosia).



2.5 Betreuung der Fallen

Alle Fallen wurden wöchentlich auf ihre Unversehrtheit geprüft, das Wochenpräparat wurde entnommen und die Fallen wurden für die jeweils neuen Messungen der kommenden Woche vorbereitet. Dies war – bei den Fahrwegen in Berlin – eine Tagesarbeit für jeweils zwei Betreuer (3 Betreuer waren involviert und vertraten sich).

Alle Fallen wurden einmal pro Monat gesäubert und Teile der Falle neu mit Vaseline bestrichen, um auffallende Pollen daran zu hindern, abzuprallen und sich neu – und dann auf den Objektträger – zu binden.

2.6 Aufbereitung der Pollenmessträger

Die Vor- und Aufbereitung der Objektträger aus den Durham- Fallen verlief wie folgt:

Für jede einzelne Messstation werden zur Vorbereitung der Messung Glasobjektträger der Größe 76 x 26 mm unterseitig mit dem Datum der Messwoche und der Stationsbezeichnung wasserfest beschriftet. Oberseitig wird mit einer Fingerkuppe ein Vaseline-Film gleichmäßig aufgetragen. Mittels einer Transportbox werden die so präparierten Objektträger im Wochenturnus zu den Messpunkten gebracht und gegen die bereits genutzten Objektträger ausgetauscht. Nach Rücktransport werden die Präparate im Labor begutachtet und eventuelle Ablösungen der Beschichtung beispielsweise durch Starkregen unterseitig kenntlich gemacht.

2.7 Auswertung der Objektträger

Für die Auswertung wird der mit Luftstaub (Pollen, Sporen etc.) angereicherte Vaseline-Film angefärbt und fixiert. Dazu wird eine in der Pollenanalytik bewährte Lösung auf der Basis safraningefärbten Mowioles® und wasserfreiem Glycerin aufgetragen und der Objektträger mit einem passenden Deckglas versiegelt. Nach Aushärten der Safranin-Lösung kann mit der Auswertung begonnen werden

Alle Messträger wurden aufgearbeitet, d.h. gefärbt, fixiert, dokumentiert und archiviert.

Von der Unterseite des Objektträgers wird eine runde Fläche von 48 mm² gekennzeichnet, die der Oberfläche entspricht, die auf den Folien der Burkard-Fallen ausgewertet werden. Der runde Bereich ist in der Mitte der Objektträger plaziert, die den sog. „most isotropic place“ darstellt, d.h den Ort wo eine Richtungsunabhängigkeit gegenüber physikalischen Variablen (wie Wind) gegeben ist (Abb. 5).

Abbildung 5: Beispiel gefärbter Messplatten aus passiven Pollenfallen nach Durham runder Zählfläche.



Die Fläche von 48 mm² wird bei einer 400-fachen Vergrößerung in einem binokularen Mikroskop ausgewertet. Dabei wird auch der Grad an Luftverschmutzung erfasst.

2.8 Dateneingabe

Die erhobenen Daten wurden in Excel-Tabellen eingetragen und sind in der Datenbank des PID gespeichert.

Diesem Projektabschlussbericht liegt eine deskriptive Auswertung zu Grunde.

3 Ergebnisse der Pollenmessungen

Der vorgesehene Plan zum organisatorischen, zeitlichen und technischen Ablauf der Untersuchungen wurde nicht vollständig eingehalten, da sich – krankheitsbedingt – die Auswertung der großen Zahl an Präparaten verzögerte.

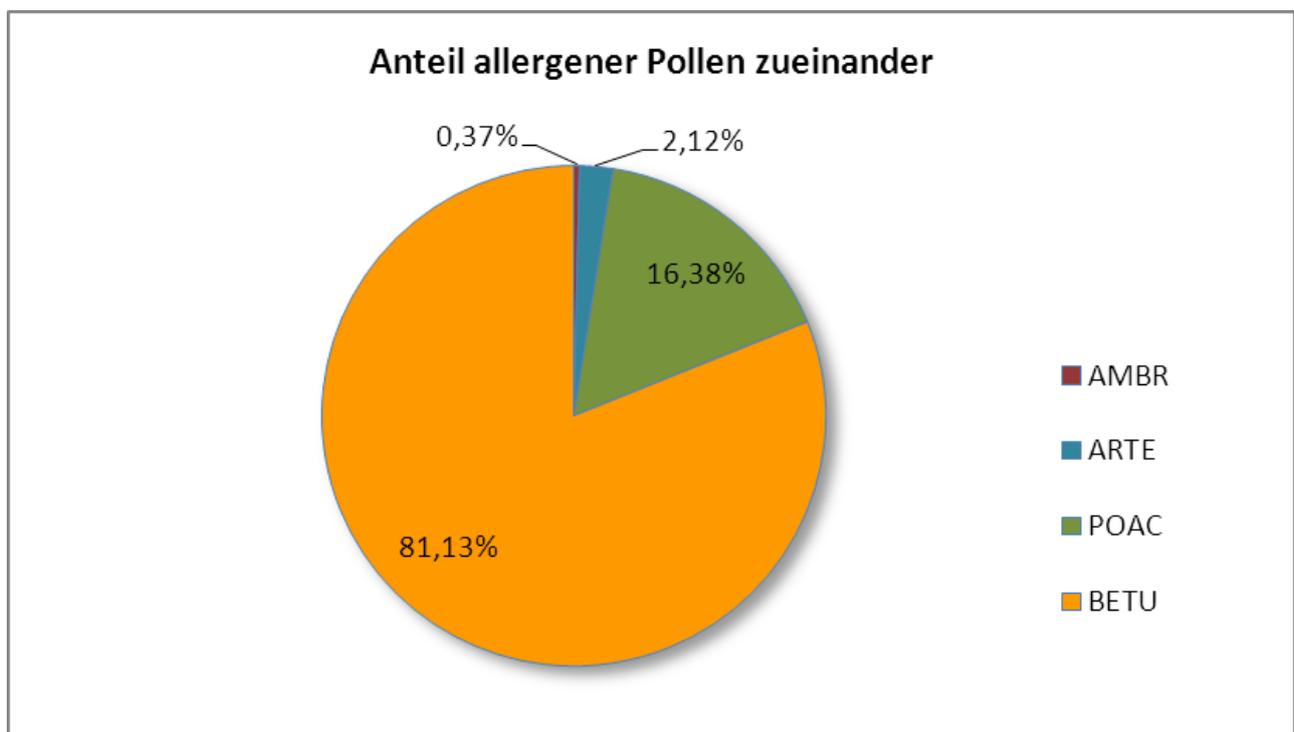
Auf der anderen Seite wurde die Zahl der Messorte von zehn auf 14 deutlich vergrößert. Es bestand die Absicht, das innerstädtische Netz so eng wie möglich zu gestalten.

Zur Beurteilung der regionalen Verteilung luftgetragener allergener Pollen in Berlin wurden nur die 14 in Bodennähe (ca. 2 m über Grund) aufgestellten passiven Pollenfallen herangezogen. Die genauen Messstandorte mit Ortsangaben und regionalen Gegebenheiten sind im Methodenteil beschrieben. Fotos jedes einzelnen Standortes sind dem Anhang beigelegt.

Die Ergebnisse der vier verbleibenden passiven Pollenfallen dienen Vergleichsmessungen und sind gesondert aufgeführt.

3.1 Ergebnisse der 14 bodennahen Messstellen

Abbildung 6: Anteil allergener Pollenarten zueinander als Gesamtprozentsatz aller 14 Messstellen im Zeitraum 11.03.-28.10.2014 (AMBR = Ambrosia, ARTE = Artemisia, POAC = Poaceae, BETU = Betula).



Birke (Betula, Code BETU)

Die Pollen der Birke dominieren in Berlin unter den vier in dieser Studie einbezogenen allergenen Pollenarten mit Abstand (Siehe Abbildung 6). Mehr als vier von fünf Pollen (81,13 %) gehören zu diesem Pollentyp. Die regional höchsten Werte weist die Station an der Lengeder Straße (LENG) mit

insgesamt 3232 gezählter Birkenpollen auf. Dem gegenüber werden an der Station in der Brückenstraße (BRÜCKE) mit 1332 Birkenpollen nur gut 41 % dieses Wertes erreicht (Siehe Abbildung 7).

In der wochenweisen Darstellung der Messergebnisse zeigen sich die größten absoluten Unterschiede zwischen den Messstandorten in der 4. Woche (01.04.-08.04.14). Die höchsten Werte weist mit 1832 Birkenpollen der Mariendorfer Damm (MAR-DA) auf. Demgegenüber stehen nur 647 Pollen, gemessen in der gleichen Woche in der Brückenstraße (BRÜCKE). Die Boden-Messstation an der Charité (CH U), die der Burkard-Referenzmessstelle des PID am nächsten liegt, reiht sich mit 1001 Pollen im Mittelfeld ein (Siehe Abbildung 8). Eine detailliertere Abbildung dieser Grafik findet sich in Anhang A 1.

Abbildung 7: Gesamtsumme an Birkenpollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).

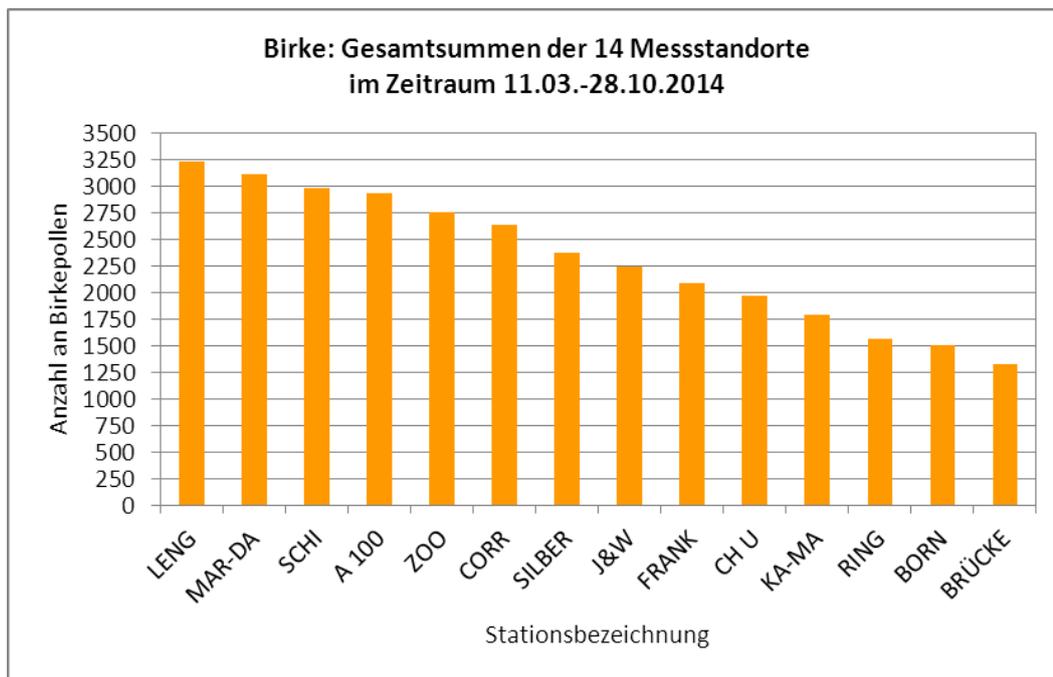
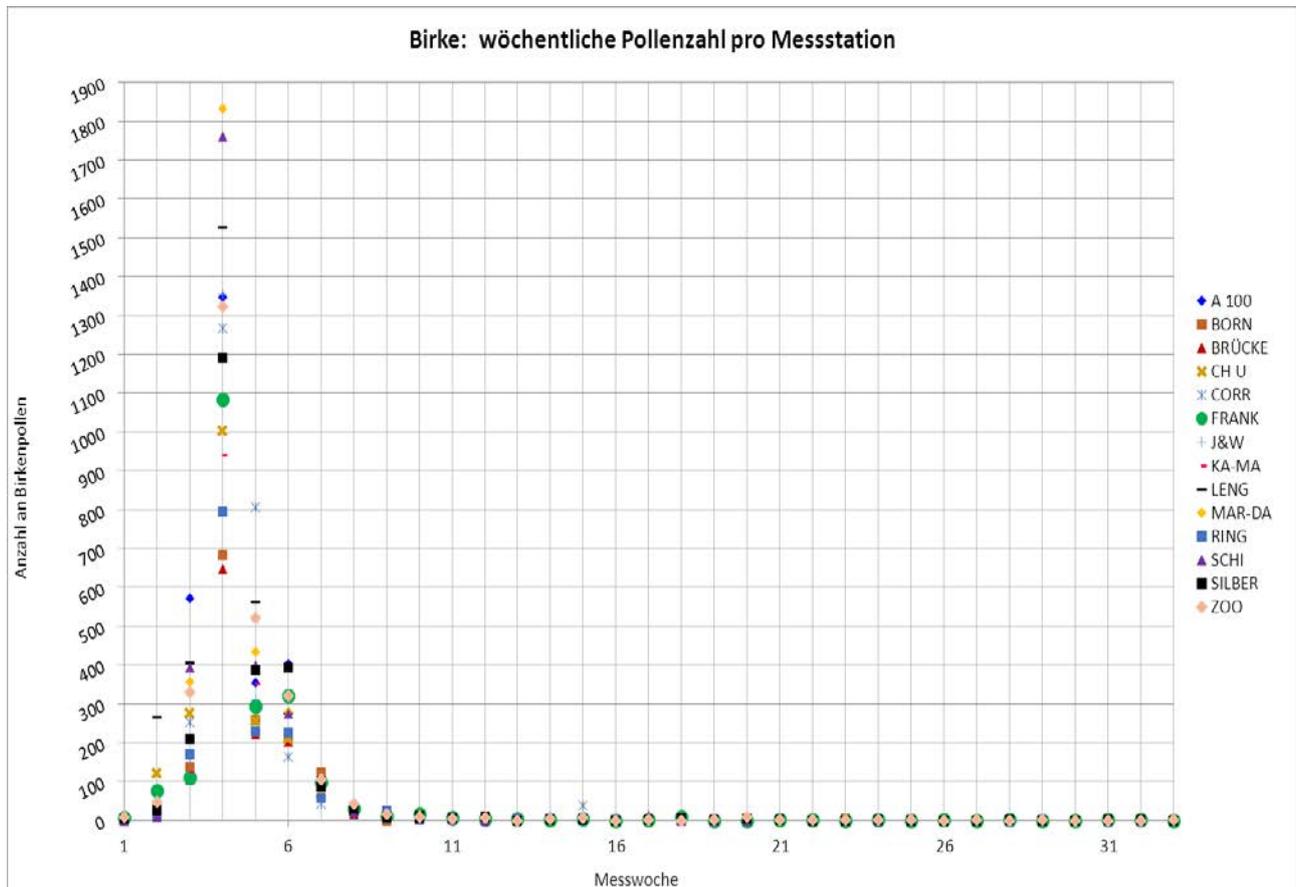


Abbildung 8: Wöchentliche Anzahl an Birkenpollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03.-18.03.14... 33. Woche = 21.10.-28.10.14).



(Süß)gräser (Poaceae, Code POAC)

In die Pollenzählungen der Süßgräser wurden die Pollen des Getreides und die Pollen von Mais eingeschlossen. Zusammen erreichen die Gräserpollen damit einen Gesamtanteil von gut 16 % (16,38 %) am Gesamtaufkommen der allergenen Pollen (Siehe Abbildung 6). Die regional höchsten Werte weist die Station am Stadtrand (Schichauweg, SCHI) auf, wo insgesamt 1010 Gräserpollen während der Pollensaison gezählt wurden. An der Station am Corrensplatz (CORR) wird im gleichen Zeitraum nur knapp ein Drittel dieses Wertes (31,3 %) erreicht. (Siehe Abbildung 9).

In den Ergebnissen der Wochenintervalle zeigen sich die größten absoluten Unterschiede zwischen den Stationen während der 11. Messwoche (20.05.-27.05.14). Die höchsten Werte weist hierbei das stadtrandnahe UBA-Gelände am Schichauweg (SCHI) mit 305 Gräserpollen auf. Damit liegt dieser Wert mehr als 6-fach über dem der Station am Corrensplatz (CORR), wo 49 Gräserpollen belegt sind. Die Pollenzahlen aller übrigen Messstellen liegen relative nahe beieinander zwischen 65 und 102 Pollen in der jeweiligen Woche. (Siehe Abbildung 10). Eine detailliertere Abbildung dieser Grafik findet sich in Anhang A 2.

Abbildung 9: Gesamtsumme an Gräserpollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).

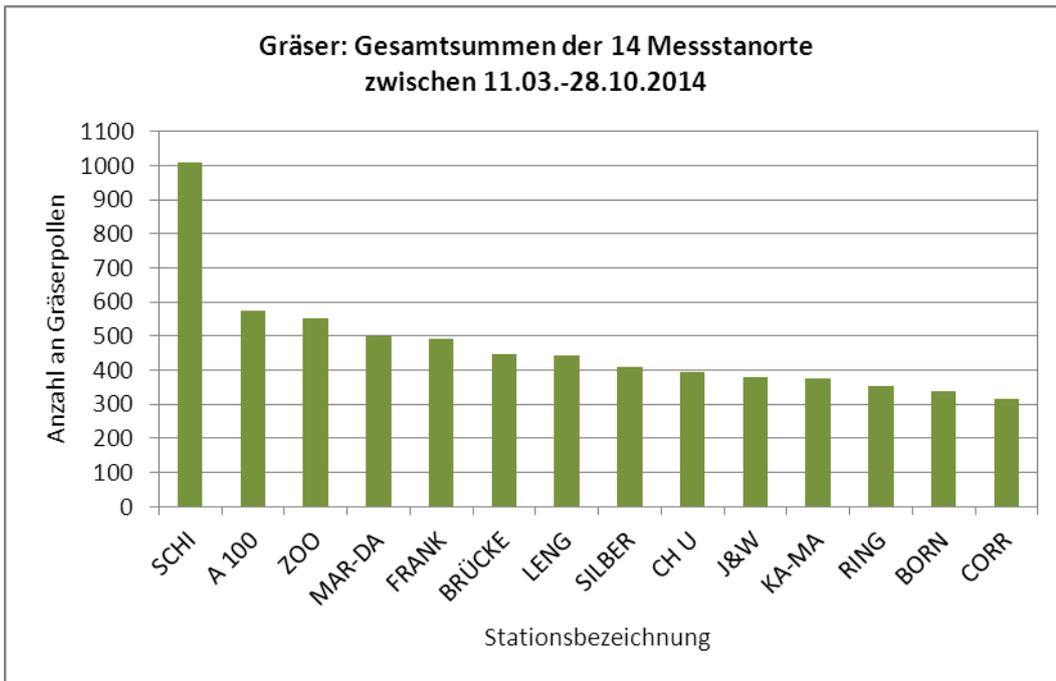
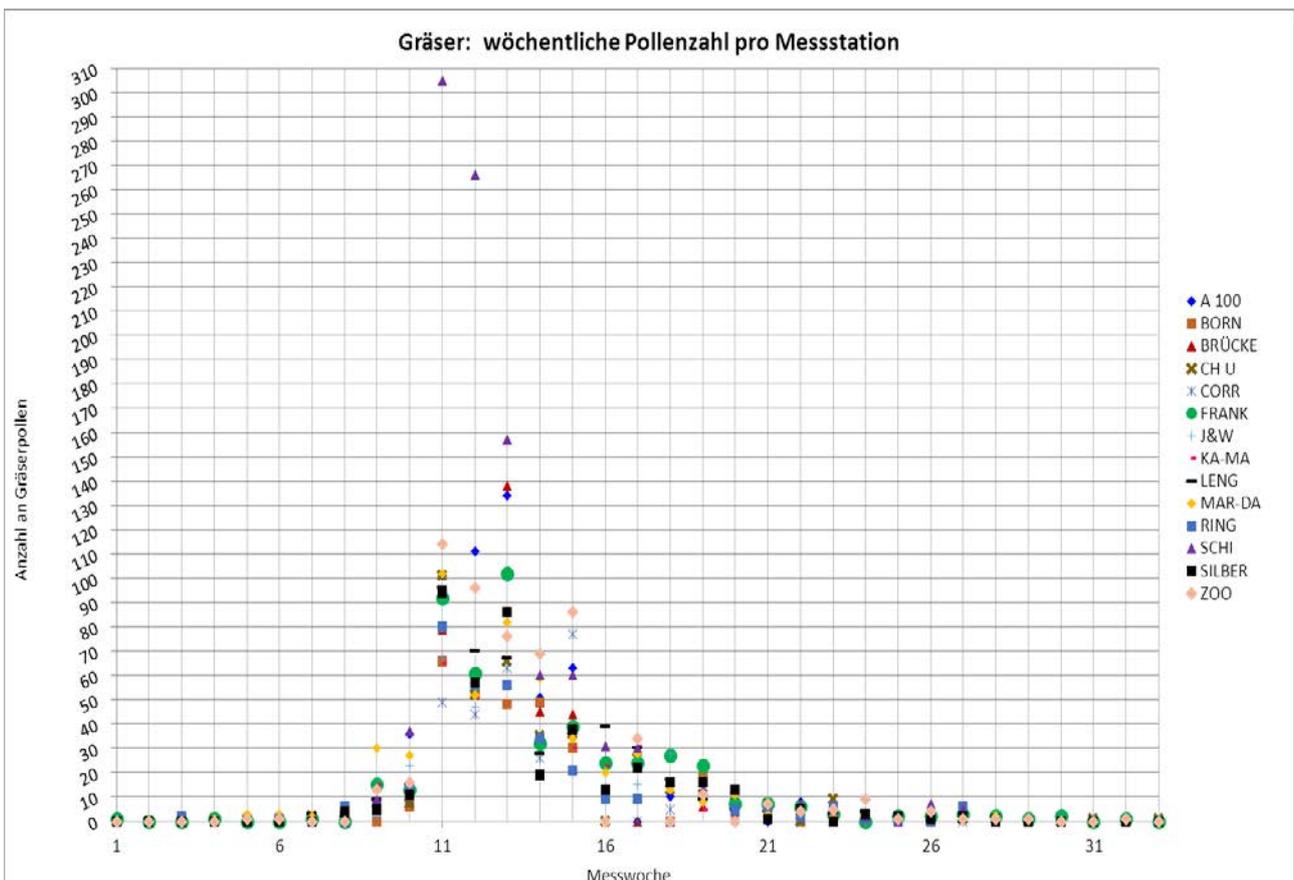


Abbildung 10: Wöchentliche Anzahl an Gräserpollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03.-18.03.14... ...33. Woche = 21.10.-28.10.14).



Beifuß (Artemisia, Code ARTE)

Die Pollen vom Beifuß nehmen nur gut 2 % (2,12 %) am Gesamtaufkommen ein (siehe Abbildung 6). Bedeutsame Konzentrationen (>100 Pollen im Gesamtzeitraum) finden sich nur an wenigen Messstationen. Die regional höchsten Werte finden sich in der Innenstadtmessstelle Brückenstraße (BRÜCKE). Hier sind 205 Pollen dieses Typs gezählt worden, wohingegen an der Messstelle in der Karl-Marx-Straße (KA-MA) zugleich gerade 13 Beifußpollen belegt werden konnten (siehe Abbildung 11).

In den Ergebnissen der Wochenintervalle fallen große Differenzen einiger Stationen gegenüber der Gesamtheit der übrigen Stationen auf. So zeigen sich vor allem für die Messstellen an der Stadtautobahn (A100), der Brückenstraße (BRÜCKE) und teilweise auch für die Stadtrandstation am Schichauweg (SCHI) große Ausschläge in der 19. bis zur 23. Messwoche (15.07.-19.08.14). Während für die anderen Stationen in diesem Zeitraum durchgehend Pollenzahlen zwischen 5 und 15 Beifußpollen pro Messwoche beziffert werden, treten an den genannten Stationen meist Messwerte jenseits von 30 (bis 68) Pollen auf (siehe Abbildung 12); eine detailliertere Abbildung dieser Grafik findet sich in Anhang A 3. Da für Beifußpollen häufig Clusterungen auftreten (siehe auch unter Kapitel „Vergleich benachbarter Fallen“) erzeugen diese, bei einer relativen Häufung an einzelnen Stationen, starke Ausreißer. In den Excel-Tabellen der Datenblätter der einzelnen Pollenarten sind diese Cluster deshalb mittels grau markierter Kästchen als solche hervorgehoben (Siehe Anhang C).

Abbildung 11: Gesamtsumme an Beifußpollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).

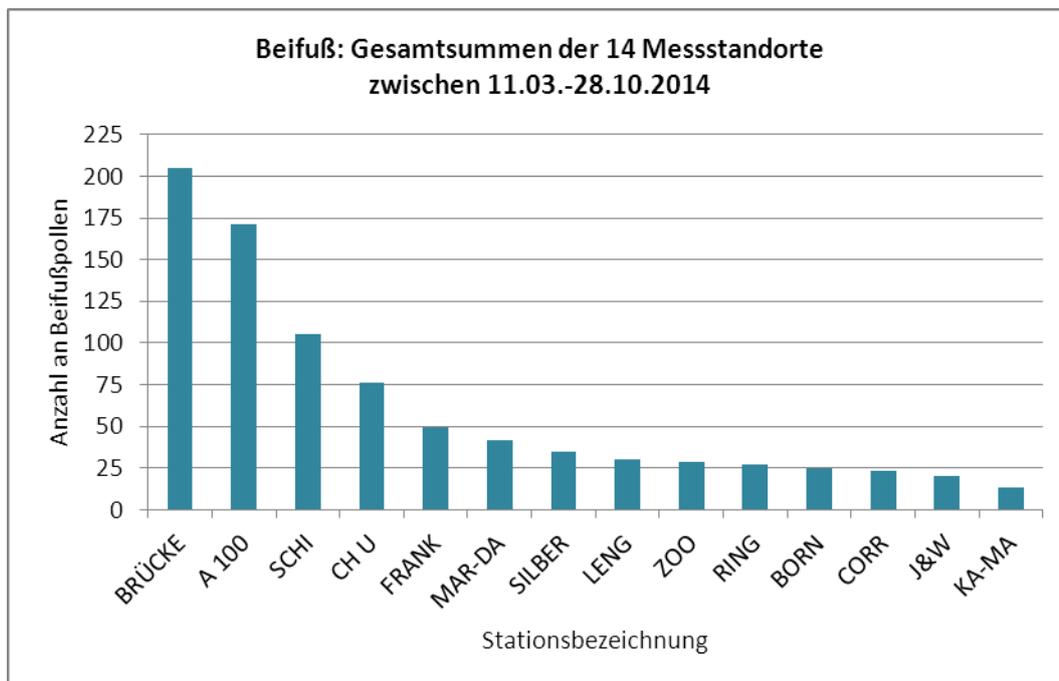
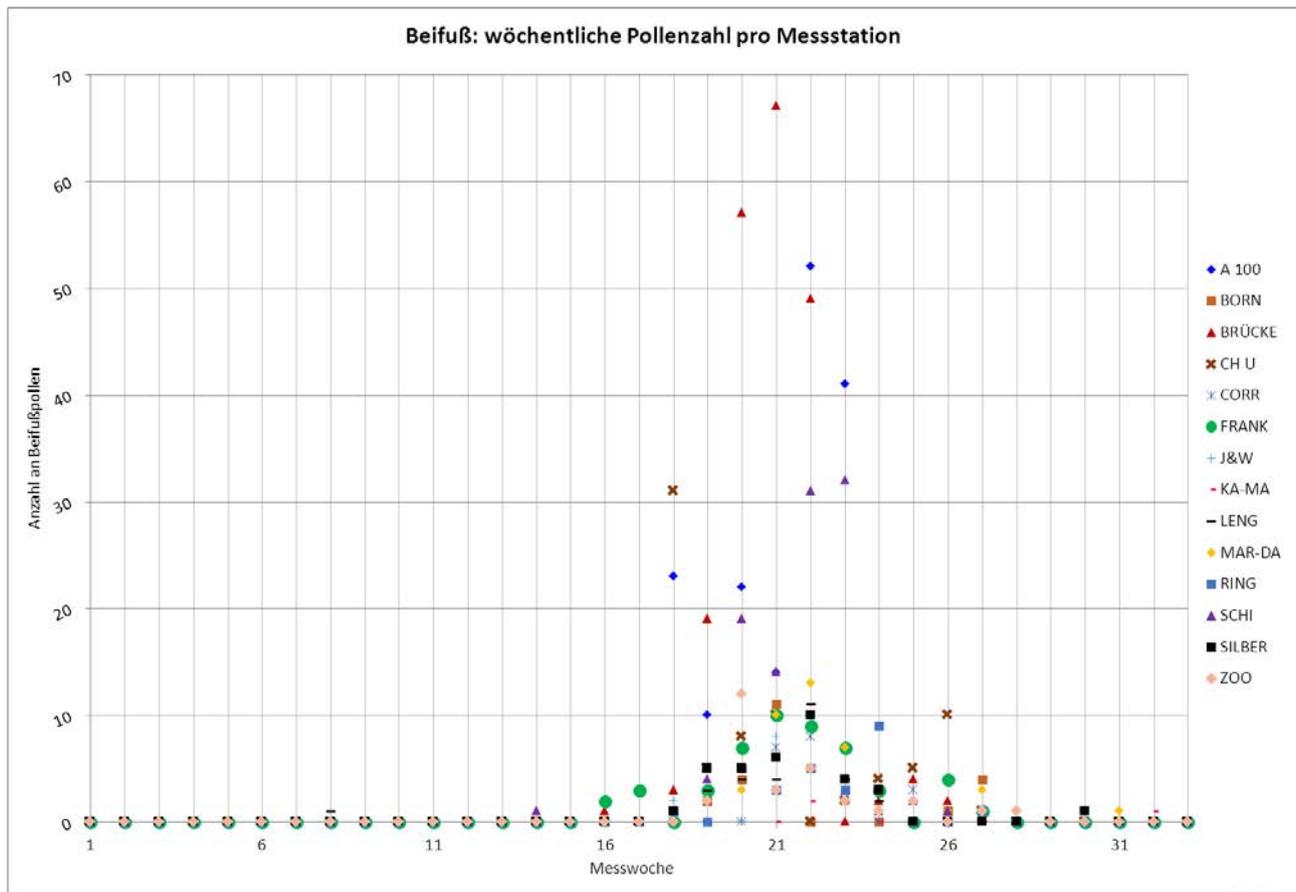


Abbildung 12: Wöchentliche Anzahl an Beifußpollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03.-18.03.14... ...33. Woche = 21.10.-28.10.14).



Traubenkraut (Ambrosia, Code AMBR)

Die Pollen des Traubenkrauts spielen während der Pollensaison 2014 in Berlin nur eine untergeordnete Rolle am Gesamtspektrum der vier betrachteten allergenen Arten. Der Anteil liegt bei unter einem Prozent (0,37 %) (Siehe Abbildung 6). Trotzdem konnten an jedem der Messpunkte Ambrosiapollen nachgewiesen werden. Die Spanne liegt zwischen 21 Pollen an der Station Frankfurter Allee (FRANK) und 2 Pollen am Mariendorfer Damm (MAR-DA) (siehe Abbildung 13).

Die Darstellung der Wochenintervalle für Ambrosia ist in der Abbildung 14 gegeben, eine detailliertere Abbildung dieser Grafik findet sich in Anhang A 4. Maximal sind 9 Pollen während einer Woche (26. Messwoche vom 02.09.-09.09.14) an einer Station registriert worden (FRANK). Diese Woche entspricht mit einem Gesamtwert von 60 Pollen auch dem Maximum des registrierten Ambrosiapollenflugs während der 2014er Pollenflugsaison. Auf der Basis der sehr geringen Pollenzahlen, lassen sich allerdings keine zuverlässigen Aussagen über die Belastungsverteilung innerhalb Berlins begründen.

Abbildung 13: Gesamtsumme an Ambrosiapollen nach Messstandort (14 passive Pollenfallen).

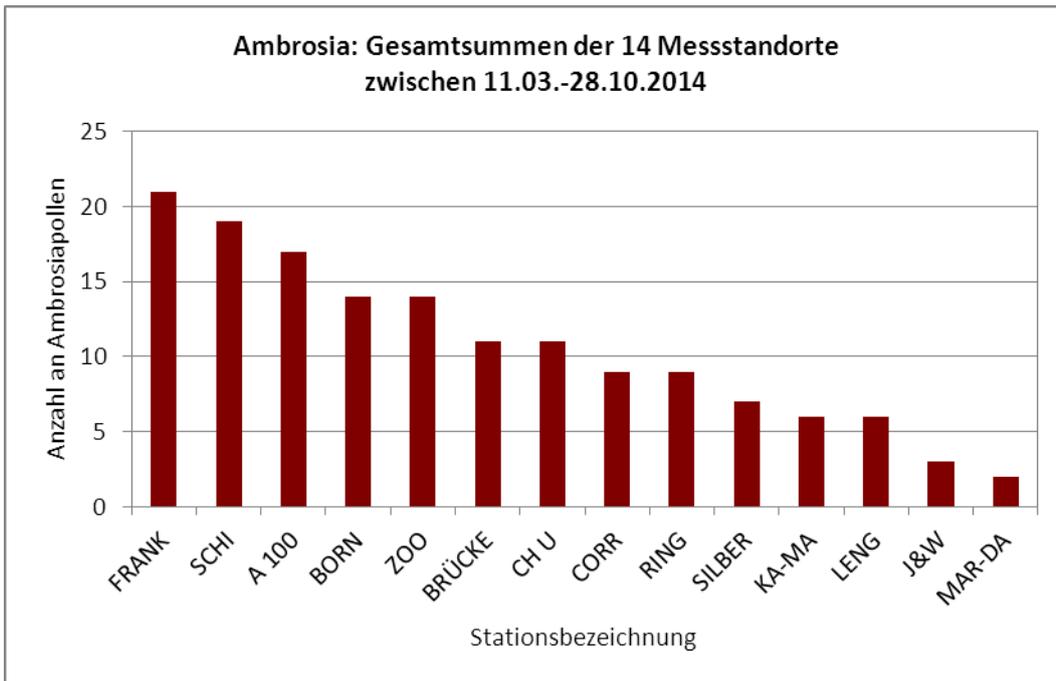
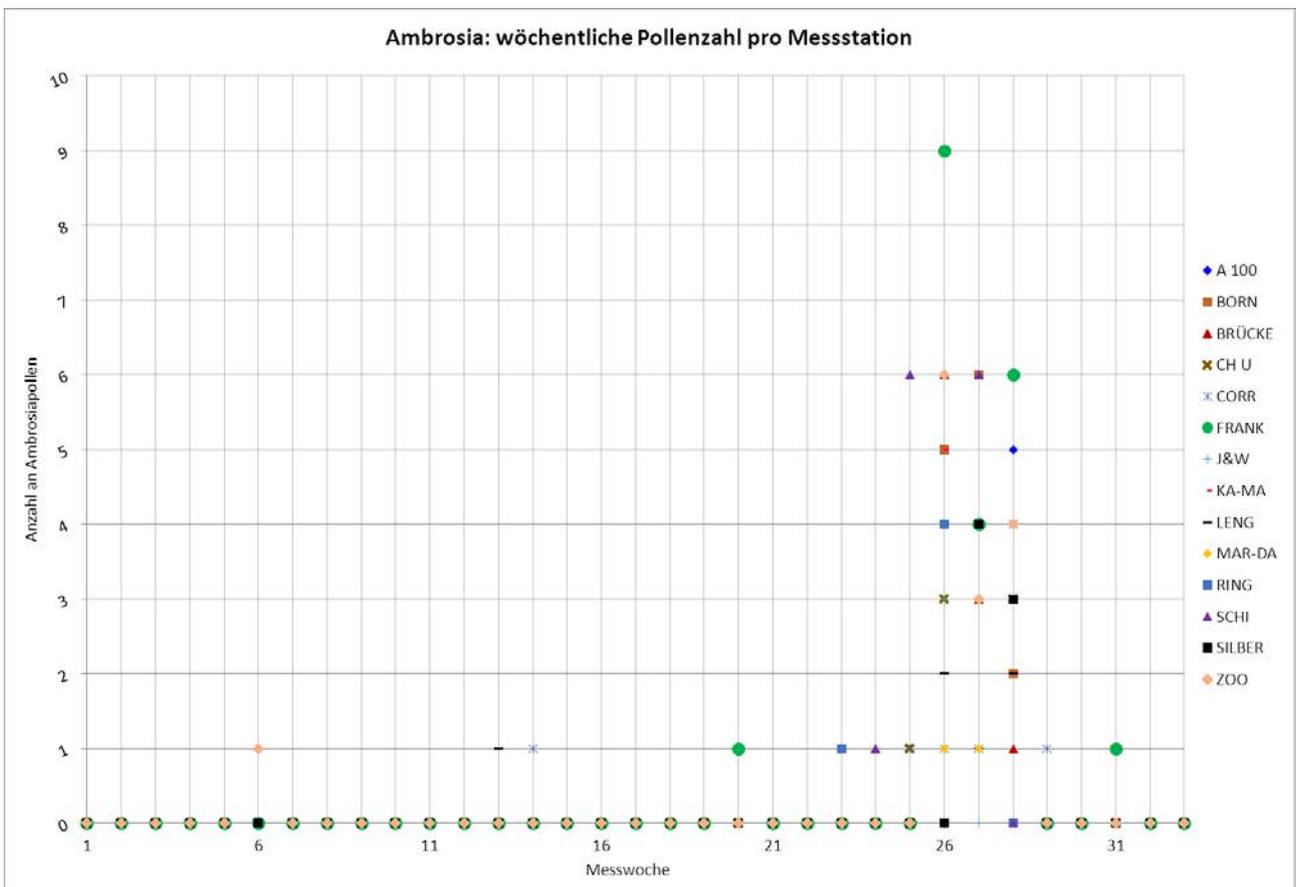


Abbildung 14: Wöchentliche Anzahl an Ambrosiapollen jeder Messstation über den gesamten Messzeitraum (1. Woche = 11.03.-18.03.14... 33. Woche = 21.10.-28.10.14).



3.2 Ergebnisse des Vergleichs benachbarter Durham- Fallen

3.2.1 Fallen benachbart in unterschiedlicher Höhe (CH 1 mit CH U)

Mit Beginn der zweiten Messwoche (18.03.-25.03.14) wurde unterhalb der bereits installierten Dachfalle (CH 1) auf ungefähr 20 m Höhe über Grund eine weitere Falle (CH U) in geringer Höhe auf ungefähr 2,5 m über Grund installiert. Die Fallen befinden sich in etwa 95 m Entfernung zueinander.

Ergebnisse der Messungen können dem Anhang A 5 und A 6 entnommen werden. Wie dort ersichtlich ist, bestehen große Unterschiede bezüglich der Anzahl detektierter Birken- und Beifußpollen. Während für die Dachfalle (CH 1) über die Dauer der gesamten Messkampagne 947 Birken-, sowie 40 Beifußpollen gezählt wurden, waren die Werte der bodennahen Falle (CH U) mit 1976 Birken-, sowie 76 Beifußpollen um mehr als 100 % bzw. ungefähr 90 % höher. Für Ambrosia wurden in Bodennähe ebenfalls mehr Pollen (38 % mehr) als auf dem Dach gezählt, wobei aufgrund der nur geringen aufgezeichneten Pollenmengen (11 Ambrosiapollen in CH U gegenüber 8 Ambrosiapollen in CH 1) die Aussagekraft dieser Daten beschränkt bleiben muss.

Für die Verteilung der Gräserpollen ergibt sich ein differenzierteres Bild. Bei Betrachtung absoluter Zahlen dieser Pollenart wurden an der Dachstation 5 % (374 Pollen in CH 1 zu 394 Pollen in CH U) weniger Gräserpollen als an der Bodenstation gemessen. Eine Relativierung der Werte erfährt allerdings der Blick auf die 11. Messwoche (20.05.-27.05.14), in welcher eine außergewöhnlich hohe Zahl Gräserpollen der Dachfalle die Verhältnisse der beiden Fallen zueinander stark verändert. Teile einer Anthere mit 47 anhaftenden Pollen führten zu einer Maßstabsverschiebung. Zählte man dieses für Gräserpollen ungewöhnliche Ereignis nicht mit, verschöben sich die Verhältnisse und statt 5 % weniger Gräserpollen wären es 26 % weniger Gräserpollen, die die Dachstation detektierte.

Für Beifuß sind Pollenansammlungen, sogenannte Pollencluster, hingegen häufiger zu finden. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, auf die Clusterung hinzuweisen. In den Excel-Tabellen der einzelnen Datenblätter zum Pollenflug sind diese Cluster mittels grau markierter Kästchen als solche hervorgehoben (Anhang C). Da allerdings die genaue Entstehungsweise der Cluster nicht bekannt ist, werden alle Pollen gezählt. So kann es beispielsweise nach starken Regenereignissen durch das Zurücktrocknen von Wassertropfen auf der Oberfläche des Objektträgers zu einer nachträglichen Zusammenballung zuvor einzeln sedimentierter Pollen gekommen sein.

3.2.2 Durham-Fallen benachbart in gleicher Höhe (CH U mit CH U 2; ZOO mit ZOO 2)

An zwei Standorten sind während der Pollensaison benachbarte Vergleichsfallen in unmittelbarer Nähe (in ca. 1 m Abstand) zu bereits etablierten Pollenfallen installiert worden. Jedoch fand die Inbetriebnahme erst nach dem Höhepunkt des Birken- sowie des Gräserpollenfluges (Messwoche 03.06.-10.06.14 für ZOO 2 und 01.07.-08.07.14 für CH U 2) statt. Im Anhang A 7 und A 8 sind die Beziehungen zwischen den benachbarten Fallen beider Standorte exemplarisch für die Gräserpollen dargestellt. Unter Einbeziehung aller Pollentypen über den gesamten vergleichbaren Zeitraum ergibt sich ein Korrelationskoeffizient (nach Pearson) für CH U gegenüber CH U 2 von $\rho = 0,61$ und damit eine mittelstarke Korrelation der Datensätze. Die Differenz gezählter Pollen beträgt 18 %. Setzte man alle gefundenen Cluster (Cluster = Pollenansammlungen > 2 Pollen) gleich eins, erhöhte sich der lineare Zusammenhang sogar auf $\rho = 0,82$ und es ergebe sich eine Differenz von nur noch 4 %. Damit bestände ein stark positiver Zusammenhang zwischen den beiden Datensätzen.

An der Station ZOO besteht zu ZOO 2 ein sehr stark positiver Zusammenhang zwischen den beiden Datensätzen von $\rho = 0,97$. Allerdings weichen die absoluten Pollenzahlen mit 20 % etwas mehr voneinander ab, als an den beiden Charité-Stationen CH U und CH U 2.

3.3 Qualitätskontrolle

Zur Ermittlung der Zählkonstanz wurden zwei weitere, erfahrene Pollenanalysten der Medizinischen Universität Wien hinzugezogen, die anhand 10 zufällig ausgewählter Präparate aus der Frühjahrs-, Sommer- und Herbstperiode unterschiedlicher Auswertzeiträume und Standorte dieselbe Fläche mit gleicher Methodik auszählten. Damit standen für die einzelnen Pollenarten jeweils vier Zählungen vergleichend zur Verfügung (Siehe Tab. 4)

Tabelle 3: Für Vergleichszählungen ausgewählte Messwochen und Standorte.

Ort	Messwoche	Ort	Messwoche
A 100	20.05.-27.05.2014	LENG	25.03.-01.04.2014
BORN	25.03.-01.04.2014	MAR-DA	12.08.-19.08.2014
CH 1	20.05.-27.05.2014	RING	03.06.-10.06.2014
FRANK	03.06.-10.06.2014	RING	09.09.-16.09.2014
J&W	09.09.-16.09.2014	RING	12.08.-19.08.2014

Tabelle 4: Dokumentation der Messkonstanz (Analyst I = Barbora Obstová, Analyst II = Katharina Bastl, Analyst III = Maximilian Kmenta, Analyst IV = Matthias Werchan) und der Gesamtpollensumme während der 10 verglichenen Messwochen.

Pollentyp	I. Analyst	II. Analyst	III. Analyst	IV. Analyst	I. Analyst	II. Analyst	III. Analyst	IV. Analyst
BETU	556	448	540	560	100%	80,6%	97,1%	100,7%
POAC	389	398	396	396	100%	102,3%	101,8%	101,8%
ARTE	11	14	14	12	100%	127,3%	127,3%	109,1%
AMBR	5	5	6	5	100%	100%	120,0%	100,0%
Gesamtsumme	961	865	956	973	100%	90,0%	99,5%	101,3%

Beurteilung: Die vergleichende Analyse der Pollenarten und deren Anzahl auf den Messträgern durch die vier Analysten zeigt eine hohe Korrelation. Die prozentualen Unterschiede sind umso größer, je kleiner die Pollenzahl und vice versa. Es kann festgestellt werden, dass die Hauptuntersucherin die in den 14 Messstellen erfassten Pollen mit hoher Präzision erkannt und dokumentiert hat. Unterschiede in der Betrachtung eines gefärbten Präparates werden u.a. durch die Qualität des Mikroskops und seiner Optik, durch gelegentliche Clusterbildungen der Pollen oder durch Veränderungen der Pollenoberfläche (Risse, Schadstoffbeladungen u.a.) hervorgerufen.

Im Vergleich der Analysten II, III und IV zu I als Bezugsgröße zeigen maximale Unterschiede in einem Fall von ca. 20% weniger Birkenpollen (viele Pollen) bzw. 27% mehr Beifußpollen bei geringer Pollenzahl bei einem Analysten – bei einer Differenz von nur drei Pollen. Die Differenz im Durchschnitt betrug 10%, das ist ein exzellentes Ergebnis.

3.4 Umrechnungsfaktoren für die Ergebnisse der Durham-Fallen in Burkard-Fallen-Werte bzw. umgekehrt an der Messstelle A 100

Um einen Umrechnungsfaktor zu berechnen, wurde an der Messstelle A 100 parallel mit einer Burkard-Falle und einer Durham-Falle gemessen. Da die Pollenkonzentrationen der Durham-Falle der Summe der sedimentierten Pollen über sieben Tage entsprechen wurden diese mit der Sieben-Tages-Summe der benachbarten Burkard-Falle verglichen. Zur Berechnung wurden die Werte aus der Burkard-Falle und aus der Durham-Falle innerhalb der jeweiligen Pollensaison benutzt; die Saison wurde definiert als die Zeit, in der 90 % der Pollenmenge der jeweiligen Art auftrat.

Es ergaben sich folgende Umrechnungsfaktoren:

1. Ein Birkenpollen in der Durham-Falle entspricht 11,9 Birkenpollen in der Burkard-Falle.
2. Ein Gräserpollen in der Durham-Falle entspricht 10,7 Gräserpollen in der Burkard-Falle.
3. Ein Beifußpollen in der Durham-Falle entspricht 11,1 Beifußpollen in der Burkard-Falle.

Für Ambrosiapollen konnte kein Umrechnungsfaktor ermittelt werden, da die Anzahl der erfassten Ambrosiapollen in beiden Fallentypen zu gering für Vergleichszwecke war.

Durch die Ansaugung von 10 Liter Luft pro Minute in der Burkard-Falle werden in diesem volumetrisch arbeitenden Fallentyp, abhängig von Größe und Schwere der Pollen, deutlich höhere Pollenmengen angesaugt und aufgefangen, als dies bei der nur gravimetrisch Pollen erfassenden Durham-Falle der Fall ist.

Die benachbarten Fallen vom Burkard- und Durham-Typ an der A100 sind zum Vergleich gewählt worden, da die Fallen hier in vergleichbarer Höhe zu den 13 weiteren Standorten im Stadtgebiet stehen und ein relativ hohes Pollenaufkommen belegt ist. Die hier genannten Umrechnungsfaktoren wurden für die Bewertung des Risikos von Symptomentstehung an den 14 bodennahen Messstationen benutzt.

Zur Verdeutlichung der Korrelationen zwischen den in der Durham-Falle und der benachbarten Burkard-Falle in gleicher Höhe an der A100 gemessenen Pollenmengen (Birke, Gräser, Beifuß) werden in den Abbildungen im Anhang (A 9 bis A 11) diese im Verlauf des Jahres dargestellt.

3.5 Einschätzung der gemessenen Pollenkonzentrationen hinsichtlich ihres Risikos zum Erreichen und Überschreiten von Schwellenwerten zur Auslösung allergischer Symptome an Nase und Auge

Die Feststellung von Schwellenwerten zur Auslösung allergischer Symptome ist schwierig und bisher nicht abschließend gelöst. Eine Reihe von Faktoren beeinflussen die Schwelle zur Auslösung von Symptomen beim Einzelnen, zu denen u.a. die tatsächliche Expositionszeit, d.h. die Dauer des Aufenthalts im Freien, die genetische Veranlagung, die Dauer der Erkrankung und auch die evtl. benutzte Medikation gehören.

Trotzdem wurde immer wieder versucht, aus epidemiologischen Daten auf den Schwellenwert in der „Heufieber-Patienten Population“ zu schließen. Dabei haben sich auch Schwellenwert-Bereiche in der Literatur etabliert, die allgemeine Anerkennung gefunden haben.

3.5.1 Birkenpollen

Birkenpollen führen bereits in etwas kleineren Konzentrationen zu Symptomen, als dies bei Gräserpollen zu beobachten ist, insbesondere am Beginn der Saison.

Für die Bewertung der Birkenpollenkonzentrationen wurden von uns die Tagesmittelwert-Konzentrationen von 15 Pollen/m³ und als doppeltes Risiko 30 Pollen/m³ bei Messungen mit der Burkard-Falle zu Grunde gelegt. Dies entspricht ansatzweise einer wöchentlichen Summenbelastung von 105 bzw. 210 Birkenpollen pro Woche bei Messung mit diesem Fallentyp.

Der Schwellenwert von 30 Birkenpollen wurde in Frankreich beschrieben (Caillaud et al. 2014). In einer eigenen Untersuchung mit Patientendaten aus Deutschland ergab sich, dass der Schwellenwert bzw. die Stärke der ausgelösten Symptome (Symptom load index) unter dem der Gräserpollen lag bzw. die Symptome stärker waren (Bastl et al. 2014).

In den nachfolgenden beiden Abbildungen 15 und 16 sind in hellrot bzw. dunkelrot die Messstellen gekennzeichnet, in denen in den entsprechenden Wochen der für die Burkard-Fallen zugrunde gelegte Tages-Schwellenwert von 15 bzw. von 30 Birkenpollen/m³ erreicht und überschritten wurden.

Bewertung der Birkenpollenkonzentrationen:

Beide Abbildungen zeigen, dass an allen Messstellen die Konzentrationen der Birkenpollen bei der Annahme beider Schwellenwerte an sechs bis neun Wochen erreicht und überschritten wurde. Damit besteht ein wesentliches Risiko zur Auslösung allergischer Symptome an praktisch allen Messorten.

Grundsätzlich gilt für die Bewertung aller Pollenkonzentrationen, dass diese durch mehrere Faktoren beeinflusst werden können. Hierzu zählt die umgebende Vegetation und deren Nutzung (Mahd), lokale meteorologische Bedingungen und vermutlich auch die Art des Querschnitts der Straßen (Canyoneffekt) oder die Resuspension von Pollen durch Autos an stark frequentierten Straßen.

Abbildung 15: Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 9 Birkenpollen/Woche (entspricht 15 Birkenpollen per m³/Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde. Farben: Blau = Falle noch nicht in Betrieb. Hellrot = Grenzwert von 15 Birkenpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Gelb = Objektträger nicht auswertbar.

BETU	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO
11.3.-18.3.	4	4	5	0	0	7	4	1	0	1	0	0	5	9
18.3.-25.3.	26	37	26	120	14	76	14	24	265	31	11	10	26	47
25.3.-1.4.	572	138	105	274	252	110	156	124	404	358	172	394	210	330
1.4.-8.4.	1348	683	647	1001	1267	1085	1355	939	1525	1832	795	1760	1191	1324
8.4.-15.4.	354	257	221	256	805	293	311	353	563	435	229	399	386	520
15.4.-22.4.	403	209	203	210	164	320	275	216	275	279	226	274	394	320
22.4.-29.4.	109	122	79	69	43	99	48	63	110	69	58	89	87	105
29.4.-6.5.	41	23	17	24	17	31	14	19	16	32	33	21	30	43
6.5.-13.5.	24	0	6	12	11	12	22	16	24	11	24	6	10	17
13.5.-20.5.	12	6	1	4	9	17	8	8	22	14	1	3	6	8
20.5.-27.5.	4	8	2	1	1	7	2	4	2	7	1	2	7	4
27.5.-3.6.	6	5	2	0	2	5	2	2	3	8	1	0	9	6
3.6.-10.6.	5	5	5	0	3	3	4	3	1	2	3	3	0	0
10.6.-17.6.	8	3	2	1	2	1	1	7	3	9	3	6	1	3
17.6.-24.6.	2	2	5	1	38	4	2	1	2	6	7	7	2	7
24.6.-1.7.	3	0	0	0	1	0	1	4	5	5	1	0	0	0
1.7.-8.7.	1	0	0	0	0	1	2	0	1	3	1	11	1	2
8.7.-15.7.	3	0	2	0	2	10	4	6	5	9	0	0	6	0
15.7.-22.7.	2	0	0	0	1	0	5	2	0	2	0	0	1	2
22.7.-29.7.	3	3	1	1	1	0	4	0	1	0	0	0	3	8
29.7.-5.8.	3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
5.8.-12.8.	1	0	2	0	0	1	1	3	2	2	0	1	0	1
12.8.-19.8.	1	4	0	0	0	0	0	3	0	2	0	1	0	1
19.8.-26.8.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1
26.8.-2.9.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
2.9.-9.9.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9.9.-16.9.	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	1
16.9.-23.9.	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0
23.9.-30.9.	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
30.9.-7.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.10.-14.10.	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
21.10.-28.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Summe	2939	1510	1332	1976	2634	2088	2244	1798	3232	3121	1571	2989	2382	2763

Abbildung 16: Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 18 Birkenpollen/Woche (entspricht 30 Birkenpollen per m³/Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde. Farben: Blau = Falle noch nicht in Betrieb. Hellrot = Grenzwert von 15 Birkenpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Dunkelrot = Grenzwert von 30 Birkenpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Gelb = Objektträger nicht auswertbar.

BETU	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO
11.3.-18.3.	4	4	5	0	0	7	4	1	0	1	0	0	5	9
18.3.-25.3.	26	37	26	120	14	76	14	24	265	31	11	10	26	47
25.3.-1.4.	572	138	105	274	252	110	156	124	404	358	172	394	210	330
1.4.-8.4.	1348	683	647	1001	1267	1085	1355	939	1525	1832	795	1760	1191	1324
8.4.-15.4.	354	257	221	256	805	293	311	353	563	435	229	399	386	520
15.4.-22.4.	403	209	203	210	164	320	275	216	275	279	226	274	394	320
22.4.-29.4.	109	122	79	69	43	99	48	63	110	69	58	89	87	105
29.4.-6.5.	41	23	17	24	17	31	14	19	16	32	33	21	30	43
6.5.-13.5.	24	0	6	12	11	12	22	16	24	11	24	6	10	17
13.5.-20.5.	12	6	1	4	9	17	8	8	22	14	1	3	6	8
20.5.-27.5.	4	8	2	1	1	7	2	4	2	7	1	2	7	4
27.5.-3.6.	6	5	2	0	2	5	2	2	3	8	1	0	9	6
3.6.-10.6.	5	5	5	0	3	3	4	3	1	2	3	3	0	0
10.6.-17.6.	8	3	2	1	2	1	1	7	3	9	3	6	1	3
17.6.-24.6.	2	2	5	1	38	4	2	1	2	6	7	7	2	7
24.6.-1.7.	3	0	0	0	1	0	1	4	5	5	1	0	0	0
1.7.-8.7.	1	0	0	0	0	1	2	0	1	3	1	11	1	2
8.7.-15.7.	3	0	2	0	2	10	4	6	5	9	0	0	6	0
15.7.-22.7.	2	0	0	0	1	0	5	2	0	2	0	0	1	2
22.7.-29.7.	3	3	1	1	1	0	4	0	1	0	0	0	3	8
29.7.-5.8.	3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
5.8.-12.8.	1	0	2	0	0	1	1	3	2	2	0	1	0	1
12.8.-19.8.	1	4	0	0	0	0	0	3	0	2	0	1	0	1
19.8.-26.8.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1
26.8.-2.9.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
2.9.-9.9.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9.9.-16.9.	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	1
16.9.-23.9.	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0
23.9.-30.9.	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
30.9.-7.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.10.-14.10.	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
21.10.-28.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Summe	2939	1510	1332	1976	2634	2088	2244	1798	3232	3121	1571	2989	2382	2763

3.5.2 Gräserpollen

Der Schwellenwert für den Beginn einer Saison wurde von Caillaud et al. (2012) mit 10 Pollen/m³ ermittelt. Über die Saison wurden Werte um 35 Pollen (Brito et al. 2010) bzw. in einer älteren Arbeit bis zu 50 Pollen/m³ (Davies et al. 1973) ermittelt. Nach Erbas (2007) können schon Konzentrationen um 30 Gräserpollen/m³ zu Asthmaexacerbationen führen, die zu einer stationären Aufnahme führen.

Für die Bewertung der Gräserpollenkonzentrationen wurden von uns die Tagesmittelwert-Konzentrationen von 20 Pollen/m³ und als doppeltes Risiko 40 Pollen/m³ bei Messungen mit der Burkard-Falle zu Grunde gelegt. Dies entspricht ansatzweise einer wöchentlichen Summenbelastung von 140 bzw. 280 Gräserpollen pro Woche bei Messung in diesem Fallentyp.

Bewertung der Gräserpollenkonzentrationen: Die Abbildungen 17 und 18 belegen, dass in Berlin an den verschiedenen Messstellen die Gräserpollensaison auf der einen Seite relativ kurz verlief und doch wesentliche Unterschiede in der Stärke der Belastung bestanden. Die von der Zeit (über 7 Wochen) und der Pollenkonzentration her besonders betroffene Messstelle war diejenige an der A 100. Damit bestätigt sich hier ein bereits in der Voruntersuchung 2011 festgestellter Befund, der unseres Erachtens als gegeben angesehen werden kann. Die mögliche Ursache für diese hohen Konzentrationen sehen wir hier am ehesten in einer Wiederaufwirbelung sedimentierter Pollen.

Abbildung 17: Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 13 Gräserpollen/Woche (entspricht 20 Gräserpollen per m³/Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde. Farben: Blau = Falle noch nicht in Betrieb. Hellrot = Grenzwert von 20 Gräserpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Gelb = Objektträger nicht auswertbar. Blaue Schrift = Wert basiert teilweise auf Clusterungen.

POAC	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO
11.3.-18.3.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18.3.-25.3.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
25.3.-1.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
1.4.-8.4.	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
8.4.-15.4.	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1
15.4.-22.4.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1
22.4.-29.4.	0	1	0	2	1	1	0	0	3	2	0	0	0	0
29.4.-6.5.	1	2	1	2	3	0	2	1	2	5	6	0	4	0
6.5.-13.5.	8	0	5	7	4	15	2	15	9	30	6	9	5	13
13.5.-20.5.	36	6	8	7	9	13	23	11	15	27	14	37	11	16
20.5.-27.5.	101	66	79	101	49	92	67	65	96	102	80	305	94	114
27.5.-3.6.	111	53	60	52	44	61	47	51	70	52	56	266	57	96
3.6.-10.6.	134	48	138	66	63	102	76	67	67	82	56	157	86	76
10.6.-17.6.	51	49	45	35	26	32	35	35	28	59	34	60	19	69
17.6.-24.6.	63	30	44	36	77	39	20	30	36	34	21	60	38	86
24.6.-1.7.	11	12	25	0	10	24	29	23	39	20	9	31	13	0
1.7.-8.7.	20	23	0	26	0	24	15	31	30	28	9	30	22	34
8.7.-15.7.	10	0	16	13	5	27	28	15	17	13	16	0	16	0
15.7.-22.7.	15	18	6	11	11	23	15	5	9	8	16	13	16	11
22.7.-29.7.	7	12	4	10	3	7	10	14	5	11	5	13	13	0
29.7.-5.8.	3	6	3	7	1	7	4	1	4	3	6	1	1	7
5.8.-12.8.	8	0	3	0	1	6	2	1	4	4	2	7	5	4
12.8.-19.8.	8	3	0	9	3	3	1	2	3	2	6	5	0	5
19.8.-26.8.	3	1	2	2	2	0	0	1	4	2	1	2	3	9
26.8.-2.9.	0	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	0	2	1
2.9.-9.9.	2	1	2	0	0	2	1	0	0	1	0	7	1	4
9.9.-16.9.	2	3	2	1	0	3	6	3	0	2	6	5	2	1
16.9.-23.9.	1	0	1	1	1	2	1	2	2	2	0	0	0	1
23.9.-30.9.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
30.9.-7.10.	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7.10.-14.10.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1
21.10.-28.10.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	596	338	446	394	316	491	386	376	445	498	352	1010	408	551

Abbildung 18: Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 26 Gräserpollen/Woche (entspricht 40 Gräserpollen per m³/Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde. Farben: Blau = Falle noch nicht in Betrieb. Hellrot = Grenzwert von 20 Gräserpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Dunkelrot = Grenzwert von 40 Gräserpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Gelb = Objektträger nicht auswertbar. Blaue Schrift = Wert basiert teilweise auf Clusterungen

POAC	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO
11.3.-18.3.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18.3.-25.3.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
25.3.-1.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
1.4.-8.4.	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
8.4.-15.4.	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1
15.4.-22.4.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1
22.4.-29.4.	0	1	0	2	1	1	0	0	3	2	0	0	0	0
29.4.-6.5.	1	2	1	2	3	0	2	1	2	5	6	0	4	0
6.5.-13.5.	8	0	5	7	4	15	2	15	9	30	6	9	5	13
13.5.-20.5.	36	6	8	7	9	13	23	11	15	27	14	37	11	16
20.5.-27.5.	101	66	79	101	49	92	67	65	96	102	80	305	94	114
27.5.-3.6.	111	53	60	52	44	61	47	51	70	52	56	266	57	96
3.6.-10.6.	134	48	138	66	63	102	76	67	67	82	56	157	86	76
10.6.-17.6.	51	49	45	35	26	32	35	35	28	59	34	60	19	69
17.6.-24.6.	63	30	44	36	77	39	20	30	36	34	21	60	38	86
24.6.-1.7.	11	12	25	0	10	24	29	23	39	20	9	31	13	0
1.7.-8.7.	20	23	0	26	0	24	15	31	30	28	9	30	22	34
8.7.-15.7.	10	0	16	13	5	27	28	15	17	13	16	0	16	0
15.7.-22.7.	15	18	6	11	11	23	15	5	9	8	16	13	16	11
22.7.-29.7.	7	12	4	10	3	7	10	14	5	11	5	13	13	0
29.7.-5.8.	3	6	3	7	1	7	4	1	4	3	6	1	1	7
5.8.-12.8.	8	0	3	0	1	6	2	1	4	4	2	7	5	4
12.8.-19.8.	8	3	0	9	3	3	1	2	3	2	6	5	0	5
19.8.-26.8.	3	1	2	2	2	0	0	1	4	2	1	2	3	9
26.8.-2.9.	0	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	0	2	1
2.9.-9.9.	2	1	2	0	0	2	1	0	0	1	0	7	1	4
9.9.-16.9.	2	3	2	1	0	3	6	3	0	2	6	5	2	1
16.9.-23.9.	1	0	1	1	1	2	1	2	2	2	0	0	0	1
23.9.-30.9.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
30.9.-7.10.	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7.10.-14.10.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1
21.10.-28.10.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	596	338	446	394	316	491	386	376	445	498	352	1010	408	551

3.5.3 Beifußpollen

Beifußpollen führen bereits in niedrigen Konzentrationen zu allergischen Symptomen. In Frankreich wurde ein Schwellenwert von 5-19 Beifußpollen pro m³ dokumentiert (Thibaudon 2003); ein entsprechender Wert von deutschen Allergikern durch Beifußpollen ist nicht beschrieben. Wir (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst) gehen von einer möglichen Auslösung allergischer Symptome an Nase und Auge ab 6 Beifußpollen pro m³ aus und dokumentieren in der Abbildung

19 die Häufigkeit des Erreichens dieses Schwellenwertes und in Abbildung 20 die Häufigkeit des Erreichens eines doppelten Schwellenwertes von 12 Beifußpollen pro m³.

Abbildung 19: Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert von 4 Beifußpollen/Woche (entspricht 6 Beifußpollen per m³/Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde. Farben: Blau = Falle noch nicht in Betrieb. Hellrot = Grenzwert von 6 Beifußpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Gelb = Objektträger nicht auswertbar. Blaue Schrift = Wert basiert teilweise auf Clusterungen.

ARTE	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO
11.3.-18.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.3.-25.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25.3.-1.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4.-8.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.4.-15.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.4.-22.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.4.-29.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.4.-6.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6.5.-13.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.5.-20.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.5.-27.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.5.-3.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6.-10.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.6.-17.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
17.6.-24.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24.6.-1.7.	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
1.7.-8.7.	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8.7.-15.7.	23	0	3	31	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0
15.7.-22.7.	10	2	19	5	2	3	0	2	3	2	0	4	5	2
22.7.-29.7.	22	4	57	8	0	7	0	4	4	3	5	19	5	12
29.7.-5.8.	14	11	67	10	7	10	8	0	4	10	3	14	6	3
5.8.-12.8.	52	0	49	0	8	9	5	2	11	13	5	31	10	5
12.8.-19.8.	41	3	0	2	3	7	2	2	4	7	3	32	4	2
19.8.-26.8.	12	0	2	4	0	3	3	0	2	1	9	1	3	1
26.8.-2.9.	2	0	4	5	3	0	0	2	0	0	0	2	0	2
2.9.-9.9.	1	1	2	10	0	4	0	0	0	1	0	1	0	0
9.9.-16.9.	1	4	1	1	0	1	0	0	1	3	1	0	0	1
16.9.-23.9.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
23.9.-30.9.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.9.-7.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7.10.-14.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21.10.-28.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	182	25	205	76	23	49	20	13	30	42	27	105	35	29

Abbildung 20: Übersicht zu den Stationen, in denen in der dortigen Durham-Falle ein Schwellenwert 8 Beifußpollen/Woche (entspricht 12 Beifußpollen per m³/Tag in Burkard-Fallen) erreicht bzw. überschritten wurde. Farben: Blau = Falle noch nicht in Betrieb. Hellrot = Grenzwert von 6 Beifußpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Dunkelrot = Grenzwert von 12 Beifußpollen per m³/Tag erreicht und überschritten. Gelb = Objektträger nicht auswertbar. Blaue Schrift = Wert basiert teilweise auf Clusterungen.

ARTE	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO
11.3.-18.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.3.-25.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25.3.-1.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4.-8.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.4.-15.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.4.-22.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.4.-29.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.4.-6.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6.5.-13.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.5.-20.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.5.-27.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.5.-3.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6.-10.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.6.-17.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
17.6.-24.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24.6.-1.7.	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
1.7.-8.7.	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8.7.-15.7.	23	0	3	31	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0
15.7.-22.7.	10	2	19	5	2	3	0	2	3	2	0	4	5	2
22.7.-29.7.	22	4	57	8	0	7	0	4	4	3	5	19	5	12
29.7.-5.8.	14	11	67	10	7	10	8	0	4	10	3	14	6	3
5.8.-12.8.	52	0	49	0	8	9	5	2	11	13	5	31	10	5
12.8.-19.8.	41	3	0	2	3	7	2	2	4	7	3	32	4	2
19.8.-26.8.	12	0	2	4	0	3	3	0	2	1	9	1	3	1
26.8.-2.9.	2	0	4	5	3	0	0	2	0	0	0	2	0	2
2.9.-9.9.	1	1	2	10	0	4	0	0	0	1	0	1	0	0
9.9.-16.9.	1	4	1	1	0	1	0	0	1	3	1	0	0	1
16.9.-23.9.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
23.9.-30.9.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.9.-7.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7.10.-14.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21.10.-28.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	182	25	205	76	23	49	20	13	30	42	27	105	35	29

Bewertung der Beifußpollenkonzentrationen: Die Untersuchungen belegen eine sehr unterschiedliche Belastung mit Beifußpollen und das damit verbundene Risiko zur Auslösung allergischer Symptome. Wieder findet sich an der Messstelle A 100 eine fast zweimonatige erhebliche Belastung mit dieser Pollenart während an anderen Orten, z.B. an der Messstelle Karl-Marx-Allee fast keine bzw. sehr kurze Belastung beobachtet wurde.

4 Referenzen

1. Bergmann KC, Jäger S. Pollenflug über Europa - Indikator des Klimawandels? In: Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 38 „Bioaerosole und ihre Bedeutung für die Gesundheit“. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2010: 43-53.
2. D`Amato G, Cecchi L, D`Amato M. Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2010; 20(2): 95-102.
3. Ziello C, Sparks TH, Estrella N, Belmonte J, Bergmann KC, Bucher E, Brighetti MA, Damialis A, Detandt M, Galán C, Gehrig R, Grewling L, Gutiérrez Bustillo AM, Hallsdóttir M, Kockhans-Bieda MC, De Linares C, Myszkowska D, Páldy A, Sánchez A, Smith M, Thibaudon M, Travaglini A, Uruska A, Valencia-Barrera RM, Vokou D, Wachter R, de Weger LA, Menzel A. Changes to airborne pollen counts across Europe. *PLoS One*. 2012; 7(4):e34076.
4. Ziska LH, Gebhard DE, Frenz DA, Faulkner S, Singer BD, Straka JG. Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health. *J Allergy Clin Immunol* 2003; 111(2): 290-95.
5. Hecht R, Winkler H.: Empfehlungen zum Einsatz von Burkard-Pollenfallen bei der Erfassung von Tagespollenimmissionen. 3. Europäisches Pollenflug-Symposium – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst. Bad Lippspringe 1994; 131-133.
6. Hecht R, Winkler H.: Empfehlungen zur Präparationstechnik, Bestimmung und Auswertung bei der Pollenflugerfassung mit der Burkard-Pollenfalle. 3. Europäisches Pollenflug-Symposium – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst. Bad Lippspringe 1994; 135-141
7. Winkler H, Ostrowski R, Wilhelm M. Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst. TAKT-Verlag Paderborn, 2001.
8. Schlaud M, Atzpodien K, Thierfelder W. Allergic diseases. Results from the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50: 701-710.
9. Krämer U, Behrendt H, Dolgner R et al. Prävalenzen von Atemwegserkrankungen, Allergien und Sensibilisierungen: Stadt/Land-Unterschiede bei sechsjährigen Kindern aus Ost- und Westdeutschland. *Allergologie* 1999; 22: 27-37.
10. Bergmann KC, Simoleit A, Wagener S, Mücke H-G, Werchan M, Zuberbier T. Verteilung von Pollen und Feinstaub in einem städtischen Ballungsraum am Beispiel der Großstadt Berlin. *Allergo J* 2013; 22: 471-5.
11. Mücke HG, Wagner S, Werchan M, Bergmann KC. Measurement of particulate matter and pollen in the city of Berlin. *Urban Climate* 2014; 10: 621-9
12. Durham O C: The Volumetric Incidence of Atmospheric Allergens. IV. A Proposed Standard Method of Gravity Sampling, Counting and Volumetric Interpolation of Results. *J Allergy* 1946; 17: 79.
13. Caillaud DM, Martin S, Segala C, Besancenot JP, Clot B, Thibaudon M; French Aerobiology Network. Effects of airborne birch pollen levels on clinical symptoms of seasonal allergic rhinoconjunctivitis. *Int Arch Allergy Immunol* 2014; 163: 43-50.
14. Bastl K, Kmenta M, Jäger S, Bergmann KC, Berger U. Development of a symptom load index: enabling temporal and regional pollen season comparisons and pointing out the the for personalized

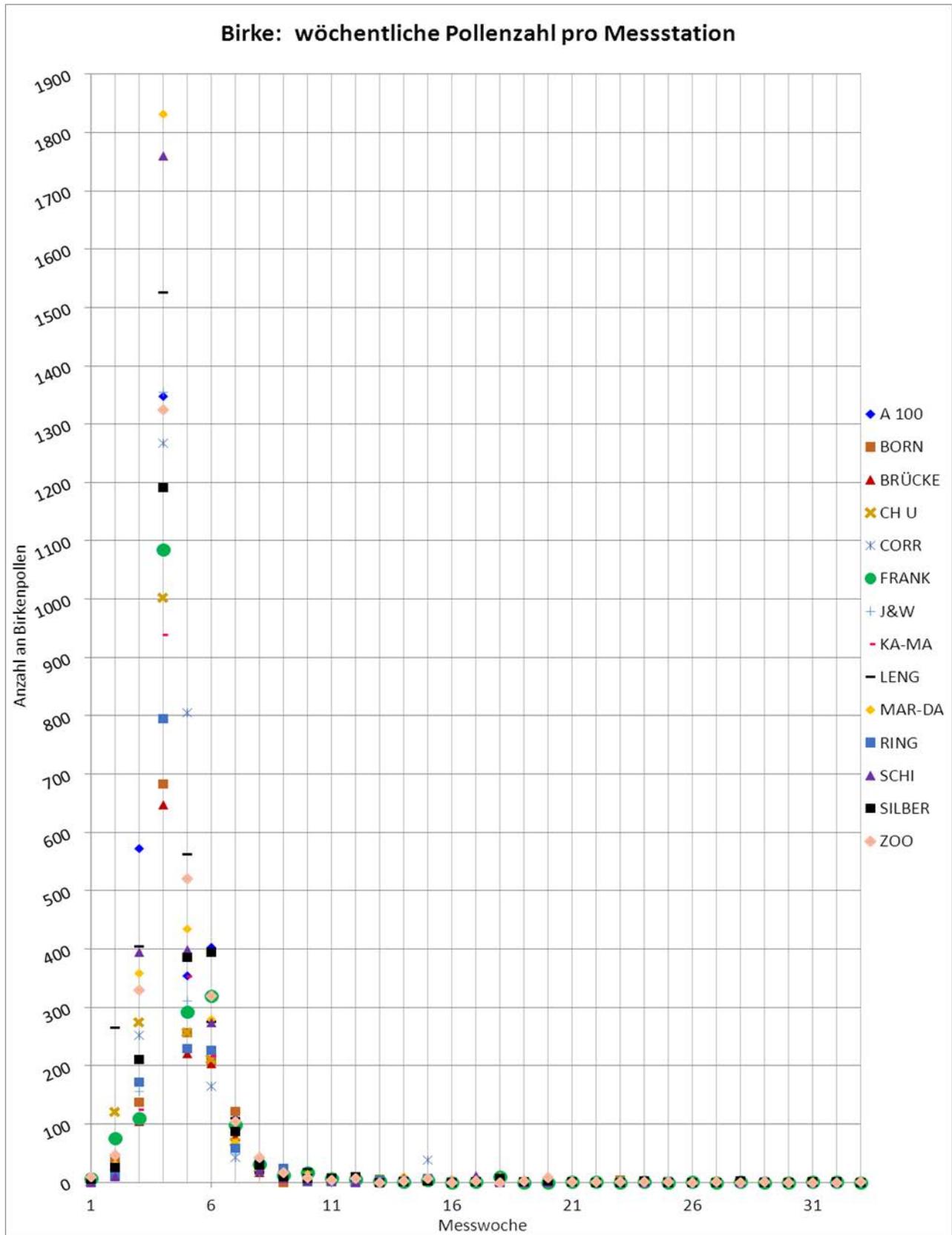
pollen information. *Aerobiologia* 2014; published online 16 January 2014. DOI 10.1007/s10453-014-9326-6.

15. Brito F Feo, P Mur Gimeno, J Carnés, E Fernández-Caldas, P Lara, AM Alonso, R García, F Guerra. Grass Pollen, Aeroallergens, and Clinical Symptoms in Ciudad Real, Spain. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2010; 20(4): 295-302.
16. Erbas B, Chang JH, Dharmage S, Ong EK, Hyndman R, Newbiggin E, et al. Do levels of airborne grass pollen influence asthma hospital admissions? *Clin Exp Allergy* 2007; 37: 1641-7.
17. Davies RR, Smith LP. Forecasting the start and severity of the hay fever season. *Clin Allergy* 1973;3: 263-7.
18. Caillaud DM, Martin S, Segala C, Besancenot JP, Clot B, Thibaudon M; French Aerobiology Network. Nonlinear short-term effects of airborne Poaceae levels on hay fever symptoms. *J Allergy Clin Immunol*. 2012 Sep;130(3): 812-814.
19. Thibaudon M. Allergy risk associated with pollen in France. *European Annals of Allergy and Experimental Immunology* 2003;35: 170-172
20. Peel RG, Hertel O, Smith M, Kennedy R. Personal exposure to grass pollen: relating inhaled dose to background concentration. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2013; 111: 548 – 554.
21. Charpin J., Surinyach R. & Frankland A.W. 1974: Atlas Européen des pollens allergisants – Atlas of European allergenic pollens. Sandoz Édition, Paris.)

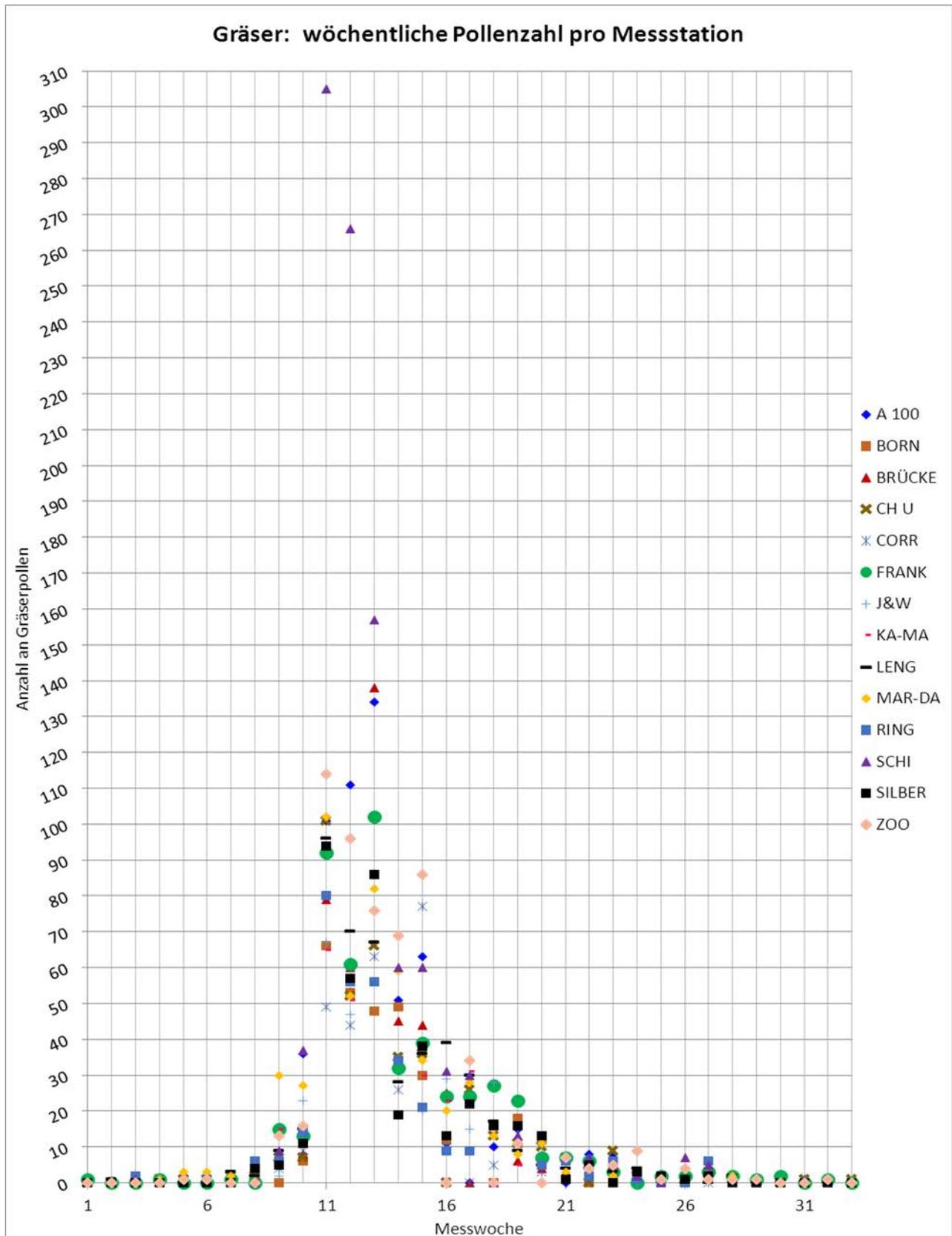
5 ANHANG

5.1 ANHANG A

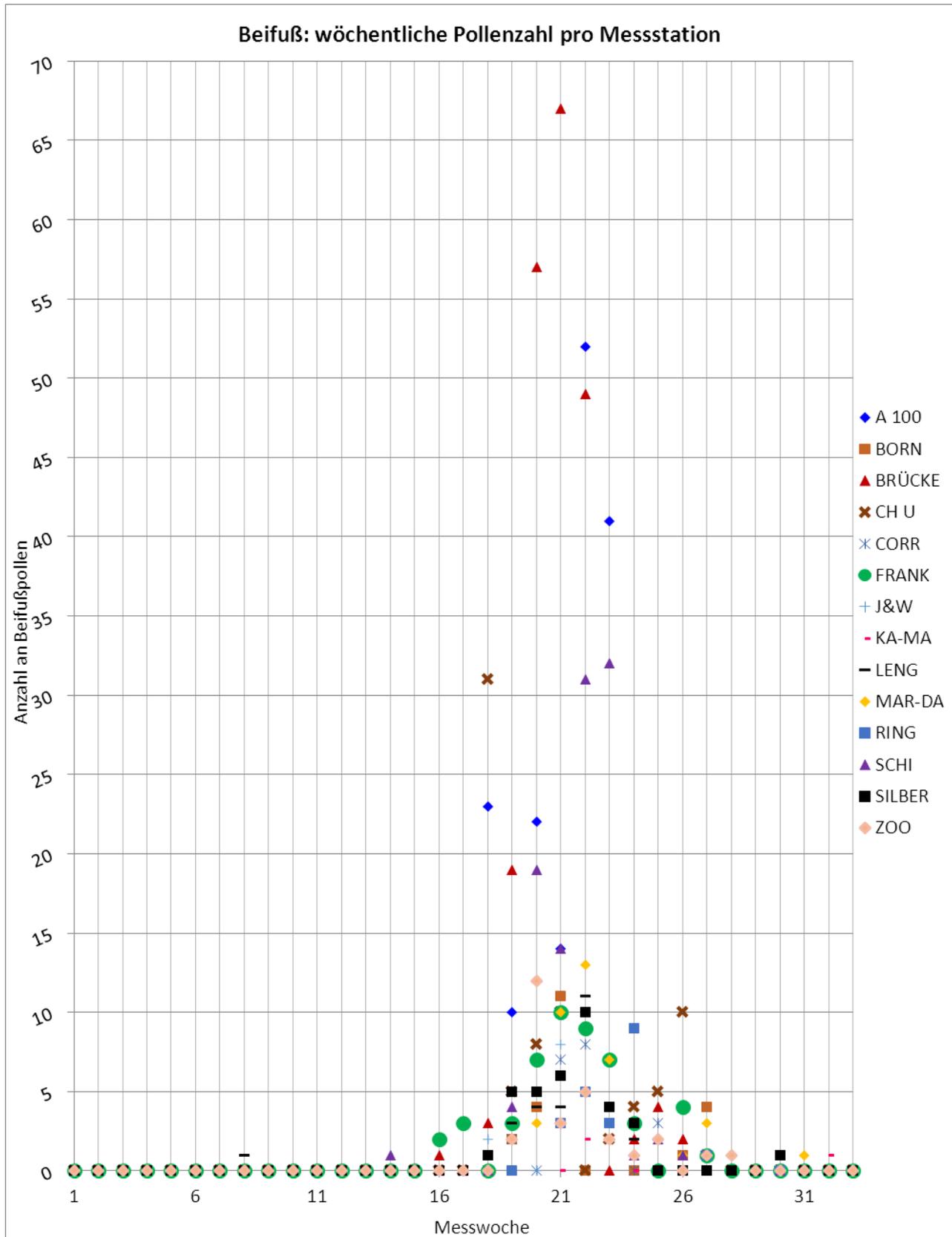
Anhang A 1: Detaillierte Abbildung der wöchentlichen Anzahl an Birkenpollen je Messstation.



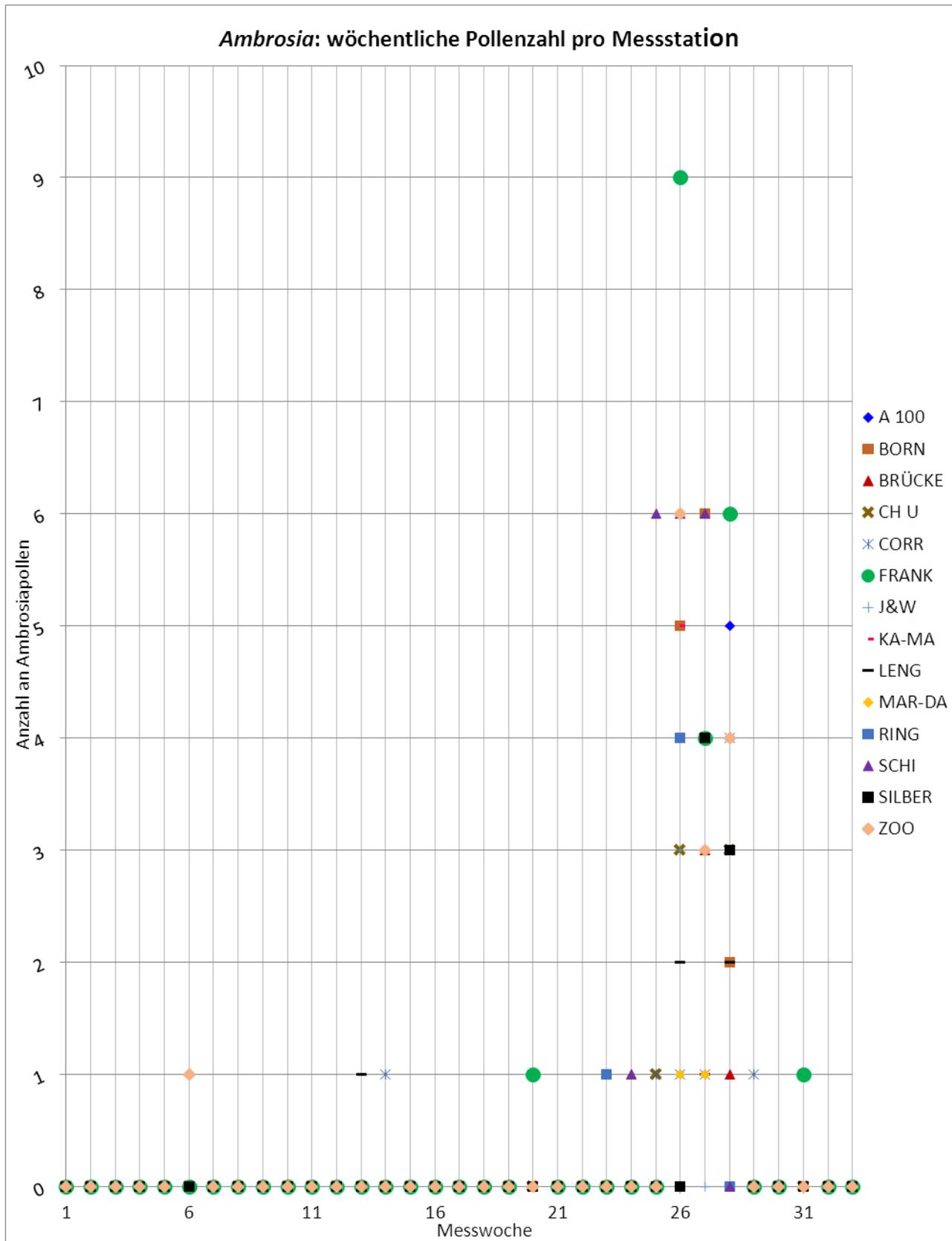
Anhang A 2: Detaillierte Abbildung der wöchentlichen Anzahl an Gräserpollen je Messstation.



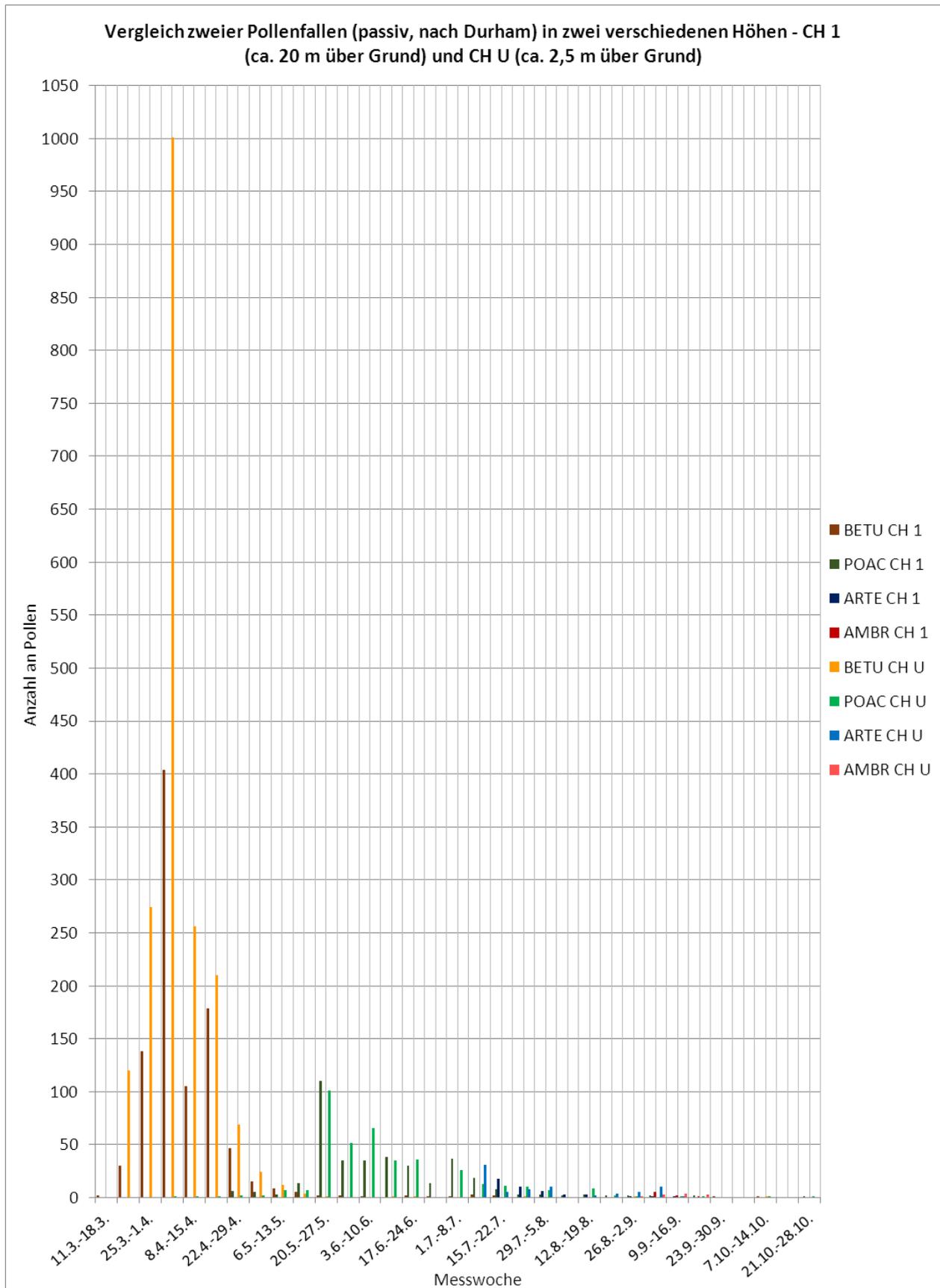
Anhang A 3: Detaillierte Abbildung der wöchentlichen Anzahl an Beifußpollen je Messstation.



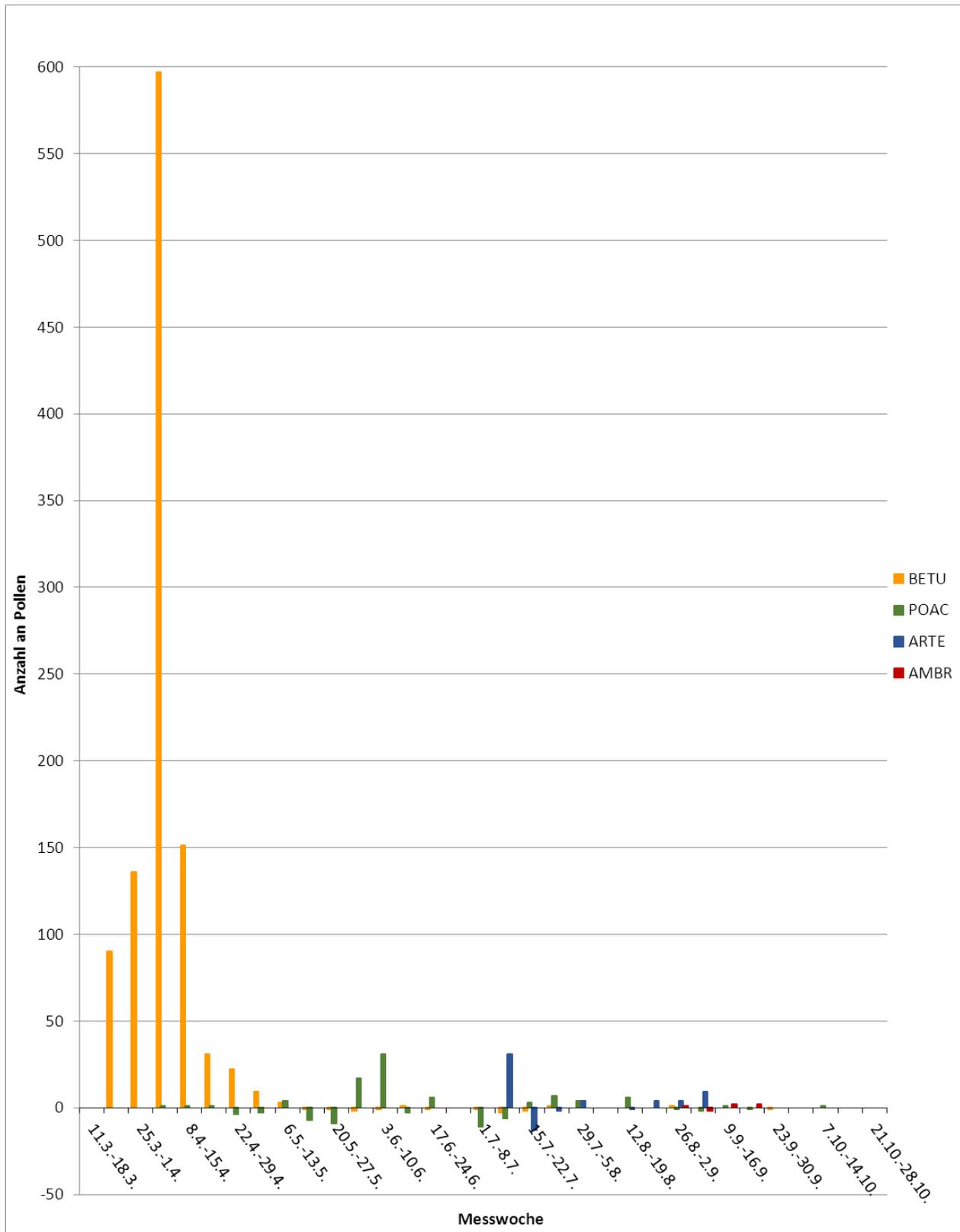
Anhang A 4: Detaillierte Abbildung der wöchentlichen Anzahl an Ambrosiapollen je Messstation.



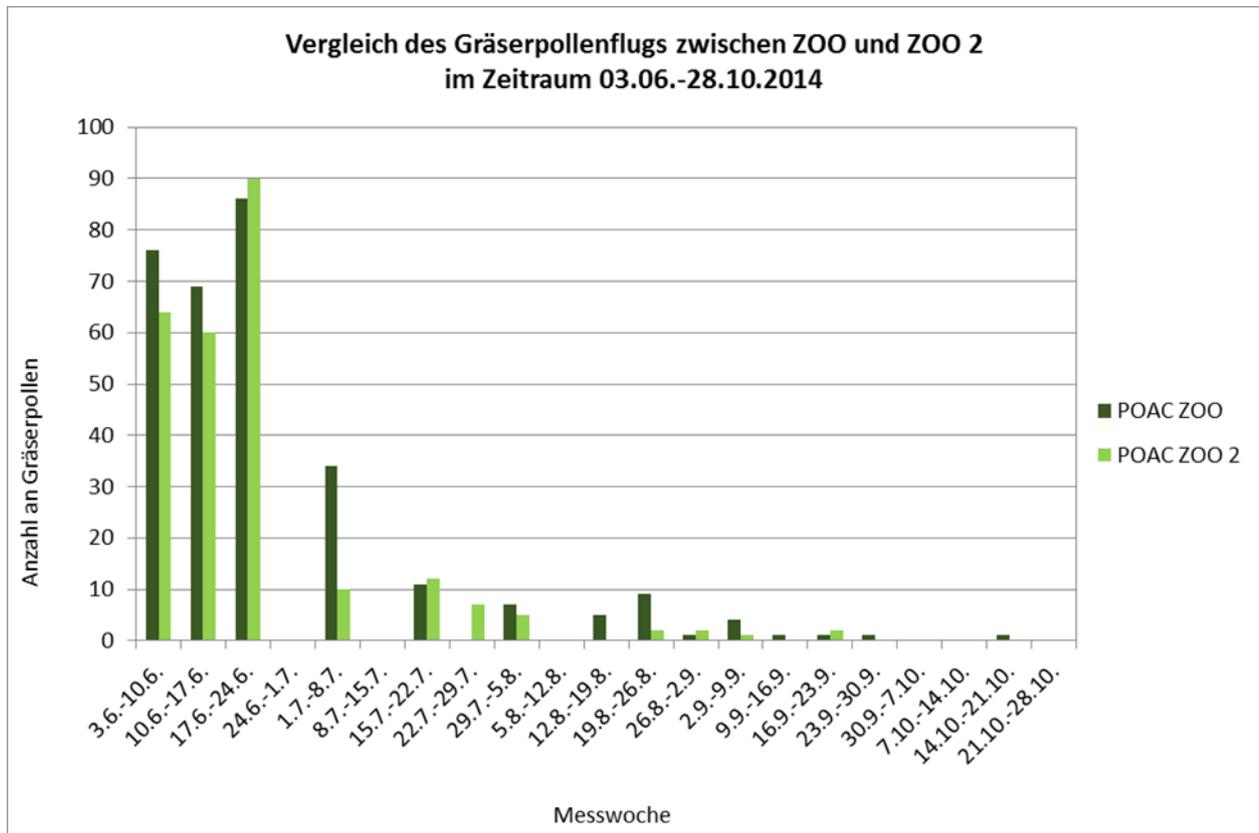
Anhang A 5: Vergleich von Messwerten mehrerer Pollenarten in Durham-Fallen in der Höhe und auf dem Boden.



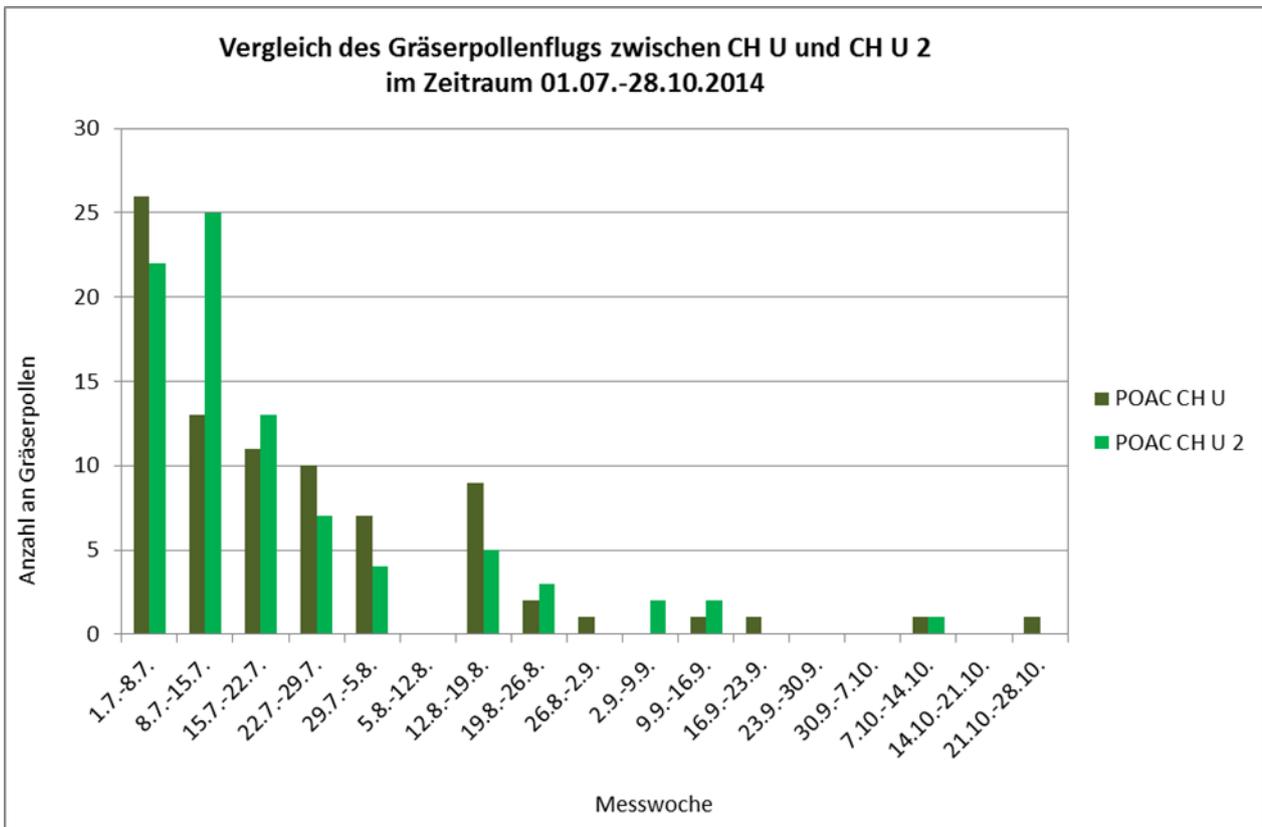
Anhang A 6: Gegenüberstellung der Pollenzahlen von CH U (bodennahe Station, ca. 2,5 m über Grund) im Vergleich mit CH 1 (Dachstation, ca. 20 m über Grund). Positive Werte bedeuten in CH U mehr Pollen einer Art gezählt als in CH 1; negative Werte bedeuten in CH U weniger Pollen einer Art gezählt als CH 1.



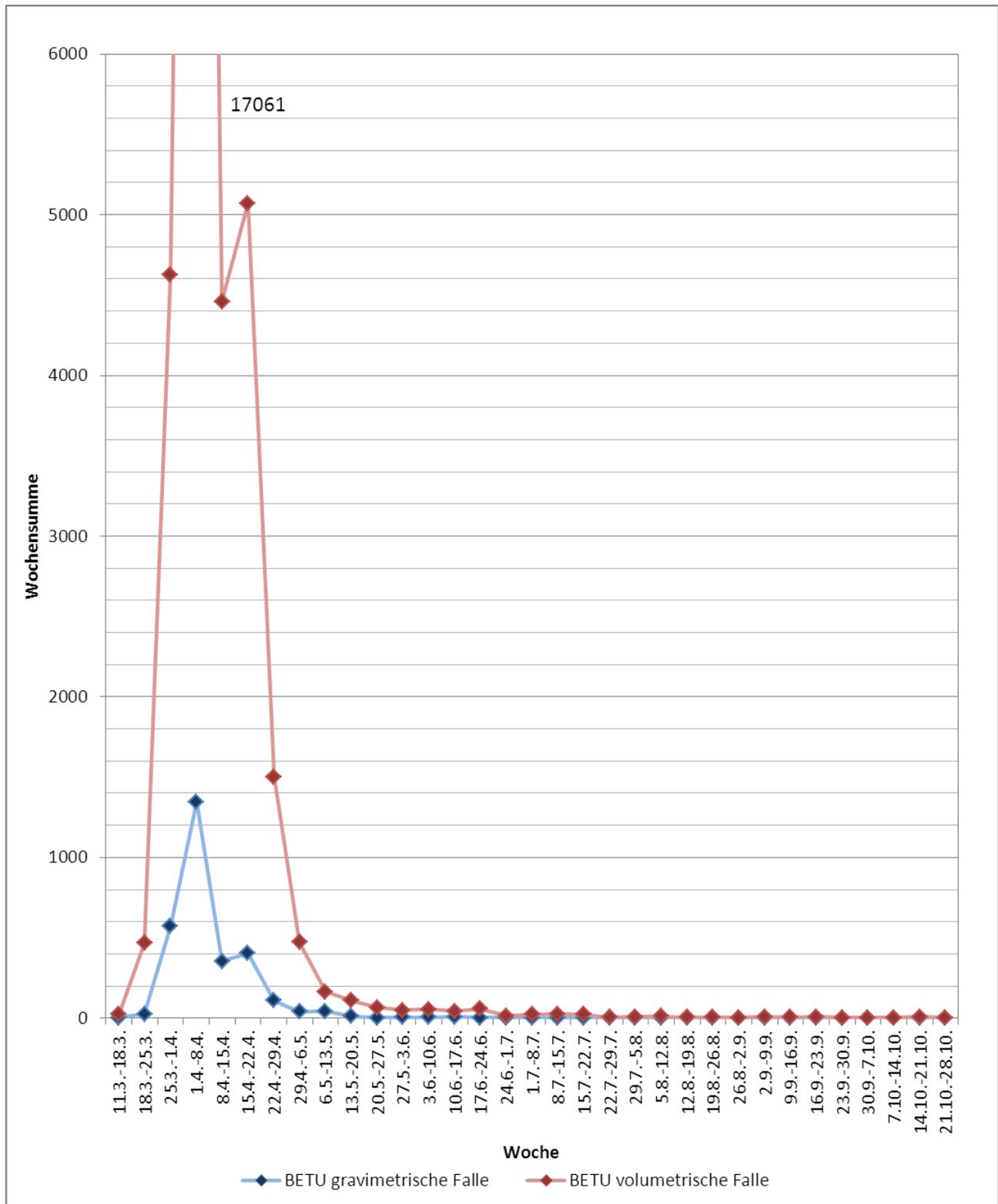
Anhang A 7: Vergleich der Zahl der Gräserpollen zwischen den Stationen ZOO und ZOO 2 (Abstand zueinander ca. 1 m) über die Wochen.



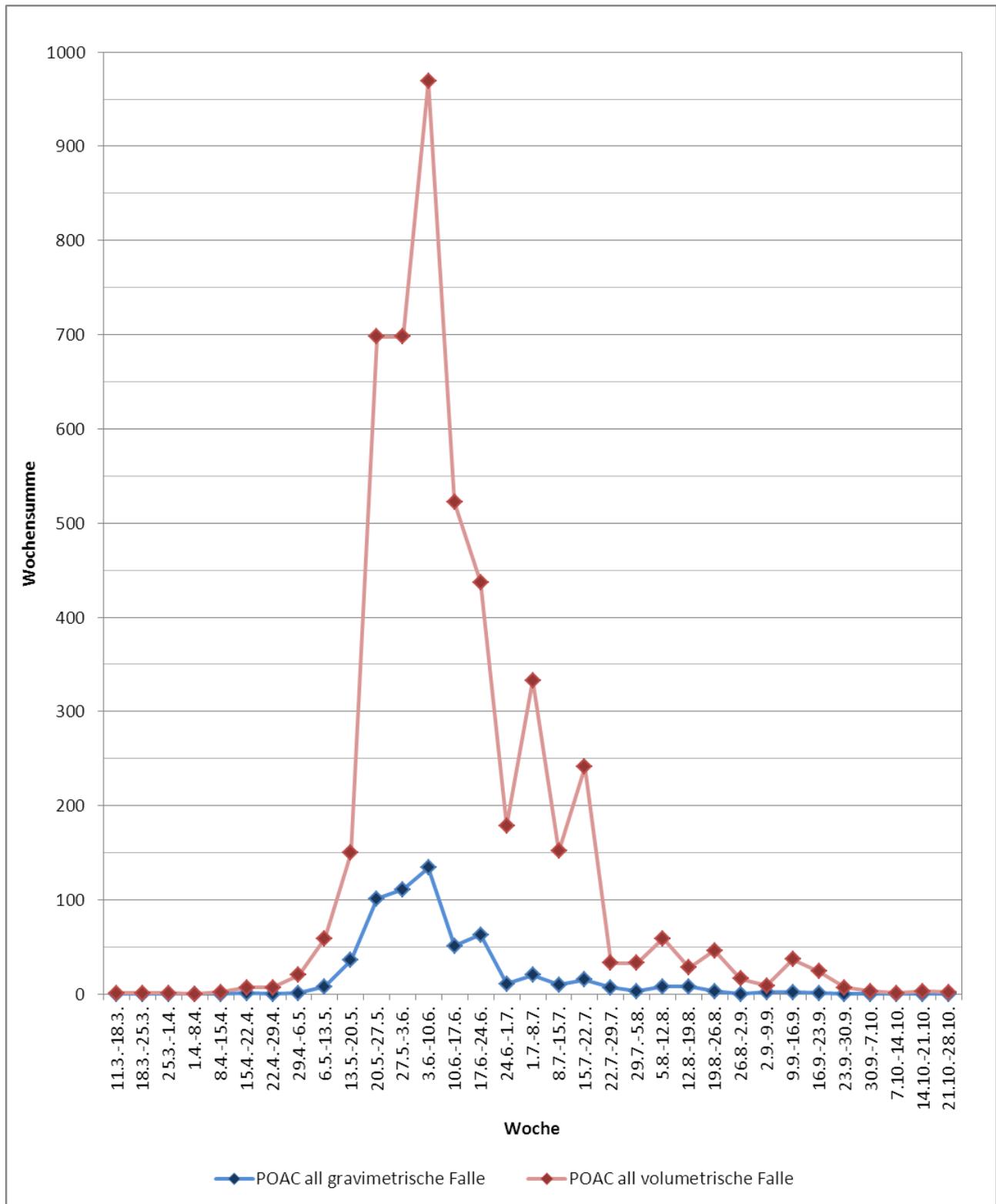
Anhang A 8: Vergleich der Zahl der Gräserpollen zwischen den Stationen CH U und CH U 2 (Abstand zueinander ca. 1 m).



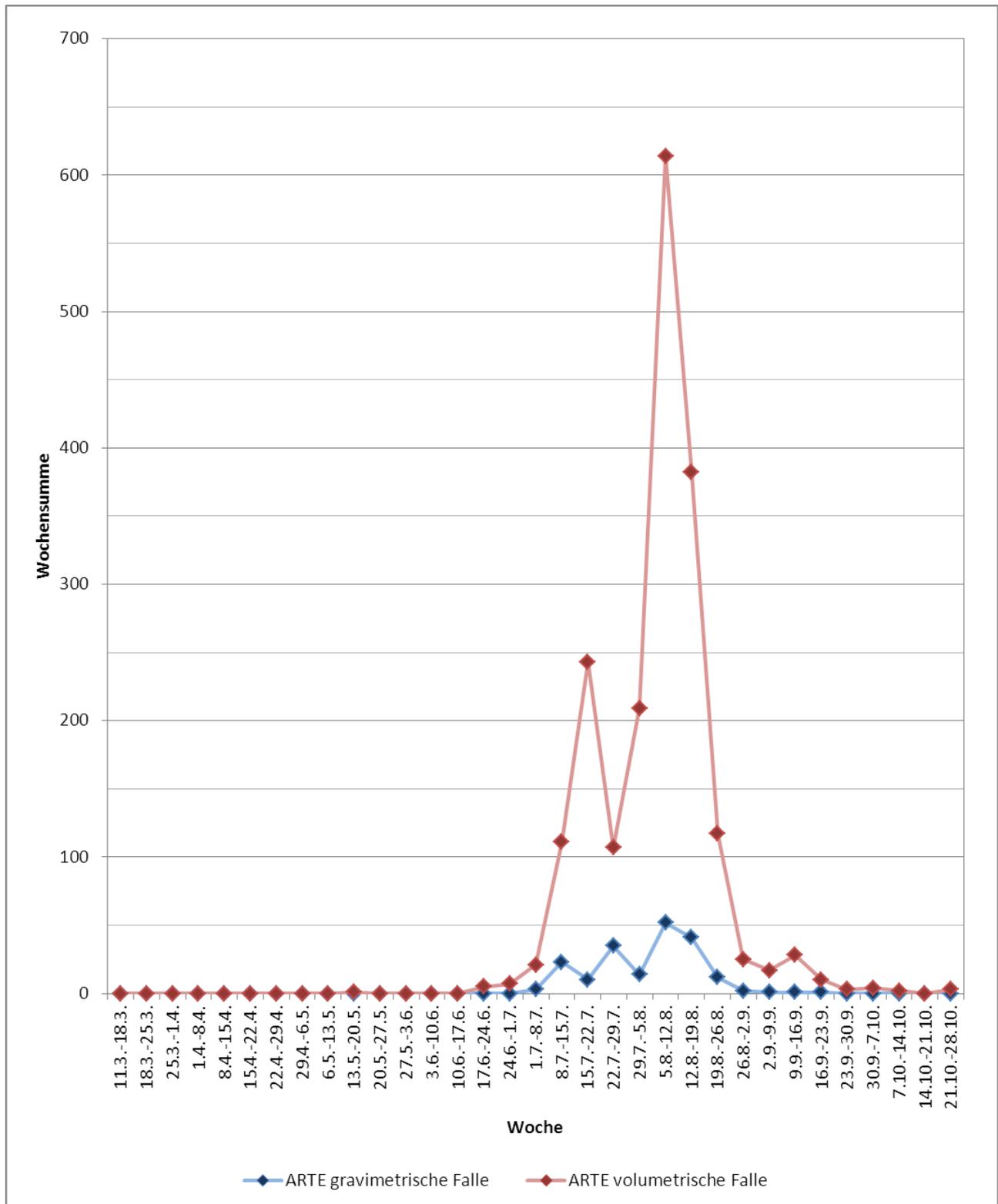
Anhang A 9: Darstellung der Wochenwerte für Birkenpollen vom 11.3.- 28.10.2014 in der Durham-Falle (blau) und Burkard-Falle (rot) an der A100.



Anhang A 10: Darstellung der Wochenwerte für Gräserpollen vom 11.3.- 28.10.2014 in der Durham-Falle (blau) und Burkard-Falle (rot) an der A100.

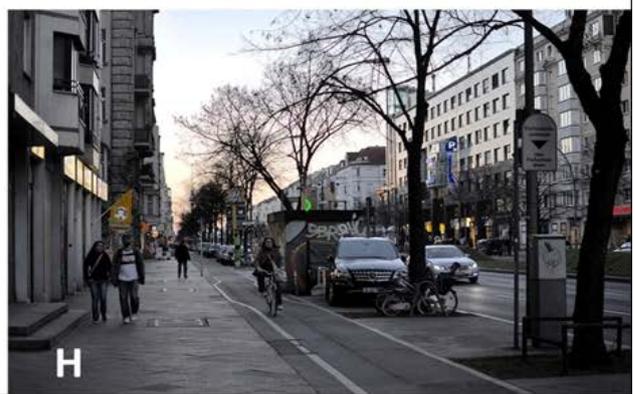
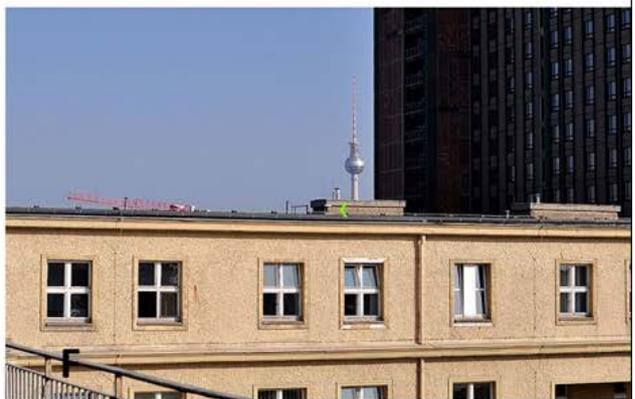


Anhang A 11: Darstellung der Wochenwerte für Beifußpollen vom 11.3.- 28.10.2014 in der Durham-Falle (blau) und Burkard-Falle (rot) an der A100.



5.2 ANHANG B

Anhang B 1: Fotos der Messstellen (A = A 100, B = BORN, C = BRÜCKE, D = CORR, E = CH 1, F = CH 2, G = CH U, H = FRANK).



Anhang B 2: Fotos der Messstellen (I = J & W, J = KA-MA, K = LENG, L = MAR-DA, M = RING, N = SCHI, O = SILBER, P = ZOO).



5.3 ANHANG C

Anhang C 1: Datenblatt der Birke (*Betula*) für die Abbildung 7.

BETU	Gesamtsumme
LENG	3232
MAR-DA	3121
SCHI	2989
A 100	2939
ZOO	2763
CORR	2634
SILBER	2382
J&W	2238
FRANK	2088
CH U	1976
KA-MA	1798
RING	1571
BORN	1510
BRÜCKE	1332

Anhang C 2: Datenblatt der Birke (*Betula*) für die Abbildung 8 (blau = keine Installation, gelb = Präparat abgewaschen oder verschwunden).

BETU	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO	
11.3.-18.3.	4	4	5	0	0	7	4	1	0	1	0	0	5	9	
18.3.-25.3.	26	37	26	120	14	76	14	24	265	31	11	10	26	47	
25.3.-1.4.	572	138	105	274	252	110	156	124	404	358	172	394	210	330	
1.4.-8.4.	1348	683	647	1001	1267	1085	1355	939	1525	1832	795	1760	1191	1324	
8.4.-15.4.	354	257	221	256	805	293	311	353	563	435	229	399	386	520	
15.4.-22.4.	403	209	203	210	164	320	275	216	275	279	226	274	394	320	
22.4.-29.4.	109	122	79	69	43	99	48	63	110	69	58	89	87	105	
29.4.-6.5.	41	23	17	24	17	31	14	19	16	32	33	21	30	43	
6.5.-13.5.	24	0	6	12	11	12	22	16	24	11	24	6	10	17	
13.5.-20.5.	12	6	1	4	9	17	8	8	22	14	1	3	6	8	
20.5.-27.5.	4	8	2	1	1	7	2	4	2	7	1	2	7	4	
27.5.-3.6.	6	5	2	0	2	5	2	2	3	8	1	0	9	6	
3.6.-10.6.	5	5	5	0	3	3	4	3	1	2	3	3	0	0	
10.6.-17.6.	8	3	2	1	2	1	1	7	3	9	3	6	1	3	
17.6.-24.6.	2	2	5	1	38	4	2	1	2	6	7	7	2	7	
24.6.-1.7.	3	0	0	0	1	0	1	4	5	5	1	0	0	0	
1.7.-8.7.	1	0	0	0	0	1	2	0	1	3	1	11	1	2	
8.7.-15.7.	3	0	2	0	2	10	4	6	5	9	0	0	6	0	
15.7.-22.7.	2	0	0	0	1	0	5	2	0	2	0	0	1	2	
22.7.-29.7.	3	3	1	1	1	0	4	0	1	0	0	0	3	8	
29.7.-5.8.	3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
5.8.-12.8.	1	0	2	0	0	1	1	3	2	2	0	1	0	1	
12.8.-19.8.	1	4	0	0	0	0	0	3	0	2	0	1	0	1	
19.8.-26.8.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1	
26.8.-2.9.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
2.9.-9.9.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
9.9.-16.9.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
16.9.-23.9.	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0	
23.9.-30.9.	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
30.9.-7.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.10.-14.10.	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
21.10.-28.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Summe	2939	1510	1332	1976	2634	2088	2238	1798	3232	3121	1571	2989	2382	2763	32573

Anhang C 3: Datenblatt der Gräser (*Poaceae*) für die Abbildung 9.

POAC	Gesamtsumme
SCHI	1010
A 100	573
ZOO	551
MAR-DA	498
FRANK	491
BRÜCKE	446
LENG	445
SILBER	408
CH U	394
J&W	386
KA-MA	376
RING	352
BORN	338
CORR	316

Anhang C 4: Datenblatt der Gräser (*Poaceae*) für die Abbildung 10 (blau = keine Installation, gelb = Präparat abgewaschen oder verschwunden).

POAC	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO		
11.3.-18.3.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
18.3.-25.3.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
25.3.-1.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0		
1.4.-8.4.	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0		
8.4.-15.4.	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1		
15.4.-22.4.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1		
22.4.-29.4.	0	1	0	2	1	1	0	0	3	2	0	0	0	0		
29.4.-6.5.	1	2	1	2	3	0	2	1	2	5	6	0	4	0		
6.5.-13.5.	8	0	5	7	4	15	2	15	9	30	6	9	5	13		
13.5.-20.5.	36	6	8	7	9	13	23	11	15	27	14	37	11	16		
20.5.-27.5.	101	66	79	101	49	92	67	65	96	102	80	305	94	114		
27.5.-3.6.	111	53	60	52	44	61	47	51	70	52	56	266	57	96		
3.6.-10.6.	134	48	138	66	63	102	76	67	67	82	56	157	86	76		
10.6.-17.6.	51	49	45	35	26	32	35	35	28	59	34	60	19	69		
17.6.-24.6.	63	30	44	36	77	39	20	30	36	34	21	60	38	86		
24.6.-1.7.	11	12	25	0	10	24	29	23	39	20	9	31	13	0	20 PaC	
1.7.-8.7.	0	23	0	26	0	24	15	31	30	28	9	30	22	34		
8.7.-15.7.	10	0	16	13	5	27	28	15	17	13	16	0	16	0		
15.7.-22.7.	15	18	6	11	11	23	15	5	9	8	16	13	16	11	3 PaC	3 PaC
22.7.-29.7.	7	12	4	10	3	7	10	14	5	11	5	13	13	0		
29.7.-5.8.	0	6	3	7	1	7	4	1	4	3	6	1	1	7		
5.8.-12.8.	8	0	3	0	1	6	2	1	4	4	2	7	5	4		
12.8.-19.8.	8	3	0	9	3	3	1	2	3	2	6	5	0	5		
19.8.-26.8.	3	1	2	2	2	0	0	1	4	2	1	2	3	9		
26.8.-2.9.	0	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	0	2	1		
2.9.-9.9.	2	1	2	0	0	2	1	0	0	1	0	7	1	4		
9.9.-16.9.	2	3	2	1	0	3	6	3	0	2	6	5	2	1		
16.9.-23.9.	1	0	1	1	1	2	1	2	2	2	0	0	0	1		
23.9.-30.9.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1		
30.9.-7.10.	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
7.10.-14.10.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1		
21.10.-28.10.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Summe	573	338	446	394	316	491	386	376	445	498	352	1010	408	551	6584	
n PaC = n Pollen als Cluster																

Anhang C 5: Datenblatt von Beifuß (*Artemisia*) für die Abbildung 11.

ARTE	Gesamtsumme
BRÜCKE	205
A 100	195
SCHI	105
CH U	76
FRANK	49
MAR-DA	42
SILBER	35
LENG	30
ZOO	29
RING	27
BORN	25
CORR	23
J&W	20
KA-MA	13

Anhang C 6: Datenblatt von Beifuß (*Artemisia*) für die Abbildung 12 (blau = keine Installation, gelb = Präparat abgewaschen oder verschwunden).

ARTE	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO		
11.3.-18.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18.3.-25.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
25.3.-1.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1.4.-8.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8.4.-15.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15.4.-22.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
22.4.-29.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
29.4.-6.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
6.5.-13.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13.5.-20.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20.5.-27.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
27.5.-3.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3.6.-10.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10.6.-17.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
17.6.-24.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
24.6.-1.7.	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
1.7.-8.7.	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0		
8.7.-15.7.	23	0	3	31	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	13 PaC	29 PaC
15.7.-22.7.	10	2	19	5	2	3	0	2	3	2	0	4	5	2	6, 3, 4 PaC	3 PaC
22.7.-29.7.	22	4	57	8	0	7	0	4	4	3	5	19	5	12	15, 3, 10 PaC	9, 6 PaC
29.7.-5.8.	14	11	67	10	7	10	8	0	4	10	3	14	6	3	6 PaC	
5.8.-12.8.	52	0	49	0	8	9	5	2	11	13	5	31	10	5		
12.8.-19.8.	41	3	0	2	3	7	2	2	4	7	3	32	4	2	10 PaC	
19.8.-26.8.	1	0	2	4	0	3	3	0	2	1	9	1	3	1		
26.8.-2.9.	2	0	4	5	3	0	0	2	0	0	0	2	0	2		
2.9.-9.9.	1	1	2	10	0	4	0	0	0	1	0	1	0	0	9 PaC	
9.9.-16.9.	1	4	1	1	0	1	0	0	1	3	1	0	0	1		
16.9.-23.9.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
23.9.-30.9.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
30.9.-7.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
7.10.-14.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
21.10.-28.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Summe	171	25	205	76	23	49	20	13	30	42	27	105	35	29	850	
	n PaC = n Pollen als Cluster															

Anhang C 7: Datenblatt von *Ambrosia* (Traubenkraut) für die Abbildung 13.

AMBR	Gesamtsumme
FRANK	21
SCHI	19
A 100	17
BORN	14
ZOO	14
BRÜCKE	11
CH U	11
CORR	9
RING	9
SILBER	7
KA-MA	6
LENG	6
J&W	3
MAR-DA	2
	149

Anhang C 8: Datenblatt von *Ambrosia* (Traubenkraut) für die Abbildung 14 (blau = keine Installation, gelb = Präparat abgewaschen oder verschwunden).

AMBR	A 100	BORN	BRÜCKE	CH U	CORR	FRANK	J&W	KA-MA	LENG	MAR-DA	RING	SCHI	SILBER	ZOO
11.3.-18.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.3.-25.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25.3.-1.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4.-8.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.4.-15.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.4.-22.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22.4.-29.4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.4.-6.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5.-13.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.5.-20.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.5.-27.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.5.-3.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6.-10.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10.6.-17.6.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.6.-24.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24.6.-1.7.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.7.-8.7.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.7.-15.7.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.7.-22.7.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.7.-29.7.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
29.7.-5.8.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.8.-12.8.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.8.-19.8.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
19.8.-26.8.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
26.8.-2.9.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0
2.9.-9.9.	9	5	6	3	1	9	3	5	2	1	4	6	0	6
9.9.-16.9.	3	6	3	4	1	4	0	1	1	1	4	6	4	3
16.9.-23.9.	5	2	1	3	4	6	0	0	2	0	0	0	3	4
23.9.-30.9.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.9.-7.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.10.-14.10.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14.10.-21.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.10.-28.10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	17	14	11	11	9	21	3	6	6	2	9	19	7	14