

2 METHODIK

2.1 Flächenauswahl der zu untersuchenden Standorte

2.1.1 Flächenauswahl zur Epiphytenkartierung

Als Methode zur Flächenauswahl wurde ein „stratified random sampling design“ gewählt. Als „strata“ wurden gewählt :

- eine gleichförmige Verteilung der Untersuchungspunkte im Gebiet
- Verdichtung in den exponierten Randlagen
- Beschränkung auf Waldgebiete (methodisch bedingt)
- Konzentration auf Waldtypen mit hohem Anteil an Eiche, Ahorn und Linde, basierend auf Karten und einer Datenbank über die Baumartenanteile im Untersuchungsgebiet (zur Verfügung gestellt von eco-Klagenfurt)
- Übereinstimmung mit dem Projekt von Mitarbeitern des Inst. f. Meteorologie der Universität für Bodenkultur Wien

Die endgültige Flächenauswahl erfolgte im Gelände entsprechend den methodischen Vorgaben der Kriterien zur Flächenauswahl bei I.A.P.-Erhebungen (e.g. LeBlanc & DeSloover, 1970) bzw. jenen des im Integrated Monitoring (Manual for Integrated Monitoring, 1997). Es wurden 30 Flächen ausgewählt. Die Untersuchungsflächen wurden mittels GPS verortet und sind in Abbildung 1 einzusehen. Detaillierte Informationen zu den einzelnen Flächen finden sich in Tabelle 1.

2.1.2 Flächenauswahl für die Probennahme von Moose zur Schadstoffbestimmung

Auch hier wurde ein „stratified random sampling design“ mit folgenden strata gewählt:

- Gleichförmige Verteilung im Raster der Epiphytenkartierung
- Nähe zu einer Schadstoff-Messtelle der Länder Wien bzw. Niederösterreich
- Nähe zu einem Monitoringpunkt der Epiphytenkartierung
- Berücksichtigung bereits vorhandener Sammelpunkte aus einem kollateralem Projekt im Rahmen der UN/ECE ICP-Vegetation
- Übereinstimmung mit dem Projekt von Mitarbeitern des Inst. f. Meteorologie der Universität für Bodenkultur Wien

Es wurden 10 Standorte besammelt, somit stehen gemeinsam mit den Proben aus dem UN/ECE ICP Vegetation zugeordnetem Programm Informationen aus insgesamt 13 Standorten zur Verfügung. Die Untersuchungspunkte und weitere Informationen dazu sind in Abbildung 1 und Tabelle 2 aufgelistet.

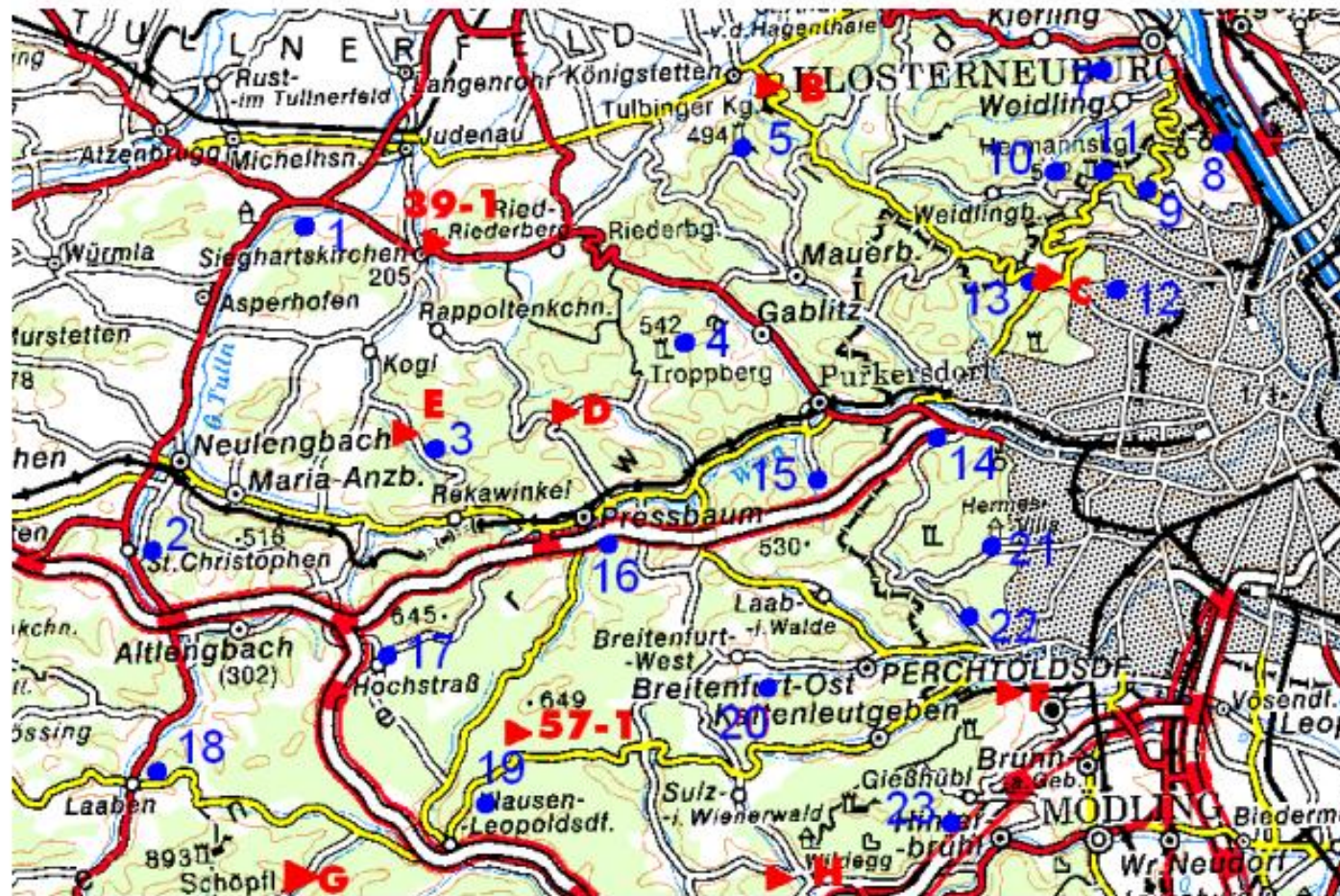


Abbildung 1a: Standorte der Epiphyten- (blau) und Schwermetallkartierung (rot)

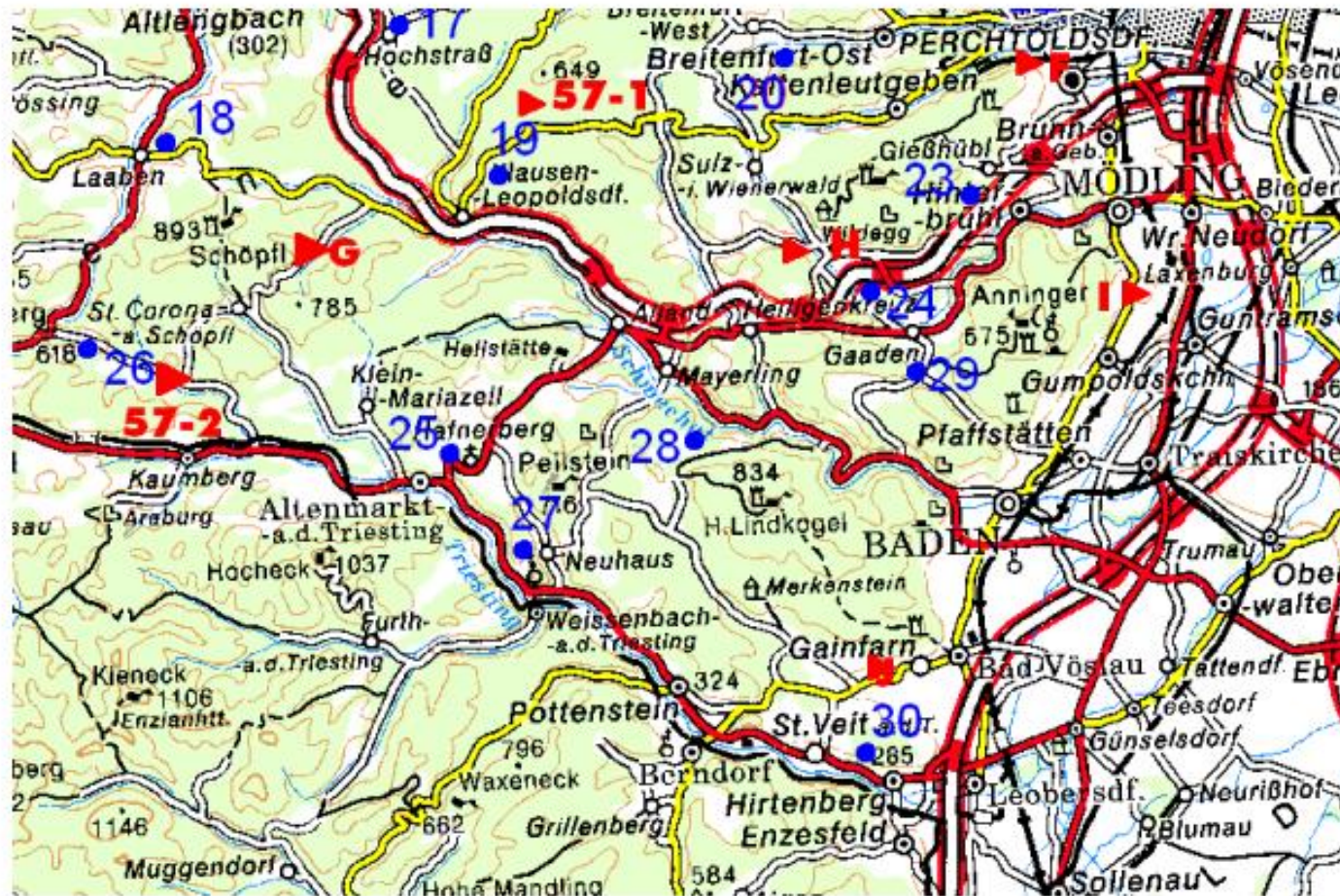


Abbildung 1b: Standorte der Epiphyten- (blau) und Schwermetallkartierung (rot)

Tabelle 1. Standorte der Epiphytenkartierung nach der IM und IAP Methode

Standorts ID	Standort Name	Koord_l	Koord_b	Seehöhe [m.ü.M]	Gemeinde	Polit.Bezirk
1	Eichberg_Plankenberg	15° 57' 50,2"	48° 15' 49,8"	241	Sieghartskirchen	Tulln
2	Hocheichberg_St.Cristophen	15° 53' 42,5"	48° 10' 28,8"	336	Alt Lengbach	St.Pölten (Land)
3	Haberg_Penzing	16° 00' 59,8"	48° 12' 03,3"	366	Sieghartskirchen	Tulln
4	Troppberg	16° 07' 12,8"	48° 13' 39,5"	431	Gablitz	Wien Umgebung
5	Tulbinger Kogel	16° 08' 48,6"	48° 16' 54"	460	Tulbing	Tulln
6	Tempelbergwarte_Altenberg	16° 14' 30"	48° 20' 18,8"	334	St. Andrä-Wördern	Tulln
7	Stadtwäldchen_Buchberg	16° 17' 54,3"	48° 17' 57,3"	345	Klosterneuburg	Wien Umgebung
8	Leopoldsberg	16° 20' 54,1"	48° 16' 40,4"	397	Wien	Wien (Stadt)
9	Cobenzl	16° 18' 57,4"	48° 15' 55,7"	451	Wien	Wien (Stadt)
10	Sauberg_Weidlingbach	16° 16' 38,7"	48° 16' 18,9"	276	Klosterneuburg	Wien Umgebung
11	Hermannskogel	16° 17' 52,2"	48° 16' 14,6"	499	Wien	Wien (Stadt)
12	Schafbergbad	16° 18' 04,4"	48° 14' 16,8"	326	Wien	Wien (Stadt)
13	Schwarzenbergpark_Neuwaldegg	16° 16' 21,1"	48° 14' 27,7"	327	Wien	Wien (Stadt)
14	Pulverstampfor_Lainzer Tiergarten	16° 13' 25,7"	48° 11' 55,2"	239	Wien	Wien (Stadt)
15	Deutscher Wald_Purkersdorf	16° 10' 24,8"	48° 11' 17,5"	333	Purkersdorf	Wien Umgebung
16	Bihaberg_Pressbaum	16° 05' 04,7"	48° 10' 30,8"	417	Pressbaum	Wien Umgebung
17	Hochstraß	15° 59' 33"	48° 08' 36,7"	567	Klausen-Leopoldsdorf	Baden
18	Laaben	15° 53' 18,4"	48° 06' 40,9"	411	Brand-Laben	Sankt Pölten (Land)
19	Hainbach_Klausen Leopoldsdorf	16° 01' 50,8"	48° 06' 04"	456	Klausen-Leopoldsdorf	Baden
20	Festenberg_Breitenfurt	16° 09' 00,5"	48° 07' 50,4"	399	Breitenfurt bei Wien	Mödling
21	Lainzer Tor_Lainzer Tiergarten	16° 14' 43,4"	48° 10' 04,7"	295	Wien	Wien (Stadt)
22	Faßberg_Mauer	16° 14' 06,4"	48° 08' 53,9"	303	Wien	Wien (Stadt)
23	Eichberg_Gießhübl	16° 13' 27,6"	48° 05' 27,7"	490	Gießhübl	Mödling
24	Eichkogel_Sparbach	16° 10' 55,9"	48° 04' 17,1"	343	Hinterbrühl	Mödling
25	Klauswies_Altenmarkt	16° 00' 23,8"	48° 01' 30,2"	494	Altenmarkt an der Triesting	Baden
26	Klammhöhe_St.Corona	15° 51' 36,2"	48° 03' 30,5"	612	Kaumberg	Lilienfeld
27	Neuhaus	16° 02' 20,5"	47° 59' 50,5"	461	Weißbach an der Triesting	Baden
28	Gutental_Meyerling	16° 06' 25,8"	48° 01' 33,7"	427	Alland	Baden
29	Siegenfeld_Gaaden	16° 11' 58,7"	48° 02' 35,5"	366	Gaaden	Mödling
30	Lindenberg_Hirtenberg	16° 10' 24,1"	47° 56' 19,9"	340	Hirtenberg/ Leobersdorf	Baden

Tabelle 1 / Teil 2

Standorts ID	Geologie	Inklination	Exposition	Morphologie	Bodenfeuchte
1	Alluvione	mäßig	NO	Hangboden	halbtrocken
2	Flysch	eben	X	Kuppe	halbtrocken
3	Flysch	mäßig	SO	Hangboden	halbtrocken
4	Flysch	eben	X	Kuppe	halbtrocken
5	Flysch	mäßig	NW	Hangboden	halbtrocken
6	Flysch	mäßig	W	Hangboden	halbtrocken
7	Flysch	mäßig	NNO-NO	Hangboden	halbtrocken
8	Flysch	mäßig	NO	Hangboden	halbtrocken
9	Flysch	mäßig	S-SO	Hangboden	halbtrocken
10	Flysch	mäßig	S-SW	Schlucht	halbtrocken-frisch
11	Flysch	mäßig	S-SO	Hangboden	halbtrocken
12	Flysch	eben	X	Hangboden	frisch
13	Flysch	eben	X	Talboden	halbtrocken
14	Flysch	mäßig	N-NNO	Hangboden	halbtrocken
15	Flysch	stark	W-SW	Schlucht	halbtrocken
16	Flysch	mäßig	NW	Hangboden	halbtrocken
17	Flysch	eben	X	Kuppe	halbtrocken
18	Flysch	mäßig	X	Schlucht	halbtrocken
19	Flysch	mäßig	NW	Schlucht	halbtrocken-frisch
20	Flysch	mäßig	O-SO	Schlucht	halbtrocken
21	Flysch	eben	X	Talboden	halbtrocken
22	Flysch	mäßig	SSW	Hangboden	halbtrocken
23	Kalk	eben	X	Kuppe	halbtrocken
24	Alluvione	mäßig	NO	Hangboden	halbtrocken
25	Kalk	mäßig	SW	Hangboden	halbtrocken
26	Flysch	eben	X	Kuppe	halbtrocken
27	Kalk	eben	X	Kuppe	halbtrocken
28	Kalk	mäßig	SW	Schlucht	halbtrocken
29	Alluvione	eben	X	Talboden	halbtrocken
30	Alluvione	eben	X	Kuppe	halbtrocken-trocken

Tabelle 1/Teil 3

Standorts			
ID	Baumart	Bestand	Lage
1	<i>Quercus petraea</i>	Buchen-Eichen-Föhren Mischwald	lockerer Bestand
2	<i>Quercus petraea</i>	Buchen-Eichen-Föhren Mischwald	Waldrand
3	<i>Quercus petraea</i>	Buchen-Eichen-Lärchen Mischwald	Waldrand
4	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Föhren-Buchen-Birken Mischwald	lockerer Bestand
5	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Ahorn-Hainbuchen Mischbestand	geschlossener Bestand
6	<i>Tilia platyphyllos</i>	Eschen-Linden-Eichen Mischwald	geschlossener Bestand
7	<i>Acer campestre</i>	Eschen-Eichen-Ahorn-Linden Mischwald	Waldrand
8	<i>Tilia platyphyllos</i>	Eschen-Eichen-Ahorn-Linden Mischwald	geschlossener Bestand
9	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Eschen-Föhren Mischwald	Waldrand
10	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Eschen-Buchen Mischwald (Buche dominierend)	geschlossener Bestand
11	<i>Acer platanoides</i>	Eschen-Ahorn-Linden Mischwald	geschlossener Bestand
12	<i>Acer platanoides</i>	Freizeitanlage	Einzelbaumgruppe
13	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Buchen Mischwald	Waldrand
14	<i>Quercus petraea</i>	Zerr- und Traubeneichenbestand mit wenig Hainbuche	lockerer Bestand
15	<i>Quercus petraea</i>	Rotbuchenwald mit höherem Eichenbestand	geschlossener Bestand
16	<i>Quercus petraea</i>	Rotbuchenwald mit wenig Eichenbestand	Waldrand
17	<i>Tilia platyphyllos</i>	staßenbegleitende Lindenallee	Allee
18	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Föhren-Buchen Mischwald	geschlossener Bestand
19	<i>Quercus petraea</i>	Rotbuchenwald mit geringem Eichen-, Ulmen- und Föhrenbestand	Waldrand
20	<i>Quercus petraea</i>	Rotbuchenwald mit höherem Eichen- und geringem Eschen und Lärchenbestand	geschlossener Bestand
21	<i>Acer platanoides</i>	Parkanlage	Einzelbaumgruppe
22	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Ahorn-Hainbuchen Mischbestand	Waldrand
23	<i>Quercus petraea</i>	Traubeneichenwald mit wenig Fichte, Linde, Esche.	lockerer Bestand
24	<i>Quercus petraea</i>	Eichenwald mit mäßigem Buchenanteil	geschlossener Bestand
25	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Hainbuchenbestand	Weidenbegrenzung
26	<i>Quercus petraea</i>	Traubeneichenbestand	Waldrand
27	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Föhren Mischwald mit geringem Hainbuchenbestand	lockerer Bestand
28	<i>Quercus petraea</i>	Eichen-Föhrenmischbestand mit geringem Buchenanteil	lockerer Bestand
29	<i>Quercus petraea</i>	Zerr- und Traubeneichenbestand mit wenig Hainbuche und Feldahorn	Waldrand
30	<i>Quercus pubescens</i>	Flaumeichen- Ahorn- Hainbuchen Mischbestand mit Weißdorn, Liguster u.a.	Waldrand

Tabelle 2. Standorte der Moose für die Analytik von Schwermetallen (SM) und PAHs;

Arten: A.a.- *Abietinella abietina*, H.c.-*Hypnum cupressiforme*, R.r.- *Rhytidium rugosum*, S.p.- *Scleropodium purum*, M.-Mischprobe *Rhytidium* / *Scleropodium*
 Standorte 11-13 entstammen aus dem parallel geführtem Projekt der UN/ECE ICP Vegetation

Nr	Kennung	Bezeichnung	ÖK	Bdl.	Region	Bez.	Gem.	Länge	Breite
1	A	Klosterneuburg	40	N	5	Wien-Umgebung	Klosterneuburg	16°16'30"	48°19'55"
2	B	Königstetten	40	N	2	Tulln	Königstetten	16°09'45,2"	48°18'49,3"
3	C	Schwarzenbergpark	58	W	5	Wien	Wien	16°16'06,1"	48°14'30,8"
4	D	Rauchengern	57	N	4	Wien-Umgebung	Pressbaum	16°04'17,0"	48°12'37"
5	E	Neulengbach	57	N	4	Wien-Umgebung	Pressbaum	16°00'06,7"	48°12'22,5"
6	F	Perchtoldsdorfer Heide	58	N	2	Baden	Perchtoldsdorf	16°15'07,5"	48°07'38,4"
7	G	Schöpfl	57	N	5	Baden	Klausen-Leopoldsdorf	15°57'15"	48°05'00"
8	H	Sittendorf	58	N	2	Mödling	Hinterbrühl	16°10'03,5"	48°04'32,5"
9	I	Eichkogel	58	N	2	Mödling	Mödling	16°17'34,4"	48°03'40,8"
10	J	Gainfarn	76	N	2	Baden	Bad Vöslau	16°10'48,7"	47°57'41,2"
11	39-1	Sieghartskirchen	39	N	4	Tulln	Sieghartskirchen	16°00'52"	48°15'41"
12	57-1	Klausen-Leopoldsdorf	57	N	5	Baden	Klausen-Leopoldsdorf	16°03'26"	48°06'58"
13	57-2	Kaumberg	57	N	5	Lilienfeld	Kaumberg	15°53'01"	48°02'48"

Nr	Seehöhe	Standort	Exp.	Neigung (in %)	Art SM	Art PAHs
1	380	Schlagfläche	keine	0	H.c.	H.c.
2	280	Trockenrasen	W	30	M.	M.
3	300	Wiese	keine	0	S.p.	S.p.
4	410	Wiese	S	5	S.p.	kein Material
5	250	Trockenrasen	S	25	S.p.	S.p.
6	316	Trockenrasen	E	10	A.a.	A.a.
7	520	Lichtungen	SO	10	S.p.	H.c.
8	392	Trockenrasen	S	10	A.a.	A.a.
9	341	Trockenrasen	NW	5	A.a.	R.r.
10	309	Trockenrasen	SO	5	A.a.	A.a.
11	260	Trockenrasen	O	45	A.a.	
12	520	Lichtung	keine	0	H.c.	
13	520	Lichtung	SW	10	S.p.	

2.2 Geländearbeit

2.2.1 Erhebungen zur I.A.P und I.M. - Methode:

An den im Gelände endgültig ausgewählten Flächen wurden jeweils 5 repräsentative Bäume zur Epiphytenkartierung ausgesucht. Dabei spielte der Bewuchs (z.B. ob vorhanden oder nicht, Dichte des Bewuchses) keine Rolle. An diesen Objekten wurden entsprechend den Richtlinien beider Methoden (I.A.P.–Kriterien und Integrated Monitoring Richtlinie) die epiphytischen Moose erhoben. Für die I.A.P. und die I.M. Methode wurden dieselben Bäume untersucht.

Besonderer Wert wurde auf die Standardisierung der mikroklimatischen Verhältnisse, sowie auf die Vereinheitlichung der Borkeneigenschaften der Trägerbäume gelegt. In der Auswahl der Trägerbäume mussten vergleichbare Licht,- Wind und Feuchtigkeitsbedingungen vorliegen. Da sich die Forderung nach einer einzigen Trägerbaumart meist nicht erfüllen lässt, mussten Bäume mit vergleichbaren Borkeneigenschaften (Trophiegrad, pH-Wert, Feuchtigkeit, etc.) sowie ähnlichem Alter, Brusthöhendurchmesser und Kronenform/-größe herangezogen werden. Alle Untersuchungsobjekte wiesen gerade Stämme auf, da auf schräg gewachsenen Objekten völlig andere Depositions- und Stammabflussverhältnisse herrschen.

Als Erhebungskriterien wurden beurteilt:

- Trägerbaumart (incl. Durchmesser)
- Vorkommen der Moosarten
- Deckung der epiphytischen Moose
- Vitalität der epiphytischen Moose
- Vermehrung der epiphytischen Moose

Daneben wurde die Umgebung der Bäume photographisch erfasst um allfällige Veränderungen der Vegetation in der Umgebung der Monitoringbäume bei einem späteren Begehungsdurchgang (z.B. Wiederholungsinventur) feststellen zu können.

Es wurden Moose an folgenden Baumarten untersucht: *Quercus petraea* (22 Standorte), *Tilia platyphyllos* (3), *Acer platanoides* (3), *Quercus pubescens* (1), *Acer campestre* (1), Diese Baumarten sind sich in ihren Borkeneigenschaften weitgehend vergleichbar (Zechmeister et al., 2002b).

I.A.P. - Methode (Index of Atmospheric Purity)

Für die Erfassung der Moose an den Bäumen wurden weitgehend die von LeBlanc u. DeSloover (1970) erarbeiteten Kriterien berücksichtigt. Der Moosbewuchs jedes Untersuchungsbaumes wurde bei dieser Methode bis in eine Höhe von 2 m erfasst. Wurzelnahe Bestände, welche im Einflussbereich des Bodens stehen wurden nicht berücksichtigt.

I.M. (Integrated Monitoring) Methode

Diese Methode ist ähnlich der 'line-method', beschrieben für Flechten im 'MANUAL FOR INTEGRATED MONITORING, DRAFT 2.0. (1998). Dabei wurde in einer Höhe von ca. 1,5 m ein Maßband um den Baum gezogen. An diesem Ring wurde alle 5 Zentimeter jenes Moos notiert, welches an diesem Punkt wächst; auch Freiflächen wurden vermerkt.

2.2.2 Aufsammlung der Moose zur Schadstoffbestimmung

Die Aufsammlungen erfolgte in Übereinstimmung mit nationalen und internationalen Richtlinien vergleichbarer Untersuchungen (Harmens 2005). Die endgültige Standortwahl (Tabelle 2, Karte 1) wurde überwiegend vom Vorhandensein von Arten und Standorten geprägt, welche den internationalen Vorgabe für derartige Studien entsprechend verwendet werden dürfen. Diese Suche gestaltete sich in vielen Fällen als extrem schwierig und hat bisweilen zu Sammelpunkten geführt, die relativ weit von der ursprünglichen Auswahl entfernt lagen.

Grundsätzlich wurde auf Flächen gesammelt, welche nach oben nicht abgeschirmt sind. Moosproben im Bereich der Kronentraufe von Bäumen können stark veränderte Ionengehalte aufweisen. Der Mindestabstand zum nächsten Baum oder Strauch betrug 2 m bezogen auf die Bodenprojektion der äußersten Äste. Der Entnahmepunkt lag somit in jedem Fall außerhalb des regelmäßigen, direkten oder indirekten Abfluss- oder Tropfbereiches diverser Gehölze.

Es wurde ein Mindestabstand von kleineren Straßen und freistehenden Häusern von ca. 100 m, sowie von Forstwegen (geschottert, verfestigt) 5 m eingehalten. Die Flächengröße eines Sammelpunktes umfasste maximal 50 x 50 m.

Die Probenmenge betrug nach Möglichkeit ca. 2 x 2 Liter der jeweiligen Moosart. Die gesammelten Moosproben wurden am Standort von größeren Schmutz und Streupartikeln

gesäubert, die Teilproben wurden 'top on top' in Papiersäcken verpackt, um eine Kontamination der zu analysierenden Teile mit eventuell anhaftender Erde zu vermeiden. An einem Standort (D, Rauchengern) stand nur wenig Material zur Verfügung welches ausschließlich für die Schwermetallanalytik verwendet wurde.

Die gesammelten Indikatorarten sind weitgehend identisch mit jenen der internationalen Studien und gewähren die diesbezügliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Es wurden ausschließlich Bodenmoose gesammelt (siehe Tabelle 2).

An Monitoringarten wurden verwendet : *Abietinella abietina*, *Scleropodium purum*, *Rhytidium rugosum* und *Hypnum cupressiforme*. Die Aufsammlung erfolgte von Mitte Oktober bis Mitte November und wurde mit der europaweiten Beprobung koordiniert.

2.3 Aufbereitung der Moosproben

Nach Lufttrocknung der Proben wurden diese von sichtbaren Erd- und Detrituspartikel befreit. Anschließend wurden die einzelnen Moosstämmchen auf die letzten zwei/drei Jahrestriebe eingekürzt. Diese Arbeit basierte vorwiegend auf den Erfahrungen früherer Studien (Zechmeister 1995, 1998, Zechmeister et al. 2002a).

Die Mindestmenge der aufgearbeiteten Proben betrug pro Standort ca. 10 g Trockengewicht.

Die Proben wurden Mitte Dezember dem Umweltbundesamt zur Analytik übergeben.

2.4. Analytik der Moosproben

Alle Aufschlüsse und chemischen Analysen wurden im Labor des Österreichischen Umweltbundesamtes in Wien (A. Hanus-Illnar / Schwermetalle, S. Scharf / PAHs) durchgeführt.

2.4.1 Aufschluss

(Schwer)Metalle

Die Moosproben wurden bei maximal 40 °C im Trockenschrank nachgetrocknet. Vermahlen wurden die Proben unter flüssigem Stickstoff in einer Porzellanschale. Danach erfolgte nochmals eine Trocknung bei maximal 40 °C im Trockenschrank, um etwaiges Kondenswasser auszutreiben.

Für den Perchlorsäure - Aufschluss der Moosproben wurde jeweils 1 g der Proben analytisch genau in einen Quarzaufschlusskolben eingewogen, mit 5 ml konzentrierter Salpetersäure s. p. (65 %) versetzt und gut durchfeuchtet. Anschließend wurde 1 ml konzentrierte Perchlorsäure s. p. (70 %) zugesetzt und die Proben über Nacht stehen gelassen. Der Aufschluss erfolgte automatisch mittels Kjeldatherm-Aufschlussblock. (mit Absorptionsaufsätzen; Aufschlussprogramm: 30 min 60 °C, 40 min 200 °C, 10 min Abkühlen). Nach dem Aufschluss wurden die Proben in 100 ml Quarzmesskolben übergeführt und mit Reinstwasser bis zur Marke aufgefüllt. Anschließend wurden die Lösungen über Faltenfilter filtriert.

Polyzyklische Kohlenwasserstoffe (PAH's)

Es wurde zehn Moosproben auf PAHs analysiert. Für die Analyse von PAHs in Moosproben, wurden je 5 g der ungemahlenden Proben, die durch Lyophilisation getrocknet wurden, eingesetzt und nach Soxhlet mit n-Hexan als Extraktionsmittel extrahiert. Danach wurde der Soxhletextrakt auf 1ml in einem Turbo Vap aufkonzentriert (während 35 min., Druck: 1bar und Temperatur: 35 °C). Ein Reinigungsschritt wurde mit SPE mit speziellen Festphasenextraktionskartuschen für die Analyse von PAHs durchgeführt (PAH-soil, 1,5g). Die Analyten wurden mit einer Mischung aus Dichlormethan und Petrolether (v:v=1:4) eluiert. Der Extrakt wurde noch einmal auf 1 ml eingeeengt und nach Zugabe von 10µl internem Standard wurde ein Aliquot mit GC-MS analysiert.

2.4.2 Chemische Analyse der Proben

(Schwer)Metalle

Die **Bestimmung** der Gehalte an Aluminium, Vanadium, Schwefel, Zink, Eisen, Kupfer, Chrom, Nickel, Kobalt, Antimon und Molybdän erfolgte mittels ICP-AES-Gerät Optima 3000 DV, Fa. Perkin Elmer, in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 11885. Die Bestimmung von Arsen und Antimon wurde mittels FIAS - Furnace - Kopplung im Atomabsorptionsspektrometer AAnalyst 800 der Fa. Perkin Elmer in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 11969 (As) bzw. VDI 2268 Bl. 2 (Sb) gemessen. Die Quecksilberbestimmung erfolgte mit Hilfe der Kaltdampftechnik im Fließinjektions-Quecksilbersystem FIMS 400 der Fa. Perkin Elmer in Anlehnung an ÖNORM EN 1483 und die Cadmium- und Bleibestimmung mittels Graphitrohr-AAS im Atomabsorptionsspektrometer Analyst 800 der Fa. Perkin Elmer in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 5961 (Cd) bzw. DIN 38406 Tl. 6 (Pb).

PAHs

Folgende PAHs wurden analysiert: Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-c,d)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen, Benzo(g,h,i)perylene und Coronen.

Um die Extraktionseffizienz jeder Probe zu bestimmen, wurde ein deuterierter PAH-Cocktail als Surrogate-Standard verwendet. Fluoranthen-C13 wurde als interner Standard verwendet.

Die Analyse wurde mittels Gaschromatographie und Massenspektrometriedetektion (GC-MSD) durchgeführt. Die Detektion der Ionen erfolgte im Einzelionenmonitoring-Modus (SIM).

2.5 Klimadaten und Daten zu Schadstoffen ermittelt über Luftmessungen

Es wurden Klimadaten von 22 Klimastationen im Gebiet eingeholt und in die statistischen Berechnungen einbezogen. Folgende Variablen fanden Eingang in die Berechnungen: Jahresniederschlag, Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Es standen jeweils Monatsmittelwerte zur Verfügung. Nach Überprüfung der statistischen Variabilität wurde meist nur mit Jahressummen, bzw. Jahresmittelwerten gerechnet.

Weiters wurden Daten von 11 Luftgütemessstationen im oder in der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes in die Berechnungen mit eingebunden. Folgende Luftschadstoffe wurden verwendet: NO₂, SO₂, TSP – total suspended particles, und PM10 (particulate matter). Es wurden jeweils Jahresmittelwerte der Jahre 2000 – 2004 ausgewertet, sowie auch getrennt nach Sommer- (April-September) und Winterwerte (Oktober-März).

Die Luftgütedaten wurden von der Niederösterreichischen Landesregierung und der Gemeinde Wien zur Verfügung gestellt, Klimadaten stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) bzw. dem BM für Land- und Forstwirtschaft.

2.6 Auswertung der Daten

2.6.1 IAP Methode

Die Auswertung bezüglich des IAP-Index ist sehr komplex und erfolgte in mehreren Schritten.

Für jede Moosart wird zuerst der Toxitolanzfaktor **“Q”** ermittelt: Der **Toxitolanzfaktor** **“Q”** ist ein spezifischer Index für eine Moosart in einem bestimmten Untersuchungsgebiet. Er muss daher in jedem Untersuchungsgebiet neu berechnet werden. Ausgegangen wird von der Annahme, dass artenreichere Bestände in weniger mit Schadstoffen belasteten Gebieten vorkommen als artenärmere. Der Wert **“Q”** errechnet sich aus der Summe aller Begleitarten eines Moores dividiert durch die Anzahl an Untersuchungsflächen an denen diese Art vorkommt.

Beispiel: Moos A kommt summarisch mit 66 Arten an 10 Bäumen vor, der **“Q”**-Wert für Moos A ist demnach 6,6.

Toxitolerante Arten haben demnach kleinere **“Q”**-Werte als empfindlichere Arten. Die Ermittlung der **“Q”**-Werte ist ein wichtiges Teilergebnis dieser Untersuchungsmethode, da schon allein der Vergleich der **“Q”**-Werte eine Reihung der einzelnen Moosarten entlang eines Toxitolanzgradienten erlaubt. Dadurch kann aus dem Vorkommen einer Art indirekt auf den Luftgütezustand des jeweiligen Fundortes geschlossen werden.

Die Skalierung des **“f”-Wertes** einer Art ist unterschiedlich (vgl. Zechmeister et al. 2002b), für die Untersuchungen im Wienerwald wurde eine dreistufige Skalierung verwendet:

- 1 Seltene Art und/oder eine Art mit niedrigem Deckungsgrad
- 2 Mäßig häufige Art und/oder eine Art mit mittlerem Deckungsgrad
- 3 Häufige Art und/oder eine Art mit hohem Deckungsgrad

Der **IAP-Wert einer Art** ergibt sich dann durch Multiplikation des **“Q”**-Wertes mit dem durchschnittlichen im Gelände erhobenen **“f”**-Wert.

Der IAP-Index eines Gebietes ergibt sich nach LeBlanc u. DeSloover (1970) aus der Formel:

$$\sum_{i=1}^n (Q_i \cdot f_i)$$

Q: Q-Wert, f: Frequenz, n: Anzahl der untersuchten Messpunkte; auf eine Division durch den Faktor 10 in der ursprünglichen Formel (LeBlanc u. DeSloover 1970), wurde verzichtet.

Für die Summe aller IAP-Indices wurden statistische Grunddaten einschließlich der Perzentil-Klassen berechnet und auf Basis derer die Einzelwerte in 4 Luftgüteklassen eingeteilt (0–25% - Klasse 1; 25–50% - Klasse 2; 50–75% - Klasse 3; 75–99% - Klasse 4).

2.6.2 Statistische Berechnungen

Folgende statistische Verfahren wurden angewendet:

Der **Spearman's Rangkorrelationskoeffizient** ist ein Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient für ordinale Daten bzw. nicht normalverteilte Daten und wurde zur Ermittlung gegenseitiger Beziehungen verwendet (z.B. Korrelationen zwischen den einzelnen Parametern). Nachdem in fast allen Fällen nicht normalverteilte Daten vorlagen, wurde dieser Test dem Pearson Korrelationstest vorgezogen.

Als Tests zur Überprüfung der inneren bzw. gegenseitigen Schwankungsbreite des Datenmaterials wurden **Varianzanalysen (ANOVA)** durchgeführt.

Die **Hauptkomponentenanalyse** ermöglicht es, aus einer großen Anzahl von Variablen durch Reduktion der Datendimensionalität lineare Zusammenhänge zu finden, welche einen großen Teil der Variabilität des Datenmaterials erklären. Die einzelnen Komponenten werden entlang von Achsen aufgetragen. Die Gewichtung dieser Achsen (Eigenvalue) wird in % angegeben. Die Nähe zweier Punkt zeigt demnach Gemeinsamkeiten in Bezug auf die den Achsen entsprechenden Faktoren auf.

Als **Signifikanzniveau** für alle Signifikanztests wurde soweit nicht anders angegeben $P < 0,05$ festgelegt.

2.7 Nomenklatur

Die Nomenklatur der in dieser Arbeit verwendeten Moosnamen bezieht sich bei den Laubmoosen auf Grims et al. (1999), bei den Lebermoosen auf Frahm und Frey (1992). Die Ellenberg'schen Zeigerwerte für Moose entstammen Düll (1991).