©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 17, 151-168. Hannover 2005

Laurophyllisation - auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa?

Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern

- Hartmut Dierschke, Göttingen -

Abstract

The term laurophyllisation refers to the spread of evergreen broad-leaved woody plants in deciduous woodlands. Detailed evidence of this process has until now only been published from Insubria (southern Switzerland), where the expansion of evergreen exotic species has been correlated to global climatic warming, especially the occurrence of a period of mild winters. The indigenous ivy (*Hedera helix* L.) is also a member of this group of laurophyllous species and unique in our flora on account of its physiognomy and biology. In central Europe, ivy was best developed in the warm-humid climatic period of the Atlanticum, during which it achieved its optimal development as a flowering and fruiting forest liana (climbing or tree form). Today, the species adopts this growth form (phanerophyte) mainly in the forests of Atlantic western Europe. Further to the east the ivy occurs mostly in a vegetative creeping form on the ground (chamaephyte). In the vicinity of Göttingen, the first indications for the spread of the tree form in deciduous woodlands could be observed starting at the end of the 1980s, consistent with the beginning of a series of milder winters and a distinct shift towards earlier phenological flowering phases of the herb layer. Here, some results of the comparison of calcareous beech woodland relevés from 1980 and 2001 are presented and discussed, as well as high resolution mapping of ivy (1980 – 2004) and measurements of shoot growth of climbing ivy since 1994. These results can be interpreted as the first symptoms of a climatically induced spread of evergreen woody plants (laurophyllisation) in central Europe.

1. Einleitung

Flora und Vegetation sind einem ständigen Wandel unterworfen. Langfristig und großräumig waren von jeher klimatische Veränderungen eine vorherrschende natürliche Ursache, wie es z. B. die holozäne Floren- und Vegetationsgeschichte zeigt. Zunächst kleinräumig, dann aber rasch sich ausweitend und beschleunigend hat der Mensch seit der Steinzeit in diese Prozesse eingegriffen und sie zunehmend bestimmt. Lokale bis regionale Veränderungen gaben den Landschaften ihr oft unterschiedliches Gepräge und erweiterten oder verengten das floristische Potenzial. Seit dem 20. Jahrhundert gibt es nun neuartige Prozesse, die sich aus dem Zusammenwirken von Klima und Mensch entwickeln und erst allmählich in unser Blickfeld geraten. Es handelt sich um Teile großräumiger Veränderungen auf der Erde, die als „Global Change"zusammengefasst werden. Deutlich sind heute vor allem Tendenzen der allgemeinen Erwärmung der Erdatmosphäre, die aus langfristigen klimatischen Messungen und Berechnungen erkennbar werden. Inzwischen gibt es eine reichhaltige Literatur über rezente Klimaveränderungen und ihre biologischen Auswirkungen, in der sich konkrete Daten

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

mit Zukunftsmodellen und Spekulationen verbinden. Eine breite Auswertung von LEUSCHNER & SCHIPKA (2004) gibt für zahlreiche Fragestellungen kurze Zusammenfassungen. Demnach zeigt sich im 20. Jahrhundert in Mitteleuropa (wie auch allgemein) eine deutliche Erhöhung der Durchschnittstemperatur (in Deutschland um 0,9^0 C), besonders stark seit den 1980er Jahren; die letzten 10 Jahre waren in Deutschland und erdweit die wärmsten. Auch Abb. 1 lässt dies für Deutschland sehr deutlich erkennen. Das Jahr 2000 war das wärmste seit Beginn von Klimamessungen 1761; das Temperaturmittel lag 1,6^0 C über dem langfristigen Mittel von 8,3^0 C, schon die Jahre ab 1989 folgen großenteils diesem Trend. Die Erwärmung beruht nicht zuletzt auf sehr milden Wintern, die ebenfalls seit Ende der 1980er Jahre festzustellen sind.

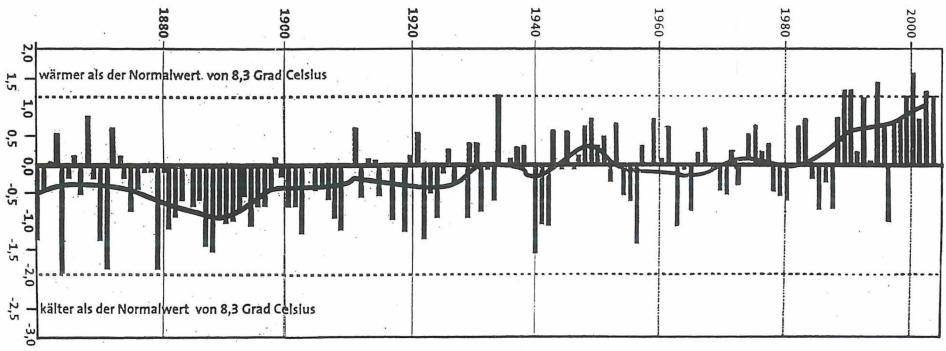


Abb. 1: Abweichungen des Jahresmittels der Temperatur vom langzeitigen Mittelwert (1761 – 2003: 8,3^0 C) für Deutschland mit geglätteter Trendkurve über 20 Jahre (ZEIT Grafik nach Institut f. Meteorologie der Univ. Frankfurt a. M. aus Die ZEIT Nr. 51/2004, etwas verändert).

Über die Folgen des Global Change für Lebewesen wird inzwischen viel diskutiert. Exakte Nachweise sind noch selten. Einmal vollziehen sich denkbare Entwicklungen sehr langsam. Andererseits fehlt es oft an guten Vergleichsdaten aus früheren Zeiten, und durchgehende Langzeituntersuchungen sind kaum vorhanden. So ist man auf mancherlei Einzelbeobachtungen angewiesen, die als „Fingerprints of Climate Change"(WALTHER et al. 2001) erst bei Häufungen von Ereignissen mit gleicher Tendenz gewisse Aussagen ermöglichen. Ein solcher Fingerabdruck ist wahrscheinlich auch die aktuelle Ausbreitung von *Hedera helix*, über die hier berichtet wird. Sie kann nach KLÖTZLI et al. (1996) als Vorgang der „Laurophyllisation"angesehen werden. Diese bezeichnet den Ausbreitungsprozess immergrüner, mittel- bis großblättriger (laurophyller) Gehölze in sommergrünen Laubwäldern unter dem Einfluss wärmerer Klimabedingungen (s. auch WALTHER 2001, Beiträge in WALTHER et al. 2001).

2. *Hedera helix* – eine fast exotische einheimische Pflanze

Der Efeu gehört zu den wenigen Laurophyllen, die sich bis heute in der mitteleuropäischen Pflanzendecke erhalten haben. Er gehört zwar zum floristischen Grundinventar vieler Laubwälder (Klassencharakterart der Querco-Fagetea), ist aber in seiner Lebensweise, insbesondere in seinem phänologischen Rhythmus, eher ein Exot, der noch Eigenschaften aus tertiären Lorbeerwäldern beibehalten hat (SCHROEDER 1998). Eine detaillierte Darstellung dieser Pflanze wurde kürzlich erstellt (DIERSCHKE 2005a; s. auch METCALFE 2005), so dass hier kurze Anmerkungen genügen sollen.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Für die weitere Fragestellung dieser Arbeit sind vor allem folgende Aspekte interessant:

- Der Efeu kommt in zwei Lebensformen vor, einmal als am Boden kriechender Chamaephyt (fo. *repens*) und dann als Kletter- oder Baumform (Phanerophyt, fo. *arborea*). Die erstere kann sich vegetativ ausbreiten, nur letztere bildet generative Triebe mit einfach geformten Blättern (Heterophyllie), Blüten und Früchten.
- Zumindest in naturnaher Vegetation (in sommergrünen Laubwäldern) kommt die Baumform des Efeus nur in sehr wintermild-humiden Gebieten vor. Nach Auswertung pflanzensoziologischer Tabellen (ohne Süd-Europa) konzentrierte sich die Baumform bis in die 1990er Jahre auf die atlantischen Bereiche Südwest- bis Nordwest-Europas und erreichte von Westen her noch das Oberrheingebiet. Weiter östlich war die Baumform vorwiegend nur in Parks und Siedlungen zu finden
- Das Gesamtareal des Efeus reicht heute (in der Kriechform) bis ins südliche Skandinavien und östliche Polen. In der warm-humiden Klimaperiode des Atlantikums war dort auch die generative Baumform entwickelt, so dass die heutige Kriechform als Relikt aus dieser Zeit angesehen werden kann.

3. Aktuelle Ausbreitung des Efeus in Mitteleuropa

3.1 *Hedera helix* als Element der Krautschicht sommergrüner Laubwälder

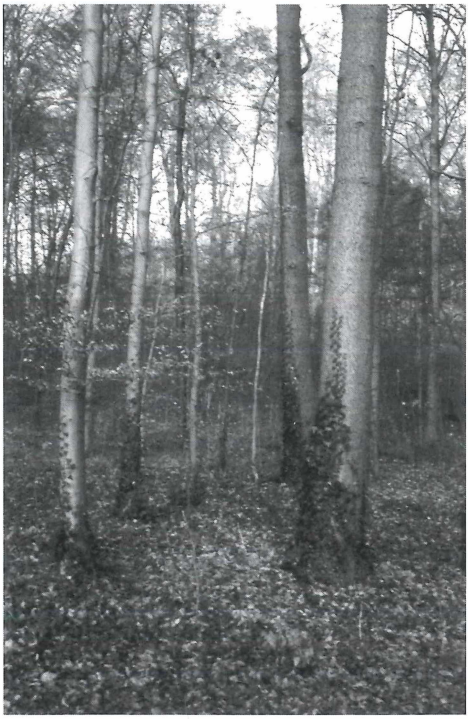
Bei eigenen Untersuchungen in Laubwäldern in den 1970er bis 1980er Jahren fand sich der Efeu im nördlichen Deutschland durchweg nur als Bodenform und selten in größeren Mengenanteilen. Nur gelegentlich und nur an einzelnen, meist frei stehenden alten Bäumen konnte dort die Baumform als große Rarität beobachtet werden. In Tabellen von Laubwäldern Süd-Niedersachsens (DIERSCHKE 1985, 1986), auch in einer breiteren Übersicht (DIERSCHKE 1989), gibt es für ihn zwar in allen artenreicheren Buchen- und Eichen-Hainbuchenwäldern höhere Stetigkeiten, aber nur geringe Deckungsgrade. Wo am Boden dichtere Efeubestände bis zu auffälligen Teppichen erreicht wurden, schienen irgendwelche Störungen, vor allem längerzeitige Auflichtungen, z. B. an Wegrändern, Steinbrüchen u. ä., aber auch Ruderalisierungseffekte (Ablagerung von fremdem Material, Umgebung von Waldhütten u. ä.) eine Rolle zu spielen.

Seit einigen Jahren lässt sich nun in Laubwäldern der Göttinger Umgebung, vor allem in der kollinen Stufe, verstärkt ein Hochklettern des Efeus an den Bäumen beobachten. Zwar gibt es (noch?) weite Bereiche nur mit der Bodenform oder ganz ohne Efeu, aber in einzelnen Gebieten oder auch über größere Bereiche verstreut bildet er beginnende Baumformen von wenigen Dezimetern bis zu 8 – 10 Metern Höhe aus (Abb. 2). Verstärkte Vorkommen am Boden (s. o.) mögen ein Ausgangspunkt sein, ebenfalls Randbereiche größerer Störungen mit Einfluss von Seitenlicht; aber selbst sehr schattige Lagen kommen in Frage. Vieles scheint eher zufällig als regelhaft, ist aber nicht mehr zu übersehen. Diese Tendenzen gehen zusammen mit einer Periode milderer Winter und allgemein ansteigender Temperaturen, die seit Ende der 1980er Jahre einsetzte und bis heute anhält (Abb. 1).

3.2 Eigene Untersuchungen zu Ausbreitung und Aufwuchs des Efeus in Buchenwäldern

Zunächst ungeplant, haben sich einige Untersuchungen ergeben, die nun erste Ergebnisse für den Efeu erbringen. Beispiele aus zwei Buchenwäldern können hier mitgeteilt werden.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)



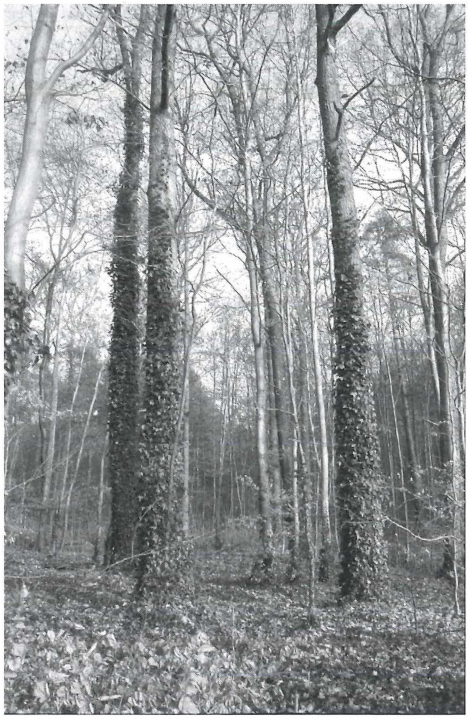


Abb. 2: Beginnender Aufwuchs von *Hedera helix* in einem Kalkbuchenwald. Links Initialphase, rechts weiter fortgeschritten (Dezember 2004).

3.2.1 Untersuchungsgebiete und –methoden

Für ein interdisziplinäres Forschungsprojekt zum Ökosystem Kalkbuchenwald wurde 1980 im **Göttinger Wald** auf einem schwach welligen Muschelkalkplateau (ca. 420 m NN) ein 12 ha großes Gebiet eingezäunt und im 10 x 10m-Raster dauerhaft ausgepflockt (MTB 4426 Waake, SW-Quadrant), hier weiter als „**Ökosystemfläche**"bezeichnet (s. auch DIERSCHKE & SONG 1982a, DIERSCHKE 2003, SCHMIDT 2005). Es handelt sich um einen submontanen Kalkbuchenwald (Hordelymo-Fagetum lathyretosum, s. DIERSCHKE 1989), der sich mit einem Alter von über 100 Jahren in seiner Optimalphase als typischer Hallenwald darstellt. Aus einem umfangreicheren Untersuchungsprogramm (DIERSCHKE 2003) werden hier nur die für *Hedera helix* relevanten Daten herausgezogen.

Auf einer etwa 20 x 20 m großen Dauerfläche werden seit 1981 kontinuierlich **phänologische Untersuchungen** durchgeführt. Notiert werden alle 1 – 2 Wochen vor allem der Beginn und die Dauer der Blüte von Arten der Krautschicht. Hieraus lassen sich regelhaft wiederkehrende Phänophasen im Jahresverlauf abgrenzen (DIERSCHKE 1995, 2000), von denen hier nur die Phase 2 (Frühling) erörtert wird (Abb. 3). Eine Vergleichsfläche befindet sich seit 1983 im kollinen Kalkbuchenwald (ca. 240 m NN).

1980 wurden über die ganze Ökosystemfläche verteilt 78 Braun-Blanquet-Aufnahmen auf je etwa 200 – 400 m^2 angefertigt (DIERSCHKE & SONG 1982 a/b); sie entsprechen dem Waldzustand vor der Einzäunung. 2001 wurden diejenigen 43 Flächen erneut aufgenommen, die von stärkeren Störungen durch andere Untersuchungen verschont geblieben waren. Für einen Vergleich der Efeu-Entwicklung sind 17 Aufnah-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

men geeignet und in Tabelle 1 zusammengestellt. Sie enthält nur diejenigen Arten, die wenigstens in einem Jahr in 5 Aufnahmen vorkommen. Angegeben sind die absolute Stetigkeit und der Median des Deckungsgrades. – Die Nomenklatur der Pflanzensippen folgt WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

In einem **Nord-Süd-Transekt** wurden 1980 im 10 x 10 Meter-Raster alle vorkommenden Arten der Krautschicht mit genauer Schätzung ihrer Deckungsprozente erfasst (s. auch DIERSCHKE & SONG1982 b). Im Herbst 2004 wurde nur der Efeu erneut aufgenommen, zusätzlich der Stammbewuchs in allen Quadraten notiert (Abb. 4). Der Transekt beginnt unmittelbar an der Südgrenze der Ökosystemfläche, wo der Zaun an eine alte Waldstraße grenzt, die wohl langzeitig zu mäßigem Lichteinfall von Süden geführt hat. – Zitiert werden auch einige Ergebnisse wiederholter Erfassungen eines im Waldesinnern gelegenen West-Ost-Transektes mit störungsfreier Entwicklung („**Tabufläche**"), wo seit 1981 im zehnjährigen Abstand 281 10 x 10m-Quadrate mit genauerer Deckungsgradschätzung in Prozent erfasst wurden (s. auch DIERSCHKE 2004, 2005 b, DIERSCHKE & BRÜNN 1993).

Als sich vorwiegend in Nähe des Südrandes der Ökosystemfläche eine zunehmende **Ausbreitung der Baumform des Efeus** abzeichnete, wurde seit 1995 alle zwei Jahre bis 1999 und dann noch im Frühjahr und Herbst 2004 an 20 alten, nummerierten Buchenstämmen der Aufwuchs erfasst, bis 2,5 Meter Höhe direkt gemessen, darüber geschätzt (Abb. 5).

Eine zweite Untersuchungsfläche liegt in der Nähe des **Bielsteins** im Staatsforst Bovenden, direkt unterhalb eines ehemaligen Muschelkalk-Steinbruches (MTB 4325 Nörten-Hardenberg, SO-Quadrant, ca. 260 m NN). Auf einem ca. 15° W geneigten Hang wächst dort ein etwa 50 Jahre alter, dichter Buchenwald mit noch ungleich großen und dicken Bäumen (*Convallaria*-Variante des Hordelymo-Fagetum lathyretosum, s. DIERSCHKE 1989). Das Seitenlicht von einer großen Freifläche vor dem Steinbruch wird zwar großenteils durch tief beastete Randbäume abgeschirmt, ist aber offenbar von einigem Einfluss. Leichte Störungen ergeben sich auch durch eine weiter unten liegende Waldhütte mit Trampelpfaden. In diesem Buchenwald wurde auf einer Fläche von etwa 20 x 30 m an 30 in einer Skizze eingetragenen Bäumen der **Aufwuchs des Efeus** seit 1994 jährlich bis 1998, danach noch 2002 und 2004 jeweils im Mai wie oben gemessen (Abb. 5).

3.2.2 Ergebnisse

3.2.2.1 Phänologische Untersuchungen

Daten von Messstationen lassen zwar Veränderungen klimatischer Bedingungen erkennen, sagen aber unmittelbar nur wenig über ihre Bedeutung für die Pflanzendecke aus, zumal sie meist nicht unmittelbar am Wuchsort gemessen werden. Hierfür gibt das phänologische Verhalten von Pflanzenarten als unmittelbare Reaktion auf den gesamten Faktorenkomplex des Klimas leichter erkennbare Auskünfte. Die eigenen phänologischen Untersuchungen in Laubwäldern zeigen deutliche Hinweise auf eine Klimaerwärmung in den letzten Jahrzehnten (DIERSCHKE 2000, DIERSCHKE & BRÜNN 1993). Es hat sich erwiesen, dass vor allem die ersten Phänophasen im Frühjahr sich seit Ende der 1980er Jahre deutlich nach vorne verschoben haben. Wie Abb 3. zeigt, beginnt die *Acer platanoides-Anemone nemorosa*-Phase, also die erste richtige Frühlingsblühphase, heute bis zu einem Monat früher als noch zu Beginn der 1980er Jahre. Sie ist durch den Blühbeginn mehrerer Frühlingsgeophyten besonders gut datierbar und kennzeichnet am besten den Beginn der Vegetationsperiode. Eine Dauerfläche im kollinen Buchenwald (ca. 240m NN, Abb. 3) ergab in den 1980er Jahren

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Anfangszeiten für diese Phase in der ersten Aprilhälfte; sei Mitte der 1990er Jahre liegen sie durchweg im März, oft sogar in der ersten Hälfte, alle deutlich vor dem mittleren Eintrittsdatum in der Beobachtungszeit (24. März). Auf der Ökosystemfläche im submontanen Bereich sieht man gleiche Tendenzen, mit 1-2 Wochen (im Durchschnitt 13 Tagen) Verzögerung. Auch hier wird das mittlere Eintrittsdatum (5. April) erstmals 1989 unterschritten. Danach gab es gegenüber dem positiven Trend nur 1992, 1996 und 2001 Verspätungen, die aber kaum den Mittelwert überschritten. Die folgenden Frühlingsphasen zeigen abgeschwächt ein entsprechendes Bild (DIERSCHKE 2000).

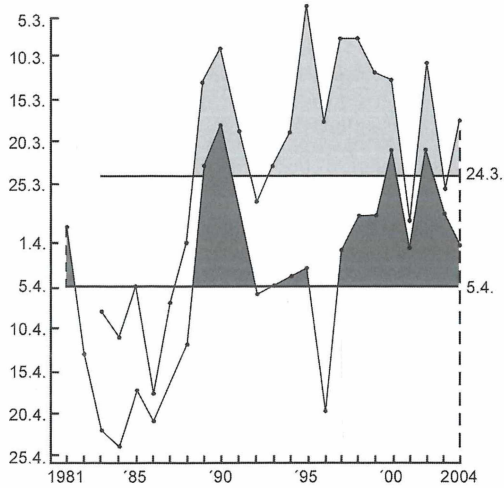


Abb. 3: Beginn der *Acer platanoides-Anemone nemorosa*-Phänophase in Kalkbuchenwäldern bei Göttingen. Die waagerechten Linien stellen die mittlere Eintrittszeit während der Untersuchungsperiode dar, oben für die kolline Stufe (240 m NN), unten für die submontane Stufe (420 m NN).

3.2.2.2 Kleinräumige Ausbreitung des Efeus 1980 –2001

Es war ein Zufall, dass 1980 ein größerer Bereich der Ökosystemfläche als Transe genau erfasst wurde, wo sich später eine starke Ausbreitung des Efeus vollzog (s. auch DIERSCHKE & SONG1982b). Abb. 4 zeigt hiervon einen größeren Ausschnitt (315 10x10 m-Quadrate). Der Efeu kam 1980 nur als vegetative Kriechform sehr locker verteilt vor, was der allgemeinen Situation in Laubwäldern um Göttingen zu dieser Zeit entspricht. Allerdings ist bereits damals eine leichte Häufung im südlichen Bereich (Nähe zur Waldstraße) zu erkennen. Insgesamt fand sich der Efeu in 126 Quadraten (48 %), fast durchweg nur mit geringer Deckung, im Mittel 0,7 %, bezogen auf alle Quadrate nur 0,3 %.

2004 hat sich die Situation völlig verändert. Jetzt sind 200 Quadrate (64 %) besetzt. Es lässt sich ein Gradient des Deckungsgrades erkennen, von dichten Teppichen mit teilweise über 80 % Deckung im Süden bis zu nur sehr lockerer Verbreitung und Deckung unter 5 % im Norden. Bis in den mittleren Bereich gibt es inselhaft Ausbreitungskerne mit höherer Deckung und allmählicher Abnahme am Rand. Der mittlere Deckungsgrad aller besetzten Quadrate ist auf 27,8 %, der Wert bezogen auf alle Quadrate auf 17,6 % angestiegen.

Diesem Süd-Nord-Gradienten folgt auch die Intensität des (bisher nur vegetativen) Baumbewuchses. Im Süden sind fast alle Baumstämme bis zu mehreren Metern Höhe

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

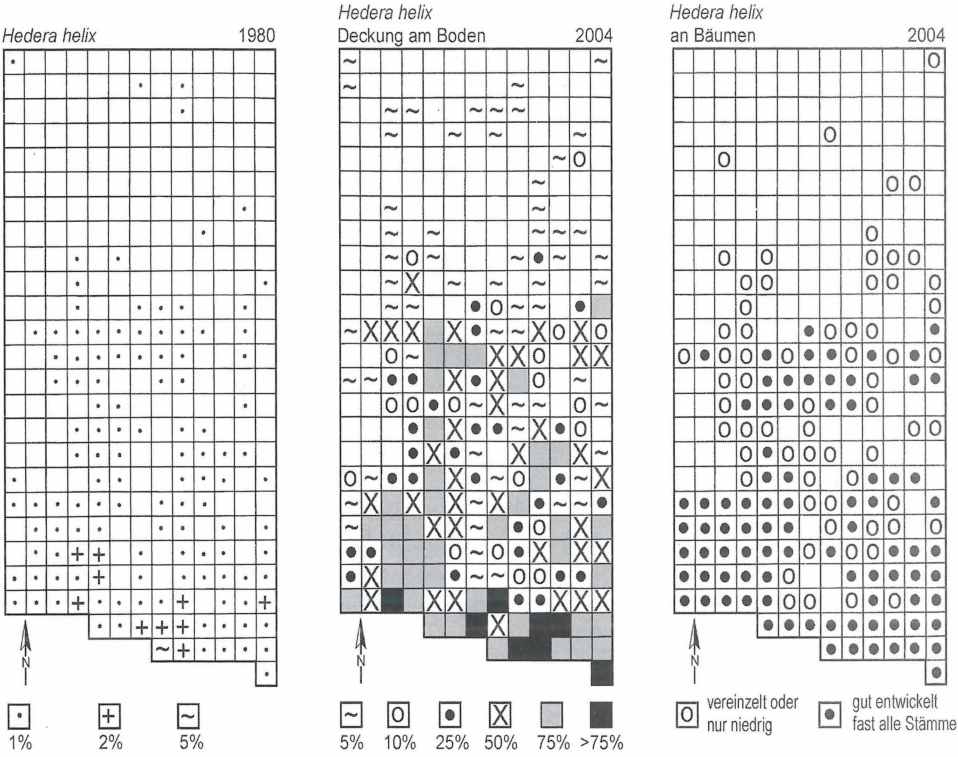


Abb. 4: Ausbreitung von *Hedera helix* in einem Nord-Süd-Transekt der Ökosystemfläche im 10 x 10m-Raster. Vorkommen in der Krautschicht 1980 (links) und 2004 (Mitte); Aufwuchs an Bäumen 2004 (rechts).

und teilweise sehr üppig mit Efeu bewachsen. Wo er am Boden weniger gut entwickelt ist (oft unter 25 % Deckung), sind auch die Baumstämme nur teilweise und oft nur bis etwa 1,5 Meter hoch bewachsen. Nach Abb. 4 kommt die Baumform gut entwickelt in 86 Quadraten vor, in 65 nur spärlich, und in 49 Flächen ist nur die Kriechform vorhanden. Auch wenn die starke Ausbreitung des Efeus wohl erst Ende der 1980er Jahre begonnen hat (s. Kap. 3.2.2.4), scheint eine historische Vorprägung wahrscheinlich, die zu besonders üppiger Entwicklung am Südrand der Ökosystemfläche geführt hat. Man kann nämlich davon ausgehen, dass die alte Waldstraße die Entwicklung des Efeus bereits seit langem begünstigt hat (s. Diskussion).

Abschließend sei noch ein Blick auf die **Tabufläche** im ungestörten Waldesinnern gerichtet (s. auch DIERSCHKE 2005 b). Dort war *Hedera helix* 1980 nur in 50 aller 281 Quadrate vorhanden; 1991 waren es 67 und 2001 80 Quadrate. 1981 gab es den Efeu überall nur locker eingestreut mit bis zu 2 % Deckung. 1991 lassen sich erste Kerne stärkerer Entwicklung erkennen. 2001 ist der Efeu in fast allen besetzten Quadraten stärker deckend, teilweise bis zu 25 %. Insgesamt hat sich also eine kleinflächige Verdichtung, aber keine größere Flächenwanderung vollzogen. Vereinzelt zeigen sich 2004 an den Baumfüßen erste Tendenzen, die Stämme emporzuklettern.

3.2.2.3 Vergleich von Vegetationsaufnahmen

Die locker im ganzen eingezäunten Gebiet der Ökosystemfläche verteilten Vegetationsaufnahmen ergeben im Vergleich von 1980 zu 2001 ebenfalls eine deutliche Ent-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

wicklung von *Hedera helix*. Im Anfangsjahr war er nur in 30 der 78 Aufnahmeflächen, überall nur mit Deckungsgrad + - 1 vorhanden (DIERSCHKE & SONG1982a), war also

Tab. 1: Vergleich von je 17 Vegetationsaufnahmen eines Kalkbuchenwaldes mit *Hedera helix* 1980 – 2001. Absolute Stetigkeit und Median des Deckungsgrades

Jahr	1980	2001
Mittlere Deckung in % B	90,0	93,4
S	1,1	14,7
K	82,4	76,2
Mittlere Artenzahl	28,1	27,7
B *Fagus sylvatica*	17 ^{5}	17 ^{5}
Fraxinus excelsior	3 ^{1}	3 ^{1}
Acer platanoides	6 ^{1}	5 ^{1}
Hedera helix B + S	.	**17** ^{1}
S *Acer platanoides*	.	17 ^{2}
Ulmus glabra	.	13 ^{1}
Fagus sylvatica	.	8 ^{1}
K Gehölze		
Fraxinus excelsior	17 ^{1}	17 ^{2}
Acer platanoides	14 ^{1}	15 ^{1}
Acer pseudoplatanus	11 $^{+}$	15 ^{1}
Fagus sylvatica	10 ^{1}	13 ^{1}
Hedera helix	9 $^{+}$	**17** ^{2}
Krautige mit Zunahme		
Anemone nemorosa	17 ^{2}	17 ^{3}
Anemone ranunculoides	16 ^{1}	17 ^{2}
Allium ursinum	16 ^{1}	16 ^{2}
Asarum europaeum	17 ^{2}	17 ^{3}
Cardamine bulbifera	15 ^{1}	17 ^{2}
Melica uniflora	12 ^{1}	15 ^{1}
Arum maculatum	13 ^{1}	16 ^{1}
Viola reichenbachiana	10 $^{+}$	11 $^{+}$
Lilium martagon	5 $^{+}$	6 ^{1}
Dryopteris filix-mas	16 $^{+}$	16 ^{1}
Neottia nidus-avis	1 $^{+}$	7 $^{+}$
Konstante Arten		
Hordelymus europaeus	17 ^{1}	17 ^{1}
Primula elatior	14 ^{1}	14 ^{1}
Lamiastrum galeobdolon	12 ^{1}	12 ^{1}
Krautige mit Abnahme		
Mercurialis perennis	17 ^{2}	16 ^{2}
Oxalis acetosella	15 ^{1}	14 ^{1}
Stellaria holostea	8 $^{+}$	7 $^{+}$
Deschampsia cespitosa	5 $^{+}$	4 $^{+}$
Lathyrus vernus	16 $^{+}$	14 ^{1}
Polygonatum verticillatum	14 $^{+}$	12 ^{1}
Ranunculus auricomus agg.	12 $^{+}$	9 $^{+}$
Phyteuma spicatum	12 $^{+}$	6 $^{+}$
Euphorbia amygdaloides	10 $^{+}$	6 $^{+}$
Galium odoratum	17 ^{1}	12 ^{1}
Aconitum vulparia	10 $^{+}$	7 $^{+}$
Polygonatum multiflorum	6 $^{+}$	3 $^{+}$
Carex sylvatica	7 $^{+}$	4 ^{1}
Vicia sepium	12 $^{+}$	5 $^{+}$

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

eher unauffällig eingemischt. In den 43 neu erfassten Aufnahmen von 2001 fehlt der Efeu nur noch in 10 Flächen. Die 17 Vergleichsflächen in Tabelle 1 zeigen 2001 (nach Auswertung der ausführlichen Originaltabelle) für *Hedera helix* sehr unterschiedliche Deckungsgrade von 1 – 5. In 8 Flächen bildet er dichtere Teppiche (Deckung 3 – 5, also über 50 bis fast 100 %), was seine teilweise massive Ausbreitung dokumentiert. Letztere Flächen liegen alle im Südteil, etwa 20 – 50 Meter vom Südrand entfernt, wo der Efeu schon 1980 häufiger vertreten war (s. auch 3.2.2.2). In 140 – 170 Meter Entfernung vom Südrand hat er nur noch Deckungsgrade von 1 – 2 (bis 25 %). In allen 17 Flächen gibt es 2001 auch die Baumform des Efeus, die 1980 noch gänzlich fehlte.

Außer für *Hedera helix* zeigt Tabelle 1 nur kleinere Veränderungen, abgesehen von einer 2001 durchgehend entwickelten niedrigen Strauchschicht junger Gehölze, die 1980 ganz fehlte. In der Krautschicht erreichen 2001 einige Arten höhere Deckungsgrade, vor allem *Anemone nemorosa* (bis 4) und *A. ranunculoides* (bis 2), *Asarum europaeum* (bis 3) und *Cardamine bulbifera* (bis 2). Einige Arten haben ihre Stetigkeit erhöht, vor allem *Arum maculatum* und *Melica uniflora*. Sehr stabil verhalten sich *Hordelymus europaeus, Primula elatior* und *Lamiastrum galeobdolon*.

Die teilweise starke Zunahme des Efeus sollte deutliche Konkurrenzeffekte, d. h. eine Abnahme anderer Arten erwarten lassen. Die mittlere Artenzahl ist von 1980 zu 2001 von 28,1 auf 27,7 gefallen. Deutlicheren Rückgang zeigen aber nur wenige Arten, so *Galium odoratum* (1980 noch mit maximal 3 vertreten), *Ranunculus auricomus* agg., *Phyteuma spicatum* und *Euphorbia amygdaloides. Mercurialis perennis*, 1980 teilweise noch Fazies bildend (bis 5), hat 2001 nur noch einen Höchstwert von 3. Bei den in der Tabelle nicht aufgeführten seltenen Arten gab es ebenfalls teilweise Abnahmen; ganz verschwunden sind *Campanula trachelium, Corydalis cava, Epipactis helleborine, Galium sylvaticum, Geum urbanum, Milium effusum* und *Poa nemoralis*. Neu hinzugekommen sind in je einer Fläche nur *Aegopodium podagraria* bzw. *Ajuga reptans*. Insgesamt scheint also die Ausbreitung des Efeus bisher keine gravierenden Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Krautschicht zu haben. Die meisten Pflanzen können zwischen den dicht am Boden befindlichen, locker beblätterten Efeutrieben durchwachsen.

3.2.2.4 Aufwuchsmessungen des Efeus an Baumstämmen

Auf der **Ökosystemfläche** im Göttinger Wald geht mit der starken Bodenausbreitung des Efeus eine langsame Eroberung der Baumstämme (vorwiegend Buchen, einzelne Eschen) einher, und zwar wiederum vorwiegend im südlichen Teil, also angrenzend an die Waldstraße. Zu Beginn der Aufwuchsmessungen im Frühjahr 1995 waren nur 12 der 20 erfassten Stämme mit Efeu bewachsen, meist nur auf den unteren 1,5 (0,3 – 2,5) Metern. Bei den nächsten Messungen im Frühjahr 1997 und 1999 waren es bereits 13, 2004 dann 17 Bäume. Die restlichen drei stehen in Bereichen, wo auch am Boden kaum Efeu zu finden ist. So scheint es, dass der Efeu erst zu klettern beginnt, wenn er am Boden ausreichende Vitalität erlangt hat, was auch Beobachtungen aus anderen Gebieten unterstützen. Trotz des vereinzelten Absterbens einzelner, meist höherer Triebe ging der Aufwuchs stetig voran, wie Abb. 5 zeigt, maximal auf 2,9, 4,5 und zuletzt 7 Meter. Besonders seit 1999 ist ein deutlicher Wachstumsschub zu erkennen. An vielen Bäumen ist der Efeu jetzt 3 bis 4,5 m emporgeklettert und hat sich auch seitlich an den Stämmen ausgebreitet, oft bevorzugt in Südexposition. Der Höhenzuwachs pro Jahr beträgt im Schnitt um 30 (maximal 60) cm. Geht man von 30 cm Jahreszuwachs aus, ergibt eine Rückrechnung von 1995 etwa 5 Jahre für den Beginn der Kletterform, was wiederum gut mit dem Beginn der phänologischen Verfrühung seit Ende der 1980er Jahre (Abb. 3) und allgemein wärmeren Bedingungen (Abb. 1) zusammen passt.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Das zweite Beispiel eines etwas jüngeren Buchenwaldes in Nähe des **Bielsteins** liegt in der wärmeren kollinen Stufe. Auf der Messfläche waren 1994 von den 30 Bäumen 21 mit Efeu bewachsen, meist nur auf dem untersten Meter. 1998 waren bereits alle Bäume erobert, davon 9 nur im untersten Bereich, einer bereits bis 7,5 m Höhe. Auch 2004 sind alle Bäume bewachsen, 5 aber weiter nur ganz unten. Besonders üppig und ausladend ist der Bewuchs an den zur Freifläche des Steinbruches gelegenen Bäumen bis etwa 10 m Höhe, tendenziell am stärksten in Lichtrichtung (Osten). Schon zu Beginn der Messungen hatte der Efeu dort einen deutlichen Vorsprung (2,5 – 3 m). Inzwischen gibt es aber auch im Waldesinnern besonders an dickeren Buchenstämmen Aufwuchs bis zu 6 m Höhe. Abb. 5 zeigt diese Entwicklung sehr deutlich, wobei zwischen 2002 und 2004 ein gewisser Stillstand zu erkennen ist. Der mittlere jährliche Zuwachs aller von Beginn an bewachsenen Stämme liegt auch hier bei 30 cm (an den Randbäumen bis 75 cm). Eine Rückrechnung ergibt also wiederum einen Beginn der Kletterform am Ende der 1980er Jahre. – Während auf der Ökosystemfläche bis heute nur vegetative Triebe des Efeus vorkommen, gibt es am Bielstein an den Randbäumen zum Steinbruch schon einzelne generative Triebe mit Blüten und Früchten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Efeu, offenbar von einer Reihe sehr milder Winter seit Ende der 1980er Jahre profitierend, in Laubwäldern um Göttingen stellenweise auf dem Vormarsch ist. Initialen solcher Entwicklungen mit Über-

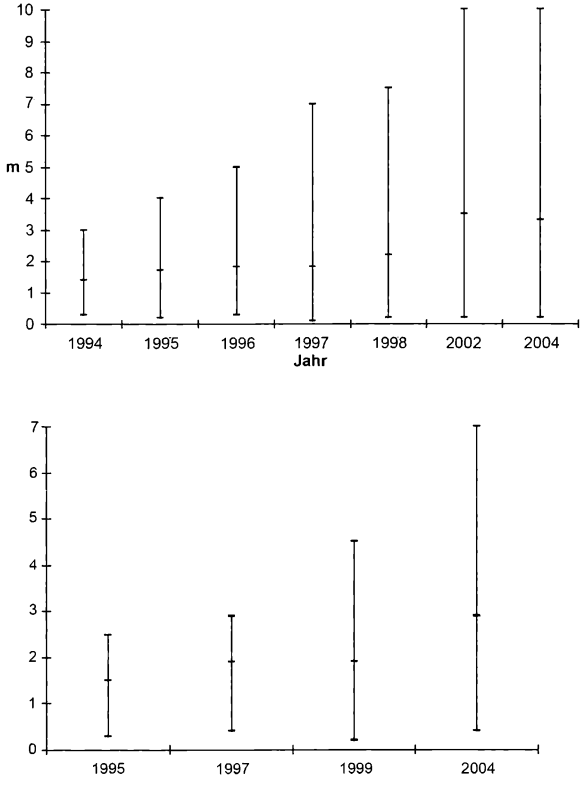


Abb. 5: Aufwuchs von *Hedera helix* an Baumstämmen zweier Kalkbuchenwälder.
Oben: Bielstein (260 m NN), 1994 – 2004 (30 Stämme).
Unten: Ökosystemfläche (420 m NN), 1995 – 2004 (20 Stämme).

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

gang zur Baumform sind oft mittlere bis hohe Deckungen der Bodenform, die wiederum möglicherweise auf Störungen im Kronendach (Auflichtung) und/oder solche des Bodens zurückzuführen sind. Bis heute zeigt die Baumform des Efeus meist nur die typischen Blätter des vegetativen Entwicklungsstadiums; das generative Stadium ist bislang nur ganz vereinzelt erreicht, sicher auch behindert durch den dichten Kronenschluss der Trägerbäume.

4. Diskussion

Über Begriff und Inhalt der **Laurophyllisation**, von KLÖTZLI et al. (1996) erstmals eingeführt, soll hier nicht diskutiert werden. Eher wären bisher vorliegende Beispiele kritisch zu hinterfragen. Die Berichte aus Insubrien erscheinen zwar recht überzeugend, allerdings geht die Expansion der immergrünen Exoten bisher nur in Siedlungsnähe und besonders in lichten Kastanienwäldern vor sich (s. hierzu auch WALTHER 1999, 2000 u. a.). In anderen Gebieten sind solche Prozesse eher unscheinbar und kaum spektakulär. So hat sich z. B. *Prunus laurocerasus* in Europa weit ausgebreitet (MEDUNA et al. 1999), ohne aber die Waldstruktur maßgeblich zu beeinflussen. Bei einheimischen Laurophyllen ist die Ausbreitung von *Hedera helix* am auffälligsten. Wie das Beispiel der Ökosystemfläche im Göttinger Wald zeigt, kann es hier durchaus zu stärkeren strukturellen Veränderungen im Wald kommen. Dabei lassen sich zwei Vorgänge unterscheiden: einmal die vegetative Ausbreitung am Boden, die durch raschwüchsige Kriechtriebe sehr effektiv ist, und dann die Ausbildung der Kletter- oder Baumform. Während erstere oft unter Schnee vor Frost geschützt sind, kann der Baumform durch sich häufig wiederholende stärkere Fröste eine Grenze gesetzt werden (s. IVERSEN 1944), wie es auch für die Exoten Insubriens diskutiert wird (Zusammenfassung bei GRUND et al. 2005). Die Ausbildung blühender und fruchtender Triebe im Göttinger Buchenwald ist aber noch selten feststellbar, was der generativen Ausbreitung Grenzen setzt. Auch anderswo wird die teilweise üppige Entwicklung des Efeus in den letzten Jahren beobachtet (DIERSCHKE 2005a, WALTHER 2002 u. a.). Einige Ursachen und Folgen dieses Prozesses sollen hier kurz erörtert werden.

Für die Ausbreitung der Exoten in Insubrien werden günstigere Klimabedingungen seit Ende der 1980er Jahre als wichtige Ursache angenommen (KLÖTZLI et al. 1996, CARRARO et al. 2001, WALTHER et al. 2001). Auch für die Ausbreitung von *Hedera helix* im nördlichen Mitteleuropa dürften **Wirkungen globaler Klimaveränderungen** eine hervorragende Rolle spielen. Dass zur Zeit eine relativ warme, vor allem auch wintermilde Periode vorliegt, wird in zahlreichen Arbeiten belegt (s. Übersicht von LEUSCHNER & SCHIPKA 2004). Ob es sich um langfristige Tendenzen im Zuge eines Global Change handelt, kann erst die Zukunft erweisen. Es erscheint aber wichtig, den Beginn möglicherweise langfristiger Veränderungen von Flora und Vegetation genau und frühzeitig festzuhalten. Hierzu gehören phänologische Abweichungen, die in unserem Beispiel aus dem Göttinger Wald auch die Verlängerung der Vegetationsperiode um bis zu einen Monat im Frühjahr erkennen lassen. Auch aus anderen Gebieten wird eine relative Verfrühung der Frühlingsphasen im Jahresrhythmus von Laubwäldern gemeldet, entsprechend eine Verlängerung der Vegetationsperiode festgestellt (s. DEFILA & CLOT 2001, WALTHER 2002). Die Verfrühung des Frühlingsbeginns im Bereich um Göttingen seit Ende der 1980er Jahre geht sowohl mit allgemein sehr warmen Jahren als auch mit dem Beginn der Entwicklung der Kletterform des Efeus an Waldbäumen einher. Immer wieder stößt man auf das Jahr 1989 als Startpunkt, was sehr gut mit den Temperaturangaben in Abb. 1 übereinstimmt. Das Ende der Vegetationsperiode ist schwieriger erkennbar, scheint sich aber ebenfalls hinauszuzögern, wie es die relativ späte Laubverfärbung der Bäume dokumentiert.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

In der gerade erschienenen Efeu-Monografie für die Britischen Inseln von METCALF (2005) sind verschiedene ökophysiologische Untersuchungen zusammengefasst. Bemerkenswert ist die hohe Anpassungsfähigkeit der immergrünen Blätter an wechselnde Licht- und Temperaturverhältnisse. So nimmt die Netto-Photosynthese mit steigender Kälte zwar ab, erhöht sich aber bei erneuter Erwärmung rasch wieder. Selbst kurze Perioden mit günstigeren Temperaturen im Winter können so genutzt werden, und im Frühling beginnt die Aktivität frühzeitig. Die milden Winter der vergangenen Jahre dürften demnach dem Efeu besonders zu Gute gekommen sein. Auch die globale Erhöhung des CO_2-Angebotes kann die Wuchskraft des Efeus fördern, wie kürzlich nachgewiesen worden ist (KÖRNER 2005).

Dass *Hedera helix* ein größeres Areal hat als andere Laurophylle (s. DIERSCHKE 2005 a), liegt nicht zuletzt daran, dass die **Frostresistenz** bei unter -20^0 C liegt (ANDERGASSEN & BAUER 2002). Bei *Ilex aquifolium* und *Prunus laurocerasus* liegt die Grenze bei -17,7^0 C, die insubrischen Exoten vertragen oft weniger als -15^0 C (KLÖTZLI et al. 1996, GRUND et al. 2005). Dies gilt auch allgemein für extratropische immergrüne Gehölze (BOX 1996, 1997). Allerdings wird die hohe Frostresistenz des Efeus erst durch vorhergehend niedrige Temperaturen von unter -10^0 C erreicht. Niedrige Temperaturen über 0^0 C induzieren nur eine Resistenz bis etwa -12^0 C (METCALFE 2005). Schon häufiges Auftreten mittlerer Fröste dürfte also die Vitalität des Efeus (vor allem der Baumform) einschränken. Besonders im schneearmen westlichen Mitteleuropa kann auch Frosttrocknis eine negative Rolle spielen.

Wie alle biologischen Vorgänge beruht auch die aktuelle Ausbreitung des Efeus auf einem schwer aufschlüsselbaren Ursache-Wirkungs-Komplex. So müssen neben dem Großklima weitere Faktoren angesprochen werden. Eigenständig zu diskutieren ist z. B. das **Bestandesklima**. Nach langen Zeiten starker Waldnutzung im Nieder- und Mittelwaldbetrieb haben sich viele Laubwälder Mitteleuropas erst im 20. Jahrhundert wieder zu dichten Hochwäldern entwickelt, in denen die stark Schatten werfende Rotbuche eine hervorragende Rolle spielt. Damit hat sich das Bestandesklima in Richtung schattigerer, luftfeuchterer und allgemein ausgeglichenerer Verhältnisse entwickelt. Dies kann selbst manche typischen Waldpflanzen negativ beeinflussen. So sind heute wenig gestörte Naturwälder artenärmer als Wirtschaftswälder (M. SCHMIDT et al. 2002, W. SCHMIDT 2003). Großräumige vergleichende Untersuchungen bestätigen dies auch für die Schweiz (KLÖTZLI & WALTHER 2000, CARRARO et al. 2001, WALTHER & GRUNDMANN 2001). Dort haben viele Waldpflanzen abgenommen; zu den wenigen Arten mit Zunahme gehört *Hedera helix*. Auch auf der Ökosystemfläche im Göttinger Wald, die bereits seit den 1960er Jahren von stärkeren forstlichen Eingriffen verschont geblieben ist (SCHMIDT 2005), lassen sich solche Tendenzen feststellen. So sind die in Tabelle 1 mit Abnahmetendenz aufgeführten Arten auch im größeren Bereich rückläufig (s. DIERSCHKE 2004, 2005 b, SCHMIDT 2005). *Hedera helix* gehört auch hier zu den wenigen Arten mit Zunahme. Ob auf Dauer Waldschäden mit verstärkter Kronenauflichtung für den Efeu von Bedeutung sind, bleibt abzuwarten. Der Efeu selbst ist gegen SO_2-Einträge relativ resistent (METCALFE 2005).

Zumindest in seiner Kriechform wird der Efeu als sehr **schattenverträglich** eingestuft (z. B. BEEKMAN 1984), wenn auch etwas mehr Licht seine Vitalität fördert (EBER 1972). Dass neben *Hedera helix* auch das wintergrüne *Asarum europaeum* auf der Ökosystemfläche zugenommen hat, mag ein Hinweis auf positive Auswirkungen der laubfreien Periode der Bäume mit höherem Lichtangebot bei gleichzeitig mildem Klima sein. Hierfür spricht auch die Tatsache, dass der Efeu in immergrünen Nadelholzbeständen weitgehend fehlt. Auf der Tabufläche, wo 1991 auch der **Lichtgenuss** der

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Krautschicht gemessen wurde (DIERSCHKE & BRÜNN 1993), kam der Efeu am Boden vorwiegend in Bereichen mit einer relativen Helligkeit von 2,5 – 10 % vor. Schwerpunkte im Deckungsgrad und in der Zunahme lagen im Bereich von 4,5 – 7 % Lichtgenuss (BRÜNN 1992, RUDOLPH 2002).

Deutlicher **lichtabhängig ist die Baumform** des Efeus. Sie kann sich vor allem unter Kronenlücken oder an Einzelbäumen stärker entwickeln (BEEKMAN 1984, DIERSCHKE 2005a). Auf der Ökosystemfläche sind die in Nähe der Waldstraße befindlichen Stämme am stärksten mit Efeu bewachen. Der höchste mit fast 20 Metern wächst an einer abgestorbenen alten Buche mit höherem Lichteinfall durch eine Kronenlücke. Allerdings ist der stärker von Efeu bewachsene Bereich bis zu 130 Metern Entfernung von der Waldstraße aus aktuellen Lichverhältnissen kaum zu erklären. Hier scheinen frühere Ereignisse mitzuspielen, die zunächst die Ausbreitung am Boden und in den letzten Jahren dieser folgend die Entwicklung der Baumform ermöglicht haben. Die schon 1980 festgestellte etwas stärkere Entwicklung des Efeus in Nähe der Waldstraße lässt sich auf günstigere Lichtverhältnisse und/oder geringen Wildverbiss (s. u.) zurückführen. – Eindeutiger ist der Efeubewuchs dagegen auf der Fläche am Bielstein durch Licht gefördert. Die Randbäume zur offenen Steinbruchfläche sind besonders üppig vom Efeu überzogen; dort gibt es auch bereits einzelne generative Triebe.

Da der Efeu eine **weite bodenökologische Amplitude** besitzt, in Mitteleuropa nur auf sehr sauren und sehr feuchten Böden fehlt (DIERSCHKE 2005a), spielen großräumige Bodenveränderungen durch Immissionen wohl keine Rolle. Bodenversauerung kann man auf den gut gepufferten Böden der untersuchten Kalkbuchenwälder ohnehin ausschließen. Mögliche Eutrophierungseffekte sind eher für andere Arten anzunehmen, z. B. für die Ausbreitung von *Allium ursinum* (s. DIERSCHKE 2003, 2004, 2005 b).

Ein schwer durchschaubarer Faktorenkomplex ist mit möglichen **menschlichen Einwirkungen** verbunden. Mehrfach wurde bereits auf positive Einflüsse von Störungen auf die Ausbreitung von *Hedera helix* hingewiesen, auch wenn es darüber keine genaueren Untersuchungen gibt. Meist ist hierbei wohl der schon besprochene höhere Lichtgenuss mit entscheidend. Ein besonders gravierender Eingriff ist auf der Ökosystemfläche die **Einzäunung** seit 1980, die Wildverbiss großenteils ausgeschlossen hat. So konnte sich eine noch niedrige Strauchschicht aus jungen Gehölzen ausbilden (s. Tabelle 1), die aber nur unter größeren Kronenlücken stärker aufwächst (DIERSCHKE & BRÜNN 1993). Der Efeu gilt besonders im Winter als beliebtes Futter für Rehwild (KLÖTZLI 1965). Als im Spätwinter 2003 einzelne Rehe in die gezäunte Fläche eindrangen, waren in kurzer Zeit die Blätter der Klettertriebe des Efeus bis in Äserhöhe gut einen Meter hoch abgefressen (SCHMIDT 2005). Allerdings gingen die Triebenden bereits weit darüber hinaus, so dass kaum Schädigungen eintraten. Inzwischen treiben im Fraßbereich neue Blätter nach. Ähnliche Erscheinungen finden sich allerdings auch anderswo in ungezäunten Waldbeständen. Da aber außerhalb der Ökosystemfläche die Baumform des Efeus in der weiteren Umgebung fast fehlt, ist zumindest dort ausbleibender Tierfraß im eingezäunten Bereich ein wichtiger Faktor. Dies bestätigen vergleichende Untersuchungen innerhalb und außerhalb des Zaunes von MORGENROTH (1992; s. auch SCHMIDT 2005). Durch Einzäunung gefördert wurden übrigens neben *Hedera helix* ebenfalls die in Tabelle 1 mit Zunahme eingetragenen Anemonen und *Cardamine bulbifera*. Auch in eingezäunten Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen wird ein oft starker Zuwachs des Efeus festgestellt. Zwei Beispiele zeigen eine stärkere Ausbreitung seit 1988 bzw. 1993 (Bundesamt für Naturschutz 1999).

Das submontane Klima dürfte auch heute für *Hedera helix* (noch) nicht besonders fördernd sein. So stammen weitere Beobachtungen zur Efeuausbreitung vorwiegend

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

aus der kollinen Stufe wie am Bielstein. Die Ökosystemfläche muss zur Zeit eher als Sonderfall eingestuft werden, kann aber doch Hinweise für die Zukunft geben. Am Bielstein gibt es zwar keinen Zaun, aber das Rehwild mag auch hier durch viele menschliche Störungen (Waldtraße zum Steinbruch, Waldhütte) ferngehalten werden, was allgemeiner auch für größere Randbereiche von Straßen und Wegen im Wald gilt (W. Schmidt mündlich). Dies zeigt erneut, wie vielschichtig der Faktorenkomplex ist, den man für die Ausbreitung des Efeus heranziehen muss.

Abschließend seien noch einige Bemerkungen zu möglichen Folgen weiterer Efeuausbreitung gemacht. In manchen Gebieten gehört es zur üblichen Forstpraxis, stark entwickelte Bauformen des Efeus in Wäldern basal abzusägen, um mögliche **Vitalitätsverluste der Trägerbäume** zu vermeiden (DIERSCHKE 2005a, TRÉMOLIÈRES et al. 1988a/b). Ob solche Wuchseinschränkungen eintreten, ist umstritten. In lichten Flaumeichen-Niederwäldern Siziliens wurden durch vergleichende Jahresringuntersuchungen negative Wirkungen des Efeus auf die Bäume nachgewiesen (GARFI & FICARROTTA 2003). Zumindest für Einzelbäume mit sehr üppigem Bewuchs, wo oft nur noch die Astenden herausschauen, kann man dies auch bei uns erwarten. Dagegen haben entsprechende Analysen in schattigen Auenwäldern am Rhein (TRÉMOLIÈRES et al. 1988a/b) und in italienischen Buchenwäldern (NOLA 1997) keinerlei Hinweise auf schädliche Einflüsse des Efeus erbracht. Nach METCALFE (2005) werden vorwiegend bereits vorher geschädigte Waldbäume mit aufgelichteter Krone geschädigt. – Auch eine **starke Ausbreitung und Verdichtung des Efeus am Boden** kann negative Wirkungen auf andere Arten haben. Der Vergleich über 22 Jahre in Tabelle 1 gibt hierfür aber vorerst keine Hinweise.

Bleibt noch die Frage nach möglichen **positiven Wirkungen auf Waldökosysteme**. Deutliche Strukturveränderungen durch Efeuaufwuchs an Baumstämmen dürften fördernde Wirkungen auf die **Tierwelt** haben. Dichte Efeumäntel sind ein guter Brut- und Rückzugsbiotop. Der erst im Spätsommer bis Herbst sehr reichlich und lange blühende Efeu (DIERSCHKE 2005a) bildet mit seinem Nektar eine wichtige Nahrungsquelle für zahlreiche Insekten. In einer langen Liste bei METCALFE (2005) sind vorwiegend Dipteren, aber auch Hymenopteren und Lepidopteren aufgeführt, was eigene Beobachtungen bestätigt. Die erst im Frühjahr reifenden Früchte können eine wichtige Ergänzung der Vogelnahrung oder sogar die wichtigste Futterquelle sein (METCALFE 2005).

Interessant ist noch eine Untersuchung von TRÉMOLIÈRES et al. (1988a/b) über den Einfluss der **Efeu-Laubstreu** in Auenwäldern am Rhein. Der Laubfall mehrere (3 – 4) Jahre alter Blätter beginnt erst ab Ende Mai bis Anfang Juni, also etwas später als der Neuaustrieb. Zwar ist die Streuproduktion unter der Baumform mit 0,8 t/ha im Vergleich zu den Bäumen (2 – 4 t/ha) eher gering, das Laub ist aber wegen des Fehlens phenolischer Hemmstoffe leicht abbaubar, regt so die Aktivität der Mikroorganismen im Boden an und bildet eine wichtige Ergänzung insbesondere zum Stickstoffkreislauf in der Hauptwachstumsphase des Waldes.

Zusammen genommen stellt *Hedera helix* eine sehr interessante Erscheinung unserer Pflanzendecke dar. Auch abgesehen von aktuellen Effekten einer Laurophyllisation erscheint er ein geeignetes und sehr interessantes Objekt für weitere populationsbiologische und ökologische Untersuchungen.

5. *Hedera helix* als Klimazeiger

Das Gesamtareal und die Verteilung der Wuchsformen des Efeus sind vor allem vom Großklima abhängig. So hat schon IVERSEN (1944) das Vorkommen von *Hedera*

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

helix, auch von *Ilex aquifolium* und *Viscum album*, als Klimazeiger benutzt. Bei milderen Wintern lässt sich heute in Mitteleuropa eine höhere Vitalität immergrüner Arten erwarten. So haben WALTHER et al. (2005) kürzlich dargestellt, dass sich die nördliche Arealgrenze der Stechpalme infolge verbesserter Klimabedingungen ausweitet. Aus der Schweiz gibt es Berichte über die Erweiterung der Höhenamplitude der Mistel (HILKER 2005). Auch im Göttinger Bereich scheint sie sich in den letzten Jahren stärker auszubreiten. Beim Efeu ist mit einer häufigeren Entwicklung der Baumform zu rechnen, wie es für Gebiete um Göttingen gezeigt wurde. *Hedera helix* erscheint insofern als Klimazeiger besonders geeignet, als er bereits weithin mit seiner Kriechform vorhanden ist. Er kann also viel rascher auf Klimaverbesserungen reagieren, als andere Arten, die sich erst ausbreiten müssen.

Der Efeu lässt sich aber nur dann als Klimazeiger benutzen, wenn genügend Dauerbeobachtungen vorliegen. Der Beginn des Erkletterns von Bäumen ist gut erkennbar. An solchen Stellen sollten langzeitigere Entwicklungen genauer dokumentiert werden. Außerdem sollte bei floristischen Kartierungen und Vegetationsaufnahmen nicht nur das Vorkommen von *Hedera helix*, sondern auch die Verteilung seiner Wuchsformen festgehalten werden.

Nachtrag:

Der Winter 2004/05 war in Mitteleuropa ungewöhnlich lang und kurzzeitig auch sehr kalt. So meldete die Wetterstation Göttingen am 28. Februar 2005 mit -17,2° C die kälteste Februarnacht seit 1986. Vor allem auf der submontanen Ökosystemfläche lag die Temperatur sicher noch darunter. Eine kurze Begehung Anfang April 2005 ergab für die Fläche am Bielstein und die weitere Umgebung keinerlei sichtbare Frostschäden des Efeus. Dagegen waren auf der Ökosystemfläche die Blätter der Klettertriebe dunkelbraun verfärbt, beruhend auf allgemein stärkerer Anthocyanbildung im Herbst und Winter (METCALFE 2005); nur wenige Blätter waren allerdings abgestorben (Frosttrocknis?). Die Kriechtriebe am Boden blieben unter Schnee von negativen Wirkungen verschont.

Danksagung

Für viele wertvolle Hinweise und Versorgung mit wichtiger Literatur danke ich ganz herzlich Dr. G.-R. Walther (Hannover) und Prof. Dr. W. Schmidt (Göttingen). Die Korrektur des Abstracts verdanke ich T. Spribille (Göttingen).

Zusammenfassung

Unter Laurophyllisation wird die Ausbreitung immergrüner Gehölze mit lorbeerartigen Blättern in sommergrünen Laubwäldern bezeichnet. Genauere Nachweise gibt es bisher aus Insubrien (südliche Schweiz), wo die Verwilderung immergrüner Exoten mit allgemein wärmer werdendem (vor allem wintermilderem) Klima in Zusammenhang gebracht wird. Zu den laurophyllen Arten gehört auch der einheimische Efeu (*Hedera helix* L.), in Erscheinung und Lebensweise eine Besonderheit unserer Pflanzendecke. Seine stärkste Entwicklung hatte er in der warm-humiden Klimaperiode des Atlantikums, als er weithin eine optimale Entfaltung als blühende und fruchtende Kletter- oder Baumform erreichte. Heute wird diese Lebensform (Phanerophyt) in sommergrünen Laubwäldern vorwiegend aus wintermilden Gebieten Westeuropas beschrieben. Weiter östlich kommt der Efeu in naturnaher Vegetation meist nur als vegetative Bodenform (Chamaephyt) vor. Seit Ende der 1980er Jahre gibt es in den Laubwäldern der Umgebung von Göttingen Anzeichen für eine Ausbreitung der Baumform des

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Efeus, zusammen gehend mit allgemein wärmerem Klima und entsprechend deutlicher Verfrühung phänologischer Blühphasen. Einige Ergebnisse aus Kalkbuchenwäldern über vergleichende Vegetationsaufnahmen von 1980 und 2001 sowie von kleinräumigen Kartierungen des Efeus (1980 – 2004) und Aufwuchsmessungen in Kalkbuchenwäldern seit 1994 werden mitgeteilt und diskutiert. Sie können als erste Anzeichen einer klimabedingten Ausbreitung immergrüner Gehölze in Mitteleuropa (Laurophyllisation) gedeutet werden.

Literatur

ANDERGASSEN, S. & H. BAUER (2002): Frost hardiness in the juvenile and adult life phase of ivy (*Hedera helix* L.). – Plant Ecology **161** (2): 207-213.

BEEKMAN, F. (1984): La dynamique d'une forest alluviale rhénane et le rôle de lianes. – Colloques Phytosoc. **9**: 457-501.

BOX, E. O. (1996): Plant functional types and climate at the global scale. – J. Veg. Sci. **7** (3): 309-320.

BOX, E. O. (1997): Bioclimatic position of evergreen broad-leaved forests. – In: Island and high mountain vegetation: biodiversity, bioclimate and conservation. Proceed. IAVS Symposium Tenerife 1993: 17-38. La Laguna.

BRÜNN, S. (1992): Kleinräumige Vegetations- und Standortsdifferenzierung in einem Kalkbuchenwald. 112 S. – Diplomarb. Syst.-Geobot. Inst., Univ. Göttingen.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1999): Fallbeispiel: Veränderung der Bodenvegetation in Wäldern. – Daten zur Natur 1999, 126 S. Bonn.

CARRARO, G., GIANONI, P., MOSSI, R., KLÖTZLI, F. & G.-R. WALTHER (2001): Observed changes in vegetation in relation to climate warming. – In: BURGA, C. A. & A. KRATOCHWIL (eds.): Bio-monitoring: General and applied aspects on regional and global scale. Tasks Veg. Sci. **35**: 195-205.

DEFILA, C. & B. CLOT (2001): Phytophenological trends in different seasons, regions and altitudes in Switzerland. – In: WALTHER, G.-R., BURGA, C. A. & P. J. Edwards (eds.): „Fingerprints"of climate change – adapted behaviour and shifting species ranges: 113-121. – Kluwer/Plenum, New York etc.

DIERSCHKE, H. (1985): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. II. Syntaxonomische Übersicht der Laubwald-Gesellschaften und Gliederung der Buchenwälder. – Tuexenia **5**: 491-521.

DIERSCHKE, H. (1986): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. III. Syntaxonomische Gliederung der Eichen-Hainbuchenwälder, zugleich eine Übersicht der Carpinion-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. – Tuexenia **6**: 299-323.

DIERSCHKE, H. (1989): Artenreiche Buchenwald-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. – Ber. Reinhold-Tüxen-Ges. **1**: 107-147.

DIERSCHKE, H. (1995): Phänologische und symphänologische Artengruppen der Blütenpflanzen Mitteleuropas. – Tuexenia **15**: 523-560.

DIERSCHKE, H. (2000): Phenological phases of mesic beech forests and their suitability for climatological monitoring. – Phytocoenologia **30** (3-4): 469-476.

DIERSCHKE, H. (2003): Pflanzendiversität im Göttinger Kalkbuchenwald in Raum und Zeit. – Kleine Senckenberg-Reihe **45**: 137-146.

DIERSCHKE, H. (2004): Kleinräumige Dynamik in der Krautschicht eines Kalkbuchenwaldes. Ergebnisse von 20-jährigen Dauerflächen (1981-2001). – Forst u. Holz **59** (9): 433-435.

DIERSCHKE, H. (2005 a): Lebensweise, Ausbreitung und aktuelle Verbreitung von *Hedera helix* L., einer ungewöhnlichen Pflanze unserer Flora und Vegetation. – Hoppea **66** (im Druck).

DIERSCHKE, H. (2005 b): Long-term dynamics in the herb layer of a calcareous beech forest: investigations of permanent plots, 1981 –2001. – Polish bot. Studies (in Vorbereitung).

DIERSCHKE, H. & S. BRÜNN (1993): Raum-zeitliche Variabilität der Vegetation eines Kalkbuchenwaldes – Untersuchungen auf Dauerflächen 1981-1991. – Scripta Geobot. **20**: 105-151.

DIERSCHKE, H. & Y. SONG (1982 a): Die Vegetation der Untersuchungsfläche des SFF 135 und ihrer Umgebung im Göttinger Wald. – Kurzmitt. Sonderforschungsber. 135 „Ökosysteme auf

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Kalkgestein" **1**: 3-8. Göttingen.

DIERSCHKE, H. & Y. SONG (1982 b): Vegetationsgliederung und kleinräumige Horizontalstruktur eines submontanen Kalkbuchenwaldes. – In: DIERSCHKE, H. (Red.): Struktur und Dynamik von Wäldern. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1981: 513-539. Cramer, Vaduz.

EBER, W. (1972): Über das Lichtklima von Wäldern bei Göttingen und seinen Einfluß auf die Bodenvegetation. – Scripta Geobot. **3**: 1-150.

GARFI, G. & S. FICARROTTA (2003): Influence of ivy (*Hedera helix* L.) on the growth of downy oak (*Quercus pubescens* s. l.) in the Monte Carcasi Nature Reserve (central-western Sicily). – Ecol. Medit. **29** (1): 5-14.

GRUND, K., CONEDARA, M., SCHRÖDER, H. & G.-R. WALTHER (2005): The role of fire in the invasion progress of evergreen broad-leaved species. – Basic Appl. Ecology **6** (1): 47-56.

HILKER, N. (2005): Diplomarbeit über die Verbreitung der Föhrenmistel im Kanton Wallis. – Bericht von K. Köchle Oberle in Informationsblatt Forschungsbereich Wald der Eidgen. Forschungsanstalt WSL **19**: 5.

IVERSEN, J. (1944): *Viscum, Hedera* and *Ilex* as climate indicators. – Geol. Fören. Förhandl. **66** (3): 463-483.

KLÖTZLI, F. (1965): Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünland-Gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel **38**: 1-186.

KLÖTZLI, F. & G.-R. WALTHER (2000): The behaviour and dynamics of some dominant herbaceous plants of Swiss deciduous forests. – Fragm. Florist. Geobot. **45** (1-2): 111-121.

KLÖTZLI, F., WALTHER, G.-R., CARRARO, G. & A. GRUNDMANN (1996): Anlaufender Biomwandel in Insubrien. – Verh. Ges. Ökologie **26**: 537-550.

KÖRNER, C. (2005): Wald, Biodiversität und CO_2 - Überraschungen sind sicher. – Naturwiss. Rundschau **58** (2): 61-69.

LEUSCHNER, C. & F. SCHIPKA (2004): Vorstudie – Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. – BfN Scripten **115**: 1-35.

MEDUNA, E., SCHNELLER, J.J. & R. HOLDEREGGER (1999): *Prunus laurocerasus* L., eine sich ausbreitende nichteinheimische Gehölzart: Untersuchungen zu Ausbreitung und Vorkommen in der Nordostschweiz. – Z. Ökologie Natursch. **3** (8): 147-155.

METCALFE, D. J. (2005): Biological flora of the British Isles. *Hedera helix* L. – Journ. Ecology **93**: 632-648.

MORGENROTH, K. (1992): Der Einfluß des Rehwildes auf die Vegetation des Göttinger Kalkbuchenwaldes. 141 S. – Diplomarb. Syst.-Geobot. Inst., Univ. Göttingen.

NOLA, P. (1997): Interactions between Fagus *sylvatica* L. and *Hedera helix* L.: a dendroecological approach. – Dendrochronologia **15**: 23-37.

RUDOLPH, D. (2002): Räumliche Vielfalt und zeitliche Variabilität in einem Kalkbuchenwald bei Göttingen. 77 S. – Diplomarb. Albrecht-von-Haller-Institut f. Pflanzenwissenschaften, Univ. Göttingen.

SCHMIDT, M., ELLENBERG, H., HEUVELDOP, J., KRIEBITZSCH, W.-U. & G. VON OHEIMB (2002): Wichtige Einflußfaktoren auf die Gefäßpflanzen-Artenvielfalt von Wäldern. – In: KORN, H. & U. FEIT (Bearb.):Treffpunkt Biologische Vielfalt II: 113-118. Bundesamt f. Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.

SCHMIDT, W. (2003): Vielfalt im Urwald – Einfalt im Wirtschaftswald? Untersuchungen zur Gefäßpflanzendiversität in Naturwaldreservaten. – Kleine Senckenberg-Reihe **45**: 185-204.

SCHMIDT, W. (2005): Vegetation. – In: BRUMME, R. & P. K. KHANNA (Hrsg.): Functioning and management of European beech ecosystems. Results from site specific long-term studies. Ecol. Studies (in Vorbereitung).

SCHROEDER, F.-G. (1998): Lehrbuch der Pflanzengeographie. 457 S. – Quelle & Meyer, Wiesbaden.

TRÉMOLIÈRES, M., CARBIENER, R., EXINGER, A. M. & J. C. TURLOT (1988a): Un exemple d'interaction non compétetive entre espèces ligneuses: le cas du lierre arborescent (*Hedera helix* L.) dans la fôret alluviale. – Acta Oecol./Oecol. Plant. **9** (2): 187-209.

TRÉMOLIÈRES, M., CARBIENER, R., EXINGER, A. M.& J. C. TURLOT (1988b): The role of climbing ivy (*Hedera helix* L.) in the deciduous forest of the Rhine valley. – In: VERHOEVEN, J. T. A., HEIL, G. W. & M. J. A. WERGER (eds.): Vegetation structure in relation to carbon and nutrient economy: 87-92. SPB Academic Publishing, The Hague.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

WALTHER, G.-R. (1999): Distribution and limits of evergreen broad-leaved (laurophyllous) species in Switzerland. – Bot. Helv. **109**: 153-167.

WALTHER, G.-R. (2000): Climatic forcing on the dispersal of exotic species. – Phytocoenologia **30** (3-4): 409-430.

WALTHER, G.-R. (2001): Laurophyllisation – a sign of a changing climate? – In: BURGA, C. A. & A. KRATOCHWIL (eds.): Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scale. Tasks for Veg. Sci. **35**: 207-223.

WALTHER, G.-R. (2002): Weakening of climatic constraints with global warming and its consequences for evergreen broad-leaved species. – Folia Geobotan. **37**: 129-139.

WALTHER, G.-R., BERGER, S. & M.T. SYKES (2005): An ecological „footprint" of climate change. – Proceed. Royal Soc. London Ser. B. Biol. Sciences **272**: 1427-1432.

WALTHER, G.-R., BURGA, C.A. & P.J. EDWARDS (eds.)(2001): „Fingerprints" of climate change. Adapted behaviour and shifting species ranges. 329 S. – Kluwer/Plenum, New York etc.

WALTHER, G.-R. & A. GRUNDMANN (2001): Trends of vegetation change in colline and submontane climax forests in Switzerland. – Bull. Geobot. Inst. ETH **67**: 3-12.

WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. 765 S. – Eugen Ulmer, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Hartmut Dierschke, Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften, Abt. Vegetationsanalyse und Phytodiversität, Universität Göttingen, Untere Karspüle 2, D-37073 Göttingen
e-mail: hdiersc@gwdg.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 17

Autor(en)/Author(s): Dierschke Hartmut

Artikel/Article: Laurophyllisation - auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von Hedera helix in sommergrünen Laubwäldern 151-168