©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 14: 479–486. Göttingen 1994.

Wärmestufen-Karte des Harzes auf phänologischer Grundlage

– Stephan Pflume, Helge Bruelheide –

Zusammenfassung

Anhand von phänologischen Beobachtungen an etwa 30 Pflanzenarten wurde der Harz nach der von ELLENBERG (1954) entwickelten Methode kartiert. In der daraus erstellten Wärmestufen-Karte können 6 verschiedene Stufen der phänologischen Entwicklung unterschieden werden. Diese werden mit der Höhenstufung der Vegetation und Temperaturdaten des Harzes verglichen. Neben allgemeinen Problemen phänologischer Kartierungen werden die besonderen Probleme der Kartierung im Harz erörtert.

Abstract

Using phenological observations of about 30 plant species the Harz mountains were mapped according to the method of ELLENBERG (1954). The resulting map shows 6 different stages of phenological development. These stages are comparable to the altitudinal belts of vegetation of the Harz and to meteorological data. General problems of phenological mapping are discussed as well as specific problems concerning the Harz.

Einleitung

Das Konzept, mit Hilfe phänologischer Daten das Wuchsklima zu ermitteln und Wärmestufen-Karten zu erstellen, geht auf ELLENBERG (1954) zurück. Ursprünglich entwickelt und angewendet wurde das Verfahren für die agrarstrukturelle Planung. Die vorliegende Kartierung wurde demgegenüber als begleitende Untersuchung für Forschungsvorhaben über die klimatische Abhängigkeit von Pflanzenarten und -gesellschaften im Harz erstellt.

Um die pflanzenwirksame Wärmemenge am Wuchsort feststellen zu können, vergleicht ELLENBERG den jahreszeitlichen Entwicklungszustand der Pflanzendecke dieser Orte. Für die phänologische Kartierung eignet sich vor allem die Zeit der auffälligen und raschen Pflanzenentwicklung im Frühjahr. Die Methode spiegelt demzufolge die Frühjahrs-Wärmegunst bzw. -ungunst wider.

Durch die Verwendung leicht erfaßbarer Pflanzenarten können innerhalb relativ kurzer Zeit große Flächen bearbeitet werden. Da die phänologischen Beobachtungen nicht nur an einer Pflanzenart, sondern an einer Vielzahl von Arten erfolgen, können Landschaftsräume unterschiedlicher Vegetation, wie sie beispielsweise bei einer Höhenstufung im Gebirge vorliegen, lückenlos miteinander verglichen werden.

Somit besitzt die phänologische Methode Vorteile gegenüber der Verwendung meteorologischer Meßdaten, da diese meist nur punktuell erhoben werden können und immer nur einen einzelnen Aspekt des gesamten Faktorenkomplexes wiedergeben, der als „Wärme" auf die Pflanzen wirkt. Zudem gestaltet sich bei Meßdaten die Berücksichtigung des Reliefs äußerst kompliziert. Als Nachteil der phänologischen Methode ist allerdings zu sehen, daß sie eine relative, keine absolute Beschreibung der pflanzenwirksamen Wärmeverhältnisse liefert.

Abgesehen von phänologischen Karten für einzelne Pflanzenarten, die nur in sehr kleinem Maßstab vorliegen (DEUTSCHER WETTERDIENST 1964), existiert für den Harz bislang noch keine einheitliche, aus der Vegetation abgeleitete Karte zur klimatischen Gliederung.

Untersuchungsgebiet und Methoden

Das Arbeitsgebiet umfaßt den Harz, im wesentlichen begrenzt durch den Verlauf der Bundesstraßen am Harzrand. Im einzelnen sind diese im Süden die B80, im Westen die B243, im Norden die B82 und die B6 sowie im Osten die Grenze der Topographischen Übersichtskarte 1 : 200 000 Blatt CC4726.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Zur Kartierung wurde im Frühjahr 1993 eine Eichstrecke definiert, die möglichst alle an der Vegetation erkennbaren Differenzierungen des Gebietes umfassen und von den relativ wärmsten zu den relativ kältesten Lagen reichen sollte (ELLENBERG & ELLENBERG 1974, SCHREIBER 1983). Für den Harz bot sich ein Transekt vom Harzvorland über die Plateaufläche bis in den Hochharz an. Dabei sollten die einzelnen Beobachtungspunkte auf der Strecke keine klimatischen Besonderheiten, wie etwa extreme Hangneigung oder Tallage, aufweisen (SCHREIBER 1968).

Eine Einschränkung ergibt sich dabei aus der Morphologie des Harzes: Der Harz erhebt sich als Pultscholle vor allem im Westen relativ steil bis zur Bode-Rumpffläche (460–520 m üNN, größte Ausdehnung im Ostharz) bzw. der Haupt-Rumpffläche (550–600 m üNN, überwiegend im Westharz). Der Abfall zum westlichen Harzvorland ist steil und tief zertalt. Den vorhanden Straßen folgend mußte deshalb ein Teil der Eichstrecke (von etwa 300 bis 500 m üNN) durch ein relativ eng eingeschnittenes Tal geführt werden. Dagegen steigt das Gebirge von der Haupt-Rumpffläche relativ gleichmäßig bis zur Brockenkuppe auf 1142 m an.

Die gewählte Strecke verläuft über Osterode (240 m üNN, am Südwestfuß des Harzes), Lerbach (400 m üNN, Tallage), Clausthal-Zellerfeld (600 m üNN), Torfhaus (800 m üNN) bis zur Brockenspitze (1142 m üNN).

Zu Vergleichszwecken für die im Harzvorland auftretenden wärmsten Bereiche wurde im Laufe der Kartierung noch Göttingen (165 m üNN) hinzugenommen.

Um den Witterungsverlauf während des Kartierungszeitraumes zu dokumentieren, wurden an vier Orten entlang der Teststrecke Minimum- und Maximum-Thermometer ausgebracht. Da nur die relative Abstufung mit der Zunahme der Höhe und der relative Verlauf während der Kartierung verfolgt werden sollte, war es ausreichend, die Thermometer im Boden zu plazieren. Dazu wurden sie an einer offenen Stelle mit ca. 2 cm Erde bedeckt. Um auch den Witterungsverlauf vor Beginn der Kartierung angeben zu können, wurde auf die Meßdaten der Wetterstation Braunlage (607 m üNN) zurückgegriffen. Hier standen allerdings nur Lufttemperaturen zur Verfügung (DEUTSCHER WETTERDIENST 1993).

Um für den Harz zu einer Auswahl geeigneter Testpflanzen zu gelangen, wurde zunächst an den oben genannten Orten eine Vielzahl von Arten notiert. Für die Kartierung konnten letztendlich aber nur solche Pflanzen herangezogen werden, die

a) keine allzu großen individuellen Unterschiede zwischen einzelnen Exemplaren aufweisen und
b) im Harz über mehrere Höhenstufen verbreitet sind (weitere Kriterien bei SCHREIBER et al. 1977: 17).

Neben wild wachsenden Arten wurden auch einige häufig in Gärten kultivierte Arten berücksichtigt. Die verwendeten Arten sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Definition des phänologischen Entwicklungszustandes erfolgte nach der Skala bei ELLENBERG (1954: 71). Wie bei ELLENBERG & EllENBERG (1974) wurde der vegetative und generative Zustand getrennt aufgenommen. Dadurch stehen für manche Pflanzenarten zwei Kriterien zur Beurteilung des phänologischen Entwicklungszstandes zur Verfügung. Für diese Arten sind vegetativer und generativer Zustand in Tabelle 1 getrennt aufgeführt.

Dem Ansatz von SCHREIBER (1968: 7-8) folgend wurde bei der erstmaligen Aufnahme von einem bestimmten Ort ausgehend immer dann eine neue phänologische Stufe definiert, wenn sich der Entwicklungszustand der Vegetation deutlich änderte.

Der damit erhaltene Kartierungsschlüssel ist allerdings höchstens wenige Tage gültig. Danach müssen die einmal ausgeschiedenen Stufen mit der phänologischen Weiterentwicklung der Vegetation entlang der Teststrecke neu definiert werden (s. SCHREIBER 1968: 10). Mit diesem jeweils gültigen Kartierungsschlüssel wurde nach und nach fast das ganze Straßennetz im Harz abgefahren und die vorgefundenen Stufen mit spezifischen Farbtönen direkt in einer Karte festgehalten. Wie SCHREIBER et al. (1977: 12) empfehlen, wurden auch Routen mehrmals befahren, um einen kontinuierlichen Anschluß der Kartierungen sicherzustellen.

Aufgrund der in weiten Bereichen des Harzes artenarmen und phänologisch kaum differenzierbaren Vegetation (Fichtenforste und artenarme Buchenwälder im Westharz, Ackerflächen im Ostharz) war eine sehr feine und kleinräumige phänologische Differenzierung, wie sie beispielsweise ELLENBERG & ELLENBERG (1976, 1983) für den Landkreis Göttingen vornehmen, nicht möglich. In ihren Karten beträgt der Abstand der verschiedenen phänologischen Stufen ca. 40 Höhenmeter, während die von uns beschriebenen Stufen Höhenbereiche von ca. 160 m umfassen. Eine feinere Unterteilung der phänologischen Stufen war mit den zur Verfügung stehenden Arten nicht durchführbar. Die Spannbreite unserer Stufen ist damit vergleichbar mit der Kartierung des Kantons Waadt von SCHREIBER (1968), die im Durchschnitt etwa 170 m umfaßt. Weitgehende Übereinstimmung besteht auch mit der Wärmegliederung der Schweiz (SCHREIBER et al. 1977: 39), bei der die unseren Stufen entsprechenden Zonen eine Aus-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tabelle 1
Phänologisches Spektrum vom 4.5.93 für die Stationen Göttingen (Gö), Osterode (Os), Lerbach (Le), Clausthal-Zellerfeld (Cl), Torfhaus (To) und Brocken (Br).
Die generative (gen.) und die vegetative (veg.) Entwicklung wurden getrennt erfaßt.

Station		Gö	Os	Le	Cl	To	Br
phänologische Wärmestufe		7-8	6	5	3-4	2-3	1
Ranunculus auricomus	gen.	10	8-9	6-7	.	.	.
Ranunculus ficaria	gen.	10	10	9	9	.	.
Prunus avium	gen.	10	10	9	8-9	.	.
Fagus sylvatica	veg.	10	9	6-7	7	.	.
Carpinus betulus	veg.	9-10	9	8	7	.	.
	gen.	9	8-9	7	6	.	.
Crataegus spec.	veg.	9	7	6-7	6	.	.
	gen.	5-7	5	4	3	.	.
Sambucus nigra	veg.	8	7	6	6	.	.
	gen.	3-4	3	3	3	.	.
Fraxinus excelsior	veg.	6	5-6	5-6	5	.	.
Corylus avellana	veg.	7	7	6-7	5-6	.	.
Taraxacum officinale	gen.	10	7-8	7-8	5-8	.	.
Anemone nemorosa	gen.	10	10	9-10	9	8-9	.
Forsythia spec.	gen.	10	9	9	9	8	.
Malus domestica	gen.	9-10	8	8	4-5	2-3	.
Acer platanoides	gen.	10	9-10	8-9	8-9	8	.
Acer pseudoplatanus	veg.	8	7	5-7	5-6	5	.
	gen.	7	5-6	5-6	5-6	5	.
Syringa vulgaris	veg.	7-8	7	6-7	6-7	6	.
	gen.	8	6	4	3-4	3	.
Aesculus hippocastanum	veg.	8	8	7-8	6-7	3-6	.
	gen.	8	7	6-7	5-6	3-4	.
Larix decidua	veg.	8	7-8	7	7	6-7	.
Betula pendula	veg.	9	7-8	6-7	6-7	6-7	.
Tilia spec.	veg.	9	7-8	6-7	5-7	5-7	.
	gen.	3-4	3	3	3	3	.
Tussilago farfara	gen.	10	10	10	9-10	9	9
Anthriscus sylvestris	gen.	6	5	4-5	4-5	3-4	2-3
Salix caprea	veg.	8	7	7	6	6	5
	gen.	10	10	9-10	9-10	9	8
Rubus idaeus	veg.	7-8	7	6	6	6	6
Picea abies	veg.	6	5-6	5-6	4-5	4-5	4
Sorbus aucuparia	veg.	7	7	6-7	6-7	6	5
	gen.	7	5	4	3-4	3	.
Sambucus racemosa	veg.	.	7	7	6-7	6	.
	gen.	.	7	7	7	3	.
Polygonum bistorta	veg.	.	.	7	.	7	6-7
Meum athamanticum	veg.	.	.	.	.	6	5
Vaccinium myrtillus	veg.	.	.	.	.	7	5-6
	gen.	.	.	.	.	8	3-4

Die Ziffern bedeuten:
generative Entwicklung: 1 = winterlich, 2 = Knospen schwellend, 3 = Knospen stark geschwollen, 4 = kurz vor der Blüte, 5 = beginnende Blüte, 6 = bis ein Viertel der Blüten offen, 7 = bis zur Hälfte der Blüten offen, 8 = Vollblüte, 9 = abblühend, 10 = völlig verblüht.
vegetative Entwicklung: 1 = winterlich, 2 = Knospen schwellend, 3 = Knospen stark geschwollen, 4 = kurz vor der Entfaltung, 5 = beginnende Entfaltung, 6 = bis ein Viertel der Endgröße entwickelt, 7 = bis zur Hälfte der Endgröße entwickelt, 8 = bis drei Viertel der Endgröße entwickelt, 9 = fast voll entwickelt, 10 = völlig ausgebildet.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

dehnung von 120 bis 140 m aufweisen. Eine feinere Unterscheidung der Stufen liegt bei der Wuchsklima-Gliederung Hessens von ELLENBERG & ELLENBERG (1974) vor, die im Schnitt alle 70 m eine neue phänologische Stufe unterscheiden.

Damit tritt das Problem auf, wie die Harz-Kartierung mit den schon vorhandenen Kartierungen parallelisiert werden kann. SCHREIBER (1968: 10, 1977: 13 ff.) hat deswegen vor der ersten Kartierung in der Schweiz den phänologischen Zustand zahlreicher Pflanzen in den verschiedenen von ELLENBERG & ELLENBERG (1956) ausgeschiedenen phänologischen Stufen in Süddeutschland beobachtet und daraus Hinweise auf die Abgrenzung seiner eigenen phänologischen Stufen erhalten. Bislang angefertigte Karten, die ebenfalls mit der Süddeutschlandkarte zu parallelisieren sind, hat SCHREIBER (1983) zusammengestellt. Allerdings lassen sich auch diese Karten nicht bruchlos aneinanderlegen.

Hinzu kommt, daß sich der relative Blühtermin der einzelnen Arten mit zunehmender Kontinentalität des Klimas verschiebt. Diese Veränderung der Reihenfolge der Blühtermine läßt sich auch beim Vergleich einzelner Jahre mit unterschiedlich „kontinentalem" bzw. „ozeanischem" Witterungsverlauf beobachten (WALTER 1986: 4 ff.). Damit dürfte eine Eichung von phänologischen Stufen anhand gleicher Pflanzenarten in unterschiedlich kontinentalen Klimaräumen und unterschiedlichen Kartierjahren kaum möglich sein.

Für eine grobe Parallelisierung unserer Harz-Karte mit einer räumlich benachbarten Karte, die ähnlich weit gefaßte Stufen aufweist, wurde die Wuchsklima-Karte Hessens von ELLENBERG & ELLENBERG (1974) gewählt. Die Zuordnung erfolgte dabei vor allem durch den Vergleich der dort angegebenen landwirtschaftlichen Nutzungsstufen. Zur Parallelisierung mußten teilweise Stufen zusammengefaßt werden. Die Bezeichnung der Stufen richtet sich nach SCHREIBER et al. (1977).

Unsere Erhebungen wurden innerhalb eines Monats durchgeführt (14.4. bis 4.5.1993). Der Zeitraum des Frühjahrs wird von ELLENBERG (1954: 72) empfohlen, weil sich dann Unterschiede zwischen den phänologischen Stufen besonders deutlich ergeben. Die Kartierung wurde nur in einem einzigen Frühjahr (1993) durchgeführt, wodurch sie sich von den meisten bei SCHREIBER (1983) genannten Kartierungen unterscheidet, die sich über mehrere Jahre erstrecken. Weitere Beispiele einjähriger Kartierungszeiträume stellen die Arbeiten von KREEB (1954) und ELLENBERG & ELLENBERG (1976) dar.

Da es nicht Ziel unserer Untersuchung war, Unterschiede zwischen einzelnen Extremjahren aufzuzeigen, wie es beispielsweise SCHREIBER (1968: 12) konnte, sondern nur den Harz in einem relativ kleinen Maßstab zu kartieren, war eine zeitliche Ausdehnung nicht notwendig.

Die von ELLENBERG (1954) empfohlene Kartierung der sommerlichen Getreideernte erwies sich als ungeeignet, da der Schnittzeitpunkt heute weniger durch die meteorologischen Bedingungen als durch die Verfügbarkeit der Maschinen bestimmt wird.

Ergebnisse

1. Witterungsverlauf

Die Minimum-Temperaturen im Frühjahr 1993 zeigen eine relativ gleichmäßige Erwärmung (Abb. 1). In der Abbildung sind neben den Minimum-Temperaturen, die im Boden gemessen wurden, auch die Minima der Lufttemperaturen der Station Braunlage angegeben. Der Verlauf der Luft-Minimum-Temperaturen ist vor allem in der Periode vom 16.4. bis zum 30.4. besonders gleichmäßig. Dieser Zeitraum fällt in etwa mit dem der phänologischen Kartierung zusammen. Die Boden-Minimum-Temperaturen der einzelnen Meßorte spiegeln deren Höhenlage wider.

Die gleichen Tendenzen zeigen auch die Maximum-Temperaturen (Abb. 2). Bei den Luft-Maximum-Temperaturen ist auffällig, daß eine starke Erwärmung ab dem 20.4. einsetzt. Da die Kartierung zu diesem Zeitpunkt schon ca. 1 Woche lief, konnte der phänologische Entwicklungsschub gut verfolgt werden, den diese Erwärmung mit sich brachte. Auch die Boden-Maximum-Temperaturen der einzelnen Meßorte zeigen diesen Wärmeschub.

2. Anmerkungen zu den verwendeten Arten

Der Schwerpunkt der geeigneten Arten liegt bei früh austreibenden bzw. früh blühenden Gehölzen. Aufgrund ihrer weiten Verbreitung sind im Harz von den wildwachsenden Gehölzarten vor allem *Acer pseudoplatanus* und *A. platanoides*, daneben *Corylus avellana, Sambucus nigra, Sorbus aucuparia* und *Salix caprea* geeignet. Als kultivierte Arten eignen sich *Aesculus hippocastanum, Syringa vulgaris, Forsythia spec., Malus domestica* und *Prunus avium*.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

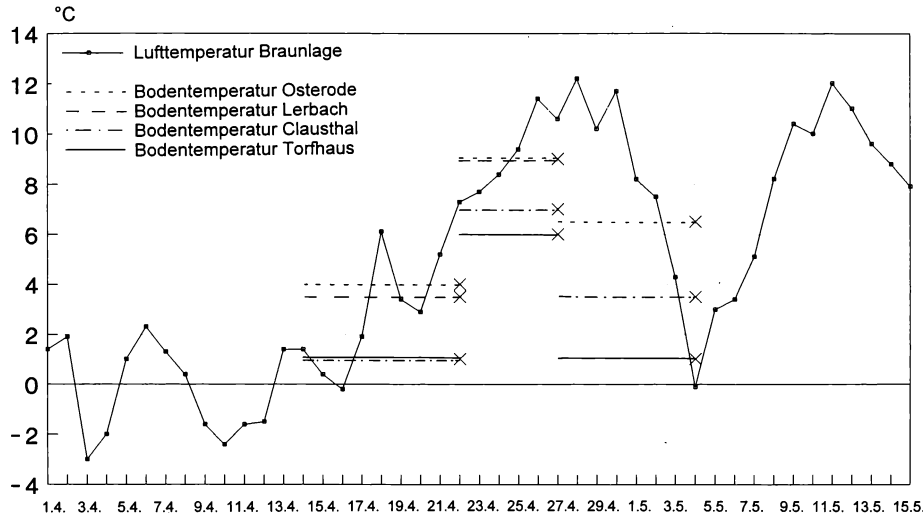


Abb. 1: Verlauf der **Minimum**-Temperaturen während des Kartierungszeitraumes. Für den Zeitraum vom 1.4. – 15.5.93 wurden die Minima der Lufttemperaturen für Braunlage nach den Daten vom DEUTSCHEN WETTERDIENST (1993) aufgetragen. Die Minimum-Bodentemperaturen beruhen auf eigenen Messungen (s. Text). Da die Temperaturen nicht jeden Tag abgelesen wurden, beziehen sich die Minima jeweils auf eine Periode von mehreren Tagen, die durch einen horizontalen Strich gekennzeichnet ist. Das Ablesedatum ist durch ein Kreuz angegeben.

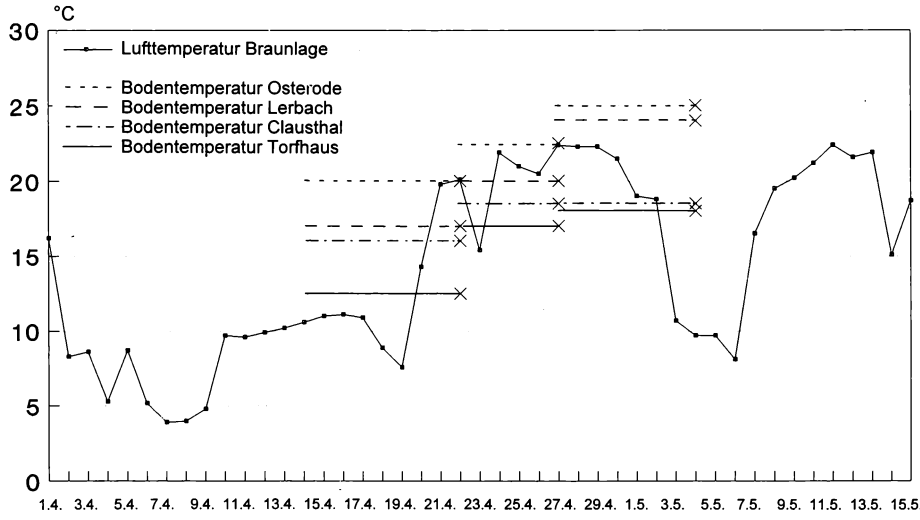


Abb. 2: Verlauf der **Maximum**-Temperaturen während des Kartierungszeitraumes. Darstellung wie in Abb. 1.

Von den krautigen Arten erwies sich vor allem *Tussilago farfara* als nützlich, daneben *Taraxacum officinale, Anthriscus sylvestris* und zur Differenzierung der Brockenkuppe *Polygonum bistorta, Meum athamanticum* und *Vaccinium myrtillus*.

Um die Hänge der fast ausnahmslos steil eingeschnittenen Täler des Harzes differenzieren zu können, wurde die Eignung der im Harz dominierenden Waldbaumarten Fichte und Buche untersucht. Für die Fichte lassen sich nur relativ geringe höhenabhängige Unterschiede fest-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

stellen, während die Buche für eine thermische Differenzierung der Wuchsorte prinzipiell geeignet erscheint. Wie bereits SCHREIBER (1968: 8) feststellt, ergeben sich bei dieser Art jedoch zwei besondere Schwierigkeiten:

a) Die einzelnen Individuen zeigen große phänologische Unterschiede. Einzelbäume sind deshalb für die Kartierung wertlos. Bei geschlossenen Waldbeständen kann man sich jedoch mit der Erfassung der Spanne der Entwicklungsstufe behelfen.

b) Die Blattentwicklung vollzieht sich so rasch, daß der morgens aufgestellte Kartierschlüssel kaum einen ganzen Tag verwendet werden kann. Wir haben die Buche daher nur einen Tag lang zur Kartierung verwenden können.

Das Problem individueller Unterschiede und einer raschen Entwicklung ergibt sich in geringerem Maße auch bei *Aesculus hippocastanum*. Nach SCHREIBER (1968: 9) und SCHREIBER et al. (1977: 18) zeigt die Roßkastanie nur in Frühjahren mit einer schnellen und gleichmäßigen Erwärmung eine gleichmäßige Entwicklung, wie es auch im Frühjahr 1993 der Fall war (s. Abb. 1 und 2).

Mit allen geeigneten Arten (Tab. 1) konnten wir bei der Kartierung insgesamt auf 30 Arten zurückgreifen. Dieses entspricht nur der Hälfte der Arten, die SCHREIBER (1968: 10) zur Verfügung standen, bzw. einem Viertel der Arten, die SCHREIBER (1977: 17) für die gesamte Schweiz verwenden konnte.

3. Beschreibung der Karte (im Anhang)

Insgesamt konnten 6 phänologische Stufen unterschieden werden, die im Prinzip durch die Höhenlage bedingt sind. Gegen Süden, in einem geringeren Maß aber auch gegen Osten, steigen die einzelnen phänologischen Stufen um ca. 100 m an. Dies dürfte vor allem ein Effekt der überwiegend südlichen Exposition der Berghänge im Süd- bzw. der überwiegend nördlichen Exposition im Nordharz sein. Leider läßt sich dieser Effekt als Folge der überwiegenden artenarmen Waldvegetation nur ausnahmsweise kleinräumig dokumentieren. In der Karte ist der Expositionseffekt deshalb nur auf den gesamten Harz bezogen dargestellt, nicht jedoch an einzelnen Taleinschnitten oder Berghängen.

Bei der Beschreibung der von uns kartierten Wärmestufen versuchen wir, diese mit den Höhenstufen der Vegetation im Harz zu parallelisieren. Diese sind bei HAEUPLER (1970) und STÖCKER (1990) auf der Basis vegetationskundlicher Beobachtungen jeweils am Beispiel einzelner Transekte dargestellt. Für den Westharz hat SCHWIETERT (1989) eine Karte der Höhenstufen erarbeitet. Diese Karte wurde im wesentlichen anhand der Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes und der Temperaturangaben für einzelne Waldgesellschaften bei HARTMANN & JAHN (1967) erarbeitet. Sie stellt eine hypothetische Karte der „klimabedingten Höhenstufen des Westharzes" und der „wichtigsten potentiellen natürlichen Waldgesellschaften" dar (SCHWIETERT 1989: 451).

Aus den Angaben dieser Autoren ergibt sich vereinfacht die folgende Übersicht über die Höhenstufen des Harzes:

Vegetationsstufe	von	bis [m üNN]
kolline Stufe	100	– 300–400
submontane Stufe	300–400	– 500
montane Stufe	500	– 800–900
hochmontane (oreale) Stufe	800–900	– 1100
subalpine Stufe	1100	– 1142

Im einzelnen können im Harz folgende phänologische Wärmestufen unterschieden werden:

In der wärmsten Stufe ist Obstbau verbreitet (**Stufe 7-8, Obst-Ackerbaustufe**). Diese wärmste Stufe ist erwartungsgemäß nur am Harzrand zu finden, dort vor allem im östlichen Vorland. Die Obergrenze der **Obst-Ackerbaustufe** stimmt ungefähr mit der 200 m-Höhenlinie überein.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Es schließt sich die **untere Ackerbaustufe (Stufe 6)** an. Die obere Grenze dieser Stufe steigt vom 300 m üNN im Nordwesten bis 400 m üNN im Südosten an. Im wesentlichen fallen diese beiden phänologischen Stufen mit der kollinen Stufe im Harz zusammen.

Die **obere Ackerbaustufe (Stufe 5)** reicht bis 400 m üNN im Nordwesten und bis 500 m im Süden und Osten des Harzes. Sie stimmt gut mit der submontanen Stufe überein.

Die obere Grenze der **unteren Berggrünlandstufe (Stufe 3-4)** zeigt ein Süd-Nordgefälle von 700 auf 600 m üNN. Diese phänologische Stufe füllt damit den unteren und mittleren Höhenbereich der montanen Vegetationsstufe aus.

Es schließt sich die **obere Berggrünlandstufe (Stufe 2–3)** an, die überwiegend von Fichtenwäldern eingenommen wird. Diese Stufe reicht bis 1000 m üNN und umfaßt damit ziemlich genau den oberen montanen und hochmontanen Bereich.

Ausgespart bleibt hiervon nur noch die Brockenkuppe, die der **Alpgrünlandstufe (Stufe 1)** zugeordnet wird. In der Vegetationsstufung entspricht sie der subalpinen Stufe.

Die phänologische Karte des Harzes läßt sich auch mit der Karte der mittleren wirklichen Lufttemperatur (Zeitraum 1881–1930) für den Monat April (DEUTSCHER WETTERDIENST 1964) parallelisieren. Danach entspricht die **Obst-Ackerbaustufe (Stufe 7–8)** in etwa der April-Mitteltemperatur von 7-8 °C, die **untere Ackerbaustufe (Stufe 6)** der Temperaturstufe von 6–7 °C, die **obere Ackerbaustufe (Stufe 5)** von 5–6 °C und die **untere Berggrünlandstufe (Stufe 3–4)** der Temperatur von 4–5 °C. Die **obere Berggrünlandstufe (Stufe 2–3)** umfaßt einen etwas größeren Temperatur-Unterschied und reicht von 2–4 °C und die **Alpgrünlandstufe (Stufe 1)** den Bereich mit einer April-Mitteltemperatur von unter 2 °C.
Anstatt der April-Mitteltemperatur kann auch die Jahres-Mitteltemperatur zum Vergleich herangezogen werden (DEUTSCHER WETTERDIENST 1964, GLÄSSER 1994). Diese entspricht im Harz im Betrag und im Verlauf der Isothermen weitgehend der April-Mitteltemperatur.

Diese Gegenüberstellung von phänologischen Stufen und Temperaturdaten dient allerdings lediglich der Beschreibung der Stufen. Keinesfalls kann aus der phänologischen Kartierung auf Mitteltemperaturen geschlossen werden, wie bereits SCHREIBER et al. (1977: 55 ff.) betonen.

4. Spezifische Probleme bei der Arbeit im Harz

Auch bei Berücksichtigung des Anstiegs der Wärmestufen nach Süden und Osten folgen die Stufengrenzen keineswegs völlig den Höhenlinien. Sie werden auch durch die Exposition und durch lokale Besonderheiten beeinflußt. Diese konnten aber aufgrund der wenig geeigneten Vegetationsdecke nicht ausreichend differenziert werden. Die Unterschiede zwischen Nord- und Südexposition konnten zwar in Einzelfällen, z.B. beim Buchenaustrieb beobachtet werden, zur Darstellung dieser Effekte reicht jedoch die Datengrundlage jedoch nicht aus. Auch Kaltluftlagen wurden nur unzureichend erfaßt. Bei der Erstellung der Karte wurden deshalb enge, tief eingeschnittene Täler der Wärmestufe der jeweils umliegenden höheren Lagen zugeordnet.

Ebenfalls nicht möglich war die Darstellung phänologischer Inversionen, wie sie beispielsweise im Lonautal beobachtet wurden. Dort bleiben der Talgrund wie auch der Kamm phänologisch deutlich hinter den Hanglagen zurück. Der gleiche Effekt wird auch von SCHREIBER (1968: 20) u.a. für die Plaine de l'Orbe und de la Broye im Kanton Waadt beschrieben.

Auch der Einfluß des zunehmend kontinentaleren Klimas nach Osten hin konnte nicht ausreichend erfaßt werden. Zwar stellten wir beispielsweise für *Prunus avium* fest, daß die Entwicklung der Art Mitte April im Osten etwas hinter der im Westen zurück war. Im Laufe der Kartierung holten die östlichen Bereiche dann immer mehr auf und sind dann Anfang Mai schließlich mit den westlichen auf demselben Stand. Da aber nur Frühjahrsbeobachtungen gemacht wurden, können wir über die weitere Entwicklung keine Aussagen machen. Allerdings ist bekannt, daß die kontinentalen Lagen erst im Frühsommer die ozeanischen Bereiche in der phänologischen Entwicklung überholen (s. WALTER 1986: 7).

Diese Probleme zeigen die Einschränkungen der phänologischen Methode auf. Die mögliche Auflösung einer phänologischen Kartierung wird dabei vor allem von der zur Verfügung stehenden Vegetation bestimmt. Bei einer artenarmen Vegetation, wie sie im Harz vorherrscht, sind nur Kartierungen kleinen Maßstabs sinnvoll. Doch schon im gewählten Maßstab von

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

1:200 000 läßt sich die grundsätzliche phänologische Abstufung herausarbeiten. Diese kann als Grundlage für weitere bioklimatische Arbeiten verwendet werden.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. ELLENBERG, der uns nicht nur seine unveröffentlichten Göttinger Kartierungen zur Verfügung stellte, sondern uns auf einer gemeinsamen Kartierfahrt auch in methodischen Fragen sehr unterstützte. Wir möchten uns ebenfalls herzlich bei Herrn Professor Dr. DIERSCHKE bedanken, der uns sehr bei der Drucklegung der Karte und bei der Abfassung des Manuskriptes behilflich war. Wir danken auch dem Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung für die Erlaubnis zur Vervielfältigung der Topographischen Übersichtskarte.

Literatur

DEUTSCHER WETTERDIENST (1964): Klima-Atlas von Niedersachsen. – Selbstverlag, Offenbach: 38 S.

ELLENBERG, C., ELLENBERG, H. (1983): Geländeklima-Karte 1:10000 des Stadtgebietes von Göttingen. – Unveröff. Manuskr., Göttingen.

ELLENBERG, H. (1954): Naturgemäße Anbauplanung, Melioration und Landespflege. – Landwirtschaftl. Pflanzensoz. 3: 1–109. Stuttgart, Ludwigsburg.

–, ELLENBERG, C. (1956): Wuchsklimakarte von Südwest-Deutschland 1:200 000. Nördlicher und südlicher Teil. – Reise- und Verkehrsverlag, Stuttgart.

–,– (1974): Wuchsklima-Gliederung von Hessen 1:200.000 auf pflanzenphänologischer Grundlage. – Hess. Minister für Landwirtschaft und Umwelt, Abt. Landentwicklung, Wiesbaden.

–,– (1976): Wuchsklimakarte des Planungsraumes Göttingen. 1:50000. – Unveröff. Manuskr., Göttingen.

GLÄSSER, R. (1994): Das Klima des Harzes. – Verlag Dr. Kovac, Hamburg: 341 S.

HAEUPLER, H. (1970): Vorschläge zur Abgrenzung der Höhenstufen der Vegetation im Rahmen der Mitteleuropakartierung. Teil I und II. – Göttinger Flor. Rundbr. 4 (1): 1–15 und 4 (3): 54–62. Göttingen.

HARTMANN, F.-K., JAHN, G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. – Fischer, Stuttgart: 635 S.

KREEB, K. (1954): Phänologische Untersuchungen auf kleinstem Raum. – Meteorol. Rundschau 7: 95–100, 133–137.

SCHREIBER, K.-F. (1968): Les conditions thermiques du canton de Vaud. – Beitr. Geobot. Landesaufnahme Schweiz 49: 1-31. Bern.

– (1969): Landschaftsökologische und standortskundliche Untersuchungen im nördlichen Waadtland als Grundlage für die Orts- und Regionalplanung. – Arch. Univ. Hohenheim 45: 1–166. Stuttgart.

– (1983): Die phänologische Entwicklung der Pflanzendecke als Bioindikator für natürliche und anthropogen bedingte Differenzierungen der Wärmeverhältnisse in Stadt und Land. – Verh. Ges. Ökol. 11: 385–396. Göttingen.

– (1985): Wuchsklimakarte des Ruhrgebietes und angrenzender Bereiche. 1:50 000. Auf der Basis phänologischer Geländeaufnahmen in den Jahren 1978-1981. – Essen.

–, KUHN, N., HUG, C,. HÄBERLI, R., SCHREIBER, C. (1977): Wärmegliederung der Schweiz aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969–1973 1:200 000. – Eidgen. Landestopographie, Bern: 64 S.

SCHWIETERT, B. (1989): Geologie, Klima und Forststandorte des Harzes. – Allg. Forst Z. 18–20: 449–453. München.

STÖCKER, G. (1990): Vegetationseinheiten der Höhenstufen des Harzes. – In: Kraftzwerg e.V. (Hrsg.): Tourismus und Nationalpark im Harz. Bericht der Tagung in Schierke (7.-9.9.1990): 16-24. Clausthal-Zellerfeld.

WALTER, H., BRECKLE, S.-W. (1986): Ökologie der Erde. Bd. 3. Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen Euro-Nordasiens. – Ulmer, Stuttgart: 587 S.

Stephan Pflume, Helge Bruelheide
Systematisch-Geobotanisches Institut
Universität Göttingen
Untere Karspüle 2
D-37073 Göttingen

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Wärmestufen-Karte des Harzes auf phänologischer Grundlage

Zu: Pflume, S., Bruelheide, H., Tuexenia 14 (1994).

Kartengrundlage: Topographische Übersichtskarte 1:200 000 CC 4726 (1987)
Herausgegeben vom Institut für Angewandte Geodäsie

Vervielfältigt mit Erlaubnis des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes - Landesvermessung - B 5-864/93

1 0 5 10 15 20km

N

Phänologische Wärmestufen

	Stufe:		Bezeichnung:
	1	kalt	Alpgrünlandstufe
	2-3	rauh	obere Berggrünlandstufe
	3-4	ziemlich rauh	untere Berggrünlandstufe
	5	kühl	obere Ackerbaustufe
	6	ziemlich kühl	untere Ackerbaustufe
	7-8	mild	Obst-Ackerbaustufe

Die Numerierung der Stufen entspricht auf der Wuchsklima-Karte Hessens von ELLENBERG & ELLENBERG (1974), die Bezeichnung der Stufen richtet sich nach SCHREIBER (1968).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Wärmestufen-Karte des Harzes auf phänologischer Grundlage

Zu: Pflume, S., Bruelheide, H., Tuexenia 14 (1994).

Kartengrundlage: Topographische Übersichtskarte 1:200 000 CC 4726 (1987)
Herausgegeben vom Institut für Angewandte Geodäsie

Vervielfältigt mit Erlaubnis des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes - Landesvermessung - B 5-864/93

1 0 5 10 15 20km

N

Phänologische Wärmestufen

Stufe:		Bezeichnung:
1	kalt	Alpgrünlandstufe
2-3	rauh	obere Berggrünlandstufe
3-4	ziemlich rauh	untere Berggrünlandstufe
5	kühl	obere Ackerbaustufe
6	ziemlich kühl	untere Ackerbaustufe
7-8	mild	Obst-Ackerbaustufe

Die Numerierung der Stufen entspricht auf der Wuchsklima-Karte Hessens von ELLENBERG & ELLENBERG (1974), die Bezeichnung der Stufen richtet sich nach SCHREIBER (1968)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: NS_14

Autor(en)/Author(s): Pflume Stefan, Bruelheide Helge

Artikel/Article: Wärmestufen-Karte des Harzes auf phänologischer Grundlage 479-486