

Phänologische Wärmestufenkarte des Bodetals im Bereich des Harzes*

Stephan PFLUME

4 Abbildungen

Abstract

PFLUME, S.: Map of phenological thermal stages of the Bode valley in the area of the Harz Mountains – Hercynia N.F. 40 (2007): 235-244.

Local climatic peculiarities of the Bode Valley in the Harz mountains are shown in a phenological map. On the basis of vegetation development, cold air basins and cold shadow slopes can be recognised. The lower section of the valley is warmer and is characterised by a valley wind system. Here is an example showing the Perennial Honesty (*Lunaria rediviva*), as a plant species of humid, shadowy habitats, and the Cinquefoil-Oakwood (Potentillo-Quercetum) as a subcontinental spread forest community the correlation between local climatic factors and the vegetation is demonstrated.

Key words: Harz, microclima, valley wind system, phenology, *Lunaria rediviva*, Potentillo-Quercetum

1 Einleitung

Der Mittellauf der Bode ist für seine reichen Vorkommen seltener Pflanzenarten bekannt. Besonders bemerkenswert ist dabei der Wechsel von Arten kühler und luftfeuchter Schatthänge und Schluchten einerseits und subkontinental verbreiteter Arten trockenwarmer Standorte andererseits. Es ist naheliegend, hinter diesen Verbreitungsmustern neben edaphischen Faktoren lokalklimatische Besonderheiten zu vermuten. Die vorliegende pflanzenphänologische Kartierung gibt einen Einblick in diese Besonderheiten. An zwei Beispielen wird deren Bedeutung für die Vegetation erörtert.

2 Gebiet und Methoden

2.1 Lage und Gebietsabgrenzung

Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturraum Unterharz in Sachsen-Anhalt (Abb. 1).

Der Unterharz umfasst wellig zertalte Hochflächen und durch tiefe Täler zerschnittene Berggländer an den Harzrändern. Er erreicht Höhen von 400 bis 500 m üNN und wird lediglich vom Auerberg (579 m) und vom Ramberg (575 m) überragt. Das Klima wird nach Osten zunehmend kontinentaler, die Jahresniederschläge sinken von 1000 mm auf 570 mm am Nordostrand. Der Mittellauf der Bode hat sich klammartig 100 bis 150 m in das Gebirge eingeschnitten.

Kartiert wurde am Mittellauf der Bode von Wendefurt bis Thale und am Mittel- und am Unterlauf der Luppode von Allrode bis zu ihrer Mündung bei Treseburg (Abb. 2). Beide Flüsse haben sich in diesem Bereich tief in das Harzer Hochplateau eingeschnitten. Die Bode erreicht am Harzrand den Ramberggranit und seinen Kontakthof. Vor allem hier hat die Erosion eindrucksvolle Felslandschaften geformt.

Stöcker (1962) gibt eine ausführliche Darstellung der geologischen Verhältnisse.

Im Bereich zwischen Treseburg und Thale werden die Hänge und der schmale Talboden mit naturnahen Laubwäldern bestockt. Im oberen Teil des Bodetals und im Luppodetal wechseln naturnahe Laubwälder mit Fichtenforsten. Der Talboden wird hier teilweise von Wiesen eingenommen.

* Die Arbeit widme ich meinem hoch geschätzten Lehrer Prof. Dr. Hartmut Dierschke zum 70. Geburtstag.

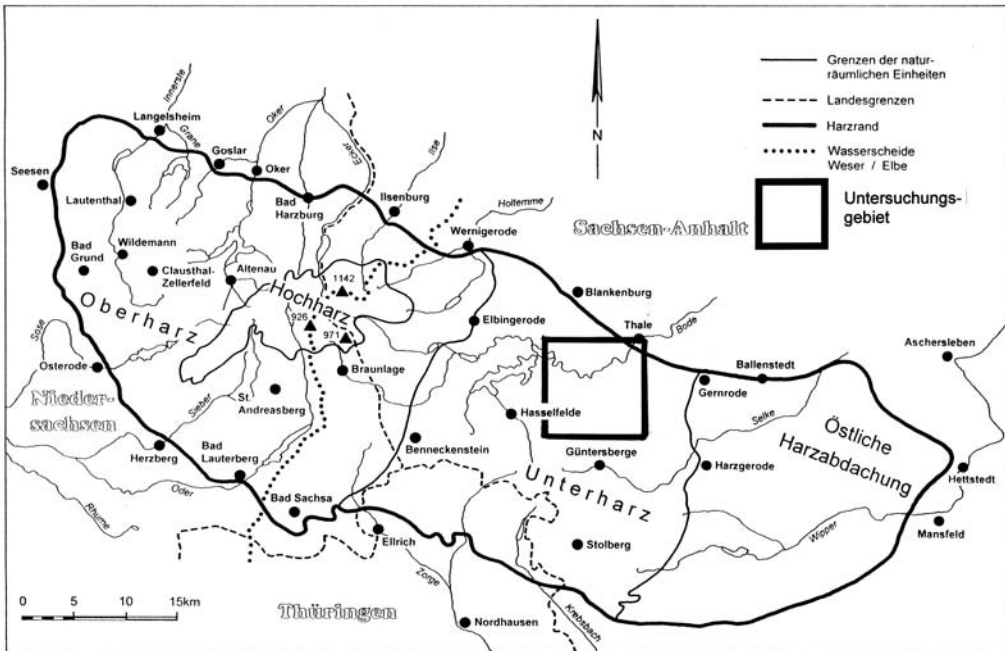


Abb. 1 Großräumige Lage des Untersuchungsgebietes

Fig. 1 Large-scale location of the investigation area

2.2 Vegetation

Die Vegetation im Tal der Luppode und im größten Teil des anschließenden Bodetals ist durch Wälder frischer Standorte geprägt. Vor allem an Schatthängen und auf dem Talboden kommt eine Reihe von Arten luftfeuchter „Schluchtwälder“ vor, wie z.B. der Gescheckte Eisenhut (*Aconitum variegatum*), die Breitblättrige Glockenblume (*Campanula latifolia*), die Blaue Himmelsleiter (*Polemonium vulgare*) und das Silberblatt (*Lunaria rediviva*).

Erst unterhalb des „Langen Hals“ ist ein grundlegender Wandel in der Vegetation zu beobachten. Die charakteristischen Arten schattig-feuchter Wälder fehlen hier weitgehend. Hier kommen viele wärmebedürftige und kontinental verbreitete Arten vor, z.B. das Bunte Perlgras (*Melica picta*), der Purpur-Klee (*Trifolium rubens*), der Berg-Lauch (*Allium montanum*), die Erd-Segge (*Carex humilis*) und die Schlanke Hainsimse (*Luzula divulgata*) (STÖCKER 1960, 1962, PIEPER 1996, PFLUME 1999, BECKER 2005). Zudem liegt hier das größte Harzer Vorkommen des Fingerkraut-Eichenwaldes (Potentillo-Quercetum).

Dieser markante Wechsel in der Vegetation war Anlass zur Beschäftigung mit dem Lokalklima des Bodetals.

3 Methode

3.1 Grundlagen

Um ein möglichst flächenscharfes Bild des lokalklimatischen Wandels zeichnen zu können, erschien eine Kartierung im Frühjahr besonders geeignet. Die Kartierung wurde erschwert durch die Unwegsamkeit der steilen überwiegend bewaldeten Hänge. Die Kartierung musste sich deshalb weitgehend auf den Austrieb

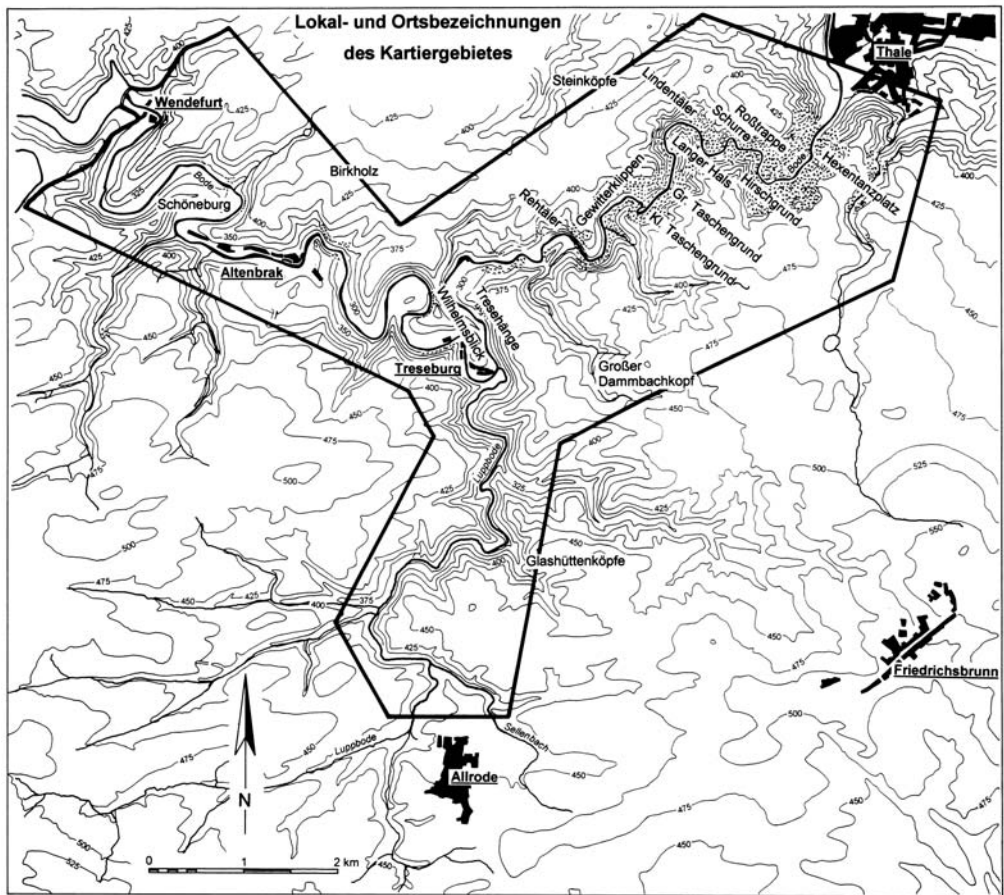


Abb. 2: Gebietsabgrenzung, Lokal- und Ortsbezeichnungen

Fig. 2: Territorial borders, site names and local names

der Laubbäume im Frühjahr beschränken, da nur diese Phase anhand der beginnenden Bestandesbegrenzung auch mittels Fernglas aus größerer Entfernung, etwa vom Talgrund oder vom Gegenhang aus eingeschätzt werden kann.

Es wurde eine Eichstrecke von Thale (160 m üNN) über die Roßtrappe (Felsporn am Talausgang der Bode, 425 m üNN), Treseburg (Talgrund, 270 m üNN), Allrode (446 m üNN) bis Friedrichsbrunn (520 m üNN) definiert. Zu Beginn jeden Kartiertages wurde die Eichstrecke mit dem Auto abgefahren und die Vegetationsentwicklung an festgelegten Punkten notiert, so dass die Vergleichbarkeit der Kartiererergebnisse gewährleistet ist. Weitere Details und Literaturhinweise zur Methode phänologischer Kartierungen finden sich bei PFLUME & BRUELHEIDE (1994).

Die Kartierungen wurden 1995 vom Autor gemeinsam mit F.U. Pieper durchgeführt.

3.2 Einfluss des Witterungsverlaufs auf die Kartierung

Das Ergebnis des ersten Kartiertages (an dem nur die Eichstrecke festgelegt wurde) war ziemlich enttäuschend: Nach einer Wetter-Phase mit überwiegend starker Bewölkung und zum Teil kräftigem Wind

waren in der Vegetation weder Standorte mit besonderer Wärmegunst, noch eine phänologische Inversion durch Kaltluftansammlungen am Talboden auszumachen. Der Entwicklungszustand der Vegetation schien zu diesem Zeitpunkt ausschließlich von der Meereshöhe abhängig zu sein. In den folgenden Tagen setzte sich klares Wetter mit Nachttemperaturen um den Gefrierpunkt und jeweils einer deutlichen Erwärmung im Tagesverlauf durch. Bei der eigentlichen Kartierung am 2.5. und 4.5.1995 ließen sich deutliche Unterschiede in der Entwicklung der Vegetation erkennen.

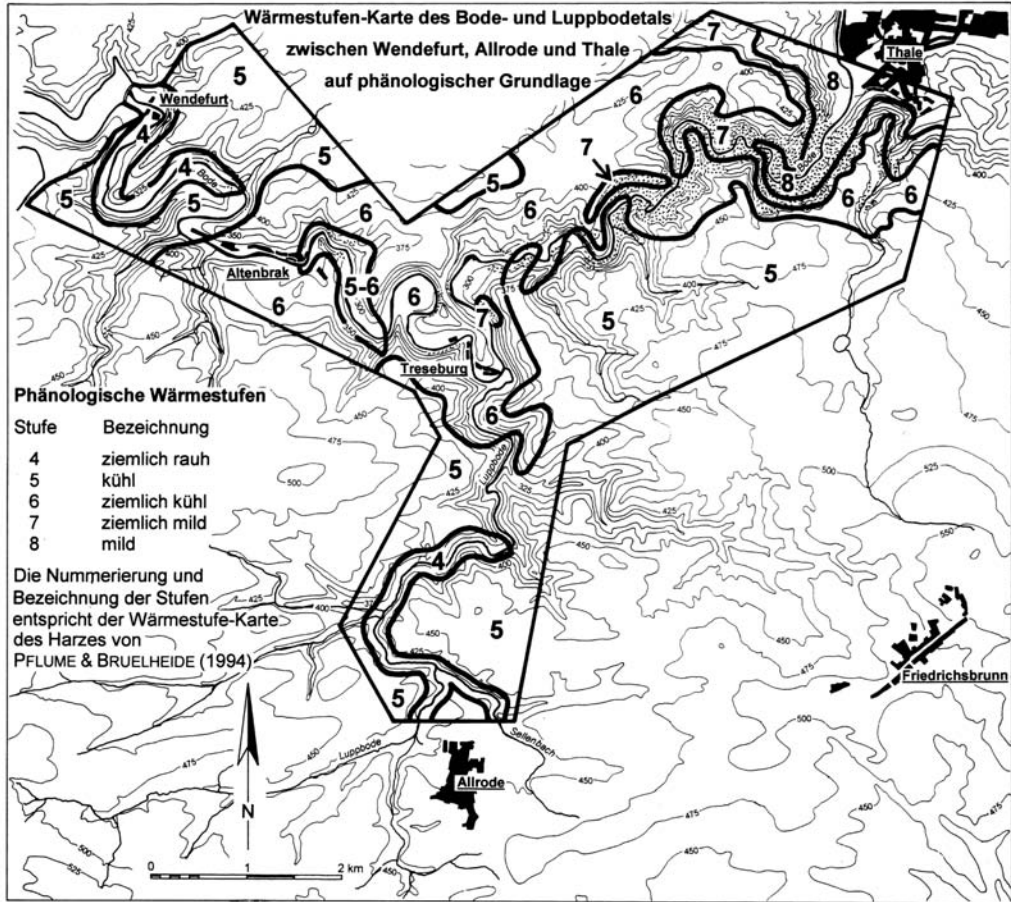


Abb. 3 Phänologische Wärmestufen des Bodetals

Fig. 3 Phenological thermal stages of the Bode valley

4 Ergebnisse

Insgesamt werden fünf phänologische Wärmestufen unterschieden (Abb. 3). Die Bezeichnung und Nummerierung der Wärmestufen folgt der Karte von PFLUME & BRUELHEIDE (1994), die sich ihrerseits an SCHREIBER et al. (1977) und ELLENBERG & ELLENBERG (1974) orientiert.

Die wärmste Stufe (Stufe 7–8: Obst-Ackerbaustufe bei PFLUME & BRUELHEIDE 1994) konnte bei der hier vorgelegten, feineren Erfassung in die Stufen 7 und 8 aufgelöst werden. Stufe 8 erstreckt sich vom Orts-

rand Thale auf die umliegenden Hänge des Harzrandes und greift zungenförmig in das Bodetal hinein. Sie „umfließt“ dort die Talverengung im Bereich der Roßtrappe und endet unterhalb der „Schurre“. Stufe 7 nimmt die Oberhänge der Harzrandstufe ein und reicht bis zur Grenze des Hochplateaus. Ähnlich wie Stufe 8 zieht sie sich weit in die untere Bodeschlucht hinein, folgt der Flußschlinge am Langen Hals und endet unterhalb der Gewitterklippen. Dabei reicht die wärmere Zone vom Harzrand bis zur Roßtrappe auf beiden Talseiten bis zur Oberkante der Hänge. Weiter flußaufwärts ist sie zunächst am Schatthang, später auch am Sonnenhang auf den Unterhang beschränkt bis sie am Ausgang des Großen Taschengrundes endet. Inselartig tritt Stufe 7 noch an der Hangoberkante der Gewitterklippen und kleinfächig im Bereich der Tresehänge auf.

Stufe 6 nimmt den größten Teil der Bodehänge ein, beginnend bei den Gewitterklippen, auch den Talgrund der Bode bis Altenbrak, sowie die Luppodehänge im Bereich der Mündung in die Bode. Stufe 6 nimmt außerdem die Randlagen der Harzhochfläche ein, insbesondere wo diese durch Täler zergliedert ist.

Unterbrochen wird diese Stufe einerseits durch eingelagerte Wärmeinseln der Stufe 7 sowie durch einen Kaltluftsee am Talgrund zwischen den Rabenklippen und Altenbrak, der in der Karte als Übergangstufe 5–6 dargestellt ist.

Stufe 5 nimmt die zusammenhängende Unterharz-Hochfläche ein, außerdem die Hanglagen der Bode oberhalb Altenbrak und die Luppodehänge bis Allrode. Zwischen Treseburg und dem „Kleinen Taschengrund“ greift die Stufe 5 mehrfach von der Hochfläche auf die Schatthänge über.

Die (kälteste) Stufe 4 wurde im Rahmen der Kartierung in Friedrichsbrunn festgestellt (nicht in Karte dargestellt, aber Teil der Eichstrecke), sowie in Tallagen als phänologische Inversion im Bodetal von der Schöneburg bis nach Wendefurt und im Luppodetal von den Glashüttenköpfen bis Allrode.

Zusammenfassend läßt sich das Kartiergebiet lokalklimatisch in drei Abschnitte gliedern:

- Das Bodetal zwischen Wendefurt und Treseburg und das Luppodetal entsprechen der klassischen Vorstellung eines engen Kerbtals (SCHNELLE 1950, WEGER 1948). Die nachts gebildete Kaltluft fließt von den Hängen ab. Wo das Tal sich verengt oder stark gewunden ist, staut sich die abfließende Luft und bildet am Talgrund Kaltluftseen. Die thermische Begünstigung der Sonnenhänge wirkt sich nur wenig aus. Zum Kartierzeitpunkt haben sich noch keine phänologischen Unterschiede herausgebildet - obwohl sich die größere Wärmegunst in der Vegetationszusammensetzung widerspiegelt.
- Im Bereich zwischen Treseburg und dem Kleinen Taschengrund lassen sich aufgrund der phänologischen Entwicklung Kaltluftmassen vermuten, die am Schatthang von der ausgedehnten Hochfläche südlich des Tals tropfenförmig ins Tal abfließen und sich im Engtal der Bode nach jeweils kurzer Strecke stauen. Der Sonnenhang und die nördlich angrenzende, relativ kleine Hochfläche um die Steinköpfe sind thermisch günstiger. Demgegenüber ist die nordwestlich gelegene zusammenhängende Hochfläche des Birkenholzes kälter. Hier scheint sich die unterschiedliche Ausdehnung der zum Tal geneigten Hochflächen widerzuspiegeln: Abhängig von der Ausdehnung der zum Tal geneigten Hochflächen, haben die einzelnen Talabschnitte unterschiedlich große Kaltluft-Einzugsgebiete (vgl. hierzu WEGER 1948).
- Begünstigt durch offene Felsen und überwiegend lückige Wälder ist der untere Teil des Talabschnitts zunehmend wärmer. Im Bereich der Gewitterklippen bildet sich eine ausgedehnte Wärmeinsel am Oberhang. Flußabwärts davon setzt sich vom Vorland zungenförmig hereinragend eine Zone wärmeren Lokalklimas durch. Diese Zone steigt in sonniger Lage rasch, am Schatthang jedoch nur allmählich bis zur Hangoberkante auf. Neben der geringeren Einstrahlung scheinen dabei die großen, kaltluftliefernden Plateauflächen südlich des Bodetals eine Rolle zu spielen, während die nördliche Hochfläche hier bereits stark zertalt ist. Zumindest ist am Harzrand, im Bereich des Hexentanzplatzes, wo sich auch die südliche Hochfläche auflöst, die phänologische Entwicklung an beiden Talhängen nahezu symmetrisch.

Nach eigenen Beobachtungen während der Kartierung und bei anderen Begehungen des Gebiets entsteht an den felsigen Sonnenhängen zwischen der Roßtrappe und den Lindentälern durch die Erwärmung bei Strahlungswetter tagsüber ein kräftiger Aufwind. Zugleich zieht ein fühlbarer Talwind warme Luft aus

dem Vorland durch die Talverengung bei der Roßtrappe hindurch und um die Flußschlinge am "Langen Hals" herum. Dies sind beides Stellen, die aufgrund des Reliefs einen Luftstau erwarten lassen würden.

Die Wärmegunst dieses untersten Talabschnitts dürfte sich im Laufe des Frühjahrs noch weiter verstärken. Das lässt sich durch die Bindung an den Laubaustrieb allerdings nicht mit einer phänologischen Kartierung darstellen.

4.2 Einfluss des Lokalklimas auf die Vegetation

Verbreitung des Silberblatts (*Lunaria rediviva*)

Das Silberblatt (*Lunaria rediviva*) ist stärker als jede andere mitteleuropäische Pflanzenart an Wälder in steilen Schatthanglagen gebunden, deren Krautschicht es häufig dominiert. Es ist im Bodetal erwartungsgemäß häufig (Abb. 4). Dennoch besiedelt es nicht alle auf den ersten Blick geeigneten Hänge. Wir haben deshalb die Verbreitung dieser Art gesondert kartiert (Abb. 4) und alle größeren und viele kleinere Vorkommen erfasst und um die Fundorte bei STÖCKER (1962) ergänzt. Der Vergleich der Verbreitung des Silberblatts (*Lunaria rediviva*) mit der phänologischen Karte zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Kaltluftseen oberhalb von Treseburg und noch deutlicher mit den kühlen Schatthängen unterhalb von Treseburg. Daneben werden jedoch auch schattige Steilhänge besiedelt, die nicht durch eine verzögerte phänologische Entwicklung auffallen, so vor allem westlich von Treseburg, zwischen dem kleinen und großen Taschengrund und im Hirschgrund. Die Wuchsorte in der relativ warmen Zone unterhalb des Großen Taschengrunds sind durch lokale Besonderheiten wie grober Blockschutt mit (feuchter) Kaltluft im Untergrund (z.B. im Hirschgrund) oder kleine Tälchen (z.B. in den „Lindentälern“) geprägt. Sehr gut erklärbar wird das weitgehende Fehlen der Art in den eindrucksvollen Steilhangwäldern unterhalb des „Langen Hals“. Die für die Wuchsorte des Silberblatts charakteristische hohe Luftfeuchtigkeit (GADOW 1975) dürfte durch die relativ große Wärmegunst spürbar herabgesetzt sein.

Verbreitung des Potentillo-Quercetum

Das Potentillo-Quercetum ist eine subkontinental verbreitete Waldgesellschaft, die im Bodetal einen ihrer westlichen Vorposten erreicht. Sie steht hier stellvertretend für eine Reihe von subkontinentalen Arten, die im Bodetal vorkommen (STÖCKER 1962, HERDAM et al. 1993). Die von uns erfassten Vorkommen (Abb. 4) sind jeweils durch Aufnahmen belegt (PIEPER 1996, PFLUME 1999), die Punkte markieren in etwa die gesamte Verbreitung dieser Gesellschaft im Bodetal.

Die Gesellschaft ist im Bodetal auf die von uns kartierte Wärmestufe 7 beschränkt, besiedelt dort allerdings nur die südlich exponierten Oberhänge. Sie ist damit auf den thermisch begünstigten Abschnitt des untersuchten Gebiets beschränkt. Dennoch kommt die Gesellschaft nur in einem relativ kleinen Teilgebiet der Stufe 7 vor, sie fehlt zudem vollständig in der wärmeren Stufe 8. Das könnte zum Teil edaphische Gründe haben: Auf den Granitböden der Roßtrappe und des Hexentanzplatzes ist die Basenversorgung schlechter. Dennoch gibt es innerhalb der phänologischen Stufe 7 und 8 weitere Standorte mit vergleichbarem Ausgangsgestein, die an den Sonnenhängen von Beständen des Galio-Carpinetum bzw. des Aceri-Fraxinetum am Schatthang beherrscht werden. Offenbar sind neben einem günstigen Lokalklima weitere, vielleicht mikroklimatische Faktoren für die Verbreitung des Potentillo-Quercetum bestimmend. Für eine genauere Klärung dieser Frage bedürfte es weiterer Untersuchungen.

5 Diskussion

Untersuchungen zum Kaltluftabfluß in Mittelgebirgstälern wurden überwiegend zur Förderung landwirtschaftlicher Sonderkulturen und des Obstbaus durchgeführt. Ein Ziel war dabei, spätfrostgefährdete Kaltluftlagen für den Obstanbau auszuschließen (WEGER 1947, 1948, SCHNELLE 1950, 1956). Daneben wurde auch die Spätfrostgefahr für forstliche Kulturen durch abfließende Kaltluft untersucht (WILMERS 1968, FALK & DWORSCHAK 1984). Anhand von Infrarotbildern und Meßfahrten haben FALK & KINNER (1984)

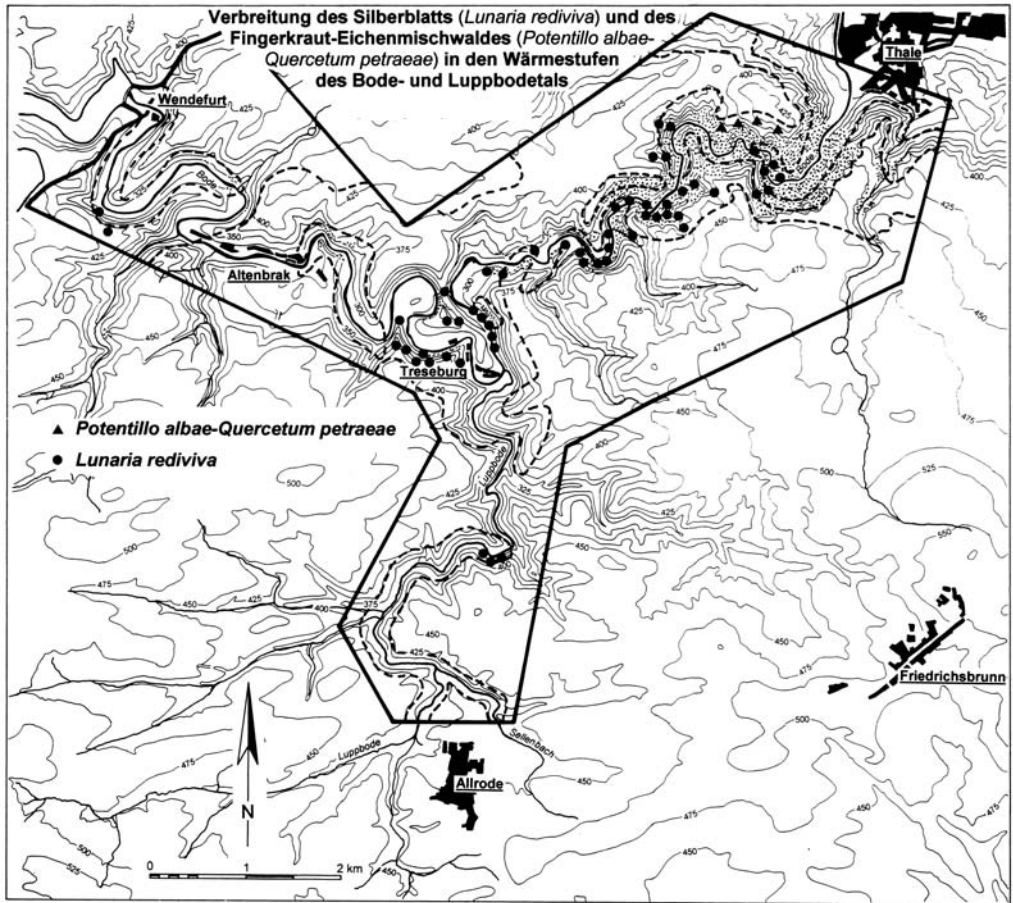


Abb. 4 Verbreitung des Silberblatts (*Lunaria rediviva*) und des Fingerkraut-Eichenwaldes (*Potentillo-Quercetum*)

Fig. 4 Distribution of the Perennial Honesty (*Lunaria rediviva*) and the Cinquefoil-Oakwood (*Potentillo-Quercetum*)

die Temperaturverteilung in der Haard an einem Strahlungstag erfasst. Aus der Überlagerung der Temperaturverteilung morgens und mittags unterscheiden die Autoren drei Stufen der Wärmegunst. BUSCHE et al. (1993) haben auf ähnliche Weise Kaltluftseen erfasst und die Beobachtungen verschiedener Termine im selben Gebiet verglichen. Demnach treten Kaltluftseen trotz gewisser Unterschiede in der Ausdehnung mit großer Regelmäßigkeit an jeweils den gleichen Orten auf. Regelmäßig wurden Kaltluftseen bei phänologischen Kartierungen erfasst und dargestellt (SCHREIBER 1983, ELLENBERG & ELLENBERG 1974).

SCHNELLE (1956) hat versucht, die Mächtigkeit der Kaltluftseen aus der Talmorphologie abzuleiten. Nach seinen Untersuchungen im Odenwald staut sich die Kaltluft an Engstellen bewaldeter Kerbtäler bis zu einer Höhe, in der die lichte Talweite etwa 440 m erreicht. Die sehr engen Täler unseres Kartiergebietes erreichen solche Weiten gar nicht (Luppbody) oder nur am Oberhang (Bode). Insofern wären aufgrund der Talmorphologie weitere Kaltluftseen unterhalb der Gewitterklippen zu erwarten. Für die Bildung derartiger Kaltluftseen sind jedoch nach WEGER (1947, 1948) ausgedehnte Kaltluftliefergebiete erforderlich. Diese sind im größten Teil unseres Kartiergebiets auf der Bodehochfläche tatsächlich vorhanden. Sie fehlen lediglich unterhalb der Gewitterklippen. Hier ist die angrenzende Hochfläche durch kleinere Täler zergliedert, die sich zum Harzvorland öffnen, so dass die Kaltluft verteilt abfließen kann.

In diesem unteren Talabschnitt setzt sich nun ein wärmeres Lokalklima durch. Bei sonnigem Hochdruckwetter setzt hier tagsüber ein Talwind ein, der warme Luft aus dem Vorland durch die engen Talschlingen heranzführt. Lokale Windsysteme im Gebirge werden durch drei Mechanismen angetrieben (WAGNER 1986):

- Der allgemeine Gebirgswind (Höheneffekt): Durch die Sonneneinstrahlung wirkt das Gebirge am Tag wie eine hochgelegene Wärmequelle. Die Luft wird hier jeweils stärker erwärmt als in entsprechender Höhe im Flachland. Die daraus resultierenden Dichte-Gradienten treiben den Gebirgswind an. Der Volumenausgleich der herangeführten Luftmassen findet als Antiwind über dem Gebirge statt. Die nächtliche Ausstrahlung bewirkt eine ähnliche Zirkulation mit umgekehrten Vorzeichen.

Die Existenz eines derartigen Gebirgswindsystems im Harz lässt sich nach GLÄSSER (1994) aus den Beobachtungen der amtlichen Wetterstationen ableiten.

- Der Talwind (Volumeneffekt): Gegenüber dem flachen Vorland ist das Luftvolumen im Tal verringert, jeweils bezogen auf die Grundfläche (senkrechte Projektion). Die vorhandenen Unterschiede im Wärmeumsatz lassen sich dabei zunächst vernachlässigen. Aufgrund des kleineren Luftvolumens erwärmt sich die Talatmosphäre - bei stabiler Luftschichtung - demzufolge stärker. Die unterschiedliche Erwärmung wirkt als Antrieb für das Talwindsystem. Auch die nächtliche Abkühlung wirkt sich auf das kleinere Tal-Luftvolumen mit einer stärkeren Abkühlung aus (STEINACKER 1984, VERGEINER & DREISEITEL 1987). Bei Tälern mit ansteigendem Talboden reicht diese orographisch bedingte Volumenminderung aus, um die thermischen Unterschiede und damit die Talwindzirkulation zu erklären. Auch wenn die Verhältnisse im Harz mit seinen ausgedehnten Hochflächen im Detail abweichen dürften, ist dieser Antrieb sicher wirksam. Bemerkenswerterweise steigt der Talboden im Bodetal unterhalb der Gewitterklippen stärker an, als im übrigen Teil des untersuchten Talsystems.

In größeren Tälern, mit kaum ansteigendem flachem Talboden wird der Talwind durch den Gebirgswind überlagert und verstärkt. Wie der Gebirgswind, reagiert der Talwind mit einigen Stunden Verzögerung (FREYTAG 1988).

- Der Hangwind: Am Berghang wird die Luft stärker erwärmt als in der freien Atmosphäre in der Talmitte. Je nach Sonnenstand und Hangexposition können die jeweiligen Gegenhänge unterschiedlich stark erwärmt werden. In jedem Fall ergeben sich aber Luftzirkulationen mit Aufwinden an den besonnten Hängen und Abwinden in der freien Atmosphäre oder am Schatthang, die eine fast symmetrische Erwärmung der Talatmosphäre bewirken. (FREYTAG 1988, HENNEMUTH 1985, 1986).

Die hohe Wärmegunst des unteren Talabschnitts dürfte demzufolge durch zwei Faktoren bedingt sein: dem Fehlen von ausgedehnten Kaltluftliefergebieten und der Wärmelieferung durch die starke Hangerwärmung in Verbindung mit einem effektiven Talwindsystem begünstigt durch den Warmlufteintrag aus dem Vorland.

Die Bindung des Silberblatts (*Lunaria rediviva*) an kühle Standorte mit relativ hoher Luftfeuchtigkeit hat bereits GADOW (1975) mit mikroklimatischen Messungen untermauert, die übergeordnete Verbindung zum Lokalklima wird vielfach beschrieben (ELLENBERG (1996). Wie die Arbeit von STÖCKER (1962) zeigt, ist *Lunaria rediviva* im Bodetal nicht auf bestimmte geologische Substrate beschränkt.

Das Potentillo-Quercetum ist eine subkontinentale Waldgesellschaft, die vor allem wechselrockene Standorte besiedelt. Die Wuchsorte in Mitteleuropa zeichnen sich allgemein durch sommerwarmes Klima aus, sind jedoch meist spätfrostgefährdet und durch kalte Winter geprägt (ELLENBERG 1996, OBERDORFER 1992). Diese Klimaeigenschaften werden im Bodetal zwischen Thale und den Gewitterklippen nach unserer Kartierung deutlich verstärkt. Dennoch werden nicht alle Standorte, die lokalklimatisch geeignet erscheinen, auch vom Potentillo-Quercetum besiedelt.

6 Zusammenfassung

PFLUME, S.: Phänologische Karte des Bodetals im Bereich des Harzes – Hercynia N.F. **40** (2007): 235-244.

Lokalklimatische Besonderheiten des Bodetals im Harz werden mit einer phänologischen Kartierung dargestellt. Anhand der Vegetationsentwicklung lassen sich Kaltluftseen und kalte Schatthänge erkennen. Der untere Teil des Talabschnittes ist wärmer, und wird durch ein Talwindssystem gekennzeichnet.

Am Beispiel des Silberblattes (*Lunaria rediviva*), einer Pflanzenart luftfeuchter, schattiger Standorte und des Fingerkraut-Eichenwalds (Potentillo-Quercetum), einer subkontinental verbreiteten Waldgesellschaft, werden die Zusammenhänge zwischen Lokalklima und Vegetation dargestellt.

7 Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei Fritz U. Pieper für die Zusammenarbeit bei der Kartierung, bei Bernd Raufeisen für die Herstellung von Druckvorlagen und bei Prof. Dr. Helge Bruelheide für die Unterstützung bei der Vorbereitung für die Veröffentlichung.

8 Literatur

- BUSCHE, D.; GLASER, R.; FRIEDRICH, J.; KAPTEIN, A. & KURZ, J. (1993): Kaltluftströme im bayerischen Mittelgebirgsrelief. – Würzburger Geogr. Manusk. **33**: 1-46.
- BECKER, T (2005): *Luzula divulgata* Kirschner (Schlanke Hainsimse) – Verbreitung, Vergesellschaftung und Standort einer Art xerothermer Eichenwälder in Mitteldeutschland. – Tuexenia **25**: 63-82.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. – Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, C.; ELLENBERG, H. (1974): Wuchsklima-Gliederung von Hessen 1:200 000 auf pflanzenphänologischer Grundlage. – Hessischer Minister für Landwirtschaft und Umwelt, Wiesbaden.
- FALK, K.; DWORSCHAK, M. (1984): Temperaturveränderungen durch Kaltluftflüsse im Wald. – LÖLF-Mitteilungen **9** (4): 1-41.
- FALK, K.; KINNER, U.H. (1984): Geländeklimatische Untersuchung in der Haard. – Materialien zur Raumordnung **25**: 115-134.
- FREYTAG, C. (1988): Atmosphärische Grenzschicht in einem Gebirgstal bei Berg- und Talwind. – Wissenschaftl. Mitt. Meteorolog. Inst. Univ. München **60**: 1-197.
- GADOW, A. v. (1975): Ökologische Untersuchungen in Ahorn-Eschenwäldern. – Diss., Univ. Göttingen.
- GLÄSSER, R. (1994): Das Klima des Harzes. – Dr. Kovac, Hamburg.
- GLEESON, T.A. (1951): On the Theory of Cross-Valley Winds Arising From Differential Heating of the Slopes.- J. Meteorology **8**: 398-405.
- HENNEMUTH, B. (1985): Heating of a Small Alpine Valley. – Meteorolog. Atmos. Phys. **36**: 287-296.
- HENNEMUTH, B. (1986): Thermal Asymetry and Cross-valley Circulation in a Small Alpine Valley. – Boundary-Layer Meteorology.
- HERDAM et al. (1993): Farn- und Blütenpflanzen des Nordharzes und seines Vorlandes (Sachsen-Anhalt). – Botanischer Arbeitskreis Nordharz e.V., Quedlinburg.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. 2. stark bearb. Aufl. Textband. – Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- PFLUME, S.; BRUELHEIDE, H. (1994): Wärmestufen-Karte des Harzes auf phänologischer Grundlage. – Tuexenia **14**: 479-486.
- PFLUME, S. (1999): Laubwaldgesellschaften im Harz. Gliederung, Ökologie, Verbreitung. – Archiv naturwiss. Diss. **9**: 1-238.
- PIEPER, F.U. (1996): Laubwaldgesellschaften im mittleren Bodetal zwischen Wendefurth und Thale (Mittelharz). – Dipl.-Arb., Univ. Göttingen.
- SCHNELLE, F. (1950): Kleinklimatische Geländeaufnahme am Beispiel der Frostschäden im Obstbau. – Ber. Deutsch. Wetterdienst in der US-Zone **2** (12): 99-104.

- SCHNELLE, F. (1956): Ein Hilfsmittel zur Feststellung der Höhe von Frostlagen in Mittelgebirgstälern.– Meteorologische Rundschau **9**/10: 180-182.
- SCHREIBER, K.-F. (1983): Die phänologische Entwicklung der Pflanzendecke als Bioindikator für natürlich und anthropogen bedingte Differenzierungen der Wärmeverhältnisse in Stadt und Land. – Verh. Ges. Ökol. **11**: 385-396.
- SCHREIBER, K.-F.; 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.
- STEINACKER, R. (1984): Area - Height Distribution of a Valley and its Relation to the Valley Wind. – Beitr. Phys. Atmosph. **57**(1): 64-71.
- STÖCKER, G. (1960): Vorarbeit zu einer Vegetationsmonographie des Naturschutzgebiets Bodetal. – Dipl.-Arb. Univ. Halle.
- STÖCKER, G. (1962): Verbreitung einiger Leitpflanzen im Gebiet der Bode zwischen Thale und Altenbrak (Unterharz). – Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. **2**: 156-179.
- VERGEINER, I.; DREISEITL, E. (1987): Valley Winds and Slope Winds - Observations and Elementary Thoughts.- Meteorolog. Atmos. Phys. **36**: 264-286.
- WAGNER, G. (1986): Antriebsmechanismen der Berg- und Talwindzirkulation im Inntal. – Forsch.ber. Dt. Forsch.- u. Versuchsanstalt Luft- u. Raumfahrt: 1-176.
- WEGER, N. (1947): Die Frostschadenverhütung in der Landwirtschaft. – Meteorol. Rundschau **1**(1/2): 29-38.
- WEGER, N. (1948): Die Temperaturanomalie von Frei-Weinheim und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft. – Meteorologische Rundschau **1**(7/8): 208-210.
- WILMERS, F. (1968): Kleinklimatische Untersuchungen von Laubwaldrändern bei Hannover. – Ber. Inst. Meteorologie Klimatologie TU Hannover **1**: 1-162.

Manuskript angenommen: 24. August 2007

Anschrift des Autors:

Stephan Pflume

An der Allee 65, 65207 Wiesbaden

Email: spflume@gmx.de