

Veränderungen der subalpinen Vegetation und Landschaft des Brockens (Harz)

Oliver Tackenberg, Peter Poschlod und Gunter Karste

Synopsis

Changes of the subalpine vegetation and landscape of the Brocken (Harz-Mts.)

The development of the subalpine vegetation and landscape of the Brocken, the highest mountain of Germany's northernmost low mountain range, the Harz-Mts., was examined by source research, studies of historical photos and especially aerial pictures. The historical land-uses and other human influences are represented in a map and brought into relation to the vegetation of today.

The forest line of the Brocken increased to 100 meters in height after the end of the forestry area between 1900 and 1955 and since then it has not changed considerably.

The Brocken's *Deschampsia cespitosa*-grassland developed only in the last decades as a result of human influences. The most important vegetation type above the forest line, the *Calamagrostis villosa*-grassland, also mainly developed not before the beginning of this century. An earlier existent mountain heath was displaced by the expansion of the *Calamagrostis villosa*-grassland. *Pulsatilla alba*, a relict from the last glacial-period, which was spread in the mountain heath earlier is now limited to areas with strong human influences. Without the locally human destruction of the vegetation, which occurred in the middle of this century, Brocken's *Pulsatilla alba*-population, the only one in Germany, would be considerably smaller or even extinct.

Harz, Brocken, Landschaftsgeschichte, Waldgrenze, subalpine Stufe, Pulsatilla alba, Calamagrostis villosa

Harz, Brocken, landscape-history, forest line, subalpine belt, Pulsatilla alba, Calamagrostis villosa

1 Einleitung

Der Brocken im Harz verfügt als einer der wenigen Berge der deutschen Mittelgebirge über eine im allgemeinen als natürlich angesehene Waldgrenze, die von *Picea abies*¹-Beständen gebildet wird. In der darüberliegenden, etwa 25 ha großen, subalpinen Vegetationsstufe finden sich zahlreiche seltene und ge-

fährdete Pflanzenarten, die zum großen Teil Eiszeitalter darstellen und ein Grund dafür sind, daß das Gebiet heute als Nationalpark ausgewiesen ist.

Diese für Norddeutschland einmalige Landschaft und Vegetation fasziniert seit langer Zeit NaturforscherInnen und BotanikerInnen, so daß der Brocken zu den ältesten botanisch und naturkundlich beschriebenen und erforschten Gebieten gehört (z. B. THAL 1588, BEHRENS 1712, SCHROEDER 1785). Das Untersuchungsgebiet wurde zuletzt von SCHUBERT (1960), STÖCKER (1965), DAMM (1994) und TACKENBERG (1996, unveröff. Diplomarbeit) vegetationskundlich untersucht.

Die Brockenkuppe zog aber nicht nur einzelne NaturforscherInnen an, sondern entwickelte sich bereits im frühen 19. Jahrhundert zu einem Ziel des Massentourismus, was erhebliche Auswirkungen auf Landschaft und Vegetation hatte. Nachdem die direkt an der innerdeutschen Grenze gelegene Brockenkuppe im Jahr 1961 zum militärischen Sperrgebiet erklärt wurde, konnte sich die Vegetation außerhalb der militärisch genutzten Bereiche unbeeinflusst von direkten anthropogenen Einflüssen entwickeln. An den Brockenhängen dauert diese weitgehend ungestörte Entwicklung stellenweise bereits seit etwa 100 Jahren an.

Ziel unserer Untersuchungen war es deshalb, die Landschafts- und Vegetationsentwicklung der Brockenkuppe aus historischen Quellen, Fotos und Luftbildern soweit wie möglich zu rekonstruieren und dabei insbesondere zu untersuchen, welche Auswirkungen die ehemaligen Nutzungen und anthropogenen Eingriffe auf die heutige Vegetation haben.

2 Landschaftsgeschichte, historische Nutzungen und sonstige anthropogene Einflüsse

Im Vergleich zu anderen Landschaften Mitteleuropas begann ein landschaftsprägender Einfluß des Menschen am Brocken erst spät. Eine wirtschaftliche Nutzung der unzugänglichen Fichtenwälder und Moore um die Brockenkuppe erfolgte erst im 17. Jahrhun-

¹ Nomenklatur nach SCHUBERT (1994)

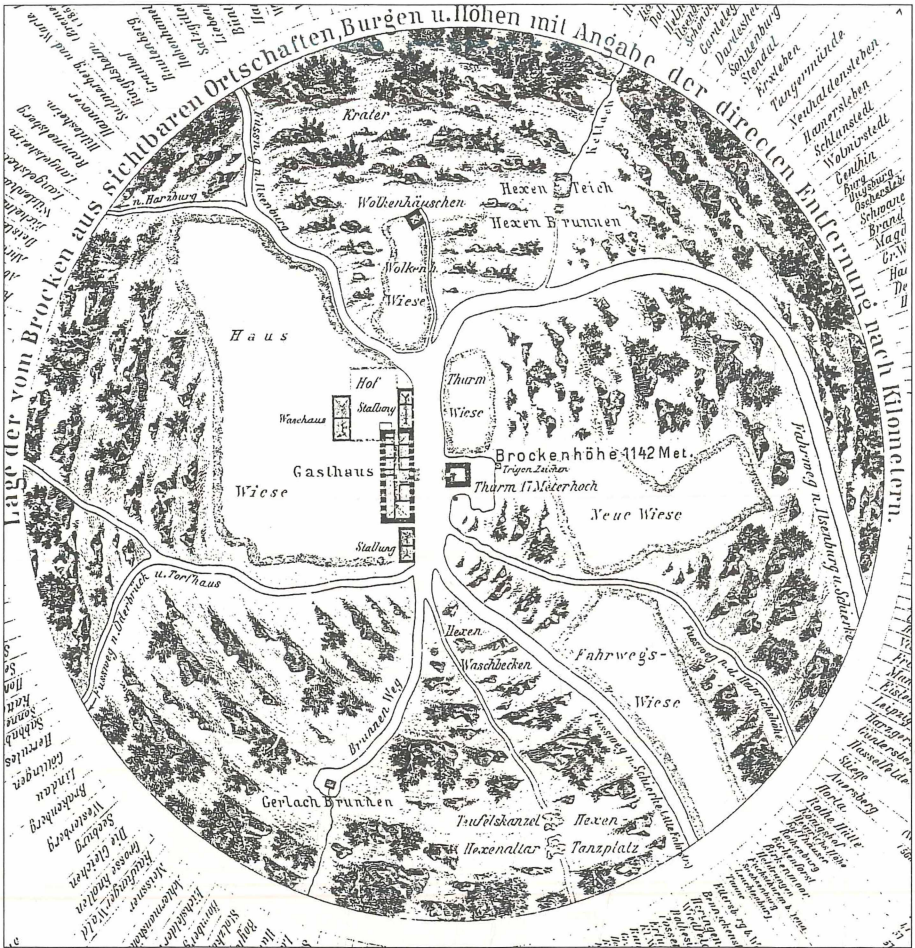


Abb. 1
Ausschnitt aus einem Brockenpanorama von 1870
(aus KNAPPE 1991).

Fig. 1
Panoramic view of the Brocken from 1870
(from KNAPPE 1991).

dert (JACOBS 1870, 1878). Aufgrund des großen Holzbedarfs der Harzer Erzhütten wurden dann auch die Wälder am Brocken bis in eine Höhe von mehr als 1000 m ü. NN forstwirtschaftlich genutzt. Die Nutzung dieser Wälder endete bereits im letzten Jahrhundert (vgl. DENGLER 1913).

Im Jahr 1800 wurde ein Hotel auf dem Brocken errichtet, und der Wirt legte Wiesen an (vgl. Abb. 1), die wahrscheinlich einschürig genutzt und zudem mit Kühen und Pferden beweidet wurden (KNOLLE 1995). Diese Art der Grünlandnutzung blieb im wesentlichen bis etwa 1935 erhalten, auch wenn sich die Lage der Wiesen mehrmals änderte. In Abb. 2 ist die Lage der Wiesen um 1930 dargestellt. Außerdem wurde die gesamte Brockenkuppe zwischen 1790 und etwa 1870 als Triftweide genutzt (vgl. NEHSE 1840, GYNZ-REKOWSKI 1991).

Als Folge der im 19. Jahrhundert rasch zunehmenden Touristenströme wurden mehrere Wege, eine Straße und eine Schmalspurbahn gebaut, die einen beträchtlichen Teil der subalpinen Vegetation zerstörten (vgl. Abb. 1 und Abb. 2). Bis zur Sperrung der Brockenkuppe für die Öffentlichkeit im Jahr 1961 wurden aber nicht nur die Wege, sondern die gesamte Brockenkuppe regelmäßig durch Touristen betreten. Auf sehr stark betretenen Flächen (vgl. Abb. 2) wurde die Vegetationsdecke durch die hohe Trittbelastung zerstört und der Boden durch Erosion, wie auf zahlreichen Fotografien zu erkennen ist, fast vollständig abgetragen.

Die höchsten und zentral gelegenen Bereiche der Brockenkuppe können, als Folge der deutschen Wiedervereinigung, seit 1989 wieder touristisch genutzt werden (vgl. Abb. 2). Diese Flächen sind nicht vege-

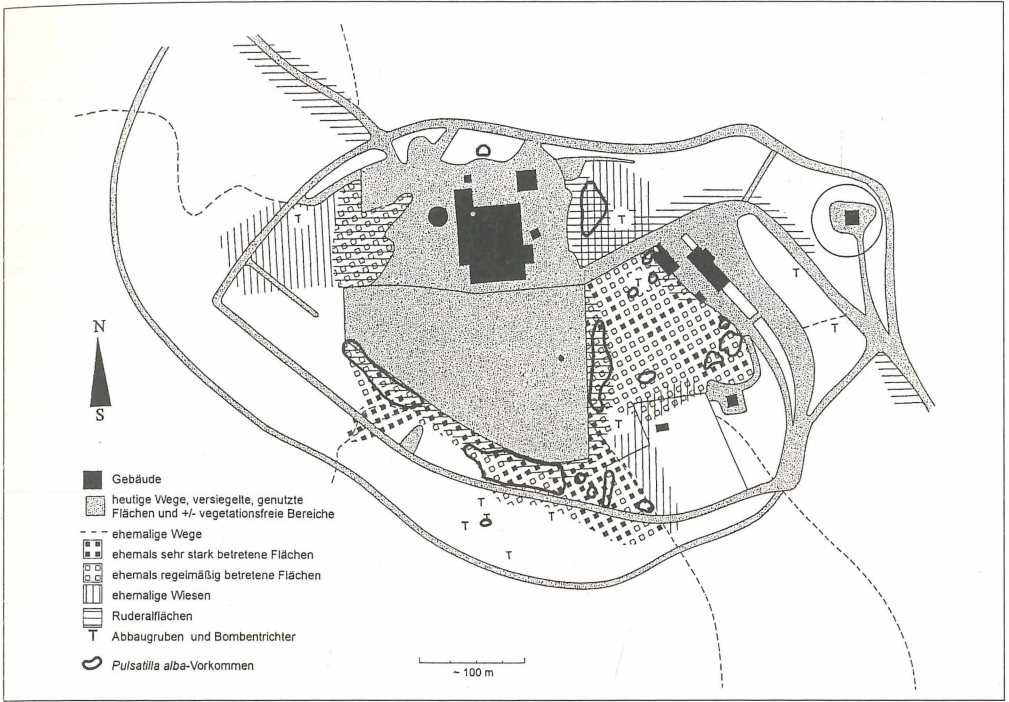


Abb. 2
Historische Nutzungen, anthropogene Einflüsse und Verbreitung von *Pulsatilla alba*.

Auf den weiß gelassenen Flächen konnte in diesem Jahrhundert keine Nutzung nachgewiesen werden. Sie wurden aber gelegentlich durch Touristen betreten und im letzten Jahrhundert als Triftweide genutzt. Nur kleinflächig ausgebildete Ruderalflächen sind nicht dargestellt.

tationsbedeckt, oder es haben sich lückige Ruderalfluren entwickelt, in denen zahlreiche, im Untersuchungsgebiet nicht autochthone Arten vorkommen (DAMM 1994). Diese Ruderalflächen weisen gestörte Bodenprofile auf, und ihr Nährstoffhaushalt ist durch eingebrachten Kalkschotter oder Bauschutt verändert (erhöhte pH-Werte, erhöhte Phosphor- und Magnesiumgehalte, vgl. TACKENBERG 1996, unveröff.).

3 Veränderungen der Waldgrenze

Bereits in den ältesten schriftlichen Quellen wird der Brockengipfel als waldfrei beschrieben (ARNEKEN 1579 in SCHADE 1926). Aus dieser Zeit sind keine Nutzungen oder landschaftsprägenden Einflüsse des Menschen aus dem Hochharz bekannt (vgl. Kap. 2), so daß im allgemeinen von einer natürlichen Waldgrenze am Brocken ausgegangen wird (z. B. DRUDE 1902, HUECK 1936, FIRBAS 1952). Auch wird das Vorkommen von Eiszeitrelikten wie *Pulsatilla alba*,

Fig. 2:
Historical land-uses, human influences and distribution of *Pulsatilla alba*.

White areas in the map indicate that no land-use could be proved in this century. Nevertheless these areas were entered by tourists and used as pastures in the last century. Small patches with ruderal influence are not represented in the map.

Hieracium alpinum oder *Hieracium nigrescens* als Indiz für eine natürliche Waldgrenze angesehen (HAEUPLER 1970). Klimatisch günstigere Epochen, während der eine alpine Waldgrenze am Brocken nicht existiert haben muß – Hinweise hierfür geben die paläobotanischen Untersuchungen (z. B. FIRBAS 1952) – können diese lichtbedürftigen Arten in den aus edaphischen Gründen wohl immer waldfreien Granitblockhalden überdauert haben.

Vom 17. Jahrhundert bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts bildeten der Brocken und einige der benachbarten Gipfel, wahrscheinlich als Folge des intensiven Holzeinschlags, eine gemeinsame waldfreie Zone (vgl. ANONYMUS 1640 in JACOBS 1870, BEHRENS 1712, NEHSE 1840). Erst nach Beendigung der forstwirtschaftlichen Nutzung gegen Ende des 19. Jahrhunderts haben sich die benachbarten Berggipfel im Laufe einiger Jahrzehnte wiederbewaldet. Am Brocken ist die Waldgrenze zwischen 1900 und 1955 um etwa 100 Höhenmeter angestiegen und hat sich seitdem nicht mehr wesentlich verändert

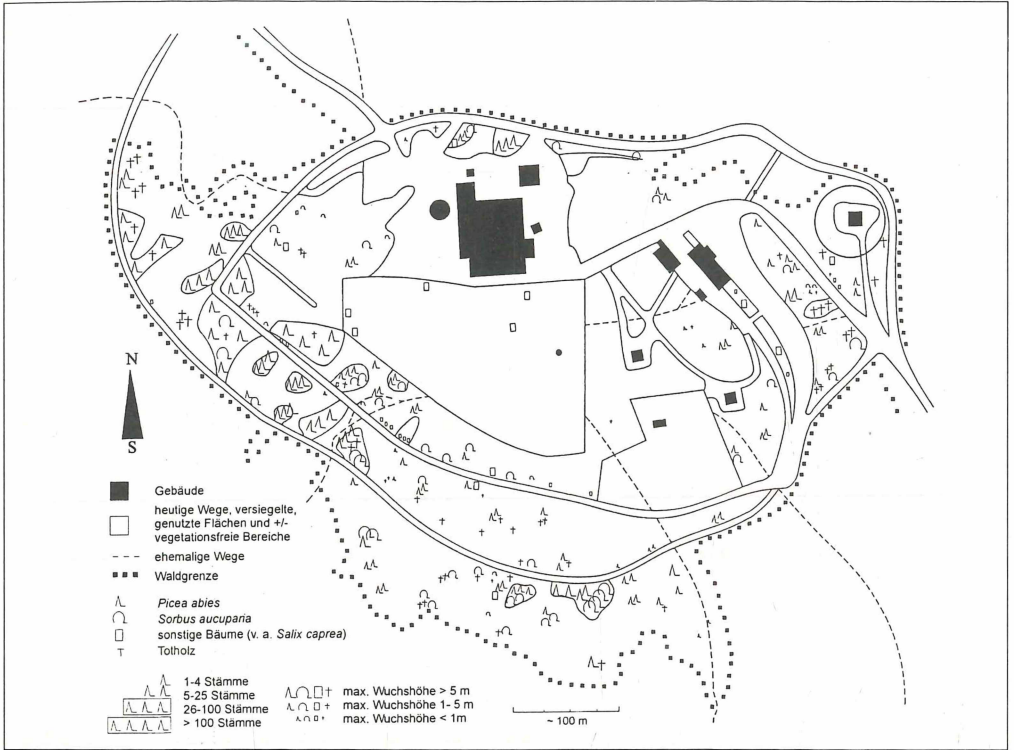


Abb. 3
Lage der Waldgrenze und von Gehölzen oberhalb der Waldgrenze.

Fig. 3
Forest line and location of woods and single trees above the forest line.

(vgl. Tab. 1). Oberhalb der Waldgrenze wachsen einzelne Baumgruppen, die oberhalb von 1130 m ü. NN nur noch Wuchshöhen von maximal 1–2 m erreichen (vgl. Abb. 3).

In den *Calamagrostis villosa*-Matten fehlt, vor allem aufgrund der dicht geschlossenen Streuschicht, die generative Gehölzverjüngung weitgehend. Hinge-

gen wurde in den *Vaccinium myrtillus*-Heiden der Blockhalden regelmäßig Gehölz-Jungwuchs gefunden. Die wichtige Rolle dieses Vegetationstyps für die Ansiedlung von Gehölzen zeigt sich auch darin, daß im Unterwuchs der meisten etablierten Gehölze *Vaccinium myrtillus*-Bestände zu finden sind.

Ob die seit 40 Jahren stabile Waldgrenze einen natürlichen Gleichgewichtszustand darstellt oder inwieweit die Verbreitung von Gehölzen durch andere, indirekt wirkende Faktoren beeinflusst wird (z. B. atmosphärische Nähr- und Schadstoffeinträge oder die verjüngshemmende Wirkung der *Calamagrostis villosa*-Matten) bedarf weiterer Untersuchungen.

Tab. 1
Veränderungen der empirischen Waldgrenze seit 1900
* nur am Kleinen Brocken, sonst deutlich höher

Table 1
Changes of the forest line in the 20th century
* only at the »Kleine Brocken«, otherwise distinctly higher

Zeit	Höhe der Waldgrenze [m ü. NN]	Quellen
1900	1000	DRUDE 1902, DENGLER 1913
1930	940*-1090	HUECK 1936
1955	1080-1125	WEIGEL 1957
1995	1090-1125	eigene Kartierung (vgl. Abb. 3)

4 Auswirkungen der historischen Nutzungen auf die heutige subalpine Vegetation

Bei den Vegetationstypen der Brockenkuppe (Abgrenzung nach dem Dominanzprinzip, vgl. Abb. 4) handelt es sich in der Regel um artenarme und dichtgeschlossene Bestände, in denen die jeweils dominante Art Deckungsgrade von mehr als 50 %, oft sogar über 75 % erreicht (detaillierte Angaben in TACKENBERG

	keine Nutzung	Wiesen und Weiden	Ruderal-einflüsse	regelmäßige Trittbelastung	sehr starke Trittbelastung
<i>Calamagrostis villosa</i> -Matten**	11/18	1/18	2/18	7/18	0/18
<i>Deschampsia cespitosa</i> -Matten	1/12	8/12	8/12	9/12 *	4/12
<i>Calluna vulgaris</i> -Heiden	0/12	1/12	4/12	1/12	11/12
<i>Pulsatilla alba</i> -Bestände	0/14	0/14	11/14	12/14 *	4/14
<i>Avenella flexuosa</i> -Matten	2/9	2/9	5/9	7/9 *	2/9
Borstgrasrasen	2/11	1/11	1/11	8/11 *	4/11

Abb. 4
Historische Nutzungen, anthropogene Einflüsse und heutige Vegetation.

Die schwarzen Felder weisen darauf hin, daß mehr als die Hälfte der Vegetationsaufnahmen eines Vegetationstyps (erste Spalte) der gleichen Nutzung (Kopfzeile) unterlagen. Die so erhaltene Beziehung zwischen Vegetation und Nutzung entspricht auch der flächenmäßigen Verteilung der Vegetationstypen auf die Nutzungsarten.

11/18: 11 Vegetationsaufnahmen von insgesamt 18 Aufnahmen des entsprechenden Vegetationstyps unterlagen der in der ersten Zeile genannten Nutzung. Auf einem Standort können mehrere Nutzungen auftreten.

*: inklusiv sehr starker Trittbelastung

** : auch die Vegetation der Blockhalden und die Gehölze oberhalb der Waldgrenze wurden in diesem Jahrhundert nicht genutzt.

Fig. 4
Historical land-uses, human influences and today's vegetation.

Black fields indicate that more than 50 % of all samples of one vegetation type were used in the same way. The relation found out this way corresponds to the actual distribution of the vegetation types to the different land-uses.

11/18: 11 sample stands of 18 samples totally of the concerning vegetation type (first column) were used as indicated in the first row. Several types of land-uses can occur on one location.

1996, unveröff.; vgl. auch DAMM 1994). Im folgenden sollen anhand von vier Beispielen kurz die Auswirkungen der früheren Nutzungen auf die heutige Verteilung der Vegetationstypen auf der Brockenkuppe dargestellt werden.

4.1 *Calamagrostis villosa*-Matten

Die *Calamagrostis villosa*-Matten sind der flächenmäßig bedeutsamste Vegetationstyp oberhalb der Waldgrenze (Vegetationskarte bei DAMM 1994). Sie kommen vor allem auf den nicht genutzten Flächen vor (vgl. Abb. 4). Von *Calamagrostis villosa* dominierte Vegetationstypen wurden bereits von DRUDE (1902) beschrieben. Diese »langhalmigen Riedgrasfluren« hatten um die Jahrhundertwende eine Verbreitungsobergrenze von nur 950 m ü. NN, während sie heute bis zu einer Höhe von mehr als 1135 m vorkommen.

Auf den Flächen, die heute von den *Calamagrostis villosa*-Matten eingenommen werden, wuchs um die Jahrhundertwende eine »subalpine Berghaide«, in der *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Avenella*

flexuosa, aber auch bereits *Calamagrostis villosa* die wichtigsten Arten waren. In dieser »subalpinen Berghaide« hatten außerdem viele Eiszeitrelikte des Brockens wie *Pulsatilla alba*, *Hieracium alpinum* und *Hieracium nigrescens* ihren Verbreitungsschwerpunkt (VOIGTLÄNDER-TETZNER 1895, DRUDE 1902). Diese typischen Arten der Brockenflora fehlen den heute von *Calamagrostis villosa* dominierten Bereichen.

Calamagrostis villosa breitet sich in jüngster Zeit nicht nur am Brocken im Harz, sondern auch im Unterwuchs von Fichtenwäldern und auf Kahlschlägen anderer zentraleuropäischer Gebirge aus (vgl. PYSEK 1993). Die dortige Ausbreitung wird auf die neuartigen Waldschäden und die damit verbundene Auflichtung der Fichtenwälder zurückgeführt, weil in Wäldern Licht der wichtigste wachstumslimitierende Faktor für *Calamagrostis villosa* ist (PYSEK 1993, KOPPISCH 1994). Hingegen konnte bei hohem Lichtangebot, wie es in der waldfreien subalpinen Stufe vorkommt, eine Stickstofflimitierung des Wachstums nachgewiesen werden (KOPPISCH 1996, vgl. auch STÖCKER 1976). Atmosphärische Stickstoffeinträge, die in Fichtenbeständen der Brockenkuppe

über 80 kg N*ha⁻¹*a⁻¹ allein durch Nebelinterzeption betragen können (schriftl. Mitt. W. Wieprecht, AG Luftchemie, TU Cottbus) werden deshalb als ein wichtiger Grund für die beobachtete Ausbreitung von *Calamagrostis villosa* und die dabei erfolgende Verdrängung anderer Arten der subalpinen Zwergstrauchheiden angesehen.

Neben den erst seit einigen Jahrzehnten ansteigenden atmosphärischen (Stick-) Stoffeinträgen hatte auch die bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts erfolgte Nutzung der Brockenhänge als Triftweide erheblichen Einfluß auf die Konkurrenzverhältnisse in der subalpinen Vegetation. Der C-Strategie *Calamagrostis villosa* (FRANK & KLOTZ 1990, vgl. aber PYSEK 1993) ist an eine regelmäßige Beweidung vermutlich nicht gut angepaßt. Nach Beendigung der Beweidung verbesserten sich deshalb die Lebensbedingungen für dieses hochwüchsige Gras, so daß es sich gegenüber niedrigwüchsigen CS-Strategen wie *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa* oder *Calluna vulgaris* durchsetzen und diese schließlich am Brocken großflächig verdrängen konnte.

4.2 *Deschampsia cespitosa*-Matten

Die *Deschampsia cespitosa*-Matten finden sich großflächig auf den höchsten und nur flach geneigten Bereichen der Brockenkuppe, die entweder als Wiesen bzw. Weiden genutzt wurden, die ehemals betreten wurden oder die als Ruderalflächen anzusprechen sind (vgl. Abb. 4). Die Ausbreitung dieses Vegetationstyps auf Ruderalflächen wird erstmals von STOHR (1957) beschrieben. In den relativ detaillierten Vegetationsbeschreibungen und Karten von VOIGTLÄNDER-TETZNER (1895) und DRUDE (1902) werden von *Deschampsia cespitosa* dominierte Vegetationstypen nicht erwähnt.

Eine explosionsartige Ausbreitung von *Deschampsia cespitosa*-Dominanzbeständen nach Störungen der Vegetationsdecke wurde bereits mehrfach aus anderen Mittelgebirgen beschrieben (DAVY 1980, HUSAKOVA 1986), so daß angenommen werden kann, daß dieser Vegetationstyp auch am Brocken erst im Laufe der letzten Jahrzehnte als Folge anthropogener Störungen entstanden ist.

4.3 *Calluna vulgaris*-Heiden

Die zur Zeit nur noch kleinflächig am Brocken verbreiteten *Calluna vulgaris*-Heiden wachsen (fast) ausschließlich auf Flächen, deren Vegetationsdecke durch starke Trittbelastung zwischen 1930 und 1960 vollständig zerstört wurde und auf denen es anschließend zu starker Bodenerosion kam. Hingegen bildete *Calluna vulgaris* noch um die Jahrhundertwende

einen wichtigen Bestandteil der »subalpinen Bergheide« (VOIGTLÄNDER-TETZNER 1895, DRUDE 1902). Auf diesen Flächen ist *Calluna vulgaris* heute fast vollständig verschwunden und durch die *Calamagrostis villosa*-Matten ersetzt worden (vgl. Kap. 4.1).

4.4 *Pulsatilla alba*-Bestände

Im 19. und frühen 20. Jahrhundert war *Pulsatilla alba* nicht nur auf dem Brocken selbst, sondern auch auf den benachbarten, damals noch waldfreien Bergen verbreitet (Kleiner Brocken, Heinrichshöhe, Königsberg, Hirschberg, u. a.). Mittlerweile ist die Brocken-Anemone dort aber infolge der Wiederbewaldung und des Anstieges der Waldgrenze verschwunden und kommt nur noch auf der Brockenkuppe oberhalb von 1125 m vor (vgl. KARSTE 1993). Auf den tiefer gelegenen Flächen, auf denen *Pulsatilla alba* noch Anfang dieses Jahrhunderts zu finden war, wachsen heute *Calamagrostis villosa*-Matten.

Alle *Pulsatilla alba*-Bestände des Brockens stehen auf stark anthropogen beeinflussten Standorten, vor allem auf ehemals betretenen Flächen oder Ruderalflächen (vgl. Abb. 2 und Abb. 4). Die durch die anthropogenen Eingriffe entstandenen lückigen, konkurrenzarmen Standorte können als eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Keimung und Etablierung von *Pulsatilla alba* angesehen werden (vgl. auch SCHUBERT 1960). In der, in diesem Jahrhundert von direkten anthropogenen Eingriffen verschonten Vegetation, vor allem in den dicht geschlossenen *Calamagrostis villosa*-Matten, fehlen solche Keimnischen und auch *Pulsatilla alba*. Ohne die früheren »vegetationszerstörenden« Eingriffe wäre das einzige *Pulsatilla alba*-Vorkommen Deutschlands also wesentlich kleiner oder sogar bereits erloschen.

Die Verdrängung von *Pulsatilla alba* und anderen Eiszeitrelikten durch die *Calamagrostis villosa*-Dominanzbestände kann nicht allein durch direkte anthropogene Eingriffe bzw. deren Beendigung erklärt werden, weil diese Arten lange vor dem Beginn anthropogener Eingriffe im Hochharz heimisch waren. Unserer Meinung nach müssen auch indirekt wirkende Faktoren wie z. B. die atmosphärischen Stickstoffeinträge für den Rückgang dieser Arten am Brocken verantwortlich gemacht werden (vgl. Kap. 4.1). Da sich diese indirekt wirkenden Faktoren aber in absehbarer Zeit kaum ändern werden, ist zu befürchten, daß viele der typischen und bereits heute stark gefährdeten Arten des Brockens durch die sich ausbreitenden *Calamagrostis villosa*-Dominanzbestände verdrängt werden und am Brocken schließlich aussterben, wenn sie nicht durch Artenhilfsmaßnahmen der Nationalparkverwaltung unterstützt werden.

Danksagung

Der Nationalparkverwaltung Hochharz sei für die Genehmigung der Untersuchungen und die Unterstützung gedankt. A. Linke, D. Oemler, W. Richter und H. Ullrich stellten ihre umfangreichen Bild-Archive vom Brocken zur Verfügung, ohne die die Arbeit in dieser Form kaum möglich gewesen wäre.

Literatur

- BEHRENS, G.-H., 1712: *Hercynia curiosa*. – Buchhandlung der Realschule, Nordhausen: 200 S.
- DAMM, C., 1994: Vegetation und Florenbestand des Brockengebietes. – *Hercynia* N. F. 29: 5–56.
- DAVY, A. J., 1980: *Deschampsia cespitosa*. – *J. Ecology* 68: 1075–1096.
- DENGLER, A., 1913: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. – *Z. Forst- und Jagdwesen* 45: 9–174.
- DRUDE, O., 1902: Der Hercynische Florenbezirk. – In: ENGLER, A. & O. DRUDE (Hrsg.): *Die Vegetation der Erde – Sammlung pflanzengeographischer Monographien* 6: 488–520.
- FIRBAS, F., 1952: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. II. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. – Fischer, Jena: 256 S.
- FRANK, D. & S. KLOTZ (Hrsg.), 1990: Biologisch-ökologische Daten zur Flora in der DDR. – *Wissenschaft. Beiträge der Universität Halle-Wittenberg* 32: 167 S.
- GYNZ-REKOWSKI, G. V., 1991: Brocken: Historie – Heimat – Humor. – Gerig, Königstein: 380 S.
- HAEUPLER, H., 1970: Vorschläge zur Abgrenzung der Höhenstufen der Vegetation im Rahmen der Mitteleuropakartierung. – *Göttinger floristische Rundbriefe* 4: 54–62.
- HUECK, K., 1936: *Pflanzengeographie Deutschlands*. – Bermüller, Berlin: 155 S.
- HUSAKOVA, J., 1986: Subalpine turf communities with *Deschampsia cespitosa* along the tracks and paths in the Krkonose (= Giant Mountains) National Park. – *Preslia* 58: 231–246.
- JACOBS, E., 1870: Der Brocken und sein Gebiet. – *Z. Harzverein Geschichte Altertumskunde* 3: 1–139.
- JACOBS, E., 1878: Brockenfragen. – *Z. Harzverein Geschichte Altertumskunde* 11: 433–475.
- KARSTE, G., 1993: Verbreitung und Schutz der Brockenanemone. – *Unser Harz* 41: 147–151.
- KNAPPE, H. (Hrsg.), 1991: Auf dem Brocken. – Harzmuseum, Wernigerode: 64 S.
- KNOLLE, F., 1995: Von den Wiesen auf dem Brocken. – *Harzer Kalender* 4/5: 60–63.
- KOPPISCH, D., 1994: Nährstoffhaushalt und Populationsdynamik von *Calamagrostis villosa* (Chaix.) J. F. Gmel., einer Rhizompflanze des Unterwuchses von Fichtenwäldern. – *Bayreuther Forum Ökologie* 12: 187 S.
- KOPPISCH, D., 1996: Ressourcenlimitierung von *Calamagrostis villosa*-Beständen im Fichtelgebirge (NO-Bayern). – *Verh. Gesell. Ökologie* 26: 789–795.
- NEHSE, C. F., 1840: Der Brocken und seine Merkwürdigkeiten. Nachdruck 1990. – Kuhle, Braunschweig: 134 S.
- PYSEK, P., 1993: What do we know about *Calamagrostis villosa*? – A review of the species behaviour in secondary habitats. – *Preslia* 65: 1–20.
- SCHADE, R. (Hrsg.), 1926: Der Brocken. – Appelhans & Comp., Braunschweig: 126 S.
- SCHROEDER, C. F., 1785: Abhandlungen vom Brocken. – Buchhandl. der Gelehrten, Dessau: 296 S.
- SCHUBERT, R., 1960: Die zwergstrauchreichen azidiphilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. – *Pflanzensoziologie* 11: 235 S.
- SCHUBERT, R. (Hrsg.), 1994: *Exkursionsflora für Deutschland*. Band 4. – Fischer, Jena: 811 S.
- STÖCKER, G., 1965: Eine neue Zwergstrauchgesellschaft aus dem Naturschutzgebiet »Oberharz«. – *Arch. Natursch. Landschaftsforsch.* 5: 111–115.
- STÖCKER, G., 1976: Untersuchungen über Stickstoff-Blattspiegelwerte einiger Bodenpflanzen naturnaher Berg-Fichtenwälder. Standorts- und Vegetationsbeziehungen. – *Flora* 165: 457–478.
- STOHR, G., 1957: Der Brocken als Naturschutzgebiet. – *Natur und Heimat* 6: 148–152.
- THAL, J., 1588: *Sylva Hercynia*. – In: RAUSCHERT, S. (Hrsg.): *Kommentierter Nachdruck der Originalausgabe von 1799*. – Leipzig: 283 S.
- VOIGTLÄNDER-TETZNER, W., 1895: *Pflanzengeographische Beschreibung des Brockengebietes*. – *Schriften Naturwissenschaft. Verein Harz* 10: 87–115.
- WEIGEL, W., 1957: Beobachtungen über die Wuchshöhe der gemeinen Fichte im Brockengebiet in ihrer Abhängigkeit von der Meereshöhe und der Exposition. – *Geographische Berichte* 2: 81–88.

Adressen

Oliver Tackenberg
Prof. Dr. Peter Poschlod
Fachbereich Biologie – Naturschutz II
Philipps-Universität Marburg
35032 Marburg

Dr. Gunter Karste
Nationalparkverwaltung Hochharz
Lindenallee 35
35855 Wernigerode

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [27_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Tackenberg Oliver, Poschlod Peter, Karste Gunter

Artikel/Article: [Veränderungen der subalpinen Vegetation und Landschaft des Brockens \(Harz\) 45-51](#)