

## Die Moos- und Flechtenflora des Tombergs 1975 und 1995

Jan-Peter Frahm und Gary Brown

(Manuskripteingang: 7. September 1995)

### Zusammenfassung

In einer 1975 publizierten Inventarisierung der Moose und Flechten des Tombergs (Kr. Euskirchen, Nordrhein-Westfalen) wurden 67 Moos- und 31 Flechtenarten angegeben. Zwanzig Jahre später wurde diese Inventarisierung wiederholt. Dabei ergab sich, daß 16 Moosarten neu aufgefunden und 20 Moosarten nicht mehr wiedergefunden wurden. Das zeigt eine sehr starke Dynamik in der Moosflora, was auf veränderte Standortbedingungen zurückgeführt werden kann. Insgesamt werden solche relativ starken floristischen Änderungen als Anzeichen für labile ökologische Verhältnisse interpretiert. Die Änderungen sind wesentlich stärker als in vergleichbaren naturnahen Gebieten wie den Vogesen aber geringer als in Gebieten mit starken ökologischen Veränderungen wie auf der Insel Juist.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden 49 Flechtenarten nachgewiesen. Ein Großteil (23) der von BREUER festgestellten Arten (31) konnte erneut bestätigt werden. Zwei von ihm angegebene epiphytische Vertreter sind mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgestorben. Vermutlich ist der Verbesserung der lufthygienischen Situation innerhalb der letzten 20 Jahre, bedingt u.a. durch die Abnahme der  $\text{SO}_2$ -Konzentration, zu verdanken, daß eine Reihe epiphytischer Arten das Gebiet neu oder wieder besiedeln konnte.

### Abstract

In 1975, the local botanist H. BREUER published a list containing 67 species of bryophytes and 31 lichens from the Tomberg, a small hill near Rheinbach, district of Euskirchen, North-Rhine Westphalia. 20 years later, the area was re-investigated. 16 bryophyte species were discovered new, and 20 species listed by BREUER could not be confirmed. This points to strong dynamic processes operating in the bryophyte flora which can be attributed to changes in certain habitat conditions. Such marked changes in the flora can be interpreted as indicating unstable ecological conditions. The changes found at the Tomberg are much more pronounced than at comparable natural areas such as the Vosges, but much less pronounced than in areas which have undergone considerable ecological changes, like the North Sea island Juist.

In the present study, a total of 49 lichen species were recorded for the Tomberg. A large proportion of those (23) found by BREUER were confirmed. 2 epiphytic species have most probably become extinct. The improvement in air quality, particularly the decrease in sulphur dioxide levels, appears to have enabled a number of epiphytic species to recolonize the area.

### 1. Einleitung

Die Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung eines Gebietes spiegeln auch gleichzeitig die Veränderungen in den Standortbedingungen wieder. Anhaltspunkte dafür sind, daß Arten neu auftreten oder sich ausbreiteten, daß andere Arten zurückgehen oder verschwinden. Daneben gibt es auch mehr oder weniger zufällige Veränderungen. Gerade bei Sporenpflanzen spielt der Sporenanflug eine Rolle. Ob von den riesigen Mengen angewehter Sporen sich jedoch eine Art ansiedeln und etablieren kann, ist wiederum auch von dem Vorhandensein einer freien ökologischen Nische und dem Konkurrenzverhalten der anderen Arten abhängig und dann wiederum von Störungen im Artengefüge und Veränderungen in den Standortbedingungen.

Hinsichtlich der Moose und Flechten gibt es selten die Gelegenheit, die Veränderungen im Artenbestand eines kleinen, gut umgrenzten Gebietes über eine gewisse Zeitspanne dokumentieren zu können. Früher wurden in Florenwerken ohnehin nur bemerkenswerte Funde gelistet; die Verteilung und Häufigkeit sogenannter verbreiteter Arten läßt sich dadurch leider nicht rekonstruieren. Auch bei der heute üblichen Kartierung von Arten lassen sich wegen des Kartiermaßstabes und des Zuschnittes der Rasterfelder keine Veränderungen im kleinen Maßstab feststellen. Nur selten wurden monographische Beschreibungen einzelner Fundorte verfaßt, die einen vollständigen Überblick über die Moos- und/oder Flechtenflora eines eng begrenzten Gebietes erlaubten, und noch seltener wurden diese Angaben mit den heutigen Verhältnissen verglichen.

Im Rheinland hat der verstorbene Hans BREUER aus Rheinbach vor 20 Jahren mehrere Inventarisierungen der Moose und Flechten kleiner Gebiete verfaßt, so vom Bausenberg-Vulkan im oberen Brohltal (BREUER 1975a) und vom Tomberg bei Rheinbach (BREUER 1975b). Der

Tomberg ist eine 308 m hohe Basaltkuppe am Rande der Eifel, 4 km südlich von Rheinbach und 1 km westlich von Wormersdorf, auf der eine Burgruine, die Tomburg, steht. Das Gebiet des Tombergs ist bewaldet und sein Durchmesser beträgt nur ca. 250 m, nimmt also eine Fläche von knapp 5 ha ein. LOHMEYER (1973) veröffentlichte eine Liste von 140 Gefäßpflanzen aus diesem Gebiet, BREUER (1975b) eine Liste von 67 Moos- und 31 Flechtenarten. Das Gebiet eignet sich besonders für eine Nachuntersuchung, da es relativ sehr klein ist, denn je kleiner das Gebiet ist, um so größer sind die Chancen, den Artenbestand komplett zu erfassen und komplett zu überprüfen.

Zu diesem Zweck wurde das Gebiet im Frühjahr 1995 mehrfach begangen und intensiv abgesehen, der Bestand an Moosen (vom ersten Autor) und Flechten (vom zweiten Autor) erfaßt sowie qualitative und quantitative Veränderungen in der Zusammensetzung der Kryptogamenflora des Tombergs in den letzten 20 Jahren im Vergleich mit der Arbeit von BREUER (1975b) zusammengestellt.

## 2. Moose

Es muß davon ausgegangen werden, daß der inzwischen verstorbene BREUER das Gebiet intensiv durchforscht hat, da es in der Nähe seines Wohnortes Rheinbach lag. Auch führt BREUER (1975b) in seiner Liste durchaus auch seltene, leicht übersehbare und unscheinbare Arten wie *Amblystegiella subtilis*, *Homomallium incurvatum* oder *Eurhynchium pumilum* an, die belegen, daß er das Gebiet sehr intensiv durchsucht haben muß. Daraus läßt sich folgern, daß damals nicht aufgeführte Arten auch nicht vorhanden und nicht nur übersehen waren. Das Moosherbar von BREUER befindet sich im Botanischen Institut der Universität Bonn. Leider ergibt sich dadurch nicht die Möglichkeit der Überprüfung von Belegen, da Aufsammlungen vom Tomberg darin offenbar nicht erhalten sind. BREUER bewahrte die Belege zu seinen Publikationen separat auf; es muß daher angenommen werden, daß die Tomberg-Belege verloren gegangen sind.

Unter den Arten, die BREUER (1975b) nicht erwähnt hat, sind:

- Barbula unguiculata* HEDW.
- B. sinuosa* (MITT.) GAROV.
- Encalypta streptocarpa* HEDW.
- Eurhynchium pulchellum* (HEDW.) JENN.
- Grimmia pulvinata* (HEDW.) SM.
- Isoetecium myosuroides* BRID.
- Leskea polycarpa* HEDW.
- Neckera complanata* (HEDW.) HÜB.
- Orthotrichum affine* BRID.
- O. anomalum* HEDW.
- O. stramineum* HORNSCH. ex BRID.
- Platygyrium repens* (BRID.) B.S.G.
- Rhynchostegium confertum* (DICKS.) B.S.G.
- Thamnobryum alopecurum* (HEDW.) NIEUWL.
- Tortula subulata* HEDW.
- Ulota bruchii* HORNSCH. ex BRID.

Dieses sind 16 Arten oder 24 % der von BREUER angegebenen Arten. Interessanterweise ergeben sich kaum Anhaltspunkte, die eine Interpretation der floristischen Veränderungen erlauben. Lediglich bei den Epiphyten (*Orthotrichum* ssp., *Ulota bruchii*) kann man mit Veränderungen in der Luftqualität argumentieren. BREUER hat seinerzeit (1975) nur *Orthotrichum diaphanum* und *O. stellatum* angegeben. Allein das Vorhandensein von epiphytischen *Orthotrichum*-Arten vor 20 Jahren, als die SO<sub>2</sub>-Emissionen noch Maximalwerte erreichten, ist bemerkenswert. Das zusätzliche Auftreten von weiteren *Orthotrichum*-Arten als auch insbesondere der gegen Luftverschmutzung weitaus empfindlicheren *Ulota bruchii* zeigen jedoch eine wesentliche Verbesserung der Luftqualität. Nur *Orthotrichum affine* ist in der Umgebung gelegentlich anzutreffen; sowohl *O. stramineum* als auch *Ulota bruchii* sind Arten, die bislang nur noch in höheren Mittelgebirgslagen vorkamen. *Platygyrium repens* mag von BREUER unter die „verschiedenen Formen von *Hypnum cupressiforme*“ gerechnet worden sein, oder aber auch sich erst in jüngster Zeit dort angesiedelt haben. Diese epiphytische Art ist heute im Gebiet um Bonn häufig. DÜLL (1980) bezeichnet sie als möglicherweise in Ausbreitung begriffen, was eigenen Erfahrungen entspricht.

Bei den übrigen von BREUER nicht notierten Arten handelt es sich um weitverbreitete Arten, die dem Verfasser sicher bekannt waren, so daß sie nicht als übersehen gelten können. Selbst wenn man unterstellt, daß BREUER die eine oder andere Art entgangen sein sollte, so läßt doch der hohe Anteil von insgesamt fast einem Viertel neuer Arten auf erhebliche floristische Verschiebungen schließen. Ihr Auftreten in neuerer Zeit kann auch nicht so ohne weiteres irgendwelchen Störungen oder Standortveränderungen zugeschrieben werden. Es sind auch keine ausgesprochen empfindlichen Arten. Insofern muß man vielleicht davon ausgehen, daß es zufällige Änderungen sind.

Bei den Nachuntersuchungen nicht gefunden wurden:

- Brachythecium albicans* (HEDW.) B.S.G.
- Brachythecium glareosum* (SPRUCE) B.S.G.
- Brachythecium salebrosum* (WEB. & MOHR) B.S.G.
- Bryum atrovirens* VILL. ex BRID.
- Campylium polygamum* (B.S.G.) C. JENS.
- Ctenidium molluscum* (HEDW.) MITT.
- Eurhynchium striatum* (HEDW.) SCHIMP.
- Fissidens bryoides* HEDW.
- Fissidens cristatus* WILS. ex MITT.
- Fissidens minutulus* SULL.
- Grimmia laevigata* (BRID.) BRID.
- Mniobryum wahlenbergii* (WEB. & MOHR) JENN.
- Mnium cuspidatum* HEDW.
- Mnium punctatum* HEDW.
- Orthotrichum stellatum* BRID.
- Oxyrhynchium pumilum* Sw.
- Rhytidiadelphus squarrosus* (HEDW.) WARNST.
- Streblotrichum convolutum* (HEDW.) P. BEAUV.
- Tortella tortuosa* (HEDW.) LIMPR.
- Plagiochila asplenioides* (L.) DUM.

Das sind 20 Arten oder 30 % der vor 20 Jahren festgestellten Arten. Auch hier handelt es sich vielfach um auffällige, nicht übersehbare Arten (*Plagiochila asplenioides*, *Mnium punctatum* u.a.), die BREUER nach seinen Angaben seinerzeit mehrfach gefunden hat. Selbst wenn sie bei der Nachuntersuchung übersehen sein sollten, sind sie zumindestens in ihrem Bestand stark zurückgegangen. Einige der nicht wiedergefundenen Arten zeigen ruderale Standorte an (*Bryum atrovirens*, *Mniobryum wahlenbergii*, *Rhytidiadelphus squarrosus*), was vielleicht daran liegt, daß BREUER das Gebiet randlich etwas ausgedehnt hat.

Hinsichtlich der Abundanz hat BREUER (1975b) zwischen selten, mehrfach und häufig unterschieden. Vergleicht man diese Angaben mit den heutigen Verhältnissen, so ergeben sich wesentliche Häufigkeitsveränderungen bei folgenden Arten:

*Cirriphyllum crassinervium* wird als selten angegeben, überzieht aber heute im Steinbruch an der Ostseite des Tombergs große Felsflächen und ist auch häufig an Baumbasen zu finden

*Dicranella heteromalla* wurde als häufig angegeben, was heute nicht mehr zutrifft

*Dicranoweisia cirrhata* wurde mehrfach gefunden, ist aber heute ein häufiger Epiphyt.

### 3. Flechten

Die Bestandserhebung bei den Flechten ergab eine Gesamtliste von 49 Arten. Wie bei BREUER (1975b) richtete sich das Augenmerk in erster Linie auf die epiphytischen Vertreter. Gesteinsbewohnende Arten auf Felsblöcken und auf der Burgruine wurden nur berücksichtigt, wenn sie direkt im Gelände ohne Beschädigung des Substrats bestimmbar waren.

BREUER (1975b) hatte seinerzeit 32 bzw. 31 Arten festgestellt (*Peltigera canina* f. *subcanina* und *P. praetextata* gehören nach heutiger Auffassung zur selben Art). Weiterhin ist zur Artenliste von BREUER anzumerken, daß heute unter *Parmelia borrieri* eine in Deutschland sehr selten vorkommende, ozeanische Laubflechte verstanden wird. Die Angabe von BREUER bezieht sich auf *Punctelia subrudecta*. Diese Art wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mehrfach auf

älteren Laubbäumen im unteren Bereich des Tombergs festgestellt. Geht man davon aus, daß es sich bei der von BREUER erwähnten *Lecanora subfusca* um *Lecanora chlarotera* handelt, wurden als epiphytische Arten *Amandinea punctata*, *Buellia griseovirens*, *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora expallens*, *L. intumescens*, *L. pulicaris*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria incana*, *Mycoblastus fucatus*, *Parmelia saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Physcia adscendens*, *P. tenella*, *Physconia distorta*, *Pseudosagedia aenea*, *Ramalina farinacea* und *Xanthoria candelaria* und auf Gestein *Aspicilia contorta*, *Caloplaca decipiens*, *Haematomma ochroleucum* var. *porphyrium*, *Lecidea fuscoatra*, *Lepraria* cf. *neglecta*, *Phaeophyscia nigricans*, *Psilolechia lucida* und *Xanthoria calcicola* neu für das Gebiet festgestellt. Ferner wurde auf dem Waldboden *Cladonia coniocraea* in sehr geringen Mengen gefunden.

*Lepraria incana* und *Lecanora expallens* gehören zu den toxitoleranten epiphytischen Krustenflechten, die mit Sicherheit von BREUER (1975b) übersehen bzw. nicht beachtet wurden. V.a. *Lepraria incana* ist im Untersuchungsgebiet auf verschiedenen Baumarten verbreitet und häufig. *Physcia adscendens* und *P. tenella* sind an einigen Stellen, z.B. auf *Sambucus nigra* im unmittelbaren Umkreis der Burgruine, nicht selten. Sie treten zusammen mit *Amandinea punctata*, *Phaeophyscia orbicularis* und *Xanthoria parietina* als charakteristische Arten des *Physcietum adscendentis* (Xanthorion) auf. Es ist nur schwer vorstellbar, daß sie vor 20 Jahren im Gebiet nicht vorhanden waren. Ebenso unvorstellbar ist aber auch, daß BREUER die beiden gut kenntlichen, auffälligen Arten übersehen hat. *Mycoblastus fucatus* und *Parmeliopsis ambigua* sind zwei Arten, die in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten in Ausbreitung begriffen sind. Erstere wurde zusammen mit *Pseudosagedia aenea* auf Eschen in schattiger, luftfeuchter Lage (nördlicher Untersuchungsbereich) gefunden. *P. ambigua* wurde nur an einer Stelle an einem abgestorbenen Baumstamm entdeckt.

Einige junge Thalli von *Ramalina farinacea* wurden an verschiedenen Stellen des Untersuchungsgebietes auf Bäumen gefunden. Weiterhin wurde an der Basis eines Baumes ein kleines, steriles Exemplar von *Physconia distorta* entdeckt. Beide Arten gelten als luftschadstoffempfindlich und sind nicht in der Liste von BREUER aufgeführt.

Obwohl BREUER (1975b) *Pleurosticta acetabulum* unter *Parmelia acetabulum* bereits für den Tomberg angibt, ist das Vorkommen der Art erwähnenswert. Sie ist zwar in der Eifel verbreitet, wird jedoch nach Norden infolge der Luftbelastung sehr selten und bleibt oft steril. In den oberen Hanglagen des Tombergs wurden mehrere, z.T. fruchtende Exemplare gefunden. Auf einigen älteren Thalli sind jedoch Nekrosen zu erkennen, die auf eine Schädigung durch Luftschadstoffeinwirkung hinweisen. Ähnliches gilt auch für die kümmerlich entwickelten Thalli von *Evernia prunastri*.

Auf regengeschützten, schattigen Gesteinsblöcken in luftfeuchter Lage wurde neben *Psilolechia lucida* mehrfach die skiophile *Haematomma ochroleucum* var. *porphyrium* nachgewiesen. Diese Art wurde von BREUER (1975b) vermutlich übersehen. WIRTH (1993b) gibt sie für entsprechenden Stellen im nahegelegenen Naturschutzgebiet „Ahrschleife bei Altenahr“ an. KLEMENT (1959) konnte sie im Siebengebirge bei Bonn feststellen.

Von den 8 nicht mehr auffindbaren Arten (*Cladonia fimbriata*, *Flavoparmelia caperata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora varia*, *Lecanora campestris*, *Parmelina tiliacea*, *Physcia caesia*, *Physconia grisea*) ist davon auszugehen, daß zwei epiphytische Vertreter (*Hyperphyscia adglutinata*, *Parmelia tiliacea*) mit hoher Wahrscheinlichkeit an diesem Standort verschwunden sind, da BREUER sie zum Abschluß seiner Arbeit selbst nicht mehr angetroffen hat. Nach JOHN (1990) ist erstere Art in Rheinland-Pfalz stark gefährdet. Angaben von SCHLECHTER (1994) zufolge muß sie in der Eifel als verschollen gelten. Ob *Flavoparmelia caperata* am Tomberg noch vorkommt, bleibt fraglich. Die Art wird nach eigenen Beobachtungen allerdings bereits in den nach Süden angrenzenden Bereichen von Rheinland-Pfalz (Ahrtal, Vinxtbachtal, Brohltal) häufiger, besonders in Eichenhangwäldern. *Lecanora varia* wurde zusammen mit *Strangospora pinicola* auf Weidezaunpfählen in unmittelbarer Nachbarschaft zum Untersuchungsgebiet festgestellt.

Eine ausgeprägte Bestandsdynamik bei einzelnen Arten innerhalb der letzten 20 Jahre ist aufgrund der groben Skala zur Beschreibung der Häufigkeit (selten, mehrfach, häufig), die BREUER (1975b) angewandt hat, kaum auszumachen. Eine auffällige Ausnahme besteht allerdings bei *Melanelia glabratula*, einer Art, die BREUER als „selten“ aufführt. Im Verlauf der vorliegenden Untersuchung wurde sie an zahlreichen Bäumen (v.a. in der nördlichen Hälfte des Tombergs) nachgewiesen und muß jetzt als häufig gelten. Auch *Phaeophyscia orbicularis*, die BREUER mit dem Häufigkeitsgrad „mehrfach“ bezeichnet, wurde lokal sehr häufig festgestellt.

## Artenliste

	Nachweis		
	1975	1995	
<i>Aspicilia contorta</i> (HOFFM.) KREMPELH.		x	auf Mörtel, Burgbereich, mehrfach
<i>Amandinea punctata</i> (HOFFM.) COPPINS & SCHEID.		x	auf Rinde und Gestein, stellenweise häufig
<i>Buellia griseovirens</i> (TURNER & BORRER) ALMB.		x	auf Rinde, Holz, sehr selten bis selten
<i>Caloplaca citrina</i> (HOFFM.) TH. FR.	x	x	auf Mörtel und Gestein, sehr häufig
<i>Caloplaca decipiens</i> (ARN.) BLOMB. & FORSS.		x	auf Mörtel, häufig
<i>Caloplaca holocarpa</i> (HOFFM.) WADE	x	x	auf Mörtel, häufig
<i>Caloplaca saxicola</i> (HOFFM.) NORDIN	x	x	auf Mörtel, häufig
<i>Candelariella aurella</i> (HOFFM.) ZAHLBR.	x	x	auf Gestein, selten
<i>Candelariella vitellina</i> (HOFFM.) MÖLL. ARG	x	x	auf eutrophierter Rinde, selten
<i>Candelariella xanthostigma</i> (ACH.) LETTAU		x	auf Rinde (z.B. <i>Sambucus</i> ), mehrfach
<i>Cladonia coniocraea</i> (FLÖRKE) SPRENGEL		x	auf dem Waldboden, sehr selten
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) FR.	x		
<i>Evernia prunastri</i> (L.) ACH.	x	x	auf Rinde, kümmerlich, selten
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) HALE		x	
<i>Haematomma ochroleucum</i> (NECKER) LAUNDON		x	auf schattigen Basaltblöcken, selten
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) NYL.	x	x	auf Rinde, sehr selten
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (FL.) MAYRH. & POELT	(x)		
<i>Lecanora albescens</i> (HOFFM.) FLÖRKE	x	x	auf Mörtel, Burgbereich, mehrfach
<i>Lecanora campestris</i> (SCHAEFER) HUE		x	
<i>Lecanora chlorotera</i> NYL.	x	x	auf Quercus, mehrfach
<i>Lecanora conizaeoides</i> NYL. ex CROMBIE	x	x	auf Rinde, mehrfach
<i>Lecanora dispersa</i> (PERS.) SOMMERF.	x	x	auf Rinde und Gestein, stellenweise häufig
<i>Lecanora expallens</i> ACH.		x	auf Rinde, mehrfach
<i>Lecanora intumescens</i> (REBENT.) RABENH.		x	auf Rinde, sehr selten
<i>Lecanora muralis</i> (SCHREBER) RABENH.	x	x	im Burgbereich auf Gestein, mehrfach
<i>Lecanora varia</i> (HOFFM.) ACH.	x		
<i>Lecanora pulicaris</i> (PERS.) ACH.	x	x	auf <i>Fraxinus</i> , mehrfach
<i>Lecidea fuscoatra</i> (L.) ACH.	x	x	auf Gestein, mehrfach
<i>Lecidella elaeochroma</i> (ACH.) HAZSL.		x	auf Rinde (z.B. <i>Quercus</i> ), mehrfach,
<i>Lepraria incana</i> (L.) ACH.		x	auf Rinde, häufig
<i>Lepraria</i> cf. <i>neglecta</i> LETTAU		x	auf Gestein, selten
<i>Melanelia glabratula</i> (LAMY) ESSL.	x	x	auf Rinde, häufig
<i>Mycoblastus fucatus</i> (STIRTON) ZAHLBR.		x	auf Rinde ( <i>Fraxinus</i> ), selten
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) ACH.		x	auf Rinde, stellenweise häufig
<i>Parmelia sulcata</i> TAYLOR	x	x	auf Rinde, stellenweise häufig
<i>Parmelina tiliacea</i> (HOFFM.) HALE		x	
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (WULFEN) NYL.		x	auf Rinde, sehr selten
<i>Peltigera praetextata</i> (SOMMERF.) ZOPF	x	x	auf dem Waldboden, selten
<i>Pertusaria coccodes</i> (ACH.) NYL.	x	x	auf Rinde, stellenweise häufig
<i>Pertusaria pertusa</i> (WEIGEL) TUCK.	x	x	auf Rinde, stark abgefressen, selten
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (FLÖRKE) MOBERG		x	Burgbereich, auf Mörtel, mehrfach
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (NECKER) MOBERG	x	x	auf Rinde, stellenweise sehr häufig
<i>Physcia adscendens</i> (FR.) OLIVIER		x	auf Rinde, stellenweise häufig
<i>Physcia caesia</i> (HOFFM.) FÜRNRÖHR		x	
<i>Physcia dubia</i> (HOFFM.) LETTAU	x	x	auf der Burgruine, mehrfach
<i>Physcia tenella</i> (SCOP.) DC		x	auf Rinde, stellenweise häufig
<i>Physconia distorta</i> (WITH.) LAUNDON		x	auf <i>Quercus</i> , sehr selten, steril
<i>Physconia grisea</i> (LAM.) POELT		x	
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (NECK.) ELIX & LUMBSCH	x	x	auf Rinde, mehrfach, z.T. stark fruchtend
<i>Pseudosagedia aenea</i> (WALLR.) HAF. & KALB		x	auf Rinde (z.B. <i>Fraxinus</i> ), mehrfach
<i>Psilolechia lucida</i> (ACH.) CHOISY		x	auf schattigem Gestein, mehrfach
<i>Punctelia subrudecta</i> (NYL.) KROG	x	x	auf Rinde, selten
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) ACH.		x	auf Rinde, junge Thalli, selten
<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.	x	x	auf Gestein, sehr selten
<i>Xanthoria calcicola</i> OXNER.		x	auf Mörtel, mehrfach
<i>Xanthoria candelaria</i> (L.) TH. FR.		x	auf Rinde, mehrfach
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) TH. FR.	x	x	auf Rinde und Gestein, stellenweise häufig

(x): seit 1973 nicht mehr angetroffen (BREUER 1975b)

#### 4. Diskussion

Die Nachuntersuchung der Moosflora des Tombergs hat ergeben, daß ungefähr ein knappes Drittel der Arten nicht mehr gefunden wurde, jedoch ungefähr ein Viertel neuer Arten hinzugekommen ist. Das bedeutet insgesamt einen Artenrückgang. Mit Ausnahme der positiven Veränderungen in der Epiphytenflora sind Gründe für diese Veränderungen nicht direkt ersichtlich sondern erscheinen zufallsbedingt. Selbst unter dieser Hypothese ist das Auftreten neuer Arten in

einem Gebiet eigentlich nur bei Standortveränderungen denkbar. Nur dann entstehen neue ökologische Nischen oder ehemals besetzte Nischen werden frei. Ein Wechsel im Artenbestand muß daher auch immer als ein Wechsel in den Standortverhältnissen interpretiert werden. Je größer die floristischen Veränderungen sind, umso größer sind auch die Standortveränderungen. Die Vegetationsverhältnisse am Tomberg müssen daher in gewissem Rahmen als labil gelten. Der Prozentsatz der Veränderungen im Artenbestand kann also als Gradmesser für die Stabilität oder Labilität eines Lebensraumes gelten.

Leider fehlt es weitgehend an Möglichkeiten, die Veränderungen in der Moos- und Flechtenflora des Tombergs mit denen anderer Gebiete zu vergleichen. HOMM et al. (1994) untersuchten die Dynamik und Konstanz in der Moosflora der ostfriesischen Insel Juist seit der Jahrhundertwende und kommen zu dem Schluß, daß die Gesamtzahl der Moosarten auf Juist 1900, 1950 und 1980 immer etwa gleich (zwischen 67 und 78 Arten) war, daß die Zusammensetzung sich aber immer unterschied. Bis 1950 wurden 33 Arten festgestellt (also etwas weniger als die Hälfte der Arten), die später nicht mehr nachgewiesen konnten, nach 1950 traten 45 Arten (also etwas mehr als die Hälfte) neu auf. Die Insel Juist kann sicherlich als ein Beispiel für starke Änderungen der Standortverhältnisse und damit der Artenzusammensetzung gelten.

Ein anders gelagertes Beispiel liegt aus den Vogesen vor. BOULAY (1902) gab eine detaillierte Beschreibung der Moosflora des Saut-du-Bouchout, eines Wasserfalles bei Remiremont. Damals wurden für das Gebiet, flächenmäßig etwa dem Tomberg vergleichbar, jedoch von stärkerer Diversität, 114 Moosarten angegeben. Zweiundachtzig Jahre später verglichen SCHUMACKER & FRAHM (1986) diese Angaben mit der rezenten Moosflora mit dem Ergebnis, daß 1984 neun Arten gefunden wurden, die früher nicht angegeben waren und 13 Arten nicht mehr nachgewiesen werden konnten, die früher gefunden worden waren. Durch weitere Beobachtungen des ersten Autors haben sich diese Zahlenwerte auf 10 neue Arten und 10 nicht mehr gefundene Arten nivelliert. Das sind Veränderungen in der Größenordnung von weniger als 10 %, also deutlich geringer als im Fall des Tombergs. Das zeigt, daß sich an den ökologischen Verhältnissen am Saut du Bouchout generell weniger geändert hat. Grund dafür mag sein, daß sich bei Störungen, sogar so erheblichen wie einem Kahlschlag, der auf den in der Publikation enthaltenen Fotos ersichtlich ist, die Moosflora wieder aus der Umgebung regenerieren kann, was beim Tomberg nicht der Fall ist. Hier spielen offenbar verbreitungsbiologische Faktoren eine Rolle. Daß auch bei Sporenpflanzen die Potenz zu Besiedlung von Standorten nicht so groß ist, wie es die leichte Verbreitungsmöglichkeit von Sporen denken läßt, zeigt sich auch in anderen Beispielen. Im Siebengebirge sind die Steinbrüche seit etwas mehr als 100 Jahren nicht mehr in Betrieb. In der Moosflora zeigt sich deutlich noch das Zufallselement bei der Besiedlung: einige, darunter auch seltenere Arten, zeigen hohe Dominanzen, andere hier zu erwartende Arten fehlen noch oder sind nur in einem, nicht aber dem benachbarten Steinbruch anzutreffen. Insgesamt ergibt sich selbst nach 100 Jahren noch eine instabile und unausgewogene Artzusammensetzung. Krasse Unterschiede ergeben sich auch in dem Bestand der Moosarten von Wäldern. Unter den Wäldern zeigen einige wenige eine auffälligeren Reichtum an Arten im Vergleich zu anderen. Dabei handelt es sich um ehemalige Bannwälder, die als Jagdreviere von Fürsten über Jahrhunderte eine mehr oder weniger große Standortkonstanz zeigten, wohingegen viele andere Waldgebiete aus Aufforstungen gegen Ende des Mittelalters oder noch späteren Zeiten hervorgegangen sind und daher nur eine verarmte Moosflora aufweisen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Flechtenuntersuchungen, insbesondere beim Vergleich mit der Situation vor 20 Jahren, muß vor Augen gehalten werden, daß aufgrund des damaligen Kenntnisstandes nicht alle Arten von BREUER erkannt, bzw. berücksichtigt wurden. Als weitere Einschränkung kommt hinzu, daß trotz des relativ kleinen Untersuchungsgebietes eine vollständige Erfassung der Flechtenflora aufgrund der Geländemorphologie kaum möglich ist. Dennoch zeichnen sich einige interessante Entwicklungen ab.

Besonders erwähnenswert ist die Tatsache, daß einige nitrophytische und subnitrophytische Arten wie *Amandinea punctata*, *Xanthoria candelaria*, *Physcia adscendens* und *P. tenella*, die offensichtlich vor 20 Jahren noch fehlten, nach SEAWARD (1987) zu denjenigen gehören, die durch eine allgemeine, jedoch nicht allzu starke atmosphärische Belastung profitiert haben. Im allgemeinen wird eine Abnahme der SO<sub>2</sub>-Konzentration einer Verbesserung der Luftqualität gleichgesetzt. Schwefeldioxid trägt entscheidend zur Beeinträchtigung der Flechtenvegetation bei. Geht der Einfluß dieses Faktors zurück, kann die Auswirkung anderer Luftschadstoffe (z.B. Stickstoffverbindungen) stärker zur Geltung kommen. Durch den Düngungseffekt, der von Stickstoffverbindungen ausgehen kann, werden nitrophile Arten in ihrem Wachstum und in ihrer Konkurrenzfähigkeit gefördert. Dies trifft vermutlich auch für die anderen festgestellten Arten des

Physicium adscendentis (*Phaeophyscia orbicularis* und *Xanthoria parietina*) zu, sowie für die euryöke *Lecidella elaeochroma*, die besonders oft an Eschen (Nordhang) gefunden wurde.

Inwiefern *Parmelia saxatilis* innerhalb der letzten 20 Jahre eingewandert ist, kann nicht geklärt werden. Es fällt auf, daß diese im Untersuchungsgebiet stellenweise häufige Art (mindestens so häufig wie *Parmelia sulcata*) von BREUER (1975b) nicht erwähnt wurde, obwohl sie schon immer zu den häufigsten Blatflechten des Raumes gehörte (vgl. MÜLLER, 1965; SCHLECHTER, 1994 (S.118)). *Ramalina farinacea* zählt neben *Physconia distorta* sicherlich zu den schadstoffempfindlichsten Arten, die bei der jetzigen Untersuchung registriert wurden. Allerdings wurden nur sehr junge Exemplare gefunden. SEAWARD (1980) betont, daß kleine Thalli dieser Art in vielen Fällen sich nur wenige Jahre halten, bevor sie absterben. Ihr Auftreten darf daher nicht überbewertet werden.

Der Artenumsatz im Sinne eines dynamischen Artenaustausches bleibt sehr gering. Bei den epiphytischen Flechten sind höchstens 3 Arten verschwunden, 2 davon bereits vor 1975. Mindestens 10 Arten konnten vermutlich die leichte Verbesserung der Luftqualität nutzen, Lebensräume im Untersuchungsgebiet neu- bzw. wiederzubesiedeln, so daß insgesamt eine deutliche Erweiterung des Arteninventars im Vergleich zum Stand 1975 zu verzeichnen ist. Bei diesem Prozeß wurden bereits vorhandene Arten offensichtlich nicht verdrängt.

Das Fehlen oder nur seltene Auftreten bestimmter, ansonsten häufiger Arten wirft eine Reihe von Fragen auf. *Hypogymnia physodes* bleibt eine sehr seltene Art im Untersuchungsgebiet. Dies ist um so bemerkenswerter, als es sich um eine der toxi- und säuretolerantesten Blatflechten Deutschlands handelt, die auch in die Großstädte (z.B. Bonn-Endenich, Düsseldorf-Benrath) vordringt. Auch eine weitere, ausgesprochen azidophytische Blatflechtenart (*Parmeliopsis ambigua*) wurde nur einmal angetroffen. Die Vorkommen dieser Art beschränkten sich ursprünglich auf saure Rinde von Koniferen in den höheren Lagen Mitteleuropas sowie im borealen Nadelwaldgürtel. In den letzten Jahrzehnten hat sie sich v.a. durch die Ansäuerung der Rinde (auf etwa pH 3.0 bis 4.0) bei nicht allzu starker SO<sub>2</sub>-Belastung auch in den niederen Lagen stark ausgebreitet. So kommt sie beispielsweise oft als einzige Blatflechte auf Buchen im Siebengebirge regelmäßig vor. Die sehr geringe Beteiligung dieser beiden Arten sowie die relative Seltenheit von *Lecanora conizaeoides* kontrastiert stark mit der Häufigkeit und allgemeinen Verbreitung der leprösen „Allerweltsflechte“ *Lepraria incana* im Untersuchungsgebiet, einer der toxtolerantesten Flechten Mitteleuropas. Als eine Ursache für den lokalen Rückgang von *Lecanora conizaeoides* in Deutschland führt WIRTH (1993a) die Abnahme der Belastung mit sauren Immissionen, insbesondere mit Schwefeldioxid auf.

Hainbuchen, die hauptsächlich am Südwesthang des Tombergs vorkommen, beherbergen eine ausgesprochen artenarme Flechtenflora. Es wurden lediglich *Lepraria incana* und äußerst wenig *Lecanora intumescens* gefunden. Arten des Graphidion (z.B. *Graphis scripta*, *Arthonia radiata*, *Opegrapha* spp.), wie sie z.B. in einigen Bereichen des nahegelegenen Kottenforstes vorkommen (BROWN 1994), fehlen vollständig. Eine eindeutige Erklärung hierfür fällt schwer, vermutlich aber spielen ungünstige mikroklimatische Bedingungen eine ausschlaggebende Rolle, wie bei der Verbreitung zahlreicher anderer Flechtenarten.

#### Danksagung

Herrn Dr. Volker John (Bad Dürkheim) wird für die Überprüfung einiger Flechtenarten und die kritische Durchsicht des Flechtenmanuskripts und Herrn Dr. H. Thorsten Lumbsch (Essen) für die Bestimmung einiger Flechtenbelege gedankt. Herrn Dr. Max Boecker (Bonn) wird für die Begleitung auf einer Exkursion und das Sammeln einiger Belege gedankt.

#### Literatur

- BOULAY, N. (1902): Une cascade vosgesienne. – Revue Bryologique **29**, 37-51.  
 BREUER, H. (1975a): Beitrag zur Moos- und Flechtenuvegetation des Bausenbergs (Eifel). – Beitr. Landespflege Rhld.-Pfalz Beih. **4**, 79-88.  
 BREUER, H. (1975b): Moose und Flechten am Tomberg bei Rheinbach. – Decheniana (Bonn) **127**, 83-90.  
 BROWN, G. (1994): Bemerkenswerte und interessante Flechtenfunde aus Rheinland-Pfalz und dem südlichen Teil Nordrhein-Westfalens. – Decheniana (Bonn) **147**, 58-62.  
 DÜLL, R. (1980): Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland). – Decheniana Beih. (Bonn) **24**, 1-365.  
 HOMM, Th., DE BRUYN, U., ECKSTEIN, L. (1994): Dynamik und Konstanz in der Moosflora der Insel Juist seit der Jahrhundertwende. – Drosera **94**, 71-83.  
 JOHN, V. (1990): Atlas der Flechten in Rheinland-Pfalz. – Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz. Bd. **13/1 & 13/2**.

- KLEMENT, O. (1959): Die Flechtenvegetation des Siebengebirges und des Rodderberges, in: Pax, F., Siebengebirge und Rodderberg. Beiträge zur Biologie eines rheinischen Naturschutzgebietes. - Decheniana-Beihefte (Bonn) 7, 5-56.
- LOHMEYER, W. (1973): Vegetationskundliches Gutachten über den Tomberg, in: Kultur und Gewerbe, Amtl. Mittbl. der Stadt Rheinbach 9, 19-21.
- MÜLLER, T. (1965): Die Flechten der Eifel mit Berücksichtigung der angrenzenden Ardennen und der Kölner Bucht. - Decheniana-Beihefte (Bonn) 12.
- SCHLECHTER, E. (1994): Verbreitungsatlas der Makrolichenen der Eifel und ihrer Randgebiete. - Dissertation Universität Köln.
- SCHUMACKER, R., FRAHM, J.-P. (1986): *Sematophyllum micans* (Wils.) Braithw. (Musci), nouveau pour la bryoflore française, dans trois localités vosgiennes. - Cryptogamie, Bryol. Lichénol. 7 (2), 95-102.
- SEAWARD, M.R.D. (1980): The use of lichens as bioindicators of ameliorating environments, in: SCHUBERT, R. & SCHUCH, J. (Hrsg.): Bioindikation auf der Ebene der Individuen. - Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg. 17-23.
- SEAWARD, M.R.D. (1987): Effects of quantitative and qualitative changes in air pollution on the ecological and geographical performance of lichens, in: HUTCHINSON, T.C. & MEEMA, K. M. (Hrsg.): Effects of atmospheric pollutants on Forests, Wetlands and Agricultural Ecosystems. - NATO ASI Series, Vol. G16, 439-450.
- WIRTH, V. (1993a): Trendwende bei der Ausbreitung der anthropogen geförderten Flechte *Lecanora conizaeoides*? - Phytocoenologia 23, 625-636.
- WIRTH, V. (1993b): Zur Flechtenflora (Lichenes) des Naturschutzgebietes „Ahrschleife bei Altenahr“. In: BÜCHS, W. et al., Das Naturschutzgebiet „Ahrschleife bei Altenahr“ (einschließlich angrenzender schutzwürdiger Bereiche) - Fauna, Flora, Geologie und Landespflegeaspekte. Teil I. - Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz 16, 181-193.

Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. Jan-Peter Frahm, Botanisches Institut der Universität Bonn, Meckenheimer Allee 170, D-53115 Bonn, Dr. Gary Brown, Abt. Geobotanik und Naturschutz, Institut für Landwirtschaftliche Botanik, Meckenheimer Allee 176, D-53115 Bonn