

Mainzer Naturw. Archiv	27	S. 155–194	11 Abb., 8 Tab.	Mainz 1989
------------------------	----	------------	-----------------	------------

Flora und Vegetation auf Buntsandsteinfelsen im südlichen Pfälzerwald

DIETER LÜPNITZ und THOMAS STEGER*

Kurzfassung

Der Pflanzenwuchs auf Buntsandsteinfelsen im Wasgau hebt sich aufgrund seiner besonderen mikroklimatischen und edaphischen Verhältnisse deutlich vom Umland ab. Diese Gesteinsformationen sind in Abhängigkeit von beiden Faktoren in mehrere Kleinstandorte gegliedert, die je eine charakteristische Vegetation ausprägen. Insgesamt ist die Flora aufgrund des sauren und nährstoffarmen Untergrundes artenarm, weist allerdings an stärker anthropogen beeinflussten Stellen merkliche Abweichungen auf.

Abstract

Because of its specific microclimatic and edaphic conditions, the vegetation of the Wasgau red sandstone cliffs stands in strong contrast with the surrounding scenery. Based on the above factors, the areas are divided into several smaller locations, each having a characteristic vegetation. Altogether the flora is poor in species diversity because of the acidic and nutritionally poor soil, however at places more influenced by man there are noticeable deviations from thus.

Inhalt

1.	Einleitung	156
2.	Material und Methode	156
3.	Allgemeines	157
3.1	Geographische Lage des Untersuchungsgebietes und der bearbeiteten Felsen	157
3.2	Geologie und Felsbildung	160
3.3	Klima	161
3.4	Boden- und Bewurzelungsverhältnisse	162
4.	Einteilung der Felsvegetation	164
4.1	Naturnahe Felsen	165
4.1.1	Neigungsflächen	165

* Dem Wissenschaftlichen Graphiker und langjährigen Mitarbeiter des Institutes für Spezielle Botanik der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Herrn EBERHARD GÖPPERT gewidmet.

4.1.2	Steilwände	169
4.1.3	Moossockel	172
4.1.4	Felsbänder	174
4.1.5	Überhänge	175
4.1.6	Hochflächen, Plateaus	179
4.1.7	Flechten	182
4.2	Burgfelsen	184
4.3	Schlußbetrachtung	191
5.	Zusammenfassung	192
6.	Schriftenverzeichnis	193

1. Einleitung

Über den Tälern des Wasgau erheben sich bewaldete Bergkegel, aus denen bizarre Buntsandsteinfelsen hervorragen, die der Landschaft einen eigentümlichen Reiz verleihen. Allerdings scheint diese Gegend bisher hauptsächlich von Geologen und Geographen, Wanderern und Klettersportlern entdeckt worden zu sein. Über die Vegetation dieser Felsgebilde ist bisher recht wenig bekannt geworden. Dies mag damit zusammenhängen, daß der Buntsandstein einen ziemlich mageren Boden abgibt und somit für den Pflanzenwuchs recht ungünstige Bedingungen schafft, was besonders für den im Wasgau vorherrschenden Mittleren Buntsandstein zutrifft.

Eine zusammenhängende Betrachtung der Felsen als Pflanzenstandorte fehlt bisher. Diesen Beitrag möchte die vorliegende Arbeit leisten. Im Vordergrund steht dabei die Frage, wie sich die Vegetation verschiedener Felsenstandorte unterscheidet, und welche klimatischen und edaphischen Faktoren im einzelnen wirksam werden.

Die vorliegende Arbeit wurde aus Mitteln der Feldbausch-Stiftung unterstützt. Für die Mithilfe bei der Bestimmung der Moose sei Herrn E. Fischer (Mainz) und für die Anfertigung der Reinzeichnungen Herrn E. Göppert (Mainz) recht herzlich gedankt.

2. Material und Methode

Die Pflanzenaufnahmen entstanden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Die Exposition der Standorte wurde mit einem Kompaß bestimmt, die Neigung der Felsflächen mit einem Neigungsmesser. Deckungsgrad und Lichtverhältnisse (Beschattung) wurden geschätzt. Die Luftfeuchtigkeit wurde mit einem Haarhygrometer gemessen, die Lufttemperatur mit einem Quecksilberthermometer, dessen unterer Bereich durch Verspiegelung vor direkter Einstrahlung geschützt war. Die Bodenansprache erfolgte nach der KARTIERANLEITUNG (1982). Zur Ermittlung des pH-Wertes wurden die Bodenproben mit destilliertem Wasser aufgeschlämmt, und nach 1 Tag mit einer Glaselektrode elektrometrisch gemessen. Der Kalkgehalt wurde im Labor nach der Methode von SCHEIBLER und im Gelände mit 10%iger Salzsäure bestimmt.

3. Allgemeines

3.1 Geographische Lage des Untersuchungsgebietes und der bearbeiteten Felsen

Das etwa 400 km² große Untersuchungsgebiet liegt im südlichen Pfälzerwald und reicht von der französischen Grenze im Süden bis über die Bundesstraße 10 hinaus nach Norden und vom Haardtrand im Osten bis nach Pirmasens im Westen (Abb. 1).

Die Bezeichnung „Wasgau“ bezieht sich auf die gesamte, von Felsen gekennzeichnete Landschaft und zieht sich im Süden weit nach Frankreich hinein. Ihr Schwerpunkt liegt im Umkreis von Dahn. Abb. 2 zeigt die Lage der untersuchten Felsen und deren Bezeich-

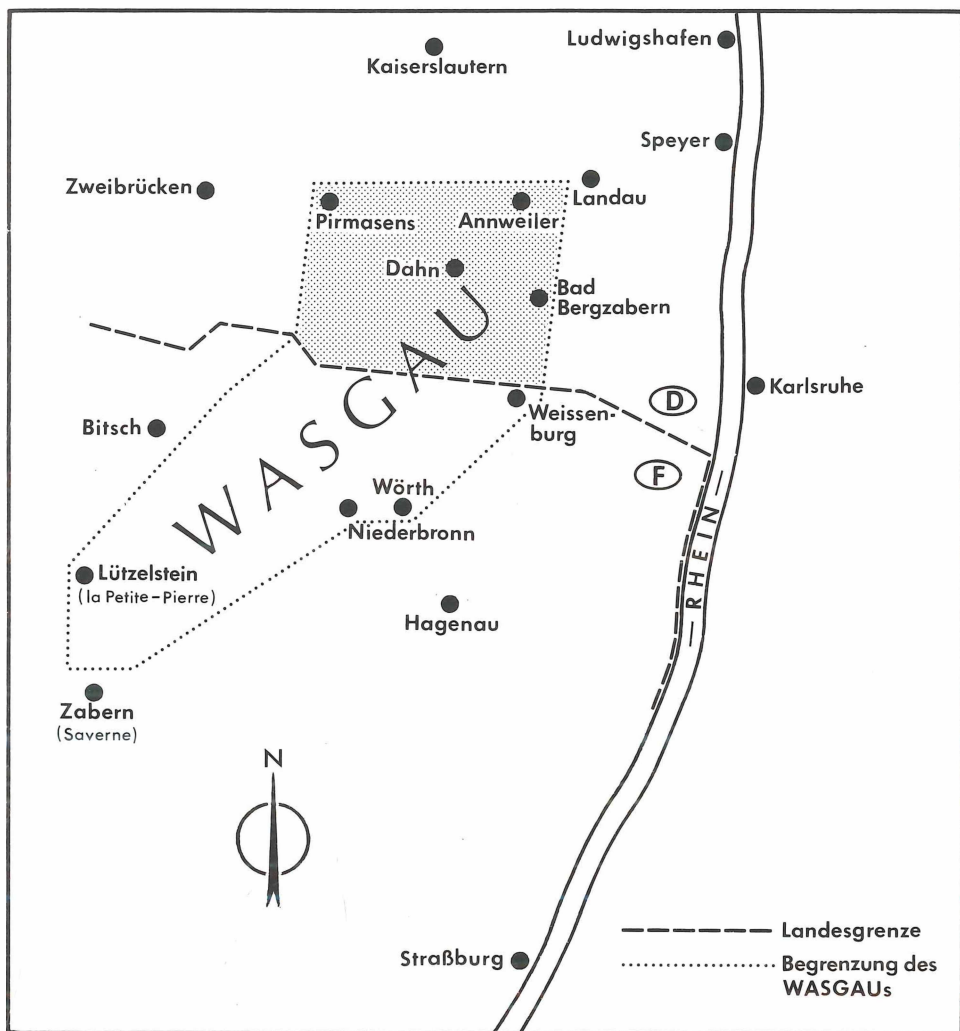


Abb. 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes (punktirt)

nung. Burganlagen sind mit einem Fähnlein versehen. Die Namen der Felsen stammen aus verschiedenen topographischen Karten und wurden z. T. nach Angaben der Bevölkerung ergänzt. Die Zahlen stimmen mit den Standort-Nummern der Pflanzenaufnahmen überein:

- 1. Geisen-Schlupf, ca. 1 km SW Leimen
- 2. Ruine Gräfenstein, ca. 2 km O Merzalben
- 3. Gebrochener Fels, ca. 500 m N. v. 4.
- 4. Schillerwand, zwischen Münchweiler und Pirmasens.
- 5. Maiblumen Felsen, ca. 1.5 km SW Münchweiler
- 6. Felsen auf dem Handschuh-Kopf, NW Hinterweidenthal
- 7. Dreikönigsfelsen, ca. 1 km S Hinterweidenthal
- 8. Langenfelsen, ca. 1 km NO Rinnthal
- 9. Ruine Wilgartsburg, ca. 2.3 km SW Rinnthal

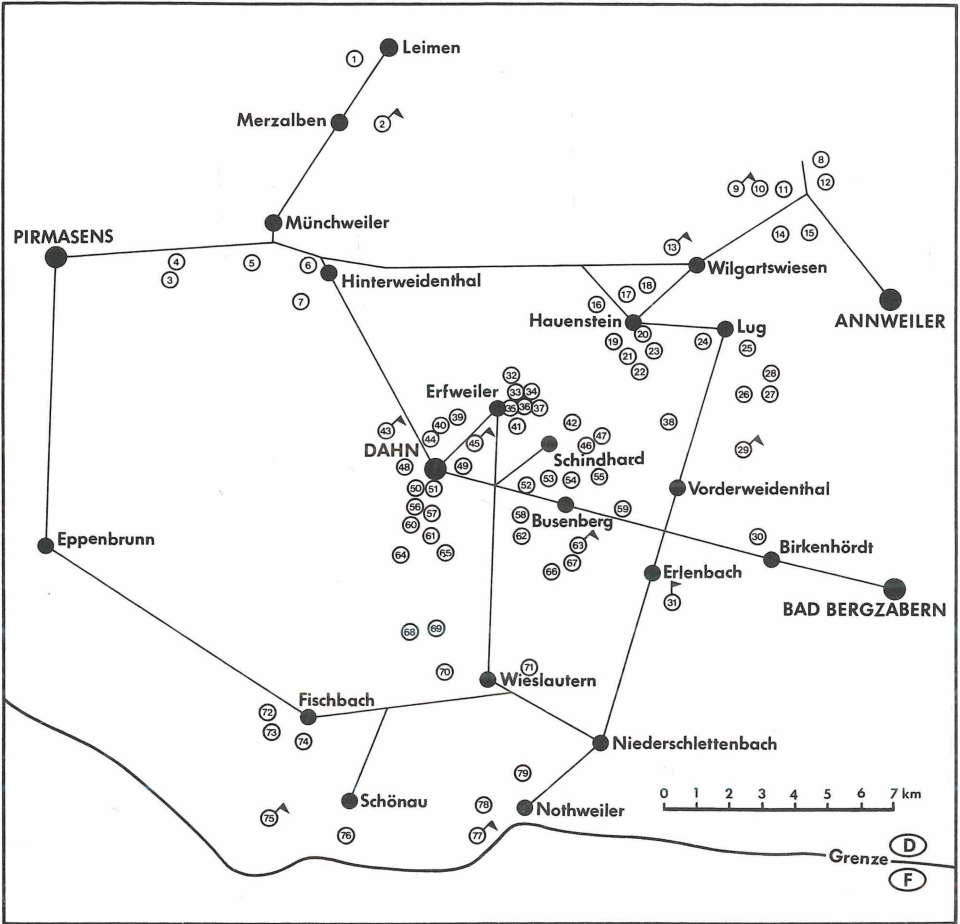


Abb. 2: Lage der untersuchten Felsstandorte

10. Ohne Bezeichnung, zw. 9. und 11.
11. Bei den drei Felsen, ca. 1.5 km SW Rinnthal
12. Kostenfels, N Rinnthal
13. Ruine Falkenburg, ca. 1 km W Wilgartswiesen
14. Buchholzfelsen, ca. 1.3 km Rinnthal
15. Mühlfels, ca. 500 m S Rinnthal
16. Kleiner Rauh-Berg, ca. 1 km NW Hauenstein
17. Nedding, ca. 800 m N Hauenstein
18. Bavariafels, ca. 500 m SW Wilgartswiesen
19. Burgfels, ca. 500 m SW Hauenstein
20. Kreuzfels und Kahler Felsen, ca. 500 m S Hauenstein
21. Dörrefels, ca. 800 m S Hauenstein
22. Backelstein, ca. 1 km S Hauenstein
23. Felsen am Soldaten-Kopf, ca. 1 km SO Hauenstein
24. Felsen auf dem Nessel-Berg, ca. 500 m S Lug
25. Felsen auf dem Dim-Berg, ca. 1 km NO Dimbach
26. Felsen auf dem Immers-Berg, ca. 2 km SW Gossersweiler
27. Felsen auf dem Rötzenberg, ca. 1.3 km SW Gossersweiler
28. Isselmann-Steine, ca. 1 km W Gossersweiler
29. Ruine Lindelbrunn, ca. 2 km O Oberschlettenbach
30. Rappenfels, ca. 1.5 km NW Birkenhördt
31. Burg Berwartstein, bei Erlenbach
32. Ohne Bezeichnung, ca. 1.5 km NW Erfweiler
33. Ohne Bezeichnung, SO Erfweiler
34. Ohne Bezeichnung, ca. 250 m W 33.
35. Hegerturm, ca. 500 m O Erfweiler
36. Rappenfels, ca. 1 km NO Erfweiler
37. Schafstein, ca. 1 km SO Erfweiler
38. Rödelstein, ca. 1 km N Vorderweidenthal
39. Römer-Fels, ca. 1.7 km NO Dahn
40. Elwetritsche Horst, ca. 1.2 km NO Dahn
41. Ohne Bezeichnung, W Schindhard
42. Felsen auf dem Mülleräcker-Berg, ca. 500 m NO Schindhard
43. Ruine Neudahn, ca. 2 km NW Dahn
44. Felsengruppe ohne Bezeichnung, ca. 1 km N Dahn
45. Ruine Altdahn, ca. 1.5 km O Dahn
46. Ohne Bezeichnung, ca. 500 m W vom Bärenbrunnerhof
47. Ohne Bezeichnung, ca. 250 m NW vom Bärenbrunnerhof
48. Sängersfels, ca. 300 m W Dahn
49. Hochstein, ca. 1.5 km SO Dahn
50. Ohne Bezeichnung, ca. 500 m SW Dahn
51. Büttelsfels, ca. 500 m S Dahn
52. Eilöchel, 1 km S Schindhardt
53. Ohne Bezeichnung, zw. Busenberg u. Schindhardt
54. Felsen auf dem Eichelberg, N Busenberg
55. Staatsfels, ca. 2 km NO Busenberg

56. Lämmer-Fels, ca. 800 m S Dahn
57. Durstig-Fels, ca. 2 km S Dahn
58. Felsen auf dem Dicken-Berg, ca. 1.5 km W Busenberg
59. Puhl- oder Budelstein, ca. 2 km O Busenberg
60. Dürren-Stein, ca. 2.5 km S Dahn
61. Felsenzüge auf dem Rauh-Berg, ca. 3 km S Dahn
62. Geierstein, ca. 1.5 km SW Busenberg
63. Ruine Drachenfels, ca. 1 km S Busenberg
64. Napoleonsfels, ca. 3 km S Dahn
65. Felsen auf dem Wollmers-Berg, ca. 1 km NW Bruchweiler
66. Kanzel auf dem Jüngst-Berg, ca. 2.5 km S Busenberg
67. Heidenberg, ca. 2 km S Busenberg
68. Zwickstein, ca. 2.5 km W Bruchweiler
69. Käskammer, ca. 2.5 km W Bruchweiler
70. Schützenfels, ca. 500 m N Rumbach
71. Fladenstein, ca. 1 km O Wieslautern
72. Kilpenstein, ca. 1 km W Fischbach
73. Mittlerer Hinzen-Fels, ca. 1 km SW Fischbach
74. Großer Hinzenfels, ca. 1 km S Fischbach
75. Ruine Blumenstein, ca. 3 km S Fischbach
76. Pfaffenfels, ca. 500 m S Schönauf
77. Ruine Wegelnburg, bei Nothweiler
78. Langer Felsen, ca. 1.2 km SW Nothweiler
79. Mäuerle, ca. 750 m N Nothweiler

3.2 Geologie und Felsbildung

Die Entstehung des Buntsandsteins nahm im Perm ihren Ausgang. Über dem sogenannten Variskischen Deckgebirge, bestehend aus Granit und Gneis, kamen in den folgenden 150 Mio. Jahren bis in die Kreidezeit hinein klastische Sedimente zur Ablagerung. In der Kreidezeit begann sich das gesamte Gebiet zwischen dem Bayerischen Wald und dem Pariser Becken großflächig aufzuwölben. Im Tertiär brach der Scheitel der Aufwölbung ein (Rheingraben). Der Kraichgau im Osten und die Zaberner Senke im Westen wurden weniger stark gehoben und blieben als gebirgstrennende Gräben zurück. Dadurch entstanden große lokale Höhenunterschiede in den Randgebieten. Mit dem Zerschneiden der Landschaft durch Flüsse begann die heute noch andauernde Abtragung der Sedimente.

Im Untersuchungsgebiet bilden die Rehbergsschichten das jüngste noch vorhandene Gestein. Doch sind sie nur als einzelne, den Trifelsbergen aufsitzende Gipfelpyramiden erhalten geblieben. Der Untere Buntsandstein bildet die Landterrasse. Darüber erheben sich die felstragenden Bergkegel der Trifelsschichten. Sie stellen die Hauptfelsschichten dar, als Reste einer ehemals zusammenhängenden Platte. In den Trifelsschichten überwiegt Quarz als Bindemittel. Die Sandkörner sind hier zwar fest miteinander verbunden, dennoch erweist sich das Porenvolumen als hoch.

Im Unteren Buntsandstein und im Rotliegenden dominiert dagegen der Ton als Bindemittel. Dort staut sich das Wasser und kann seitlich abfließen. Es löst mit der Zeit vorhandene

Bindemittel heraus, wodurch das Gestein verwittert. Auch in den felsbildenden Trifelschichten kommen schmale tonige Bänder vor, ferner Schichten in denen das kieselige Bindemittel schwächer ausgebildet ist, so daß die Verwitterung hier stärker fortschreiten kann. Auf diese Weise entstehen zahlreiche horizontale Felsspalten. Im Extremfall kommt es zu Überhängen.

Folgende Felstypen lassen sich unterscheiden: 1. Felstürme, die isoliert auf kegelförmigen Bergen hervorragen, 2. Felsmauern, die sich auf einem Kamm entlangziehen und mehrere hundert Meter lang sein können. 3. Felsnasen, die am Hang seitlich hervorragen. Darüber hinaus gibt es Übergangsformen.

Auf besonders großen Felsen wurden im Mittelalter Burgen errichtet. Gegenwärtig künden jedoch nur noch Ruinen und einige Pflanzenarten alter Burggärten von einer blühenden Vergangenheit. Lediglich die Burg Berwartstein bei Erlenbach ist heute noch bewohnt.

3.3 Klima

Die Temperaturen des Untersuchungsgebietes liegen im Jahresmittel zwischen 8 und 10 °C (Pirmasens 8.7 °, Bad Bergzabern 9.7 °C). Für die Felsvegetation hat das Großklima nur eingeschränkte Bedeutung. Zum einen dient es als Vergleichsmöglichkeit gegenüber anderen Naturräumen, zum anderen stellt es die Ausgangssituation für das Kleinklima der Felsen dar.

Mit Gipfelhöhen zwischen 300 und 500 m sind die Felsen des Wasgaus die höchsten Erhebungen der Landschaft und somit besonders windexponiert. Dadurch erhöht sich an unbedeckten Felsflächen die Verdunstungsrate gegenüber windstillen Habitaten. Ferner wirkt sich die Temperatur ungepuffert auf die offenen Felsflächen aus. Der Wind verhindert im Winter eine schützende Schneedecke.

Wichtigster Faktor für das Mikroklima ist die Sonneneinstrahlung, weil von ihr die Lichtverhältnisse, die Temperatur sowie die Feuchtigkeit des Bodens und der Luft abhängen. Die Insolation auf eine Fläche ändert sich mit der Exposition und Hangneigung. Steile, nach Süden weisende Flächen haben bereits im Vorfrühling ihr Einstrahlungsmaximum, weil die Strahlen wegen des niedrigen Sonnenstandes dort mehr oder weniger senkrecht auftreffen (Abb. 3).

Wenn sich die Felswände an sonnigen Tagen stark erwärmen und in klaren Nächten die Temperaturen fallen, kommt es zu extremen Temperaturschwankungen. Hat die Sonne im Sommer ihren Höchststand erreicht, ist die Einstrahlung auf senkrechte Südwände gering. Das Einstrahlungsmaximum liegt dann auf den Hochflächen (Abb. 4).

Die größte Einstrahlungssumme im Laufe einer Vegetationsperiode erhalten südexponierte Flächen mit einer Neigung von ca. 40 Grad. Nach Norden weisende Steilflächen werden von Sonnenstrahlen nicht direkt getroffen. Östliche und westliche Expositionen nehmen eine Mittelstellung ein.

Tab. 1 gibt die Temperatur- und Feuchtigkeitswerte bei unterschiedlicher Sonnenscheindauer an den Felsstandorten wieder. Die Niederschlagswerte des Großklimas beziehen sich auf ebene Flächen. Felsen besitzen aber eine viel größere Oberfläche und erhalten

daher insgesamt weniger Niederschlag pro Flächeneinheit. Die Verteilung der Niederschläge auf die verschiedenen Seiten ist unterschiedlich. Da die feuchten Luftmassen unserer Breiten meist aus westlichen Richtungen kommen, fällt an den exponierten Partien der meiste Regen, Überhangflächen erhalten keinen direkten Niederschlag.

Eine weitere Besonderheit der Felsen ist der hohe Abfluß von Regenwasser, bedingt durch steile Hänge und geringe Bodenauflagen. Tritt die Speicherkapazität des Bodens in den Hintergrund, so gewinnt das Ausgangsgestein für die Wasserversorgung der Vegetation an Bedeutung.

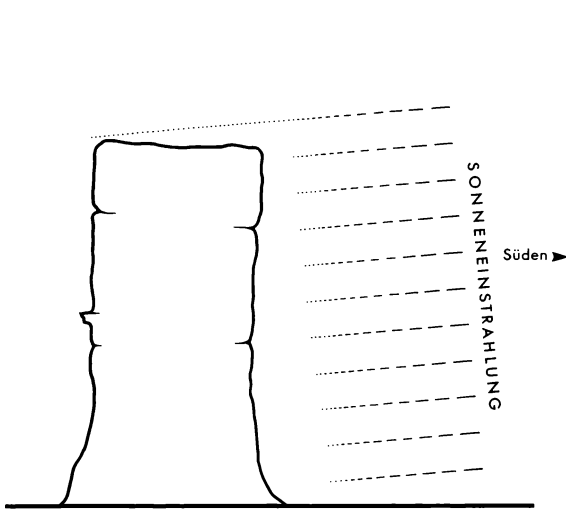


Abb. 3: Überwiegende Sonneneinstrahlung auf Felsflächen im Vorfrühling

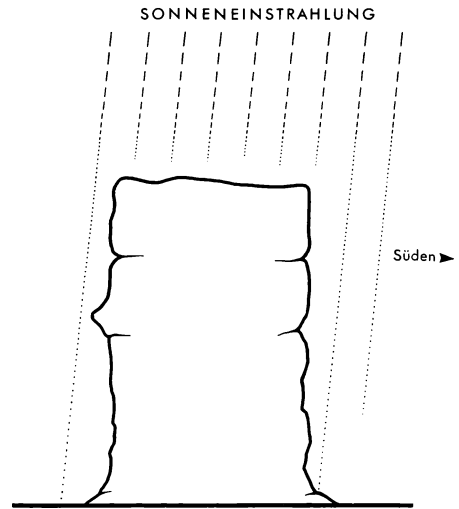


Abb. 4: Überwiegende Sonneneinstrahlung auf Felsflächen im Hochsommer

3.4 Boden- und Bewurzelungsverhältnisse

Die für den Pflanzenwuchs ungünstigen Niederschlagsverhältnisse werden durch den Buntsandstein im Vergleich zu anderen Gesteinen positiv beeinflusst. Entscheidend hierbei ist der hohe Anteil an Grobporen. Diese bewirken 1. eine relativ gute Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Wasser, 2. ein tiefes Eindringen des Niederschlags und somit einen Schutz vor Verdunstungsverlusten und 3. eine gute Beweglichkeit des Felswassers als Voraussetzung für die Nachlieferung zu den Wurzeln und für die Erschließung von Wasservorräten außerhalb des sichtbaren Felsens (Abb. 5a und 5b).

Viele Pflanzen können mit ihren Wurzeln durch ausgedehnte horizontale Spaltensysteme tief in das Gestein eindringen. Diese Spalten ermöglichen einen seitlichen Abfluß des Wassers und enthalten noch Feuchtigkeit, wenn die Oberfläche des Felsens längst ausgetrocknet ist, ein Vorgang, der sich hier überall beobachten läßt. Möglicherweise staut sich Wasser auf einem Tonband im Fels und fließt nach dem Prinzip der Quelle seitlich ab. Vielleicht spielen hierbei aber auch noch kapillare Kräfte eine Rolle.

Tabelle 1: Lufttemperatur- und -feuchtigkeit an Felsstandorten

1. ca. 13 h; bewölkt; niederschlagsfrei	N-Wand s	S-Wand ss	S-Wand es	SO-Wand ns	Plateau s	S-Überhang ss
Temperatur	20 °	22 °	24 °	25 °	23 °	20 °
Luftfeuchtigkeit	63 %	61 %	51 %	48 %	56 %	63 %
2. ca. 13 h; sonnig; vorm. Schauer	NW-Wand ns	SO-Wand ns	Plateau ns			
Temperatur	22 °	30 °	33 °			
Luftfeuchtigkeit	72 %	49 %	39 %			
3. ca. 12 h; sonnig; nachts Regen	S-Wand es	S-Wand ss	N-Überhang s			
Temperatur	28 °	21 °	20 °			
Luftfeuchtigkeit	68 %	92 %	93 %			
4. ca. 14 h; sonnig; Vortag Regen	NW-Wand ss	S-Wand ss	Plateau es			
Temperatur	21 °	22 °	29 °			
Luftfeuchtigkeit	58 %	62 %	35 %			
5. ca. 11 h heiter bis wolkig	NW-Wand ss	SW-Wand es	SO-Wand es	Plateau ns		
Temperatur	14 °	23 °	26 °	29 °		
Luftfeuchtigkeit	62 %	38 %	36 %	33 %		

ss=stark schattig; s=schattig; es=etwas schattig; ns=nicht schattig

Die Bodenentwicklung ist auf den Felsen naturgemäß gering. Größere Bodenmengen findet man lediglich auf ebenen und mäßig geneigten Flächen, sowie auf Vorsprüngen der Steilhänge (Felsbänder). Kleinere Mengen befinden sich in den Felsspalten oder werden durch die Vegetation gehalten, so daß für weitere Pflanzen Wurzelraum entsteht. Auch die Moospolster der Steilhänge vermögen eine geringe Bodenschicht festzuhalten.

An steileren Standorten und auf Felsbändern findet man Kolluvien aus Rohhumus und Sand in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen. Der größte Teil des Humus stammt

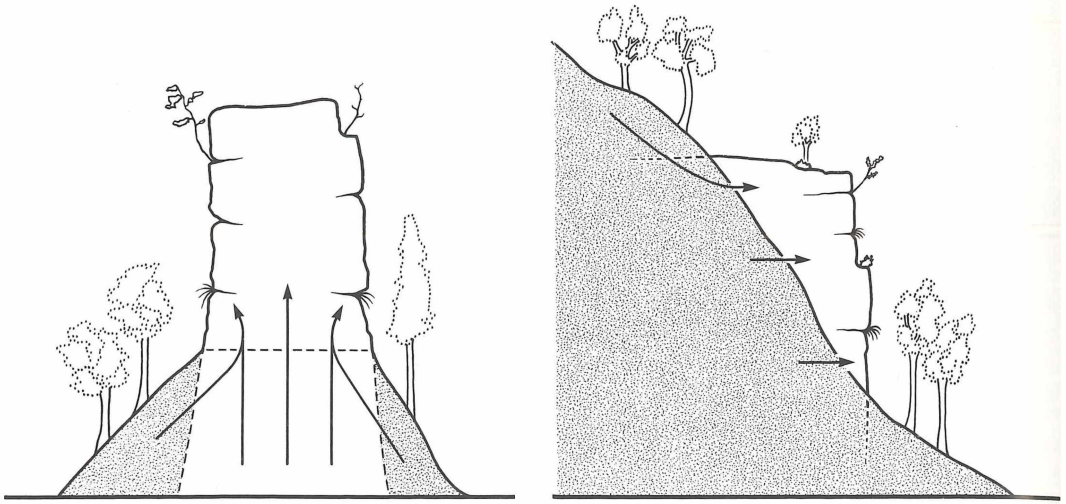


Abb. 5a und b: Wassernachlieferung aus der Umgebung von Felsen

von den Kiefern, die meist bis dicht an die Felsen heranreichen oder auf den Felsen selbst wachsen. Ihre Nadeln führen bevorzugt zur Ausbildung von Rohhumus. Die Böden sind im allgemeinen stark sauer. Ihre pH-Werte liegen zwischen 2.6 und 3.5, die meisten um 3.2. Der Gehalt an Carbonat schwankt zwischen 0.042 und 0.068 %, die Böden sind also praktisch kalkfrei.

Ein niedriger pH-Wert und fehlender Kalk kennzeichnen die Felsen als äußerst ungünstige nährstoffarme Pflanzenstandorte. Das gilt jedoch nur für die naturnahen Felsen, worunter im folgenden solche Standorte zu verstehen sind, die weitestgehend frei von menschlicher Beeinflussung geblieben sind. Die Bodenverhältnisse der Burgfelsen wurden durch den Menschen stark verändert (s. 4.2 Burgfelsen).

4. Einteilung der Felsvegetation

Die naturnahen Felsen werden unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes in fünf Standortvarianten gegliedert (Abb. 6).

Bei dem in den Pflanzenaufnahmen auftauchenden Begriff „Beschattung“ handelt es sich um Bäume oder Felsen, die der untersuchten Fläche vorgelagert sind und die Lichtverhältnisse einschränken. Diese Beschattung wurde bei den Angaben zum Deckungsgrad nicht besonders vermerkt, weil dort nur die auf der Probestfläche selbst wurzelnden Pflanzen berücksichtigt wurden (Abb. 7). Exposition und zusätzliche Beschattung zusammen geben Auskunft über die einfallende Lichtmenge. In den Tabellen wurde auf der linken Seite mit den stark beschatteten nördlichen Expositionen begonnen. Es folgen die weniger schattigen Nordlagen, die Ost- und Westexpositionen und schließlich die südlichen Richtungen. Hochflächen werden in der Regel nicht zusätzlich beschattet, da sie meist über den Baum-

wipfeln des umgebenden Waldes liegen. Sie werden daher in erster Linie nach abnehmendem Deckungsgrad ihrer Baum- und Strauchschicht aneinandergereiht, so daß für Kraut- und Mooschicht der Lichtgenuß wiederum von links nach rechts in der Tabelle zunimmt. Durch diese Art der Zusammenstellung kann man die Auswirkungen der mikroklimatischen Änderungen in den Tabellen direkt ersehen.

Neben höheren Pflanzen wurden auch Moose aufgenommen, die gerade an den bodensaureren Standorten recht zahlreich sind. Da sie weder ein ausgedehntes Wurzelsystem besitzen, noch einen leistungsfähigen Verdunstungsschutz aufweisen, reagieren sie empfindlicher als die Kormophyten auf den Faktor Wasser, vor allem die Luftfeuchtigkeit. Sie eignen sich daher besonders gut als Zeigerpflanzen für die Feuchtigkeitsverhältnisse eines Standortes. Dies gilt gewiß auch für die am Rande berücksichtigten Flechten.

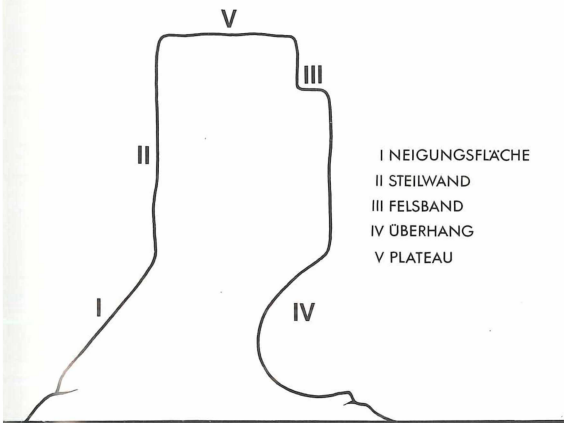


Abb. 6: Die Wuchsorte an Buntsandsteinfelsen

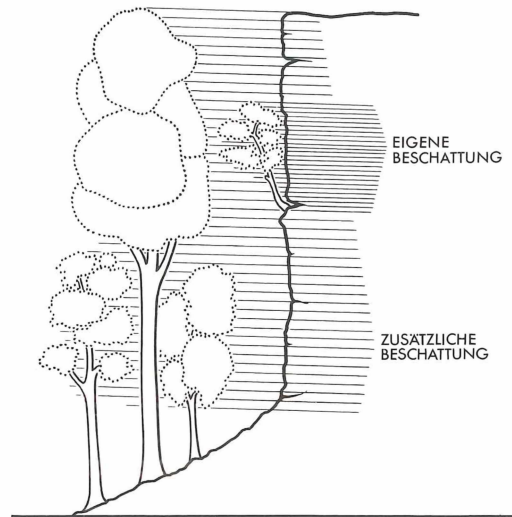


Abb. 7: Beschattung von Felswänden

4.1 Naturnahe Felsen

4.1.1 Neigungsflächen

Die Bodenentwicklung der Felsen erreicht mit 30 cm Mächtigkeit auf den Neigungsflächen ihr Maximum und übertrifft damit sogar die ebenen Hochflächen. Die Stärke der Bodenauflage ist allerdings sehr unregelmäßig, und auch das nackte Gestein tritt immer wieder zutage. An schattigen Standorten findet man stets mehr Bodenmaterial als in sonnigen, offenen Lagen, wo es leichter austrocknet und so durch den Wind abgetragen wird. Unter einer dünnen Schicht aus unzersetzter Streu (L-Lage) folgt eine etwa 2 cm starke Fermentationsschicht (Of-Lage), darunter eine Humusstoffschicht (Oh-Lage), die zum Felsen hin immer sandiger wird (Ah-Lage). Das starke Gefälle führt zu Migrationsvorgängen, die

Tabelle 2: Neigungsflächen

Standort Nr.	48	01	59	25	70
Aufnahmefläche in m ²	64	30	64	20	28
Exposition	NO	NW	NO	NO	N
Neigung in °	50	33	55	40	50
Beschattung	ss	ss	s	s	es
Deckungsgrad in %					
Baumschicht	10	00	05	80	00
Strauchschicht	20	03	25	01	55
Krautschicht	30	30	70	70	90
Moosschicht	50	05	25	10	40

Baumschicht

Pinus sylvestris	1	.	.	1	.
Betula pendula	1	.	1	r	.
Quercus petraea	.	.	.	3	.
Sorbus aucuparia	.	.	1	.	.
Castanea sativa	.	.	.	1	r

Strauchschicht

Pinus sylvestris	.	.	.	.	1
Betula pendula	1	.	2	.	1
Sorbus aucuparia	1	.	1	r	2
Quercus petraea	1	.	.	.	.
Rhamnus frangula	.	.	.	.	.
Abies alba	.	.	1	.	.
Fagus sylvatica	.	1	.	.	.
Castanea sativa	.	.	r	.	r
Larix decidua	.	.	.	.	r

Krautschicht

Polypodium vulgare	2	.	.	1	1
Dryopteris dilatata	+	2	2	.	1
Vaccinium myrtillus	2	+	1	4	+
Blechnum spicant	.	.	.	.	.
Luzula albida	.	.	.	+	.
Calluna vulgaris	.	.	.	.	+
Rumex acetosella	.	.	.	.	.

54	07	62	41	08	52	69	55	05	48	12	32	41	55	27	27	14
21	30	25	42	32	80	24	15	25	100	150	70	12	16	50	25	100
N	N	N	O	W	O	SO	S	S	S	SO	SW	SO	S	S	S	SW
65	55	40	60	65	45	45	60	45	55	50	65	50	60	45	45	45
es	es	ns	s	s	es	ss	ss	s	s	es	es	es	es	es	ns	ns
05	50	60	00	20	15	00	25	00	20	05	50	00	00	60	00	50
30	03	25	00	20	08	50	10	00	10	05	02	03	00	00	00	25
30	30	85	30	15	65	70	60	20	15	40	30	20	75	40	50	15
70	40	60	55	40	20	50	25	05	30	15	02	05	15	10	02	03

.	2	4	.	1	1	.	.	.	1	1	2	.	.	1	.	1
1	.	.	.	1	r	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	2	.	.	4	.	2
.	.	.	.	.	r	r	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

2	.	.	2	.	1	1	1	2	+	.	.	.	.	.	.	.
+	+	.	+	r	+	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.
2	2	2	.	1	2	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	1	.	+	1	2	r	+	.	2	3	3	1	4	3	4	2
.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	1	.	.	.	.

<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Spergula morisonii</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	2	2	3	+
<i>Rubus fruticosus</i>	.	1	1	.	1	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium scorodonia</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Abies alba</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.

Moosschicht

<i>Dicranum scoparium</i>	1	.	+	+	1	1	1
<i>Polytrichum formosum</i>	1	+	+	.	+	2	1
<i>Leucobryum glaucum</i>	1	+	.	1	.	.	2
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	1	.	.
<i>Rhytidiadelphus tri.</i>	.	.	.	.	1	.	.
<i>Rhytidiadelphus lor.</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atrichum tenellum</i>	.	+	1	.	.	.	.
<i>Calypogeia arguta</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum nemoreum</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Atrichum undulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidozia reptans</i>	1	.	+	+	1	+	.
<i>Bazzania trilobata</i>	1	.	.	.	1	2	.
<i>Calypogeia neesiana</i>	.	.	.	.	+	+	.
<i>Campylopus flexuosus</i>	.	.	.	1	.	.	.
<i>Plagiothecium laetum</i>	1	.	+	.	1	1	.
<i>Barbilophozia attenuata</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diplophyllum albicans</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campylopus pyriformis</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranella heteromalla</i>	.	+	1	+	.	+	.
<i>Tetraphis pellucida</i>	2	+	.	.	.	+	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campylopus introflexus</i>	.	.	.	.	.	.	.

eine scharfe Trennung der einzelnen Lagen, wie sie für den Rohhumus typisch ist, verhindern. An sehr feuchten Stellen bildet sich schmieriger Feuchtrohumus.

Baum- und Strauchschicht erreichen in den einzelnen Aufnahmen sehr unterschiedliche Deckungsgrade und fehlen z. T. ganz. Eine Krautschicht ist stets vorhanden. Auf den trockenen Südhängen ist *Calluna vulgaris* bestandbildend. Daneben kommen nur noch ganz wenige Arten vor: *Deschampsia flexuosa* und *Festuca ovina*, *Rumex acetosella*, *Spergula morisonii* und *Pteridium aquilinum*, das die Trockenheit als Tiefwurzler übersteht.

Mit Nordlage und zunehmendem Schatten geht das Heidekraut zurück. An seine Stelle treten vor allem *Vaccinium myrtillus*, sowie die beiden Farne *Dryopteris dilatata* und *Polypodium vulgare*. Besonders an lichten Stellen macht sich *Deschampsia flexuosa* breit. Licht- und Schattenpflanzen haben in der Tabelle deutlich verschiedene Schwerpunkte. Ihr Vorkommen überschneidet sich aber in dem weiten Bereich der Standorte 70 bis 48. Es sind dies die leicht schattigen Nordexpositionen, die Ost- und Westexpositionen, sowie die stärker schattigen Südexpositionen. Auf dem Boden dieser Standorte herrschen im einzelnen recht unterschiedliche Lichtverhältnisse, so daß Licht- und Schattenpflanzen nebeneinander vorkommen können.

Vergleicht man ferner die Temperatur- und Feuchtigkeitszahlen ELLENBERG's (1979) für die Pflanzen der Krautschichten untereinander, stellt man fest, daß ihre häufigsten Vertreter (*Calluna vulgaris*, *Deschampsia flexuosa*, *Polypodium vulgare* und *Vaccinium myrtillus*) für beide Werte eine weite Amplitude besitzen. Darüberhinaus sind die meisten Arten, Mosse inklusive, Zeigerpflanzen für einen stark sauren, nährstoffarmen Boden.

Die Waldbodenmoose stellen sich hier wegen der relativ hohen Bodenaufgabe als artenreiche Moossynusie dar. Sie fehlen allerdings an sonnigen Standorten, ebenso wie die Moosgemeinschaften, die vom Rohhumus auf das nackte Gestein übergreifen. Deutlich auf sonnige Bereiche beschränkt sind die xerophilen Moose. Diese Synusie besteht aus nur drei Vertretern, und taucht auch an den übrigen trocken-heißen Standorten wieder auf.

Die übrigen Moose lassen sich nicht zu den oben genannten ökologischen Gruppen zählen: *Dicranella heteromalla* siedelt direkt auf Gestein und dringt, in Spalten wachsend, bis in sonnige Südlagen vor. *Tetraphis pellucida* findet man in besonders feuchten Felsspalten oder auf morschem Holz, seltener auf Rohhumus. *Hypnum cupressiforme* hat eine breite ökologische Amplitude, was wohl damit zusammenhängt, daß es als Sammelart nicht in kleinere Sippen getrennt wurde. Es bevorzugt nackten Fels und ziemlich helle Standorte, kommt aber auch auf trockenem Boden und Baumstämmen vor. Auf *Dicranoweisia cirrata* wird bei den Überhangflächen eingegangen. *Campylopus introflexus* ist ein Neophyt aus der Südhemisphäre, der sich seit 1942 in Westeuropa ausbreitet. Außer auf Standort 55, einer leicht schattigen südexponierten Neigungsfläche, wurde er auf einer Hochebene (Standort 10) gefunden. In beiden Fällen wuchs er in ausgedehnten Herden auf Waldboden.

Bedingt durch die relativ hohen Bodenaufgaben haben die Neigungsflächen eine ähnliche Vegetation wie der Kiefernwald, der die Felsen in den meisten Fällen umgibt. Der Deckungsgrad der Baum- und Strauchschicht ist im Wald wegen des tiefgründigeren Bodens naturgemäß höher. Das Arteninventar bleibt aber nahezu gleich. Neu hinzu tritt an den Neigungsflächen lediglich der Xerophyt *Polytrichum piliferum*.

Die ausgedehnten Kiefernwälder der Pfalz gehen auf einen großangelegten forstlichen Anbau zurück, der in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begann. Auch die Heiden sind in Mitteleuropa nicht ursprünglich sondern Degradationsstadien der bodensauren Eichen- und Buchenmischwälder. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der Herkunft der Felsvegetation.

Im Wald begünstigen *Calluna vulgaris* und *Pinus sylvestris* durch ihre Streu die edaphischen Prozesse der Versauerung und Podsolisierung. Der Boden verarmt damit immer mehr an Nährstoffen, so daß anspruchsvollere Konkurrenten ausgeschaltet werden. Das chasmophytische Vorkommen beider Arten beweist allerdings, daß sie an den Felsen auch unabhängig von den o. g. Faktoren konkurrenzstark sind. Sie zeichnen sich durch Genügsamkeit bezüglich ihrer Nährstoffansprüche, Toleranz hoher Temperaturunterschiede, Anspruchslosigkeit in der Wasserversorgung und Windresistenz aus, Eigenschaften, die für Felsstandorte, vor allem für Südlagen, günstig sind. Bei *Calluna vulgaris* dürfte auch die Windverbreitung der kleinen Samen für die Besiedlung der Felsspalten von Bedeutung sein. Das Vorkommen von Kiefer und Heidekraut an den Felsen ist wahrscheinlich ursprünglicher Natur und wird lediglich durch den Einfluß des nahen Kiefernwaldes (Streu- und Samenanflug) noch verstärkt.

4.1.2 Steilwände

Auf unebenen Oberflächen, unter Moospolstern oder in Ritzen findet man nur noch geringe Bodenansammlungen. Die Felsspalten treten als Wurzelort in den Vordergrund. Bäume kommen nur noch vereinzelt vor, meist sind es *Pinus sylvestris* und *Betula pendula*. Die Strauchschicht ist etwas ausgeprägter. Sie besteht, bis auf *Sambucus racemosa*, aus niedrigwüchsigen Bäumen, die nur ganz selten ihre mögliche Wuchshöhe erreichen: Erstens geht das Wachstum wegen der erschwerten Lebensbedingungen nur langsam vor sich; viele sind Kümmerformen, die jährlich nur wenige Blätter bzw. Nadeln ausbilden und trotz ihrer geringen Größe relativ alt sein dürften. Zweitens treten mit zunehmender Größe statische Probleme auf. Das beweist die große Zahl abgestürzter, aus ihrer Verankerung gerissener Bäume.

Die dominierenden Arten der Krautschicht sind *Calluna vulgaris* und *Dryopteris dilatata*. Beide sind hier fast ganz zur chasmophytischen Lebensweise übergegangen. Das Heidekraut hat an den schattigen Nordexpositionen stark herabgesetzte Vitalität. In den übrigen Expositionen gelangt es zur Blüte. *Dryopteris dilatata* kann, wenn sie sich in tiefe Felsspalten zurückzieht, bis in sonnige Lagen vordringen. An den Steilwänden findet man sie nur noch als sterile Kümmerform.

Wie bei den Neigungsflächen haben Licht- und Schattenpflanzen deutlich verschiedene Schwerpunkte und ein ausgedehntes Übergangsfeld. *Vaccinium myrtillus* ist gegenüber den Neigungsflächen stark zurückgegangen. Es benötigt mittelgründigen Boden, wurzelt bis zu einem Meter tief und ist deshalb von den eingeschränkten Wurzelverhältnissen der Steilwände am meisten betroffen.

Besondere Beachtung verdienen die Farne. *Pteridium aquilinum* kommt nur selten an den Steilflächen vor, da sein Wurzelraum hier kaum ausreicht. *Polypodium vulgare* wurzelt häufig in Moosdecken oder in dünnen Streuauflagen, die für sein oberflächlich kriechendes

Tabelle 3: Steilwände

Standard Nr.	61	17	04	03	11	52	19	51	32	48	11	09	37	09	59	17	72	18	37	58	15	18	51	13	40	61	22	38	62	61	73	37	70	12	63	67	36	22	20
Aufnahmefläche in m²	50	32	75	40	24	66	56	80	50	50	60	50	50	64	50	16	50	32	32	24	200	250	85	80	32	25	240	64	70	100	35	40	24	50	100	90	50	60	
Exposition	N	N	N	N	NW	NW	NW	NW	NW	NO	NO	SO	SW	SW	S	S	NW	W	W	SO	SO	SW	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
Neigung in °	90	90	90	90	90	85	90	90	90	90	80	90	90	90	90	90	90	90	85	90	90	90	90	90	90	85	90	90	90	90	90	90	90	80	90	80	90	85	90
Beschattung	ss	ss	ss	ss	s	ss	s	s	s	s	s	s	ss	ss	ss	ss	ss	s	es	es	ns	s	s	s	s	s	s	es	es	es	es	es	es	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Deckungsgrad in %																																							
Baumschicht	00	00	05	00	00	00	10	15	00	20	03	03	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	03	03	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	07	00	00	
Strauchschicht	20	02	03	00	00	07	15	00	20	05	03	03	03	05	03	03	15	03	07	03	00	07	05	10	08	08	00	03	00	02	05	03	03	03	00	00	03	02	00
Krautschicht	25	10	05	20	08	10	07	20	03	05	05	05	05	05	05	05	07	05	75	15	05	05	05	10	08	20	30	02	05	05	07	03	05	10	01	02	08	01	07
Moosschicht	10	10	20	30	03	10	05	20	03	05	02	03	02	05	03	03	10	03	03	03	00	02	05	05	05	05	01	01	01	00	03	00	01	01	00	01	03	01	03

[illegible][illegible][illegible]

[illegible]

Rhizom besonders gut geeignet sind. Es bildet dann ganze Herden, wohingegen es in Felsspalten merklich zurücktritt. *Asplenium septendriale* und *Gymnocarpium dryopteris* sind auf Buntsandstein selten. Beide sind zwar an saures Gestein gebunden, benötigen aber einen gewissen Basenreichtum bzw. nährstoffreichere Humusformen. *Dryopteris borrieri* benötigt ebenfalls bessere Bodenverhältnisse, vor allem mehr Stickstoff. Sie kommt nur an den Felsen vor, die der Wilgartsburg vorgelagert sind, so daß ihr Auftreten möglicherweise schon auf anthropogene Einflüsse zurückgeht. *Asplenium billotii* hat an den südpfälzischen Buntsandsteinfelsen seine einzigen Standorte in Deutschland. Als atlantisches Florenelement befindet es sich hier an der Ostgrenze seiner Verbreitung und wächst meist mit *Asplenium adiantum-nigrum* zusammen in tiefen Felsspalten. Letzteres hat weniger anspruchsvolle Standortbedürfnisse und ist daher insgesamt häufiger. *Asplenium billotii* benötigt einen wintermilden, luftfeuchten und spaltenfrischen Standort. SCHULZE (1967, 1971) fand heraus, daß *Asplenium billotii* in der Pfalz und im angrenzenden Elsaß hauptsächlich an schattigen s- oder w-exponierten Felsnasen vorkommt, die rückwärts mit einem wasserspeichernden Berg verbunden sind. Austretendes Felswasser sorgt selbst im Hochsommer für ausreichende Luftfeuchtigkeit. Die SW-Exposition schützt im Winter vor kalten N- und O-Winden.

Bemerkenswert ist die Anpassung von *Rubus fruticosus*. Er wurzelt in Spalten meist weit oben, von wo seine Zweige dann lianenartig mehrere Meter lang an den Felswänden herabhängen.

Bezüglich der Moosvegetation unterscheiden sich die Steilwände von den Neigungsflächen in einem deutlichen Rückgang der Waldbodenmoose. Sie haben an Boden verloren und beschränken sich an den Steilwänden auf die lichtärmsten, luftfechtesten Standorte. Eine weitere Artenkombination geht vom Rohhumus auf Gestein über. Es sind, mit Ausnahme von *Campylopus flexuosus*, Vertreter, die eng ihrer Unterlage anliegen und diese überziehen. Sie bevorzugen ebenfalls die schattigsten Standorte, wenn auch nicht so deutlich wie die Waldbodenmoose. An den beschatteten Südwänden wachsen häufig *Hypnum cupressiforme* und *Dicranoweisia cirrata*. In den Felsspalten dieser Lagen findet man vor allem *Dicranella heteromalla*. Mit abnehmender Beschattung gehen aber auch diese Arten zurück, und auf sonnigem Untergrund kommen nur noch die drei schon genannten Xerophyten vor.

Vor allem in Bodennähe, wo die Luft am feuchtesten ist, und die Wasserreserven am größten sind, überziehen Moosdecken den Fels und erreichen dort hohe Deckungsgrade. Es sind eigene Vegetationseinheiten, die zu den Steilwänden gehören, aber im folgenden getrennt behandelt werden, um die Tabellen übersichtlicher zu halten.

4.1.3 Moossockel

Die Bezeichnung „Moossockel“ wurde gewählt, weil die Synusien auf die untersten bodennahen Felsbereiche bis in 3 m Höhe beschränkt bleiben. Hier sind die Felswände oft weniger steil, was das Festhalten von Bodenmaterial durch die Moosdecken erleichtert. Mittlere und starke Beschattung gewährleisten eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit sowie einen ausgeglichenen Temperaturverlauf. Bäume und Sträucher sind in die dominierende Mooschicht eingesprengt.

Ökologisch und soziologisch haben wir es mit Übergangsformen zwischen Felsmoosgesellschaften des Silikatgesteins und Moosgesellschaften saurer Erdraine zu tun. Eine floristische Abrenzung ist problematisch, da sogenannte Felsmoose winzige Bodenmengen benötigen, aber auch auf reinen Erdstandorten vorkommen können. Die Fähigkeit, Felsen zu besiedeln, stellt einen zusätzlichen Vorteil dar.

Tabelle 4: Moossockel

Standort Nr.	71	30	37	28	59	25	01*	42	07	67	60	62	46	34
Aufnahme­fläche in m²	12	06	25	04	04	05	16	15	18	15	20	15	14	25
Exposition	N	NW	NW	NW	NO	NO	W	O	SO	S	S	SO	SO	S
Neigung in °	80	90	80	75	70	75	90	85	85	75	80	65	70	90
Beschattung	ss	ss	ss	ss	ss	s	ss	s	ss	ss	ss	s	s	s
Deckungsgrad in %														
Baumschicht	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Strauchschicht	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Krautschicht	01	02	05	00	00	03	01	05	02	02	03	00	02	03
Moosschicht	30	60	70	60	70	60	40	75	50	30	65	30	50	50

Baumschicht und Strauchschicht
-fehlen-

Krautschicht

<i>Dryopteris dilatata</i>	+	+	+	.	.	.	r	+	+	.	r	.	.	+
<i>Hieracium sabaudum</i>	.	.	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polypodium vulgare</i>	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	+
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	r	+
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	+	.	.	+	.	1	+	.	+	.	+	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	r
<i>Betula pendula</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r

Moosschicht

<i>Atrichum tenellum</i>	1	1	.	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum formosum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidozia reptans</i>	2	2	+	1	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Diplophyllum albicans</i>	+	.	+	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.
<i>Campylopus flexuosus</i>	.	.	.	.	.	2	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Lophozia ventricosa</i>	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calypogeia neesiana</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium laetum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campylopus pyriformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	1	.	2
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+	.	.	+	.	2	.	2	2	1	4	3	2	1
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	.	.	.	+	.	+	.	1	+	2	1	1	3	2
<i>Isopterygium elegans</i>	.	2	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranella heteromalla</i>	+	.	4	2	.	+	+	1	+	.	.	+	.	.
<i>Tetraphis pellucida</i>	.	2	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pellia epiphylla</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.

* Ständig feucht, durch austretendes Sickerwasser

Die Pflanzengesellschaften der Moossockel stehen am Ende einer Sukzession. Die Erstbesiedler reichern Substrat an, es folgen weitere, anspruchsvollere Moose, die noch mehr Substrat und auch Feuchtigkeit halten können. Als Letztes dringen die Waldbodenmoose und die Pflanzen der Krautschicht ein. Irgendwann rutscht dann die Auflage herunter oder rollt ab, und der nackte Fels kommt wieder zum Vorschein. Auf diese Weise läßt sich auch das fleckenhafte Auftreten der Moose erklären. Sie fehlen über weite Strecken, tauchen dann aber wieder über einige Quadratmeter auf, obwohl die Standortfaktoren keine Änderung erkennen lassen.

Die einzelnen ökologischen Gruppen verteilen sich, wie in Tabelle 4 ersichtlich, auf verschiedene mikroklimatische Bereiche. In den schattigen Südexpositionen bestehen die Decken hauptsächlich aus *Hypnum cupressiforme* und *Dicranoweisia cirrata*. In den übrigen Expositionen sind weit mehr Moose daran beteiligt. Unbeschattete und leicht schattige Südexpositionen wurden nicht aufgenommen, weil dort die charakteristischen, zusammenhängenden Moosdecken fehlen. Aus diesem Grunde sind die xerophilen Moose nur schwach vertreten, und *Polytrichum piliferum* ist vollkommen zurückgegangen. Das thallose Lebermoos *Pellia epiphylla* kommt nur an sehr feuchten Stellen vor. Sein Auftreten in Standort Nr. 01 hängt mit dem austretenden Sickerwasser zusammen.

4.1.4 Felsbänder

Felsbänder (Abb. 8) sind ebene Flächen, die sich an Steilwänden entlangziehen. Die Wasgauer Felsen sind wegen ihres schichtweisen Aufbaus reich daran und lassen schon auf den ersten Blick einen stärkeren Bewuchs als die Steilwände erkennen.

Auf den beschatteten Felsbändern mißt die Bodenauflage bis zu 10 cm und besteht aus Rohhumus mit nach unten zunehmendem Sandanteil. Die Mächtigkeit nimmt zu den unbeschatteten Südlagen hin ab. Dort findet man nur noch geringe Sandmengen.

Bäume sind selten. Eine Strauchschicht ist meist vorhanden, ihr Deckungsgrad bleibt aber in der Regel gering. Am besten ausgeprägt ist die Krautschicht. *Polypodium vulgare* wird in schattigen Lagen zur dominanten Art. Besonders an Stellen mit dünner Humusauflage ist der Farn konkurrenzstark. Er kommt aber auch gelegentlich epiphytisch auf moosüberzogenen Baumstämmen vor. Beide Standorte sind sich durch eine geringe saure Humusauflage über einer undurchwurzelbaren Schicht sehr ähnlich. Mit seinen oberflächlich wachsenden Rhizomen ist *Polypodium vulgare* an solchen Stellen den tiefer wurzelnden Kräutern überlegen. Dies gilt besonders für luftfeuchte Bereiche, wo dieser Farn mit äußerst geringem Wurzelraum auskommen kann. In den Felsspalten tritt *Polypodium vulgare* gegenüber *Dryopteris dilatata* eindeutig zurück. Dort herrscht eine extreme Wurzelkonkurrenz, auch wenn der Bewuchs recht spärlich ist. Auf den trockenen südexponierten Felsbändern findet man keinen der Farne mehr. *Calluna vulgaris* macht sich breit, und *Rumex acetosella*, *Festuca ovina* und *Deschampsia flexuosa* treten vermehrt auf.

Unter der dichten Krautschicht der schattigen Lagen nimmt die Zahl der Waldbodenmoose und solcher mit breiterer ökologischer Amplitude deutlich ab. An sonnigen Standorten häufen sich xerophile Moose. Die horizontale Unterlage sagt ihnen zu, da sie senkrecht in die Höhe wachsen und keine kriechenden Vegetationsorgane besitzen, mit denen sie sich auf stark geneigten Flächen festhalten könnten. Die schattigen Stellen sind fast voll-

ständig mit Streu bedeckt, weshalb die Felsspaltенmoose und die Bewohner des nackten Gesteins (*Tetraphis pellucida*, *Dicranella heteromalla*, *Dicranoweisia cirrata*, *Isopterygium elegans*) fehlen oder stark zurückgegangen sind.

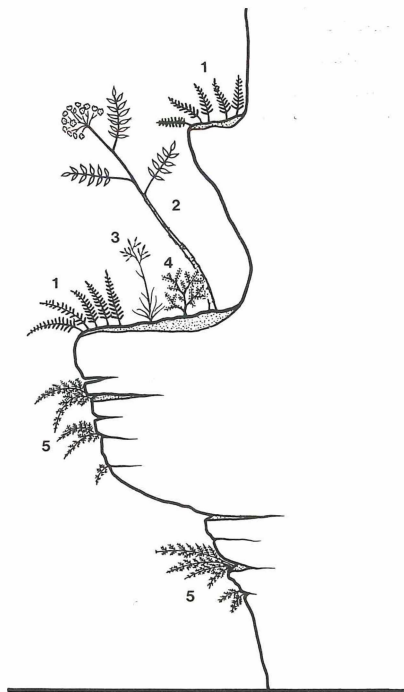


Abb. 8: Profil eines Felsbandes; 1. *Polypodium vulgare*, 2. *Sorbus aucuparia*, 3. *Deschampsia flexuosa*, 4. *Vaccinium myrtillus*, 5. *Dryopteris dilatata*

4.1.5 Überhänge

Geringe Temperaturschwankungen ohne Extremwerte und eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit sorgen hier für ein ausgeglichenes Mikroklima.

Pflanzen dieser Standorte sind auf Wasserversorgung durch den Felsen angewiesen, da sie keinen direkten Niederschlag erhalten. Dies kann durch oberflächlich ablaufendes Wasser, vor allem aber durch zirkulierendes Wasser im Innern des Felsens geschehen. Die Verdunstung der Pflanzen und somit ihr Wasserbedarf sind gegenüber anderen Standorten wegen der relativ hohen Luftfeuchtigkeit herabgesetzt. Kondensierter Wasserdampf kommt vor allem den Moosen und Flechten zugute. Das Feinmaterial aus Humus und Sand beschränkt sich auf Felsspaltен, die hier den einzigen Wurzelort bilden.

Der Standort Nr. 20 stellt in mehrfacher Hinsicht eine Besonderheit dar: die Höhlung ist niedrig und sehr tief, und die Felswände sind durch austretendes Sickerwasser naß. Im August wurden darin 18 °C und eine Luftfeuchtigkeit von 94% gemessen, obwohl es schon seit vier Tagen sehr heiß und trocken war. Ganz in der Tiefe wachsen viele

Tabelle 5: Felsbänder

Standort Nr.	37	38	72	46	69	06
Aufnahmefläche in m ²	03	04	02	05	03	03
Exposition	N	N	N	W	O	NW
Beschattung	s	s	s	ss	ss	s
Deckungsgrad in %						
Baumschicht	00	00	00	00	00	00
Strauchschicht	00	00	25	30	60	10
Krautschicht	50	50	60	85	30	70
Moosschicht	00	15	50	00	00	00

Baumschicht

Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.	.
Betula pendula	.	.	.	.	.	.
Castanea sativa	.	.	.	.	.	.

Strauchschicht

Sorbus aucuparia	.	.	1	1	1	1
Pinus sylvestris	.	.	.	.	.	.
Betula pendula	.	.	.	.	.	.
Castanea sativa	.	.	.	r	.	.
Rhamnus frangula	.	.	.	.	.	r
Sambucus racemosa	.	.	.	.	.	.
Juniperus communis	.	.	.	.	.	.

Krautschicht

Polypodium vulgare	3	2	3	3	3	4
Dryopteris dilatata	+	1	+	2	.	+
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	.	.
Hieracium sabaudum	.	.	.	.	.	.
Prenanthes purpurea	.	.	.	.	.	.
Calluna vulgaris	.	.	.	.	.	.
Rumex acetosella	.	.	.	.	.	.

53	36	26	78	25	24	28	74	36	21	27	67
03	05	05	06	08	02	08	04	02	12	06	04
NW	SO	SO	W	SW	S	SO	SO	SW	SW	SW	S
s	ss	ss	es	s	s	es	ns	ns	ns	ns	ns
00	25	00	00	00	00	20	00	00	00	00	00
02	30	05	20	02	10	05	00	00	20	02	00
40	50	70	50	80	30	05	30	70	10	30	30
40	00	25	03	10	30	20	30	10	12	25	02

.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.

.	1	1	1	.	1	r	.	.	.	1	.
r	.	.	1	r	.	.	.	.	1	r	.
.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.

2	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.
+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	+	1	.	1	2	+	3	4	+	3	1
.	.	1	1	3	+	+	.	.	+	1	1

<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium psilosello.</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i>	.	.	.	2	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Epilobium lanceolatum</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium scorodonia</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	r	.	.	.	.	.

Moosschicht

<i>Dicranum scoparium</i>	.	1	1	.	.	.
<i>Polytrichum formosum</i>	.	.	2	.	.	.
<i>Leucobryum glaucum</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Mnium hornum</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Campylopus flexuosus</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Bazzania trilobata</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Cephaloziella rubella</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidozia reptans</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Campylopus pyriformis</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Dicranella heteromalla</i>	.	.	.	.	.	.

Tabelle 6: Überhänge

Standort Nr.	20*	38	73	07	55	54	14	79	11	12	54	58	21	24	10
Aufnahmefläche in m²	12	55	12	18	12	30	72	15	12	40	32	08	10	12	12
Exposition	W	NO	S	N	N	N	NW	S	SW	W	S	W	SW	SW	S
Beschattung	ss	ss	ss	s	s	s	s	s	s	es	es	ns	ns	ns	ns
Deckungsgrad in %															
Baumschicht	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Strauchschicht	00	00	00	00	00	00	05	02	00	02	02	00	00	00	00
Krautschicht	20	07	10	05	02	04	08	20	05	07	10	00	03	05	07
Moosschicht	40	01	02	30	01	02	01	20	02	01	02	03	02	01	01

Baumschicht

-fehlt-

Strauchschicht

<i>Betula pendula</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.

Krautschicht

<i>Dryopteris dilatata</i>	+	2	2	1	1	1	1	2	1	1	r	.	.	.	.
<i>Blechnum spicant</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	2	.	+	1	1
<i>Rubus fruticosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	.	r	.	.
<i>Asplenium adiantum-nigr.</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	+	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.

Moosschicht

<i>Pellia epiphylla</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calypogeia muelleriana</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tetradontium brownianum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranella heteromalla</i>	2	.	+	3	+	+	+	2	+	+	.	.	.	.	.
<i>Tetraphis pellucida</i>	.	.	1	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calypogeia neesiana</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lepidozia reptans</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bazzania trilobata</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium laetum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isopterygium pulchellum</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	1	1	1

* Ständig feucht, durch austretendes Sickerwasser

Exemplare von *Blechnum spicant*. Es ist wie *Polypodium vulgare* ein Tertiärrelikt und braucht einen wintermilden, schattigen, luftfeuchten oder regenreichen Standort. *Pellia epiphylla* bedeckt große Teile des feuchten Felsens. Das seltene *Tetradontium brownianum* ist typisch für schattige Felsüberhänge. *Calypogeia muelleriana* ist eine häufige Art sumpfig-mooriger Stellen. Für die letzten beiden Arten war dieser Standort die einzige Fundstelle. An den Rändern des Überhangs tritt noch *Dryopteris dilatata* hinzu.

Letztere wird an anderen Stellen zur häufigsten Art und ist bisweilen einziger Vertreter der Krautschicht. Ihr Vorkommen ist unabhängig von der Exposition solange vorgelagerte Bäume und Sträucher Schutz vor Wind und Verdunstung bieten. Wo dieser Schutz fehlt, kommt *Dryopteris dilatata* nicht mehr vor.

Wir finden also bezüglich der Krautschicht ähnliche Verhältnisse wie an den Steilwänden, lediglich die Artenzahl ist wegen der noch stärker eingeschränkten Bewurzelungsmöglichkeiten weiter zurückgegangen, und die Schattenpflanzen überwiegen.

Erst bei den Moosen tritt eine auffällige Veränderung ein: die üblichen xerophilen Moose fehlen, und *Dicranoweisia cirrata* wird zum alleinigen Bewohner der trockeneren Standorte. Bei den Felsbändern war es gerade umgekehrt. Da fehlte letztgenannte Art völlig, aber Xerophyten waren vertreten. Auf den Hochflächen findet *Dicranoweisia cirrata* ebenfalls kaum geeignete Standorte. Offenbar meidet sie Bodenauflagen und verträgt auch keine längere direkte Besonnung, ist aber dennoch auf helle Standorte angewiesen. Sie besiedelt die Felsspalten in einer Weise, die den gesamten zur Verfügung stehenden Raum ausfüllt, so daß nach außen hin eine geschlossene polsterartige Oberfläche entsteht. Die schattigen Überhänge stimmen bis auf das völlige Fehlen der Waldbodenmoose in ihrer Moosvegetation mit den schattigen nordexponierten Steilwänden weitgehend überein.

4.1.6 Hochflächen, Plateaus

Im allgemeinen werden 50–70 % der Oberfläche von Boden bedeckt. Bei den stark beschatteten Standorten 36 und 68 liegt der Anteil bei etwa 95 %. Da der Boden die Unregelmäßigkeiten der Oberfläche ausfüllt, schwankt seine Mächtigkeit, übersteigt 20 cm aber nur selten.

Die einzelnen Horizonte sind deutlich zu erkennen. Die Humusschicht ist kompakt gelagert. Dies zeigt an, daß sich der Boden über längere Zeit ungestört entwickeln konnte und von Erosionsvorgängen weitgehend verschont blieb. Maßgeblichen Anteil an der Stabilisierung des Bodens leisten die Baumwurzeln. Die relativ dünne Auflage kann nicht viel Wasser speichern, und Felsspalten mit ihren günstigen Wasserverhältnissen fehlen weitgehend. Nach einem Regen läuft das Wasser seitlich ab oder versickert im Sandstein.

Anders als die Felsstandorte, haben die Hochflächen keine Expositionsunterschiede, d. h. alle Hochflächen erhalten grundsätzlich die gleiche Lichtmenge. Auch die zusätzliche Beschattung spielt nur noch eine geringe Rolle, da sich die Hochflächen meist über den Baumwipfeln des umgebenden Waldes befinden. Lediglich die eigene Baum- und Strauchschicht der Plateaus beeinflußt durch ihren Schatten das Kleinklima der niedrigeren Schichten in stärkerem Maße. Hochflächen werden daher nie so schattige und luftfeuchte Standorte abgeben können, wie sie auf nordexponierten Flächen möglich sind. Als Folge davon findet man die Lichtpflanze *Calluna vulgaris* auf fast allen Standorten in großer Zahl.

Innerhalb der Baumschicht dominiert die Kiefer. Eine gewisse Rolle spielen daneben *Betula pendula* und *Quercus petraea*. Der gleiche Sachverhalt zeichnet sich auch bei den sonnigen Neigungsflächen ab. Die harten Lebensbedingungen schlagen sich in der Physiognomie der Bäume nieder. Sie sind gedrunken, knorrig und bleiben klein. *Sorbus aucuparia* und *Sorbus aria* erreichen nur noch Strauchgröße.

Moosschicht

Pleurozium schreberi	.	4	2	.	.	.	.	+
Dicranum scoparium	.	+	1	3	+	+	+	.
Leucobryum glaucum	+	.	.	.	1	.	.	.
Polytrichum formosum	1	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum polysetum	.	.	.	.	.	.	.	.
Campylopus flexuosus	+	.	+	.	.	1	.	.
Polytrichum piliferum	.	.	.	.	.	.	+	+
Pohlia nutans	.	.	.	.	.	.	.	.
Campylopus pyriformis	.	.	.	.	.	.	1	+
Grimmia pulvinata	.	.	.	.	.	.	.	+
Hypnum cupressiforme	+	.	1	+	1	+	+	.
Dicranoweisia cirrata	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranella heteromalla	2	.	.	.	+	.	.	.
Campylopus introflexus	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhacomitrium hetero.	.	.	.	.	.	.	.	.

Die Krautschicht ist mit einem Deckungsgrad von durchschnittlich etwa 30 % flächenmäßig recht stark vertreten. Sie besteht allerdings, vom Jungwuchs der Bäume abgesehen, nur noch aus acht Arten. Dank ihrer großen Variabilität im Bewurzelungsverhalten, ist *Calluna vulgaris* die erfolgreichste Pflanze der Hochflächen sowie der Felsen (chasmophytisch an Überhängen und Steilflächen; vorwiegend exochomophytisch auf Hochflächen und Felsbändern). *Vaccinium myrtillus* ist bezüglich der Wasserversorgung anspruchsvoller. Es hält sich stets an tiefgründigere Stellen im Schatten der Bäume und Sträucher. Außerdem sind noch *Festuca ovina* und vor allem *Deschampsia flexuosa* häufig. Beide ertragen ebenfalls saure, nährstoffarme Böden und besitzen skleromorphe Blätter. Wie die Ericaceen lebt auch *Festuca ovina* mit endotrophem Wurzelpilz, der zur Nährstoffversorgung beiträgt. Einziger Vertreter der Farnpflanzen ist *Polypodium vulgare*. Es wächst auf den Plateaus nur an schattigen Stellen und benötigt wegen der relativ niedrigen Luftfeuchtigkeit hier mehrere cm Bodenaufgabe. Sein skleromorpher Blattbau macht es ihm möglich, selbst auf trockeneren Standorten zu gedeihen.

Auch in der Mooschicht sind die stark feuchtigkeitsliebenden Arten nicht mehr vorhanden. Die ökologisch breiter ausgelegten Moose sind bis auf zwei Vertreter zusammengeschrumpft, während die Waldbodenmoose an den schattigsten Standorten noch zahlreich auftreten. Mit abnehmendem Schatten kristallisiert sich wieder die Dreiergruppe der Xerophyten *Polytrichum piliferum*, *Pohlia nutans* und *Campylopus pyriformis* heraus, hinzu kommt noch *Grimmia pulvinata*.

Manche Hochflächen werden von Wanderern und Kletterern als Aussichtsplattform genutzt. Dadurch wird die Vegetation geschädigt und z. T. zerstört.

4.1.7 Flechten

Der Buntsandstein bietet durch seine raue Oberfläche den Verbreitungseinheiten der Flechten (Diasporen) gute Startmöglichkeiten. Je rauher die Oberfläche, desto höher ist deren Wasserhaltekapazität. Dadurch können sich die Diasporen besser festsetzen, und werden in ihren Keimungs- und Wachstumsbedingungen begünstigt (WIRTH 1972).

Von großer Bedeutung für die Ansiedlung von Flechten ist auch die Porösität des Gesteins. Mit größerem Porenvolumen kann mehr Wasser aufgenommen, gespeichert und allmählich wieder abgegeben werden. Eine gute Speicherkapazität von Felsen bewirkt also nach einem Niederschlag an der Gesteinsoberfläche eine erhöhte Luftfeuchtigkeit, die so lange anhalten wird, bis das gespeicherte Wasser wieder verdunstet ist. Für die Flechten ist dieser Faktor besonders wichtig, da sie weder über Wurzeln noch ausreichenden Verdunstungsschutz verfügen und mit ihrer gesamten Oberfläche Wasser sowohl aufnehmen als auch abgeben. Ihr Quellungszustand und damit auch ihre biologische Aktivität wird weitgehend passiv durch die Luftfeuchtigkeit bestimmt. Auf glatten Felsflächen, ohne Spalten und Unebenheiten, an denen sich Verwitterungsprodukte ansammeln können, findet man nur noch Flechten. Im Gegensatz zu den Kormophyten und Moosen können sie direkt auf der Gesteinsunterlage, ja sogar im Gestein selbst wachsen. Die Verteilung der Flechtensynusien zeigt Abb. 9.

Den arten- und flächenmäßig größten Anteil stellen die Krustenflechten. Besonders auffällig sind allerdings die Nabelflechten, deren Thalli den Felsen mehr oder weniger locker aufliegen und nur an einer Stelle (Nabel) mit dem Gestein fest verbunden sind. Eine häufige und durch ihre Größe auffällige Art der sonnigen Felswände ist *Lasallia pustulata*. An feuchten, sehr schattigen Wänden und besonders unter Überhängen findet man Lager von *Racodium rupestre* und *Cystocoleus ebeneus*. Sie gehören zur seltenen Gruppe der Haarflechten, die aus einem zentralen Algenfaden aufgebaut sind, der von mehreren Pilzhyphen dicht umschlossen wird. Die schwarzen Fäden sind zu watteförmigen Lagern vereint. Wo sie vorkommen, ist die Lichtintensität stets gering. Weitere Standortfaktoren sind hohe Luftfeuchtigkeit und austretendes Sickerwasser, nach WIRTH (1972) sogenannte Bergfeuchtigkeit. Eine direkte Beregnung würde die zarten Thalli schädigen. Ebenfalls regengeschützte Flächen besiedelt *Lepraria chlorina* mit ihren flockig-weichen Lagern, die durch ihr leuchtend sattes Gelb auffallen. Verglichen mit den beiden oben genannten Haarflechten ist ihr Standort aber lufttrockener und heller. Austretendes Sickerwasser spielt keine Rolle mehr. Wie ihre lepröse Wuchsform belegt, ist sie darauf angewiesen, ihren notwendigen Wasserbedarf allein aus der Luft zu decken.

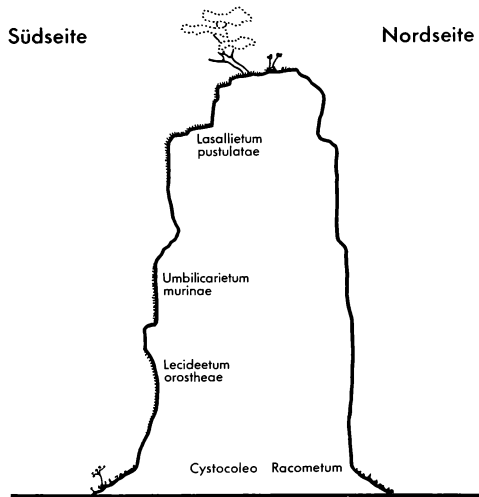


Abb. 9: Verteilung von Flechtengesellschaften an einem Buntsandsteinfelsen im Pfälzerwald (nach WIRTH 1972)

Unberücksichtigt bleibt in Abb. 9 die reichhaltige Cladonien-Vegetation der Hochebenen und sonnigen Felsbänder. Die meisten Cladonien sind besonders bei trockenem Wetter sehr spröde und brüchig. Die Bruchstücke sind vegetative Verbreitungseinheiten, die wieder zu neuen Cladonien auswachsen können. Ein Nachteil ist allerdings ihre große Empfindlichkeit gegenüber Trittbelastung. Daher fehlen sie auf begangenen Hochflächen.

4.2 Burgfelsen

Die Burgen des Wasgaus sind im Mittelalter auf großen Buntsandsteinfelsen errichtet worden. Bei deren Bau hat man zunächst den gewachsenen Fels behauen, so daß Wände, Mauern, Stützen, und Treppen herausgearbeitet wurden. Ergänzend wurden dann Buntsandsteinblöcke, mit Mörtel vermauert, aufeinandergetürmt. Im Untersuchungsgebiet läßt sich dies heute noch auf der Burg Berwartstein in einzigartiger Weise nachvollziehen.

Die meisten der Burgen fielen jedoch im 16. Jh. der Zerstörung zum Opfer und blieben in der Folgezeit meist sich selbst überlassen. Bisweilen fanden die Buntsandsteinblöcke Wiederverwendung zum Hausbau; zurück blieben Schutt und Mörtel. Noch heute findet man kalkhaltige Mörtelbrocken auf den Felsen und am Fuße der Ruinen. Durch die Niederschläge wurde der Kalk langsam gelöst und konnte sich dann, begünstigt durch die Porosität des Buntsandsteins, im gesamten Felsmassiv verteilen. Die Kalkgehalte im Boden der einzelnen Standorte sind recht unterschiedlich. Sie liegen zwischen 0.13% und 3.14%. Die pH-Werte reichen von 5.5 bis 10.2. Kalkgehalt und pH-Wert sind damit deutlich höher als an naturbelassenen Felsen. Zusätzlich gelangten durch ehemalige Burggärten Nährstoffe auf die Felsen. Die Ruine Falkenburg (Abb. 10) läßt heute noch die Reste eines solchen Burggartens im Nordwesten der Hochfläche erkennen. Über Jahrhunderte hinweg waren die Burgen Wohnstätten von Mensch und Tier, deren Abfälle und Ausscheidungen sicherlich auch zu einer Anreicherung von Pflanzennährstoffen beitrugen. Mittlerweile sind die Burgfelsen stark frequentierte Ausflugsziele, was zu anhaltender Beeinflussung der Vegetation führt.

Für den Pflanzenwuchs günstigere Bodenverhältnisse findet man nicht nur auf den Burgfelsen selbst, sondern auch in einem mehr oder weniger breiten Streifen am Fuße einer Burganlage. Häufige Arten sind hier *Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Clematis vitalba*, *Hedera helix*, *Vinca minor* u. a.. Als Stickstoffanzeiger seien *Urtica dioica*, *Chelidonium majus*, *Aegopodium podagraria*, *Galim aparine*, *Chaerophyllum temulum*, *Stellaria media* und *Geranium robertianum* genannt.

Die Hochflächen auf Burgfelsen unterliegen einer starken Trittbelastung. Die Bodenaufgabe, soweit überhaupt vorhanden, ist in der Regel gering. Sie besteht größtenteils aus kalkfreiem Sand, der vom Felsen selbst stammt. Bäume kommen, von einzelnen Kiefern abgesehen, nicht mehr vor. Auch Sträucher sind nur spärlich vertreten, allerdings sind im Vergleich zu den naturnahen Felsen einige Arten neu hinzu gekommen: *Corylus avellana*, *Rosa canina*, *Rosa rubiginosa*, *Crataegus oxyacantha*, *Prunus spinosa* und *Cytisus scoparius*.

Die Krautschicht setzt sich vornehmlich aus heliophilen Arten zusammen. Darunter befinden sich zahlreiche Pionierpflanzen. Am häufigsten sind *Euphorbia cyparissias*, *Sedum reflexum*, *Thymus serpyllum*, *Silene nutans*, *Campanula rotundifolia*, *Dianthus carthusianorum*, *Erophila verna*, *Cerastium semidecandrum*, *Saxifraga granulata*, *Arabidopsis thaliana*, *Myosotis stricta*, *Poa compressa*, *Bromus tectorum*, *Trifolium medium*, *Trifolium campestre* und *Trifolium arvense*.

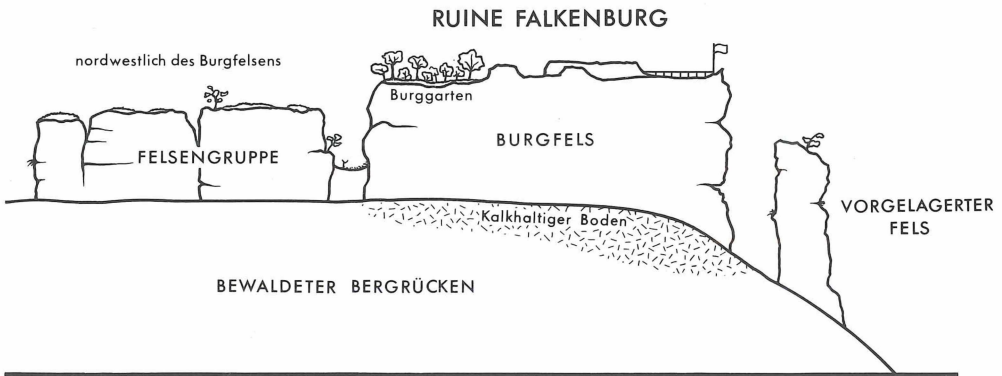


Abb. 10: Schematische Ansicht der Ruine Falkenburg bei Wilgartswiesen

All diese Arten weisen auf ein basenreiches (Ca, K, Mg, Na) Substrat hin. Bezüglich ihres Stickstoff- und Phosphorbedarfs haben sie im einzelnen recht unterschiedliche Ansprüche. Nur wenige der sonst auf unbesiedelten Felsen regelmäßig anzutreffenden Arten findet man auch hier (z. B. *Festuca ovina* und *Polypodium vulgare*). *Polypodium vulgare* wurzelt auf den Burgruinen stets in einer sauren Humusauflage, die sich besonders dort bilden kann, wo Kiefernstreu vorhanden ist.

Neben *Polypodium vulgare* finden dort auch noch die Moose *Campylopus flexuosus*, *Pleurozium schreberi* und *Hypnum cupressiforme* geeignete Standorte. Alle übrigen Moose, die auf den Hochflächen der Burgruinen wachsen, sind an mehr oder weniger kalkhaltige oder ruderale Standorte gebunden und kommen daher an den naturnahen Felsen nicht vor: *Homalothecium sericeum*, *Pottia intermedia*, *Barbula unguiculata*, *Barbula hornschuchiana*, *Tortella tortuosa*, *Tortula muralis*, *Weisia controversa*, *Mnium marginatum*, *Bryum caespiticium*, *Hypnum lacunosum* und *Ditrichum flexicaule*.

Der bereits erwähnte ehemalige Burggarten auf der Ruine Falkenburg (Abb. 11) unterscheidet sich deutlich von den übrigen Hochflächen. Die Bodenauflage besteht aus einer bis zu 50 cm starken Lösschicht (pH 8.35/ca. 1.34%). Die nächsten natürlichen Lössvorkommen liegen am Haardtrand und wurden von dort vermutlich herbeitransportiert und zur Anlage des Gartens auf die Burg geschafft.

Durch die zahlreichen Gehölze entsteht der Eindruck eines kleinen Wäldchens. In der Krautschicht finden wir außer Arten der sonnigen und trockenen Standorte auch einige Pflanzen, die auf mehr Feuchtigkeit und Schatten sowie auf einen tiefgründigeren Boden angewiesen sind (z. B. *Taraxacum officinale*, *Polygonatum multiflorum*, *Hedera helix* und *Galium mollugo*).

Pflanzenaufnahme des ehemaligen Gartens der Falkenburg:

Deckungsgrad:	Baumschicht	20%
	Strauchschicht	40%
	Krautschicht	40%

Baumschicht:	1	<i>Carpinus betulus</i>	1	<i>Quercus petraea</i>
Strauchschicht:	2	<i>Carpinus betulus</i>	1	<i>Quercus petraea</i>
	1	<i>Crataegus monogyna</i>	1	<i>Quercus robur</i>
	1	<i>Sorbus aucuparia</i>	1	<i>Sorbus aria</i>
Krautschicht:	2	<i>Trifolium campestre</i>	1	<i>Galium mollugo</i>
	1	<i>Sedum reflexum</i>	1	<i>Lychnis coronaria</i>
	1	<i>Saxifraga granulata</i>	1	<i>Erophila verna</i>
	+	<i>Euphorbia cypariss.</i>	+	<i>Echium vulgare</i>
	+	<i>Achillea millefolium</i>	+	<i>Hypericum perforatum</i>
	+	<i>Satureia acinos</i>	+	<i>Carum carvi</i>
	+	<i>Thymus serpyllum</i>	+	<i>Trifolium repens</i>
	+	<i>Hedera helix</i>	+	<i>Trifolium arvense</i>
	+	<i>Campanula rapunculoides</i>	+	<i>Trifolium medium</i>
	+	<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	<i>Sanguisorba minor</i>
	+	<i>Taraxacum officinale</i>	+	<i>Sedum sexangulare</i>

Am Fuße der Falkenburg stehen, in einer Reihe angeordnet, einige alte Bergulmen (*Ulmus glabra*), die offenbar einmal angepflanzt worden sind. Da die Bäume bis zu 400 Jahre alt werden können, die Zerstörung der Burg aber noch keine 300 Jahre zurückliegt, stammen sie möglicherweise sogar noch von den Burgbewohnern selbst.

E. A. HOFMANN (1961) betont ausdrücklich die Bedeutung von Burggärten. Ihm ist aufgefallen, daß auf den Burgen und in deren Umgebung Pflanzen vorkommen, die man sonst nur sehr selten findet. Er nimmt an, daß diese Arten ursprünglich in Burggärten kultiviert wurden und sich von dort aus im nährstoffreichen Boden rund um eine Burg ausbreiten konnten. Dort seien sie als Relikte bis heute erhalten geblieben. Er erwähnt beispielsweise *Polygonatum multiflorum*, *Aquilegia vulgaris* und *Ribes uva-crispa*. Letztgenannte Art findet man tatsächlich häufig an den Felswänden vieler Burgen. *Vinca minor*, die sich ebenfalls reichlich in der Nähe von Burgen ansiedelt, sei überhaupt erst durch die Kreuzfahrer bei uns heimisch geworden.

Die Vegetationsaufnahmen der senkrechten Flächen und der wenigen Überhänge und Neigungsflächen wurden zu einer Tabelle zusammengefaßt. All diesen Standorten gemeinsam ist eine sehr geringe oder fehlende Bodenauflage; die Pflanzen wurzeln also überwiegend in Felsspalten.

Zunächst fällt das völlige Fehlen der Baumschicht auf. In der Strauchschicht sind die oben genannten Arten neu hinzugekommen. Einige Arten nährstoffarmer Standorte bleiben aus (*Pinus sylvestris*, *Sorbus aucuparia* u. a.).

Die Krautschicht wird aus 44 Arten aufgebaut und ist somit reichhaltiger als an naturnahen Felsen, wo nur bis zu 20 verschiedene Arten (ohne Baumjungwuchs) zu finden sind. Auf dem schattigen, luftfeuchteren Flügel der Ruine Falkenburg haben *Asplenium trichomanes* und *Cystopteris fragilis* die Rolle von *Dryopteris dilatata* übernommen. Auf dem trockeneren Flügel, wo auf den nährstoffarmen Standorten das Heidekraut dominierte, finden wir an den Burgfelsen eine Vielzahl anderer Arten. Relativ häufig sind *Sedum reflexum*, *Sedum telephium*, *Bromus tectorum*, *Poa compressa*, *Campanula rotundifolia* und *Asplenium ru-*

ta-muraria. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Ceterach officinarum*, einem bei uns seltenen mediterran-submediterranen Florenelement. Auf der Ruine Falkenburg findet man einige Exemplare an einem steilen südwestexponierten Hang dicht beieinander. Dort konnte sich etwas kalkhaltiges Bodenmaterial halten, das offenbar von der nahen Hochfläche heruntergefallen ist.

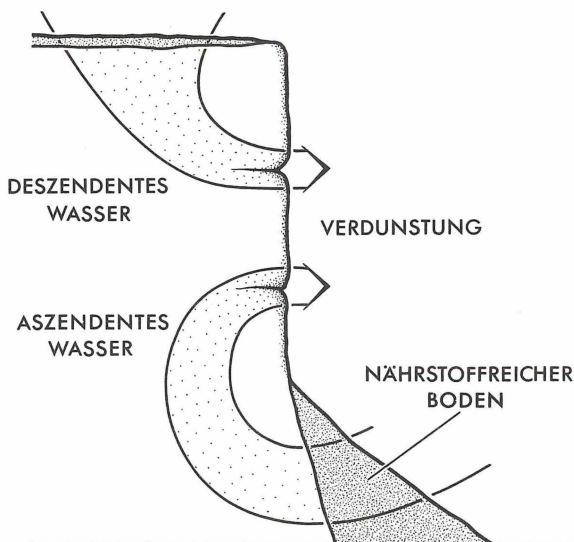


Abb. 11: Eintrag von Nährstoffen und deren Anreicherung an der Oberfläche und in Spalten auf Burgfelsen

In der Mooschicht dominiert *Homalothecium sericeum* auf den trockeneren Standorten. Dazu gesellen sich mit geringerer Häufigkeit weitere Arten, darunter *Grimmia pulvinata* und *Hypnum cupressiforme*, die üblicherweise auch auf anderen Felsen vorkommen. Die Moose der feuchteren Standorte lassen auf kalk- oder basenreichen Untergrund schließen. *Marchantia polymorpha* bevorzugt ruderale Habitats. Für das seltene Lebermoos *Reboulia hemisphaerica* wurden auf einer alten Buntsandsteinmauer (Kalkmörtel) auf dem „Burgfelsen“ bei Hauenstein und in der Nähe der Ruine Falkenburg auf felsigem Boden im Wald zwei neue Fundorte nachgewiesen. Nach FRAHM/FREY (1983) kommt *Reboulia hemisphaerica* auf kalkhaltigem Untergrund, aber auch auf Porphyrfelsen und Gneis vor. Offenbar benötigt sie ein basenreiches Substrat. Bezeichnend für das Vorkommen auf dem Buntsandstein der Südpfalz ist die Bindung an anthropogene Standorte.

Bei deszendenter Wasserbewegung, nach längeren Regenperioden, gelangen die gelösten Nährstoffe von der Hochfläche aus in den Felsen hinein. Bei aszendenter Wasserbewegung, in trockenen Zeiten, werden Nährstoffe aus dem Boden am Fuße des Felsens gelöst und vom Wasser mit nach oben genommen. Das Wasser verdunstet zum größten Teil aus den Felsspalten, die Nährstoffe bleiben zurück, reichern sich dort an und kommen den Pflanzen zugute (Abb. 11). Vor allem an sonnigen Felswänden der Burgfelsen, wo viel Wasser verdunstet, findet man häufig weiße Kalkkrusten an der Oberfläche des Gesteins.

Tabelle 8: Burgfelsen

Standort Nr.	13	75	63	19
Aufnahmefläche in m ²	40	01	18	01
Exposition	NO	S	NO	NW
Neigung in °	Ü!	Ü!	65	90
Beschattung	ss	es	s	s
pH-Wert			5,5	6,7
Ca-Gehalt in %			0,2	0,9
Deckungsgrad in %				
Baumschicht	00	00	00	00
Strauchschicht	03	00	40	00
Krautschicht	10	20	30	05
Moosschicht	02	20	10	01

Baumschicht

-fehlt-

Strauchschicht

Rosa rubiginosa	.	.	.	.
Corylus avellana	.	.	2	.
Sambucus nigra	.	.	.	.
Sorbus aria	.	.	r	.
Fagus sylvatica	.	.	.	.
Populus tremula	.	.	.	.
Crataegus monogyna	.	.	.	.
Carpinus betulus	+	.	.	.
Betula pendula	.	.	.	.

Krautschicht

Asplenium trichomanes	+	1	+	+
Cystopteris fragilis	.	.	+	.
Polypodium vulgare	+	1	1	.
Dryopteris filix-mas	.	.	.	.
Epilobium montanum	.	+	.	.
Geranium robertianum	.	+	+	.
Ribes uva-crispa	1	.	+	.

75	45*	45	02	63	09	29	77	02	43	45	31	13	13	13
24	20	75	80	50	12	24	60	30	15	80	30	10	10	10
N	NW	NW	W	O	W	SW	SO	S	SW	S	S	SW	SW	SW
90	90	85	90	90	60	90	90	90	90	90	90	80	70	40
es	es	ns	es	es	es	s	es	es	ns	ns	ns	ns	ns	ns
				6,2	7,2			5,2	8,1		5,9	8,4	7,9	8,3
				0,8	0,9			0,1	2,5		0,4	3,4	1,8	2,8
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03	20	03	01	00	00	00	03	03	00	00	00	20	00	40
03	70	50	05	05	30	07	15	45	50	02	05	20	05	40
05	15	50	05	01	20	02	00	02	01	01	00	20	20	20

.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	.	3
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.	.	.
.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
+	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
.	+	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.

<i>Mycelis muralis</i>	.	.	r	.	.	+	.
<i>Hedera helix</i>	.	.	+	.	.	.	+
<i>Campanula trachelium</i>	.	.	+	.	.	+	.
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ceterach officinarum</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	.	.	+	1
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erophila verna</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium angustifol.</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Arenaria serpyllifol.</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus carthusian.</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum thapsus</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia stricta</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Scabiosa columbaria</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum reflexum</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sedum telephium</i>	.	.	.	.	+	+	+
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	+	1
<i>Rubus fruticosus</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene nutans</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Origanum vulgare</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Galium verum</i>	.	.	.	.	.	.	r
<i>Galium hercynicum</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Thymus serpyllum</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vulpia bromoides</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium polysperm.</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sagina procumbens</i>	.	.	.	.	.	.	+

Tabelle 8: Burgfelsen

Standort Nr.	13	75	63	19	75	45*	45	02	63	09	29	77	02	43	45	31	13	13	13
Aufnahmefläche in m²	40	01	18	01	24	20	75	80	50	12	24	60	30	15	80	30	10	10	10
Exposition	NO	S	NO	NW	N	NW	NW	W	O	W	SW	SO	S	SW	S	S	SW	SW	SW
Neigung in °	Ü!	Ü!	65	90	90	90	85	90	90	60	90	90	90	90	90	90	80	70	40
Beschattung	ss	es	s	s	es	es	ns	es	es	es	s	es	es	ns	ns	ns	ns	ns	ns
pH-Wert			5,5	6,7					6,2	7,2			5,2	8,1		5,9	8,4	7,9	8,3
Ca-Gehalt in %			0,2	0,9					0,8	0,9			0,1	2,5		0,4	3,4	1,8	2,8
Deckungsgrad in %																			
Baumschicht	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Strauchschicht	03	00	40	00	03	20	03	01	00	00	00	03	03	00	00	00	20	00	40
Krautschicht	10	20	30	05	03	70	50	05	05	30	07	15	45	50	02	05	20	05	40
Moosschicht	02	20	10	01	05	15	50	05	01	20	02	00	02	01	01	00	20	20	20

Moosschicht

Homalothecium seric.	.	.	.	.	.	+	3	1	1	1	1	.	2	+	+	.	2	2	1
Grimmia pulvinata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1
Hypnum cupressiforme	.	.	.	.	.	.	.	r	.	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.
Tortula muralis	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranella subulata	1	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mnium stellare	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mnium undulatum	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mnium punctatum	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Preissia quadrata	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Reboulia hemisphaerica	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Marchantia polymorpha	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eucladium verticillat.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

außerdem mit geringer Häufigkeit: Weisia controversa, Gyroweisia tenuis, Tortula inermis, Tortula canescens, Grimmia crinata, Isothecium myosuroides, Barbula reflexa, Ditrichum flexicaule, Barbula vinealis, Encalypta streptocarpa, Plagiothecium laetum.

* austretendes Sickerwasser

Ü! Überhang

4.3 Schlußbetrachtung

Die Artenzahl (Gefäßpflanzen) der naturnahen Felsen beträgt insgesamt 39. Davon erreichen allerdings nur 13 eine Stetigkeit von über 100%.

Stetigkeitswerte für naturnahe Felsen (Angaben in %)

<i>Calluna vulgaris</i>	67	<i>Sorbus aria</i>	3
<i>Deschampsia flexuosa</i>	50	<i>Quercus robur</i>	3
<i>Dryopteris dilatata</i>	49	<i>Juniperus communis</i>	3
<i>Pinus sylvestris</i>	48	<i>Abies alba</i>	3
<i>Betula pendula</i>	48	<i>Populus tremula</i>	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	39	<i>Sambucus racemosa</i>	2
<i>Polypodium vulgare</i>	27	<i>Rubus idaeus</i>	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	24	<i>Asplenium billotii</i>	2
<i>Rumex acetosella</i>	20	<i>Dryopteris borreeri</i>	2
<i>Rubus fruticosus</i>	20	<i>Luzula albida</i>	1
<i>Quercus petraea</i>	17	<i>Larix decidua</i>	1
<i>Festuca ovina</i>	14	<i>Prenanthes purpurea</i>	1
<i>Fagus sylvatica</i>	13	<i>Hieracium piloselloides</i>	1
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	5	<i>Galeopsis tetrahit</i>	1
<i>Pteridium aquilinum</i>	5	<i>Cerastium glutinosum</i>	1
<i>Blechnum spicant</i>	4	<i>Koeleria glauca</i>	1
<i>Hieracium sabaudum</i>	4	<i>Spergula morisonii</i>	1
<i>Rhamnus frangula</i>	4	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	1
<i>Epilobium lanceolatum</i>	4	<i>Teucrium scorodonia</i>	1
<i>Castanea sativa</i>	4		

Vergleicht man die Bodenansprüche der 13 häufigsten Arten, so fällt auf, daß sie nicht nur auf einen sauren Boden hinweisen, sondern auch auf ein nährstoffarmes Substrat. *Dryopteris dilatata*, *Rubus fruticosus* und *Fagus sylvatica* haben für diesen Faktor eine weite ökologische Amplitude.

Die selteneren Arten deuten zwar ebenfalls auf einen sauren, kalkarmen Untergrund hin, doch sind die meisten von ihnen auf einen höheren Nährstoffgehalt angewiesen (*Castanea sativa*, *Populus tremula*, *Luzula albida*, *Hieracium sabaudum*, *Koeleria glauca*, *Rubus idaeus*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Asplenium septendrionale*, *Dryopteris borreeri* u. a.). Diese Pflanzen werden sich also entweder hinsichtlich ihres Nährstoffbedarfs an der untersten Grenze ihrer physiologischen Amplitude befinden, oder sie kommen an Stellen lokal eng begrenzter Nährstoffanreicherung vor.

Der Unterschied in Artenzahl und Artenzusammensetzung zwischen den wenig beeinflussten Felsen und den Burgfelsen geht allein auf die besseren Nährstoffverhältnisse der anthropogen geprägten Standorte zurück, insbesondere auf den höheren Basengehalt (Ca, K, Mg, Na), zumal die klimatischen Verhältnisse in beiden Fällen identisch sind.

Die Tatsache, daß auf den Hochflächen der Burgruinen ganz andere Arten wachsen als auf denen der unbebauten Felsen, erklärt sich aus der abweichenden Bodenzusammensetzung.

zung. Für die Spaltenstandorte an den Steilwänden der Burgfelsen stellt sich allerdings die Frage, warum dort nicht die ursprüngliche Vegetation erhalten geblieben ist. Die Erklärung liegt in der bereits beschriebenen Anreicherung von Nährstoffen in den Spalten und möglicherweise auch der Wurzelkonkurrenz an diesen Standorten.

WETTER's (1978) Pflanzenaufnahmen von kalkarmen Gesteinen sind wesentlich artenreicher als die der hiesigen Buntsandsteinfelsen. Neben Magerkeitszeigern wie *Calluna vulgaris* und *Vaccinium myrtillus* fand er viele anspruchsvollere Arten, von denen einige auch an den Burgfelsen des Buntsandsteins vorkommen. Dazu gehören *Thymus serpyllum*, *Campanula rotundifolia*, *Asplenium trichomanes*, *Hypericum perforatum* u. a.. WETTER gibt für die Felsen einen Kalkgehalt von 0.51 bis 3.77% (selten mehr) an. Die Werte liegen damit deutlich höher als beim Mittleren Buntsandstein. Durch chemische Verwitterung des sauren Urgesteins werden die Nährstoffe freigesetzt und für Pflanzen verfügbar gemacht. Der Buntsandstein verwittert wegen seines hohen Quarzgehaltes überwiegend auf physikalische Weise, wobei so gut wie keine Nährstoffe frei werden. Ungünstig für die Nährstoffversorgung der Pflanzen ist auch der geringe Tonanteil im Mittleren Buntsandstein. Ton ist nicht nur relativ nährstoffreich, sondern zeichnet sich durch hohe Austauschkapazität aus, d. h. er adsorbiert vorhandene Nährstoffe und macht sie auf diese Weise für Pflanzen verfügbar. Darüberhinaus könnte auch noch die mehrfach erwähnte Wasserdurchlässigkeit des Gesteins zu einer Nährstoffverarmung beitragen. Denkbar wäre ein Herauslösen der Nährstoffe, wie es für manche Böden (Podsol, Parabraunerde) charakteristisch ist.

5. Zusammenfassung

Die Felsen des Untersuchungsgebietes bestehen aus dem sehr nährstoffarmen Mittleren Buntsandstein. Entsprechend niedrig sind pH-Wert und Kalkgehalt der Boden- bzw. Humusauflage.

Die artenarme Vegetation setzt sich aus typischen Säurezeigern zusammen. Darüberhinaus sind die am häufigsten vorkommenden Pflanzen Indikatoren für einen sehr nährstoffarmen Standort.

Für *Calluna vulgaris* und *Pinus sylvestris* sind die Felsen primäre Standorte.

Den schlechten Nährstoffverhältnissen steht eine für Felsen günstige Wasserversorgung gegenüber, von der vor allem die Moose und Flechten profitieren. Besonders die Felsspalten enthalten überdurchschnittlich viel Feuchtigkeit.

Durch das vielfältige Zusammenspiel mikroklimatischer und edaphischer Faktoren entstehen einzelne Felsstandorte mit unterschiedlichen Pflanzenbeständen, mancherorts siedeln sich auch extrazonale Arten an.

Felsen, auf denen im Mittelalter eine Burg errichtet wurde, tragen als Folge von Nährstoffanreicherung eine reichhaltige und stark abweichende Vegetation.

6. Schriftenverzeichnis

- AHNERT, F. (1952): Die Oberflächenformen des Dahner Felsenlandes, Heidelberg.
- (1978): Zur erdgeschichtlichen Entwicklung des Wasgau. – Der Wasgau mit seinen Felsen und Felsburgen, S. 52–56. Landau.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., Wien/New York.
- BREUER, H. (1962): Beitrag zur Moosvegetation und Moosflora der Liassandsteinfelsen und Liassandsteinblöcke im Bereich des Naturparks Südeifel. – *Dechenia* **114**: 111–123. Bonn.
- DÜLL, R. (1980): Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes. – *Dechenia/Beihefte* **24**: 1–365. Bonn.
- DÜLL, R., FISCHER, E. & LAUER, H. (1983): Verschollene und gefährdete Moospflanzen in Rheinland-Pfalz. – Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz **9**: 107–132. Oppenheim.
- ELLENBERG, H. (1952): Physiologisches und ökologisches Verhalten derselben Pflanzenarten. – *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* **65**: 350–361.
- (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Göttingen.
- EMRICH, J. (1958): Seit wann ist die Kiefer im Pfälzer Wald einheimisch? – *Pfälzer Heimat* **9**: 165–169. Speyer.
- FELD, J. (1958): Moosflora der Rheinprovinz. – *Dechenia/Beihefte* **6**: 1–94. Bonn.
- FEZER, F. (1981): Der Niederschlag im Pfälzer Wald und in seinem Regenschatten. – *Pfälzische Landeskunde* **1**: 95–100. Landau.
- FIRBAS, F. (1924): Studien über den Standortcharakter auf Sandstein und Basalt. – Beiheft zum Botanischen Centralblatt **40**, II. Abt. Dresden.
- FRAHM, J.-P., FREY, W. (1983): Moosflora. – Stuttgart.
- GEIGER, M. (1981): Wetter und Klima in der Pfalz. – *Pfälzische Landeskunde* **1**: 67–94. Landau.
- GEIGER, R. (1942): Das Klima der bodennahen Luftschicht. – Braunschweig.
- GLÄSER, T. (1972): Das Dahner Felsenland. Eine Landeskunde. – Zulassungsarbeit f. d. Lehramt an höheren Schulen. Heidelberg.
- GRUMANN, V. (1963): *Catalogus Lichum Germaniae*. – Stuttgart.
- HÄBERLE, D. (1913): Der Pfälzerwald. – Die Rheinlande in naturwissenschaftlichen u. geographischen Einzeldarstellungen III. – Hrsg.: MORDZIOL, C., Braunschweig/Berlin.
- (1911): Das Felsenland des Pfälzerwaldes. – Kaiserslautern.
- (1919): Über Kleinformen der Verwitterung im Hauptbuntsandstein des Pfälzerwaldes. – Heidelberg.
- HEGI, G. (1984): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. – 4. Aufl., München.
- HOMANN, A. E. (1961): Ehemalige Burggärten. – *Pfälzische Heimatblätter* **10**: 40 f.
- HÜBSCHMANN, A. V. (1955): Einige Moosgesellschaften silikatreicher Felsgesteine. – *Mitteil. flor. soz. Arbeitsgemeinschaft N. F.* **5**: 50–57. Stolzenau.
- KARTIERANLEITUNG (1982): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. – Herausgeg. von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland, 3. Aufl., Hannover.
- KNÖRINGER, E. (1978): Wasgau – Name, Begrenzung. Der Wasgau mit seinen Felsen und Felsburgen. Landau.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde, Naturschutz und Landespflege* **7**: 1–196. Bonn-Bad Godesberg.
- LEHR, G. J. (1921): Wasseraufnahmefähigkeit des Hauptbuntsandsteins, des Granits und des Rötelschiefers. – *Pfälzisches Landesmuseum* **38**, *Pfälzer Heimatkunde* **17**.
- LERCH, G. (1985): *Pflanzenökologie*. – Bde. I u. II, 4. Aufl., Berlin.
- LUNDEGARD, H. (1957): *Klima und Boden*. – Jena.
- MICHEL, A. (1935): Die Besiedelung freistehender Felsblöcke in der Umgebung des Pont-de-Nant, unter besonderer Berücksichtigung der pH-Werte und der gebildeten Humusdecken. – These Univ. Lausanne.
- MÜLLER, E. (1941): Die Flechten *Racomium rupestre* PERS. und *Coenogonium nigrum* (HUDS.) ZAHLBR. im Pfälzerwald. – *Mitt. Pollichia N.F.* **9**: 119 f. Bad Dürkheim.
- (1953): Die Flechtenflora der Pfalz. – *Mitt. Pollichia* **3**. Reihe, **1**. Bad Dürkheim.
- NEUMAYR, L. (1971): Moosgesellschaften der südöstlichen Frankenalb und des Vorderen Bayerischen Waldes. – *HOPPEA; Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft* **29/I** u. II. Regensburg.
- OBERDORFER, E. [Hrsg.] (1977): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften I* u. II. – Stuttgart/New York.
- (1979): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. – Stuttgart.
- ÖTTLI, M. (1904): Beiträge zur Ökologie der Felsflora. – Dissertation. Heidelberg.
- SCHAEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL P. (1979): *Lehrbuch der Bodenkunde*. – 10. Aufl., Stuttgart.

- SCHUBERT, R. (1960): Die zwergstrauchreichen acidiphilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. – Jena.
- SCHULTZ, F. (1984): Flora der Pfalz. – Speyer.
- SCHULTZE, G. (1967): *Asplenium billotii* F. SCHULTZ in Deutschland. – Mitt. Pollichia 3. Reihe, **14**: 139–141. Bad Dürkheim.
- SCHULZE, G. & KORNECK, G. (1971): Zur Ökologie und Soziologie des *Asplenium billotii* F. SCHULTZ in Mitteleuropa. – Mitt. Pollichia **18**: 184–195. Bad Dürkheim.
- SPUHLER, L. (1957): Einführung in die Geologie der Pfalz. – Veröffentlichungen der Pfälzer Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Speyer.
- STOFFEL, R. (1958): Moose und Flechten in der Umgebung von Kaiserslautern. – Mitt. Pollichia 3. Reihe **5**: 135–150. Bad Dürkheim.
- VOIGTLÄNDER-TETZER, W. (1973): Die Cladonien-Vegetation. – Mitt. Pollichia. N.F. **6**: 113–152. Bad Dürkheim.
- WETTER, E. (1918): Ökologie der Felsflora kalkarmer Gesteine. – Diss. ETH Zürich. St. Gallen.
- WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechtengemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. – Dissertationes Botanicæ **17**. Lehre.
- (1980): Flechtenflora. – Stuttgart.

Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. DIETER LÜPNITZ, Institut für Spezielle Botanik der Universität Mainz, Postfach 3980, D-6500 Mainz. THOMAS STEGER, Karmeliterstr. 2, D-6520 Worms

Manuskript eingegangen am 2. Oktober 1989

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Lüpnitz Dieter, Steger Thomas

Artikel/Article: [Flora und Vegetation auf Buntsandsteinfelsen im südlichen Pfälzerwald 155-194](#)