

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N. F. 13	3/4	349 - 383	Abb 25-27. Taf. 15-16	Freiburg im Breisgau 1. April 1985
--	----------	-----	-----------	--------------------------	---------------------------------------

Floristische Beobachtungen bei der Neubesiedlung künstlicher Steilhänge in der Molasse am Bodensee

von

JOACHIM BAMMERT, Eichstetten*

Abb. 25-27 und Tafeln 15-16

Überall, wo durch den Bau neuer Straßen oder ähnliche Maßnahmen vegetationslose Flächen, meist neue Böschungen entstehen, bietet sich die Gelegenheit, deren Neu- oder Wiederbesiedlung zu beobachten, selbst dann, wenn die neuen Flächen künstlich begrünt werden.

Anlässlich des Baues der Umgehungsstraße Überlingen (B 31) im Jahre 1965 entstanden durch Anschnitt der Oberen Meeresmolasse mehrere neue Steilhänge, deren Beobachtung umso aufschlußreicher zu werden versprach, als sich benachbarte, altbesiedelte, gleichartige Standorte zum Vergleich anbieten. Außerdem gehört das Gelände zu dem Landschaftsschutzgebiet im Bereich des Bodenseeufer, und an einer Stelle wird das Naturschutzgebiet „Spetzgarter Tobel“ berührt. Insgesamt standen auf etwa 800 m Straßenlänge S- bis SW-exponierte Steilhänge mit einer Oberfläche von ungefähr einem Hektar zur Neubesiedlung zur Verfügung (Abb. 25, 27 u. Taf. 15, Fig. 1). Knapp die Hälfte davon war freigelegte Molasse und daher praktisch diasporenfrei, der Rest waren Sand- und Mergelschutthänge. Die Dauerbeobachtungen konzentrierten sich auf die freigelegte Molasse. Über das gleichzeitige Geschehen auf den Schutthängen wird nur in groben Zügen berichtet.

Die anstehende Obere Meeresmolasse bildet nahezu senkrechte Wände (Taf. 15, Fig. 1), die von Felsbändern und Nischen durchsetzt sind und sich nach oben abschrägen (Oberhang). Dort läßt die geringere Hangneigung schon eine flächenmäßige Bodenbildung zu. Wie sich zeigen wird, ist an der Basis auf kleinem Raum auch tonreiche Untere Süßwassermolasse vorhanden.

Im August 1966 wurden zur Sicherung der Straße die aus sehr weichem rutsch- und rieselfreudigem Sandstein bestehenden Steilhänge künstlich begrünt, wobei ein gebietsfremdes Saatgut verwendet wurde. Auf dem größten Teil der Schutthänge und einem kleinen Teil des Oberhangs wurden 1969 durch eine andere Firma Sträucher angepflanzt. Durch freundliches Entgegenkommen der Straßenbaubehörde wurde ein dazu geeignetes straßenferneres Stück der freigelegten Molasse-

* Anschrift des Verfassers: Dr. J. Bammert, Hebelstr. 29, D-7831 Eichstetten.

wand mit einem breiten Felsband von jeglicher Begrünung und Bepflanzung ausgenommen.

Die Beobachtungen gruppieren sich um zwei Fragen: Einerseits das Schicksal der gebietsfremden Pflanzenarten, andererseits die endgültige Besiedlung der Hänge. Im Zusammenhang mit der endgültigen Besiedlung wurde auf Differenzierungen des Standorts geachtet, die sich im Laufe der Zeit herausbildeten. Zu ihrer Beschreibung wurden Zeigerwerte, vor allem nach den ELLENBERG'SCHEN Tabellen, mit herangezogen.

Mein herzlicher Dank gilt Herrn F. W. C. MANG (Hamburg) für die Bestimmung der Salices und Frau Prof. Dr. O. WILMANN (Freiburg) für viele wertvolle Ratschläge und die kritische Durchsicht des Manuskripts. Herrn OReg. Baurat K. BAUR (Straßenbauamt Konstanz, ehem. Außenstelle Überlingen) sei gedankt für sein Entgegenkommen bei der Festlegung der Dauerprobestellen und Herrn HAUG (Straßenbauamt Überlingen) für die Pflanzlisten, die er zur Verfügung stellte. Für hilfreiche Gespräche danke ich den Herren F. SCHUHWERK (Regensburg) und Dr. G. HÜGIN (Reg. Präsidium Freiburg).

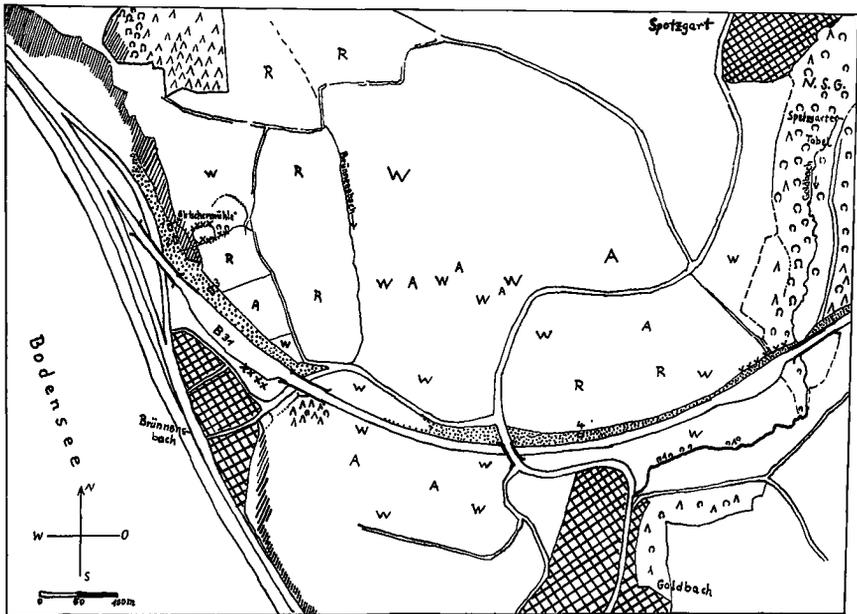


Abb. 25: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes

	Siedlung	W	Wiesen
	künstl. Steilhänge, neubesiedelt, z. T. begrünt oder bepflanzt	R	Rebland
	alte Steppenheide, einschließlich Cytiso-Pinetum	A	Acker
x	punktueller Steppenheidereste		Dauerprobestelle
		o A	Laub- bzw. Nadelwald außerhalb des Steppenheidekomplexes

1. Der Verlauf der Begrünung und Bebuschung

Das Saatgut wurde einem Torf-Bitumen-Gemisch beigegeben und maschinell auf die Steilhänge aufgesprüht. Anfänglich haftete die Schicht auch ganz gut, aber nach einigen Tagen mit trockenem Wetter und starker Sonneneinstrahlung zerriß sie in etwa handgroße Stücke, die sich vom Rande her aufrollten und schließlich abfielen. Lediglich auf einigen breiteren Felsbändern und auf den oberen Kanten der Steilhänge blieb etwas von dem Begrünungsgemisch liegen, und einige Samen kamen dort auch zum Keimen. Eine zweite Besprühung hatte bei etwas günstigerem, feuchterem Wetter nach etwas längerer Zeit dasselbe Schicksal.

Dieses Verhalten der aufgesprühten Krusten hat seine Parallele in einem Vorgang, der sich an manchen Molassefelswänden des Gebiets natürlich abspielt: Mehr oder weniger vegetationsfreie Felswände werden immer wieder von Cyanophyceen besiedelt, die vor allem bei feuchterem Wetter in einer zusammenhängenden Schicht den Sandstein überziehen. Sobald jedoch diese Schicht eine gewisse Dicke erreicht hat, zerreißt die Kruste bei anhaltender Trockenheit und Wärme und fällt in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, nur in kleineren Stücken, ab. Der Vorgang wiederholt sich dann von neuem.

Mehr Erfolg als die Sprühaktion hatten die Gehölzpflanzungen. Am Oberhang wurden verschiedene Weiden-Arten und *Hippophaë rhamnoides* eingesetzt. Von hier ausgehend rückt die Verbuschung langsam in den unbepflanzten Teil des Oberhangs vor. Die Weiden sind herangewachsen, haben jedoch kaum an Boden gewonnen. Der dazwischen gepflanzte Sanddorn wurde unterdrückt. Abgestorbene Exemplare zwischen den Weiden bezeugen diesen Vorgang. Die Verjüngung erfolgt durch Wurzelbrut an der Gebüschfront. Der Sanddorn ist in 12 Beobachtungsjahren um etwa 5 m vorgerückt. In schneller Ausbreitung jedoch befinden sich *Viburnum lantana* und *Ligustrum vulgare* durch Keimung aus Samen in bis zu 60 m beobachteter Entfernung von den nächsten fruchtenden Exemplaren. Beide Arten sind auf angrenzenden Sandschutthängen gepflanzt worden, zusammen mit Weiden, Sanddorn und gelegentlich *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Acer campestre*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*. Nur Schneeball und Liguster sind von da aus in den Oberhang vorgedrungen, zuerst zwischen die dortigen Weiden, dann weit auf die freie Fläche hinaus. Zu einem Teil werden die Ausgangspunkte auch in den benachbarten altesiedelten Hängen liegen. Sie grenzen in entgegengesetzter Richtung an, und von beiden Seiten ist der Vormarsch von Schneeball und Liguster festzustellen, während der mittlere Bereich noch weitgehend offen ist (Abb. 26, Taf. 15, Fig. 2).

Auch der Sanddorn ist hier kein Fremdling. Er bildet auf vielen Molassehängen des Gebiets mit einer Neigung zwischen 20° und 50° eine eigene Gesellschaft (siehe auch LANG 1973). Ihn hier anzupflanzen, war also sicherlich sinnvoll. Auch Weiden sind zur Hangbefestigung den früher zu diesem Zweck im Gebiet viel verwendeten Robinien vorzuziehen, die eine Eutrophierung des Standorts und eine Trivialisierung der Vegetation bewirken (siehe z.B. KOHLER 1964).

Einen Vergleich bietet eine ähnliche Fläche beim Bahnhof Überlingen-West, die 1945 durch Sprengung eines Bunkers entstanden ist. Anfänglich entfalteten sich üppig *Melilotus albus*, *Daucus carota* und *Diploxys tenuifolia*, später traten *Sedum album*, *Festuca ovina*, *Phleum phleoides*, *Poa angustifolia* und *Hippophaë rhamnoides* als Sukzessionszeiger aus der umgebenden Felsvegetation hinzu. In den 50-er Jahren wurden Robinien angepflanzt. Bis auf den Sanddorn wurden die erwähnten Molassefelsarten allmählich von immer stärkeren Nitrophyten verdrängt. Dies begann mit *Taraxacum officinale* und *Bromus sterilis*, heute beherrschen Brombeeren neben Robinie und Sanddorn die Strauchschicht und *Artemisia vulgaris*,

Chelidonium majus, *Glechoma hederaceum* und *Veronica hederaefolia* die artenarme Krautschicht.

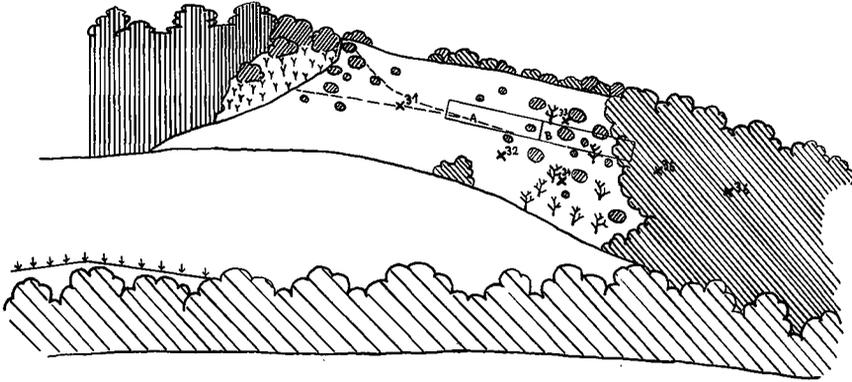


Abb. 26: Schematische Skizze eines SW-exponierten Molasse-Steilhangs bei Brünnensbach am Bodensee.

- ▧ Weidengebüsch auf dem unteren Schutthang
- ▨ Weidengebüsch auf dem Oberhang
- ▩ *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*
- Y *Hippophaë rhamnoides*
- ▤ altes Cytiso-Pinetum
- YY ungestörter Felsrasen
- ↓— Felsband auf der Grenzfläche zur Unteren Süßwassermolasse
- A Dauersprobefläche Nr. 3
- B Erweiterungsfläche (Aufnahme Nr. 18)
- X Probequadrate für Tabelle 6 mit Aufnahme-Nr.
- — — Neuan siedlung von *Odontites lutea*

Auf dem Mergelschutthang mit starker Staunässe pflanzte man neben Weiden, Sanddorn und Liguster auch einige Schwarzerlen und Eschen. Dieser Buschwald hat sich inzwischen üppig entwickelt. Er enthält außer den obigen, in der Pflanzliste genannten Arten noch die folgenden, die also nicht gepflanzt sind, sondern auf spontane Ansiedlung zurückgehen: *Populus tremula*, *P. nigra*, *Pinus silvestris*, *Buddleia davidii*. Die Krautschicht ist artenarm und besteht neben dem angepflanzten *Phragmites australis* in der Hauptsache aus *Bromus inermis*, das aus dem Begrünungssaatgut der Felswände stammt, *Eupatorium cannabinum* und *Mentha aquatica*. Der Buschwald fällt durch seinen Lianenreichtum auf. Drei Arten sind in der Pflanzliste erwähnt: *Clematis vitalba*, *Parthenocissus quinquefolia* und *Hedera helix*. Der Efeu klettert hier nicht, sondern kriecht nur am Boden. Die beiden anderen Arten kommen heute nur vereinzelt vor. Dafür schieben sich überall die hochbogigen Ranken einer Brombeerart (*Rubus cf. bifrons*) durch die Äste, *Calystegia sepium* und *Solanum dulcamara* winden sich bis in 5 m Höhe. Dabei sind die

Sprosse des Nachtschattens bis weit in die Verzweigungen hinauf verholzt und am Grunde etwa 1 cm dick. Dieser optimalen Entwicklung des Bittersüßen Nachtschattens begegnet man ebenso in kleinen Resten von wohl natürlichem Silberweidenwald am nahen Bodenseeufer.

Unklar ist das Ausmaß des natürlichen Weidenanfluges neben den Anpflanzungen. Die Pflanzliste nennt für das ganze Gebiet summarisch nur drei Arten: *S. cinerea*, *S. purpurea* und *S. alba*. Die folgende, möglicherweise nicht ganz vollständige Liste¹⁾ beschreibt den heutigen Bestand an Weiden auf dem Oberhang und der Mergelschutthalde.

Am Oberhang: *S. nigricans* SM. (meist ssp. *campestris* AND.)
S. purpurea L. (ssp. *purp.* und *lambertiana* WIMM.)
S. xhelix L. (= *purpureaxviminalis*)
S. xholosericea WILLD. (= *cinereaxviminalis*)
S. xvaudensis FORBES (= *cinereaxnigricans*)
S. alba ssp. *vitellina* (L.) ARCANG.

Auf der Mergelschutthalde:

S. alba L. (wohl durchweg ssp. *alba*)
S. viminalis L.
S. caprea L.
S. xvaudensis (siehe oben)
S. xmultinervis DÖLL (= *auritaxcinerea*)
S. rigida WAHLENB.

Alle diese Weiden gehen vermutlich auf die Anpflanzungen zurück. Außer der amerikanischen Kulturform *S. rigida* basieren sie alle auf einheimischen Arten. Die meisten haben sich nach der Pflanzung weiter ausgebreitet. Ein spontaner Anflug ist für *S. alba* ssp. *alba* und *S. caprea* dadurch gesichert, daß sie schon vorher in einer Probefläche erschienen sind. Auch eine *Salix* cf. *cinerea* ist so früh aufgetreten, an dieser Stelle aber wieder verschwunden. Gegenwärtig konnte *S. cinerea* nur als Komponente mehrerer Hybriden festgestellt werden.

2. Die gebietsfremden Arten

Die genaue Zusammensetzung des Saatguts war nicht zu erfahren. Sie mußte deshalb aus der Beobachtung erschlossen werden. Sofern die ausgebrachten Samen überhaupt keimten, kümmerten die meisten Pflanzen von Anfang an und gingen zugrunde, bevor sie noch eindeutig bestimmt werden konnten. Die in Tab. 1 gegebene, wahrscheinlich unvollständige Artenliste kann mit ziemlicher Sicherheit dem Saatgut zugeschrieben werden. Denn sie gibt wieder, was in einem etwa 30 m langen Streifen am Fuß einer besprühten Felswand im ersten Jahr nach der Begrünung gefunden wurde. Hier war zuvor die Umgebung weithin durch die Erdbewegungen völlig entblößt worden, und der Fuß der Felswand war vor der Begrünung monatelang vegetationslos. Auch hatten die sonst im Baugelände vorhandenen Flecken von Ruderalflora nur wenige Arten mit der Liste gemeinsam.

¹⁾ det. F.W.C. MANG (Hamburg)

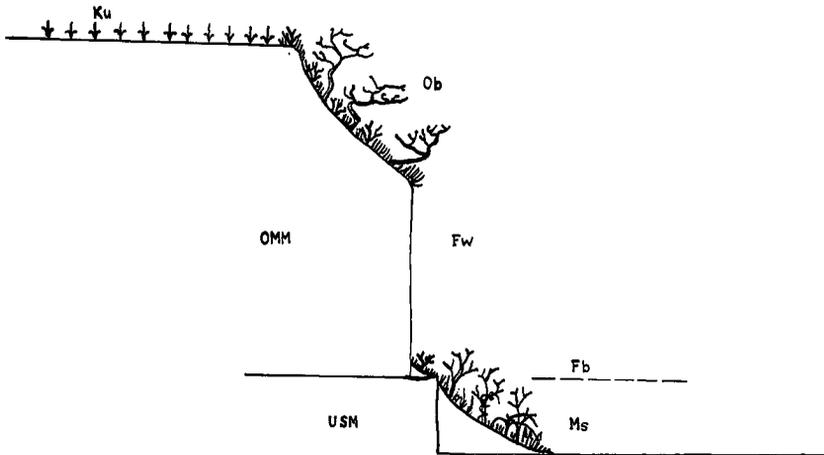


Abb. 27: Schematisches Profil durch die Molassesteilhänge bei Brünnenbach am Bodensee.

- OMM Obere Meeresmolasse
- USM Untere Süßwassermolasse
- Ms Mergelschutthang
- Fb Niveau des Felsbandes, z. T. mit Sandschutt
- Fw Felswand
- Ob Oberhang
- Ku Kulturland

Da zum Studium der Besiedlungsdynamik die Gruppe der angesäten Arten in den Tabellen ausgegliedert werden muß, soll hier die Zuordnung der einzelnen Arten zu dieser Gruppe zusammen mit deren weiterem Schicksal ausführlich diskutiert werden.

Die einzige Art der Tabelle 1, die nicht im Probestreifen gefunden wurde, ist *Festuca duvalii*. Sie wurde erst spät (1976) bemerkt dadurch, daß sie in Probefläche 3 auftrat. Da die Art dem Gebiet fremd ist, kann sie nur aus der Begrünung stammen und muß wohl vorher übersehen worden sein. *Lolium perenne*, *Agrostis stolonifera* und *Festuca rubra* sind in Begrünungsgemischen üblich und hier sicher angesät, dafür spricht ihr plötzliches, massenhaftes Auftreten im Probestreifen, obwohl sie auch sonst überall vorkommen. *Agropyron repens* wird ebenfalls gerne für Böschungsbefestigungen verwendet, könnte hier allerdings auch von den ruderalen Vorkommen im Baugelände herrühren. Bei der Besiedlung der Molassehänge spielt die Quecke wie die drei oben genannten Gräser nur eine untergeordnete Rolle. Die Pionierfähigkeit dieses intensiven Wurzelkriechers kam hier nicht zur Geltung, wohl weil die Rohböden zu nährstoffarm waren. *Bromus inermis* ist gebietsfremd. Sein kontinentales Verbreitungsgebiet reicht nicht bis zum westlichen Bodensee. Lediglich durch Ansaat beim Straßenbau ist diese Art auch hier eingeschleppt worden. Sie kam schon vor der hier besprochenen Begrünung am Straßenrand zwischen Sipplingen und Ludwigshafen vor. Als Wurzelkriechpio-

nier, der keine hohen Ansprüche an Nährstoffe und Wasserhaushalt stellt, hat *Bromus inermis* auf den neu besiedelten Molassehängen einen hohen Anteil errungen. *Bromus secalinus* ist vielleicht Saatgutverunreinigung, auch Anflug aus der Umgebung ist nicht auszuschließen, denn in früheren Jahren wurde dieses recht selten gewordene Getreideunkraut gelegentlich am nahen Bahndamm gefunden. Auch wird über Wiederausbreitung durch Böschungsbegrünungen mit Saatreinigungsabfällen berichtet (LITZELMANN 1963). *Vulpia myuros* dürfte ebenfalls Saatgutverunreinigung sein. Die Art kommt sonst in der Gegend nirgends vor. *Danthonia decumbens* ist offenbar mit dem verwendeten Torf eingeschleppt worden. Beide Arten sind Säurezeiger und verschwanden auf dem basischen Rohboden schnell wieder. *Trifolium hybridum* wird häufig angesät, ist aber bis dahin in der engeren Umgebung anscheinend nicht verwendet worden.

Vicia villosa ist im Gebiet in Hecken säumen und als Ackerunkraut anzutreffen. Daß sie hier im Saatgut enthalten war, wird nahegelegt durch ihr herdenweises Auftreten nur an den besprühten Hängen und anschließendes Absterben vor der vollen Blüte.

Veronica triphyllos könnte zufälliger Bestandteil des Saatguts gewesen sein. Im Gebiet ist sie vorher nie bekannt geworden und trotz gezielter Suche – außer den hier erwähnten Funden – auch später nicht. Die nächsten Fundorte sind im Hegau und bei Fischbach (BERTSCH 1962). Sie wird daher als gebietsfremd eingestuft.

Veronica triphyllos fiel zunächst an der oberen Felskante auf, verschwand im Verlauf von drei bis vier Jahren jedoch wieder völlig von dort und hatte sich auf die darüberliegenden Flächen zurückgezogen, wo gerade Rebberge neu angelegt worden waren, die zur Zeit des ersten Auftretens noch nicht bestanden. Dort wuchs sie noch einige Jahre in abnehmender Individuenzahl an Wegrändern und ist seither verschollen (letzter Fund 1972).

Berteroa incana, eine gebietsfremde Art, anfänglich ebenfalls an der oberen Felskante anzutreffen, aber nur in wenigen Exemplaren, stark hinter *Veronica triphyllos* zurücktretend, ist nie in die Rebberge eingedrungen. Sie hat aber eine größere Fläche im Oberhang der neubesiedelten Molassefelswand erobert und ist dort zu einem festen Bestandteil des Bewuchses geworden. Sie blüht auch heute noch nach 15 Jahren in großer Zahl und vermochte von allen Arten als erste auch in den sonst recht unduldsamen Sanddornbusch einzudringen. Im Laufe der weiteren Entwicklung, mit dichter werdendem Vegetationsschluß, wurde sie sowohl von der offenen Hangfläche, als auch vom stark deckenden Gebüsch (Weiden und Schneeball) verdrängt und kennzeichnet seither die Saumbereiche dazwischen. Außerdem hat *Berteroa* die obere Felskante nicht aufgegeben, wo inzwischen dichtes Ligustergebüsch aufkam, in dessen Saum sie steht. So scheint *Berteroa incana* sich dauerhaft durchgesetzt zu haben. Auf ihre etwaige weitere Ausbreitung wird man achten müssen. Eine Form der Schafgarbe trat in dem besprühten Areal auf, die provisorisch der Art *Achillea setacea* zugeordnet wurde. Eine sichere Bestimmung war bisher nicht möglich. Die Abweichungen von den *A. millefolium*-Formen des Gebiets sind jedoch so deutlich, daß an der Eigenständigkeit und Gebietsfremdheit der fraglichen Form kaum zu zweifeln ist. Eine nur durch den extremen Standort bedingte modifikative Abweichung ist unwahrscheinlich, da die „normale“ *millefolium*-Form auf demselben Standort vorkommt. Diese *A. cf. setacea* trat lange Zeit nur vereinzelt auf, nahm dann aber an Zahl doch noch deutlich zu. *Alyssum alyssoides* trat in wenigen Exemplaren auf, kümmerte stets und verschwand sofort wieder. Aus der Umgebung ist diese Art sonst nicht bekannt. Der nächste verbürgte Fundort dürfte der Hohentwiel sein (BARTSCH 1925,

BRAUN-BLANQUET et al. 1931 und MÜLLER 1966). Im Gebiet kommt auf Molasse ein verarmtes Alysso-Sedetum auf entsprechenden Felsstandorten vor, dem jedoch die Charakterart *Alyssum alyssoides* stets zu fehlen scheint. *Erodium cicutarium* ist nach der Begrünung kurzfristig vereinzelt aufgetreten. In den Weinbergen oberhalb der Steilhänge erschien er jedoch erst mehrere Jahre später, ein Zusammenhang ist nicht klar. Sonstige Vorkommen im Gebiet lassen sich nicht ausschließen. Sicher belegt ist der Reiherschnabel jedoch erst wieder vom Bodanrück und aus der Singener Niederung (LANG 1973).

3. Die endgültige Besiedlung

Außerhalb des gepflanzten Gebüschs konnte nach dem Scheitern der Begrünungsversuche eine Besiedlung durch die einheimische Flora erfolgen. Von den über das Saatgut eingebrachten gebietsfremden Arten sind *Bromus inermis*, *Berteroa incana*, *Achillea* cf. *setacea* und möglicherweise *Festuca duvalii* dauerhaft geblieben.

3.1 Die Probeflächen und das Aufnahmемaterial

Der Sukzessionsablauf auf einer vegetationsfreien Fläche ist unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten zu erfassen. Die Ankunft neuer Pflanzenarten im Laufe der Zeit und deren Mengenentwicklung kann mit Dauerflächen am besten verfolgt werden. Diese dürfen nicht zu klein sein, um bei dem zufälligen Charakter der Erstansiedlungen repräsentative Stichproben zu liefern (PFEIFFER 1963). Auf Homogenität braucht jedoch weniger geachtet zu werden, da sie im Laufe der Entwicklung ohnehin verloren gehen kann. Die sich herausbildende standörtliche Differenzierung innerhalb des neubesiedelten Areals muß dagegen mit möglichst homogenen Probeflächen erfaßt werden. Dies ist mit kleineren Flächen besser zu erreichen, deren Lage dem momentanen Entwicklungsstand angepaßt wird, die also keine Dauerflächen sind. Diese Überlegung zusammen mit den örtlichen Gegebenheiten führte zu folgendem Vorgehen.

Vier Dauerprobeflächen wurden im Bereich der neu entstandenen Steilhänge ausgewählt (Abb. 25) und anfangs in einjährigem Abstand, später noch je einmal nach 10 und 16 Jahren untersucht. Zwei Flächen lagen auf einem breiten Felsband, eine lag 80 m weiter südöstlich in dem nicht mit Gebüsch bepflanzten Teil des Oberhangs, eine weitere in etwa 500 m Entfernung, wo die Geländestufe so niedrig ist, daß Oberhang und Sandschuttkegel ineinander übergehen, an einer von Gebüsch freigelassenen Stelle. Die beiden Hangflächen waren dem Begrünungsversuch unterworfen worden, nicht aber das Felsband. Die anfängliche Markierung der Flächen erwies sich als nicht haltbar. Das Gelände war noch zu sehr in Bewegung. Daher wurden die Flächen nach dem Lageplan jedesmal neu ausgemessen. Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der BRAUN-BLANQUET'SCHEN Methode vorgenommen und sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Unter dem Datum des 27.8.1966 ist nur die Aufnahme von Fläche Nr. 1 in der Tabelle aufgeführt. Die Flächen Nr. 2 und Nr. 4 waren zu diesem Zeitpunkt völlig pflanzenleer, auf Fläche Nr. 3 standen nur wenige Exemplare von *Melilotus albus*, *Brachypodium pinnatum* und *Allium montanum*.

Wo es nötig schien, wurden die Probeflächen für die Aufnahme noch in zwei Teilflächen unterteilt. Bei den Felsbandflächen wurde so eine vordere, zur Felskante

hin gelegene Hälfte und eine hintere, zur Felswand hin gelegene Hälfte unterschieden. Diese Einteilung bot sich an, weil das Felsband von der Wand her unter Sickerwassereinfluß geriet. Bei der Probefläche im niedrigen Hangbereich wurde die obere Hälfte mit der Felskante und die untere mit dem Sandschuttkegel unterschieden. Ein dazwischen liegendes Felsstück blieb gänzlich kahl. Die Probefläche im Oberhang geriet im letzten Untersuchungsjahr in den Einfluß des Gebüschs, das sich von den Weiden- und Sanddornpflanzungen her ausbreitet. Deshalb wurde eine ebensogroße Zusatzfläche angeschlossen, die in das Innere des Gebüschs hineinragte und getrennt aufgenommen wurde (Aufnahme Nr. 18). Zur Erfassung der standörtlichen Differenzierung in diesem Bereich wurden einmalig sechs kleine in sich homogene Probequadrate im Verbuschungsgefälle verteilt (Abb. 3) und die Aufnahmen in Tabelle 6 zusammengestellt.

Zwei weitere Probeflächen im Bereich sehr steiler Felshänge mit besonders unruhiger Oberfläche konnten nur je einmal aufgenommen werden, weil sie durch Felssturz völlig zerstört wurden. Sie sind deshalb nicht in Tabelle 2 einbezogen. Da sie ein ergänzendes Bild vermitteln, inwieweit auf verschiedenen, aber ähnlichen Flächen dieselben Pflanzenarten auftreten, sind sie in Tabelle 5 wiedergegeben.

3.2 Die Vegetation der engeren Umgebung

Bei der Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Besiedlung werden die Arten nach ihrer Herkunft von gleichartigen oder andersartigen Standorten der Umgebung unterschieden. Die gleichartigen Standorte, also ebenfalls Steilhänge und Wände der Oberen Meeresmolasse, tragen im ungestörten Zustand ein Mosaik aus verschiedenen Felsband-, Rasen-, Saum- und Gebüschgesellschaften. BARTSCH (1925) hat dafür die auf CHODAT zurückgehende Bezeichnung *Garide* eingeführt. Dieser Begriff entspricht weitgehend dem der Steppenheide, den ROBERT GRADMANN für entsprechende Vegetationsmosaiken auf Kalkfels der Schwäbischen Alb gebildet hat und der auch auf Kalkfels-Standorte über anderen geologischen Formationen ausgedehnt wird.

Auch hier wird die Bezeichnung *Steppenheide* verwendet, obwohl die Molassestandorte durch den meist hohen Sandgehalt und geringeren Kalkgehalt der Böden und die geringere Festigkeit des Gesteins einen etwas anderen Charakter haben, worauf auch einige floristische Unterschiede beruhen. Die bisher eingehendste Darstellung der beteiligten Gesellschaften findet sich bei LANG (1973). Die freien Flächen waren von unterschiedlicher Vegetation umgeben. In unmittelbarer Nachbarschaft nordwestlich des Felsbandes sind in derselben Steilwand kleinere Felsbänder und Nischen vorhanden, auf denen, von den Eingriffen unberührt, die Pfingstnelkenflur (verarmtes *Diantho-Festucetum*) siedelt. Der Oberhang trägt im ungestörten Teil ein *Cytiso-Pinetum* mit Säumen des *Geranium sanguinei* (Taf. 16, Fig. 1). Oberhalb aller Steilhänge wachsen auf weniger geneigtem Gelände Halbtrockenrasen und Getreidefelder. Außerdem war in großflächig neuangelegten Reben eine Unkrautgesellschaft im Entstehen, die sich einige Jahre später als *Panico-Chenopodietum* erwies, in dem vereinzelt auch Geophyten des *Geranio-Allietum* vorkommen.

3.3 Die in Tabelle 2 ausgeschiedenen Artengruppen

Pioniergruppe (a): Es handelt sich um Arten, die in der Umgebung vorkommen, im Initialstadium auf den freien Molassehängen erschienen, zum Teil sogar eine üppige Entfaltung hatten, aber in den folgenden drei Jahren wieder stark zurückgingen oder sogar ganz verschwanden. Ihrer Herkunft nach sind es keine typischen Steppenheidepflanzen. Der **Weißer Steinklee** (*Melilotus albus*) fiel durch sein anfänglich aspektbeherrschendes Auftreten im ganzen Bereich auf. Dieser ausgesprochene Rohbodenpionier fehlt auch sonst in den Felsbändern der Steppenheide nicht ganz, obwohl er nicht zu ihren charakteristischen Arten gehört. Gleiches gilt in geringerem Maße auch von der **Wilden Möhre** (*Daucus carota*). Hierher gehört auch die **Stinkkrauke** (*Diplotaxis tenuifolia*), die zwar in den Aufnahmen kaum in Erscheinung tritt, aber außerhalb der Probeflächen als Pionier mehrfach beobachtet wurde. Im Komplex der Molasse-Vegetation tritt sie ziemlich regelmäßig vorübergehend an gestörten Stellen auf, etwa wo Sandmassen abgerutscht sind und einen lockeren Haufen bilden. Oft wird sie dabei vom Steinklee begleitet.

Saatgutgruppe (x): Die in Abschnitt 2 besprochenen Arten wurden in dieser Gruppe ausgeschieden. Um die übrigen Artengruppen möglichst frei vom Kausalfaktor „Ansaat“ zu halten, wurden auch alle Arten fraglicher Herkunft hier zugeordnet.

Stammgruppe (b): Diese größte Artengruppe umfaßt alle anderen Pflanzen vorwiegend trockener Standorte mit Ausnahme der Bäume und Sträucher. Es finden sich darunter auch einige, die gleich im ersten Jahr erschienen, aber keine ausgesprochene Massenfaltung hatten und später nicht nennenswert zurückgedrängt wurden. Die meisten sind Folgepflanzen, die erst ein bis mehrere Jahre danach auftraten, wenn sich stellenweise schon mögliche Dauergesellschaften herausbildeten.

Das Einteilungsprinzip, nach dem die Untergruppen b1 und b2 gebildet wurden, wird in Abschnitt 3.4 besprochen.

Auf dem ziemlich breiten Felsband wurden die Pflanzen dieser Gruppe vom Innenwinkel her allmählich wieder verdrängt, eroberten dafür aber zunächst die anfangs noch kahle vordere Felskante, bis sie auch von dort wieder verdrängt wurden. Die verdrängenden Arten gehören zu einer der beiden folgenden Gruppen.

Feuchtezeiger (c): Selbst an der feuchtesten Stelle, auf der Fläche Nr. 1, stellten sich Pflanzen, die solche feuchteren Standorte bevorzugen, erst vereinzelt im zweiten Jahr ein, im dritten Jahr nahm ihre Menge erheblich zu, und die Artenzahl dieser Gruppe verdoppelte sich etwa. Die Feuchtpflanzen setzten sich zuerst am Innenwinkel des Felsbandes fest, drangen von da in die Fläche ein und verdrängten teilweise ihre xerophytischeren Vorgänger. Nennenswert vom Sickerwasser beeinflusst war nur das breite Felsband, vor allem im Bereich der Probefläche Nr. 1. In den beiden Hangprobeflächen Nr. 3 und Nr. 4 spielten Feuchtpflanzen praktisch keine Rolle.

Der Zeigerwert der Arten dieser Gruppe nach den Angaben von ELLENBERG (1979) variiert von frisch (Feuchtezahl 5) bei *Taraxacum* und *Sonchus* bis naß (Feuchtezahl 9 und 10) bei Schilf und Jungpflanzen von Erle und Grauweiße (Tabelle 3). Die mittlere Feuchtezahl beträgt 7. Von den insgesamt 18 Arten der Liste sind 9 Wechselfeuchtezeiger und drei Überschwemmungszeiger. Dies gibt

recht gut den Wasserhaushalt des Felsbandes wider, das in der Tat zeitweise stark austrocknen kann, aber nach Niederschlägen eine Zeit lang stellenweise von dem austretenden Sickerwasser überschwemmt bleibt. Dem Gesichtspunkt stark wechselnder Wasserversorgung wird noch dadurch Nachdruck verliehen, daß mehrere Arten zu Kümmerwuchs neigten. Auch die Schilfhalmkeime wurden nicht höher als 60 cm und blieben steril. Schilf erträgt wohl eine starke oberflächliche Austrocknung, doch haben seine bis über einen Meter tiefen Wurzeln dabei im allgemeinen immer noch Grundwasserkontakt. So ist wohlgedeihendes Schilf auch Grundwasserzeiger. Aber Grundwasserkontakt ist auf dem Felsband unmöglich. Also ist der Kümmerwuchs hier als verstärkter Hinweis auf Wechselstrockenheit zu werten. Am Fuß des nach unten anschließenden Mergelschutthangs, wo Grundwasserkontakt möglich ist, erreicht das dort angepflanzte Schilf volle Höhe und kommt auch zur Blüte und Fruchtbildung.

Die augenfällige Einheitlichkeit weiterer in Tabelle 3 zusammengestellter Zeigerwertangaben läßt erkennen, daß diese Artengruppe hier nicht nur die genannten Wasserverhältnisse anzeigt, sondern ein ganzes Bündel anderer, damit verbundener Standortsfaktoren. Nur die Stickstoffzahlen variieren in einem weiten Bereich, doch ist gerade bei diesen offen, ob schon verlässliche Zuordnungen vorliegen. Daß es sich um Mäßigwärme-Zeiger (Temperaturzahl 5 bis 6) handelt, hat wenig zu bedeuten, da die ganze Vegetation des Gebietes vorherrschend diesen Charakter hat. Daß die Halblichtpflanzen (Lichtzahl 7) überwiegen, ist verständlich, da zusammen mit dieser Artengruppe auch Gebüsch aufkommt. Den engsten Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt kann man in den Zeigerwerten für den Boden erblicken. Hier liegt das Schwergewicht bei sandigem Lehm bis sandigem Ton, und neun Arten, also die Hälfte der Liste, sind Tiefwurzler, während Flachwurzler überhaupt nicht vertreten sind. Diesen floristischen Hinweisen entspricht auch der Befund am Boden selbst. Es ist sandiger Lehm mit örtlich schwankendem Sandgehalt, und schon der Rohboden kann relativ tief bis weit ins Gestein hinein durchwurzelt werden.

Die geologische Untersuchung ergibt, daß die Oberfläche des Felsbandes gerade durch die Grenzfläche gebildet wird, die die hangenden Sande der Oberen Meeresmolasse (Heidenlöcher-Schichten) von der liegenden Unteren Süßwassermolasse in mergelig-toniger Fazies trennt. Diese Fläche fällt nach beiden Seiten leicht ab, da sich hier gerade der Rand einer Rinne befindet, der gegen das allgemeine Schichtfallen in die Untere Süßwassermolasse eingetieft ist (SCHREINER 1965, 1974). Diese Grenzfläche wirkt als wasserstauender Horizont und läßt das im Berg vorhandene Sickerwasser hier austreten (Abb. 26).

Sträucher und Bäume (d): Auf einem Teil der Hänge wurden Sanddornbüsche und Weiden angepflanzt (siehe Abschnitt 1). Auf dem Felsband sind sie in Form von Keimlingen spontan erschienen. Im Initialstadium sind verhältnismäßig viele Baum- und Strauchkeimlinge aufgegangen, aber auch sehr bald wieder abgestorben. Im zweiten Jahr waren sie nicht mehr aufzufinden. In späteren Jahren, als die Gesamtdeckung schon angewachsen war, hatten es die Samen der Gehölze schwerer zu keimen, aber wo ihnen dies gelang, hatten sie eher eine Chance, sich zu halten. Anders verhielten sich die auf dem Felsband spontan angefliegenen Weiden der Arten *S. alba* und *S. cf. cinerea*. Sie traten erstmals im zweiten Jahr auf. In den folgenden Jahren wuchsen sie rasch heran, und ihre Zahl nahm zu. Allerdings ist nur *S. alba* bis heute geblieben.

Von den genannten Arten sind *Pinus silvestris* und *Quercus robur* die Hauptbaumarten der lokalen Steppenheide, *Populus tremula* tritt in diesem Komplex regelmäßig als Pionierbaum auf. Alle Bäume und Sträucher der Gruppe außer der Fichte und Espe wurden in dem Cytiso-Pinetum-Bestand auf dem Oberhang über dem Felsband vorgefunden.

3.4 Beziehungen zwischen Ansiedlung und Herkunft

Beachtet man, wo die einzelnen Arten in der ungestörten Umgebung vorkommen, so zerfällt die Stammgruppe in zwei Untergruppen, die in Tabelle 2 mit b1 und b2 bezeichnet sind. Die Untergruppe b1 umfaßt Arten, die ihr Hauptvorkommen in den Gesellschaften des Steppenheide-Mosaiks auf den Fels- und Steilhang-Standorten haben. Darin sind Felsband- und -rasenarten sowie Saumarten und Arten der Eichen-Kiefern-Gehölze enthalten. Untergruppe b2 umfaßt Arten mit dem Schwergewicht in den offenen Kontaktgesellschaften auf wirtschaftlich genutzten Flächen. Als solche kommen in Frage magere Wiesen bis zu ausgeprägten Halbtrockenrasen sowie Unkrautfluren der Äcker und Weinberge und ruderales Wegränder.

Die Zuweisung der meisten Arten zu diesen Untergruppen ist klar, bei einigen könnte man schwanken. So kommt *Silene vulgaris* in beiden Bereichen etwa gleich häufig vor. *Centaurea scabiosa* und *Pimpinella saxifraga* treten regelmäßig auch in der Steppenheide auf, überwiegen aber mengenmäßig in den mageren Wirtschaftswiesen. *Acinos arvensis* und *Petrorhagia prolifera* schließlich gehören ihrem allgemeinen Gesellschaftsanschluß nach eigentlich in die Felsrasen. In der lokalen Umgebung des Untersuchungsortes aber sind sie in nennenswertem Umfang nur an lückigen Stellen in Mesobrometen beobachtet worden, während die eigentlichen Felsrasen überhaupt sehr schlecht entwickelt sind. In allen diesen Zweifelsfällen wurden die Arten zu b2 gestellt.

Drei im ersten Jahr dieser Untersuchung an den altbesiedelten Steilhängen erhobene Vegetationsaufnahmen (Tabelle 4) ergeben zusammen einen Artenbestand, der im Vergleich zu den Aufnahmen in Tabelle 2 eine ziemlich strenge Beziehung erkennen läßt: Von den 39 Arten der Nachbarfelsen sind 25 schon im ersten Jahr auf dem neu zu besiedelnden Felsband aufgetreten. Es sind dies genau die Arten der einen Aufnahme (Nr. 26). Sieben Arten sind mit einem bis mehreren Jahren Verzögerung erschienen, sieben weitere überhaupt nicht. Am Oberhang sind nur noch drei Arten der Liste im ersten Jahr eingetroffen, 21 mit zum Teil erheblicher Verspätung und 15 überhaupt nicht. Probefläche 4 erreichten nur noch 14 Arten, und diese überwiegend aus anderer Richtung.

Aus der völligen Übereinstimmung der Artenliste der Aufnahme 26 mit der Garnitur des ersten Jahres auf dem Felsband darf man nicht den Schluß ziehen, daß diese Arten die Distanz von 200 m zwischen den Aufnahmeflächen in so kurzer Zeit überwunden hätten. Die Besiedlung ging vielmehr mit größter Wahrscheinlichkeit von dem Cytiso-Pinetum genau über den Probeflächen Nr. 1 und Nr. 2 aus. Der Platz ist praktisch unzugänglich, Aufnahme 28 stammt jedoch aus demselben Bestand. Von dort aus hangabwärts ist der Diasporetransport für die meisten Arten schneller, umfangreicher und von größerer Reichweite als in horizontaler Richtung.

Die Übereinstimmung gerade mit Aufnahme 26 ist dennoch kein Zufall. Diese Fläche ist in früheren Jahren einmal durch Abbruch eines Felsstücks entstanden

und könnte dann auf dem selben Wege besiedelt worden sein wie jetzt das Felsband. Die übereinstimmende Artenliste würde dann wiedergeben, was leicht hangabwärts Diasporen ausschüttet.

Andererseits sind auf dem Felsband nur wenige Arten von anderswoher eingewandert, im ersten Jahr überhaupt nur die Wilde Möhre (*Daucus carota*). Ab dem zweiten Jahr dann natürlich die Feuchtezeiger, aber außer diesen nur noch fünf Arten aus Gruppe b2 sowie Sanddorn und Espe. Dagegen sind, wenn auch zum Teil erst in späteren Jahren, immerhin 27 Arten der Gruppe b2 aus dem höher gelegenen Gelände in die Hänge der Probeflächen Nr. 3 und Nr. 4 eingedrungen, davon 14 in Nr. 3 und 23 in Nr. 4.

Die Arten der Untergruppe b1 besiedelten also vorwiegend das Felsband, während die Arten aus b2 mehr auf die Hänge gingen. Im Folgenden werden einzelne Arten und Artengruppen näher besprochen.

Zuvor eine Bemerkung zur Bedeutung von beobachteten Sprungweiten: Solche Angaben konnten nur in wenigen Fällen gemacht werden, wenn die Beobachtungssituation besonders günstig war. Eine Angabe umfaßt immer die Entfernung des neuen Wuchsortes von der Diasporenquelle sowie die Zeit des Bestehens des potentiellen Wuchsortes und dieser Quelle bis zum Erfolg der Ansiedlung. Eine Sprungweite von 50 m in 10 Jahren bedeutet aber nicht, daß die Art sich pro Jahr um 5 m ausgebreitet hätte, sondern daß sie nach 10 Jahren in 50 m Entfernung auftrat, ohne eine „Zwischenstation“ besiedelt zu haben. Die Diasporendichte in einer Vegetationsperiode richtet sich nach der Produktion und nimmt mit der Entfernung schnell ab in einer Weise, die durch die Transportbedingungen bestimmt wird. Abgesehen von den Faktoren, die zum Beispiel die Keimungswahrscheinlichkeit eines Samens bedingen, hängt die Erfolgswahrscheinlichkeit entscheidend von der Zahl der insgesamt eingetroffenen Diasporen ab. Bei geringerer Dichte dauert es entsprechend länger, bis durchschnittlich dieselbe Zahl erreicht wird.

Zwei Arten der Stammgruppe fielen durch ein fast pionierartiges Verhalten auf. Der **Berglauch** (*Allium montanum*) war auf Felsband und Oberhang die erste Pflanze überhaupt. In der Umgebung ist er ein stetes Glied der Pfingstnelkenflur, einer Dauergesellschaft der Felsbänder. Die Sprungweite im ersten Jahr muß bis zu 20 m in horizontaler Richtung betragen haben bei einem gleichzeitigen Höhenunterschied von etwa 2 m. Ob die vom Wind aus ihren auf elastischen Stielen steif aufrecht stehenden Kapseln geschleuderten, flachen Samenkörner diese Weite erreichen, ist fraglich, selbst wenn die Mutterpflanzen sehr exponiert stehen, aber ein anderes Verbreitungsagens ist nicht bekannt.

Die **Niedrige Segge** (*Carex humilis*) trat nur an wenigen Stellen im Felsband auf, dort aber mit starker Entfaltung am Anfang und anschließendem Rückgang. Auf dem ganzen übrigen Gelände ist sie auch später nie aufgetreten. In der Umgebung ist sie eine Begleitpflanze im Cytiso-Pinetum.

Für *Carex humilis* ist in einem mitteldeutschen Steppenheidegebiet nachgewiesen (KRAUSE 1940), daß die Ausbreitung auf Brachflächen fast nur hangabwärts an Steilhängen geschieht, was mit den glatten, runden Früchten erklärt wird, die leicht rollen und vom Regenwasser verschwemmt werden, während die Verschleppung durch Ameisen wenig wirksam ist.

Die Mehrzahl der anderen Arten der Stammgruppe geben durch die Verteilung von Zeit und Ort ihres Erstauftretens Hinweise auf gewisse Regelmäßigkeiten der Ausbreitung.

Die **Arten der Felsbänder** griffen reichlich auf die neuen Flächen über. Dabei waren gerade sie auf dem neuen Felsband anfangs unterrepräsentiert. Während *Hippocrepis* schon im ersten Jahr erschien, kamen *Thymus praecox*, *Artemisia*

campestris und *Sedum album* erst im zweiten, *Plantago lanceolata* und *Phleum phleoides* überhaupt nicht. Im Oberhang sind diese Arten später aufgetreten, *Artemisia campestris* und *Sedum album* haben mit über 12 Jahren extrem lange dazu gebraucht. Ebenso spät sind einige Arten eingewandert, die zwischen den Felsfluren und Saumgesellschaften vermitteln wie *Helianthemum obscurum*, *Hypericum perforatum* und *Silene nutans*, obwohl sie auf dem Felsband mit zu den ersten Besiedlern gehörten. Offenbar besteht hier eine größere Diskrepanz zwischen horizontaler und vertikaler Ausbreitungsrichtung. Die Diasporen aller dieser Arten werden vorwiegend durch den Wind ausgestreut, Tierausbreitung ist zusätzlich bei einigen möglich, so beim Wegerich, dessen Samen verschleimen, und beim Thymian, dessen Samen von Ameisen gesammelt werden (ROTHMALER).

Orobanche alba produziert große Mengen kleiner, leichter Samenkörnchen, die vom Wind weit verweht werden. *Orobanche*-Samen gleichen hierin den Orchideensamen. Zur Keimung ist jedoch Kontakt zur Wurzel einer blühfähigen Wirtspflanze nötig (HEGI), in diesem Falle *Thymus praecox*, das erklärt das späte Auftreten des Würgers.

Die **Pfingstnelke** (*Dianthus gratianopolitanus*) verhielt sich völlig „undynamisch“. Sie war die einzige Art der Felsbänder, die auf den neuen Flächen nie beobachtet wurde.

Auch innerhalb der ungestörten Steilhänge hat sie längst nicht alle potentiellen Wuchsorte besetzt und hält sich im wesentlichen durch vegetative Fortpflanzung. Die aus der Wutachschlucht beschriebene Differenzierung ihres Vorkommens innerhalb der Felsbänder weist außerdem darauf hin, daß die Pfingstnelke etwas höhere Ansprüche an den Wasserhaushalt stellt als die mit ihr vergesellschafteten Arten (WITSCHEL 1980). Unter diesen Umständen dürfte jeder Wuchsortverlust unwiderruflich sein; die Art ist zwar vollkommen geschützt, aber leider liegen alle ihre Vorkommen auf Molasse außerhalb der nahen Naturschutzgebiete.

Die **Mauerraute** (*Asplenium ruta-muraria*), einzige Felspaltenart im Bereich der benachbarten Molassewände, ist wohl mangels geeigneter Standorte nicht auf den neuen Flächen aufgetreten. Im Gegensatz zu anthropogenen Mauerstandorten findet sie auch in der natürlichen Felsvegetation der Molasse nur wenige ihr zugehörige Plätze.

Die typischen **Saumarten** sind den neuen Hängen ausnahmslos fern geblieben. Solche, die im Saum des Cytiso-Pinetums unmittelbar an der Felskante vorkommen und deren Diasporen von dort hangabwärts auf das neue Felsband gelangten, sind gleich im ersten Jahr da aufgetreten, aber nur schlecht gedeihend wie der Blutstorchschnabel (*Geranium sanguineum*) oder nur vorübergehend in einzelnen Exemplaren wie Kalkaster (*Aster amellus*) und Salomonssiegel (*Polygonatum odoratum*). Viele Saumarten, die in der ungestörten Umgebung durchaus häufig sind, nur nicht gerade an der vordersten Felskante standen, blieben ganz aus, so zum Beispiel der Dost (*Origanum vulgare*), die Schwalbwurze (*Vincetoxicum hirsutum*) und die Graslilie (*Anthericum ramosum*).

Ähnliche Beobachtungen über die geringe Neigung von Saumarten, neue Flächen zu besiedeln, berichtet auch WITSCHEL (1980) für die oberrheinische Vorhügelzone: „... eine Ausbreitung und Besiedlung neuer Flächen ist – wenn überhaupt – nur dort feststellbar, wo unmittelbar angrenzend alte Saumvorkommen liegen.“ Das heißt nicht, daß Saumarten in ihrer Ausbreitungsfähigkeit hinter den Rasenarten zurückstehen. Dagegen spricht schon die Beobachtung, daß Saumpflanzen in die

Fläche nicht mehr genutzter Wiesen und Weiden eindringen und dabei überlegene Konkurrenzkraft zeigen. Diese Versaumung ist von WILMANN (1975) für Mesobrometen des Kaiserstuhls beschrieben worden und von SCHWABE-BRAUN (1980) für Flügelginster-Weiden des Schwarzwaldes. Dieselbe Erscheinung läßt sich auch an den Halbtrockenrasen im Molassegebiet beobachten. Hier sind es vor allem *Aster amellus*, *Origanum vulgare* und *Peucedanum cervaria*, die schnell vordringen.

Unterscheidet man vier Phasen der Ausbreitung einer Pflanzenart: Diasporenproduktion, Transport, Erstansiedlung und Durchsetzung am neuen Wuchsort, so stehen Saumarten bei Produktion und Transport nicht hinter anderen Arten zurück. Die Wege des Diasporentransports der Saumpflanzen sind sehr unterschiedlich. Man findet Vogelausbreitung (*Polygonatum*, *Anthericum*), Schleuderfrüchte (*Geranium*) und Ausstreuung durch Wind (*Origanum*, *Vincetoxicum*) ebenso wie Windverfrachtung von Schirmfliegern (*Aster*) oder geflügelten Früchten (*Peucedanum*).

Diese Arten scheinen aber auf rohen Böden an allzu offenen Standorten nur schwer zu keimen oder sich danach nicht durchzusetzen. Man könnte sich die Dynamik in folgender Weise vorstellen: Saumarten siedeln sich nur unter nicht zu extremen Standortsbedingungen im Schutz einer schon vorhandenen Vegetationsdecke an. Diese darf jedoch nicht zu viel Licht wegnehmen und muß am Boden Lücken aufweisen, in denen die Jungpflanzen Platz finden. Lückige Halbtrockenrasen bieten diese Bedingungen, sodaß bei anhaltendem Diasporenzustrom die Saumarten aufkommen und dann ihre volle Konkurrenzkraft entfalten. In offenen Pionier- und Felsrasen genügt derselbe Diasporenzustrom nicht, um die Barriere der ungünstigen Keimbedingungen zu überwinden.

Ergänzend passen in dieses Bild auch Beobachtungen nach den Großflurbereinigungen im Kaiserstühler Rebgelände (A. FISCHER 1982). Auf den künstlich begrünzten Böschungen siedelt sich selbst in einem Jahrzehnt nur dann wieder eine heimische Art an, wenn in unmittelbarer Nähe (wenige Meter) noch ein alter Bestandsrest erhalten ist oder die Diasporen im Boden übrig geblieben sind. Diese enge Beschränkung der Ansiedlung betrifft aber nicht nur die Saumarten, sondern die gesamte Vegetation. In den dichtschießenden Rasen erfolgreich begrünter Böschungen ist kein Platz für weitere Ansiedlungen.

Die Arten der **Mesobrometen** haben einen beträchtlichen Anteil an der Neubesiedlung vor allem der Hangflächen. *Achillea millefolium*, *Lotus corniculatus*, *Thymus pulegioides*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Salvia pratensis* und *Onobrychis viciifolia* waren in den Wiesen anfänglich überall verbreitet, gehen jedoch in den letzten Jahren mehr oder weniger zurück; denn die Wiesenfläche wurde zugunsten von Rebanlagen verringert und die verbliebenen Wiesen werden gedüngt. *Onobrychis* wird auch in der Steppenheide regelmäßig in geringer Individuenzahl gefunden. *Silene vulgaris* ist dort sogar ebenso häufig wie in den Kulturflächen. *Odontites lutea* ist die einzige Art, deren Wanderweg sich gut verfolgen läßt. Die beiden einzigen ursprünglichen Vorkommen liegen am Oberrand der Gletschermühle und im Cytiso-Pinetum am Molasseoberhang. 1976 wurden Einzelexemplare im neubesiedelten Hangteil nahe dessen NW-Rand beobachtet. Bis 1982 entstand ein Streifen neuer Wuchsorte (Abb. 26) mit letztem Vorposten in Probestfläche 3. Aus den Entfernungen ergibt sich eine Anfangs-Sprungweite von etwa 20 m in 9 Jahren, danach eine mittlere Wandergeschwindigkeit von 4 m pro Jahr. Dabei scheinen jährliche Sprungweiten bis zu 10 m vorgekommen zu sein, jedoch nur in einer Vorzugsrichtung.

Das neu angelegte **Rebland** mit seiner Unkrautvegetation hat trotz seiner großen Fläche wenig zur Besiedlung der Steilhänge beigetragen. Alle drei Mauerpfefferarten sind dort massenhaft aufgetreten. *Sedum acre* und *S. sexangulare* können nur von da aus in eine Probefläche gelangt sein. *S. album* ist zwar in der natürlichen Felsvegetation überall gegenwärtig, hat aber wohl erst über die Massenentfaltung auf dem höher gelegenen Reb Gelände Eingang in die neuen Steilhänge gefunden. Die starke Verzögerung gegenüber dem frühen Auftreten im Felsband spricht dafür. *Geranium pusillum* in einer Probefläche und die neuerdings zwischen gepflanzten Bäumen außerhalb der Probeflächen beobachtete Träubelhyazinthe (*Muscari racemosum*) stammen mit Sicherheit aus den Reben. Die Fülle der anderen Rebunkräuter findet keinen Niederschlag auf den Molassehängen.

Die häufigsten dieser lokalen Rebunkräuter seien hier genannt: *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*, *Setaria viridis*, *S. glauca*, *Chenopodium* cf. *strictum*, *Ch. polyspermum* cf. var. *acutifolium*, *Ch. album*, *Malva neglecta*, *Geranium dissectum*, *Artemisia vulgaris*, *Portulaca oleracea*, *Polygonum aviculare*, *Geranium pusillum*, *Sedum album*. An seltenen aber bezeichnenden Arten kommt vor: *Muscari racemosum*, *Ornithogalum umbellatum*, *Erodium cicutarium* und neuerdings *Lycopsis arvensis*.

Die **Ruderalarten der Wegränder und Äcker** lassen sich hier schlecht trennen. Einige sind in die neuen Hänge wenigstens vorübergehend eingedrungen: *Echium vulgare*, *Papaver dubium*, *Coryza canadensis*, *Lactuca serriola*, *Stenactis annua*, einige andere scheinen sich dauerhafter angesiedelt zu haben: *Arenaria serpyllifolia*, *Verbascum densiflorum* und *Vicia angustifolia* ssp. *segetalis*.

Hierher gehört auch das **Seifenkraut** (*Saponaria officinalis*), das, von einem Bestand an einer alten Wegböschung ausgehend, bis in den neu besiedelten Oberhang gelangt ist, wo es an einer Stelle außerhalb der Probefläche eine isolierte Gebüschgruppe säumt. Zur Überwindung dieser etwa 250 m betragenden Entfernung wurden mindestens 10, höchstens 15 Jahre benötigt. Dabei sind mehrere Zwischenstationen wahrscheinlich, jedoch nicht eindeutig nachweisbar.

Die wenigen **Waldarten** im Cytiso-Pinetum sind nicht im neuzubesiedelnden Gelände aufgetreten. Die einzige Ausnahme, *Carex humilis*, wurde oben bereits besprochen. Sie hat nur bei lokaler Betrachtung als schwache Waldart zu gelten. Die Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*), die an der oberen Felskante mehrere Vorkommen hat, ist nicht aufs Felsband gelangt. Sie fruchtet im Gebiet auch recht selten. Unter Umständen käme noch eine vegetative Ausbreitung in Frage, da gelegentlich abgebrochene Sproßenden im Gelände gefunden werden. Während sich die langen Kriechsprosse gut bewurzeln, ist es ungewiß, ob sie abgerissen noch dazu fähig sind. Der sonst nicht seltene Geißklee (*Cytisus nigricans*) scheint in diesem Bereich des Oberhangs zu fehlen. Er war daher auf dem Felsband auch weniger zu erwarten. Sein wahrscheinlich nächster Bestand liegt in etwa 300 m Entfernung. *Epipactis atrorubens*, in Aufnahme Nr. 28 zwar nicht vertreten, aber von LANG (1973) in einer Aufnahme desselben Bestandes genannt, kann auch auf mehr oder weniger rohen Böden siedeln, ist aber hier nicht vorgekommen. Die wenigen Exemplare einer *Hieracium*-Art, die in Aufnahme 9, also im dritten Jahr auf dem Felsband auftraten, sind im Jugendstadium wieder eingegangen und konnten nicht näher bestimmt werden. Es könnte sich um *H. umbellatum* gehandelt haben, das im Cytiso-Pinetum am Ort vorkommt.

Bei *Asparagus officinalis* und *Iris germanica* handelt es sich um relativ alte, aber anthropogene Elemente der Molasse-Steppenheide. Vor allem die Schwertlilie ist wohl immer wieder aus Gärten hinter den Molasse-Oberhängen in diese gelangt. Im Siedlungsbereich gibt es

heute noch Gärten in entsprechender Lage. Daß es sie in früherer Zeit auch als Feldgärten gegeben hat, bezeugen Flurnamen wie „In den Alten Gärten“, „Felsengarten“ neben den genannten Gartenflüchtlingen, zu denen stellenweise noch *Ribes uva-crispa* tritt.

Die Ausbreitung der **Holzarten** kann sehr gut vom altbesiedelten Oberhang ausgegangen sein. Die horizontale Entfernung zu den Probeflächen 1 und 2 ist minimal, da das Felsband genau unterhalb verläuft. Die Entfernung zu Probefläche 3 beträgt etwa 80 m, zu Probefläche 4 etwa 550 m in der Luftlinie. Das zu Probefläche 4 nächste Gehölz befindet sich in 250 m Entfernung am Eingang zum Spetzgarter Tobel. Dort dominiert jedoch die Buche. Von den im Oberhang vertretenen Baum- und Straucharten sind in dem Beobachtungszeitraum von 15 Jahren auf dem Felsband 14 gezählt worden, in Probefläche 3 noch 9, in Probefläche 4 einzig noch *Quercus robur*, die jedoch wahrscheinlich von der anderen Seite kam. In Probefläche 1 hat sich eine Fichte angesamt. Die nächsten samenliefernden Fichten sind 250 m entfernt.

Der neubesiedelte Oberhang ist, vom gepflanzten Gebüsch abgesehen, auch nach 15 Jahren noch ein weitgehend offener Felsrasen. Schneeball, Liguster und Hartriegel, am deutlichsten davon der Schneeball, streuen indessen weit in das offene Gelände des Oberhangs hinein. Die Jungpflanzen können sich nicht alle halten, aber eine Sukzession zu einem Schneeball-Liguster-Gebüsch ist bereits überall angedeutet. Vergleicht man mit den altbesiedelten Oberhängen, so erwartet man als Endstadium ein Cytiso-Pinetum mit hohem Eichen-Anteil. Wenige Jahre alter Jungwuchs von *Quercus robur* ist hie und da bereits vorhanden, jedoch hat sich *Pinus silvestris* noch mit keinem einzigen Keimling eingestellt.

4. Standortsdifferenzierung durch aufkommendes Gebüsch

Zu Anfang machte die Krautschicht auf dem ganzen Oberhang einen ziemlich homogenen Eindruck und zwar umso mehr, je dichter sie wurde. Das Auftreten einzelner niedriger Sträucher schien keinen Einfluß auszuüben. Erst mit höherem Wuchs und dichterem Zusammenschluß der Sträucher veränderte sich die Krautschicht in den betreffenden Hangbereichen. Solange die dort befindliche Dauerprobefläche von dieser Entwicklung unberührt blieb, wurde sie in der Tabelle auch nicht erfaßt. Beim letzten Aufnahmetermin bot sich folgendes Bild: Mehr oder weniger geschlossenes Gebüsch bedeckte große Hangteile südöstlich der Probefläche. Sie selbst lag noch zur Hälfte im offenen Hangteil, die andere Hälfte ragte in die Zone hinein, in der die Sträucher lückig standen und nach Höhe, Umfang und Abstand einen allmählichen Übergang bildeten. Aufnahme 17 betrifft die Dauerfläche, Aufnahme 18 die neu hinzugenommene Anschlußfläche gleicher Größe von 20 m² (Abb. 26). Da beide Flächen einen inhomogenen Eindruck machten, wurden die Unterschiede der Krautschicht gesondert durch sechs kleine Probequadrate erfaßt, von denen zwei in der Übergangszone in verschiedener Höhe am Hang lagen, zwei im offenen Bereich und zwei im Gebüsch, jeweils in mittlerer Hanghöhe und unterschiedlicher Entfernung von der Gebüschfront (Abb. 26). Die Vegetationsaufnahmen dieser sechs Quadrate sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Die Anordnung zeigt eine starke Differenzierung der drei Bereiche. Die beiden Extreme haben keine Art gemeinsam, der Übergangsbereich besitzt einerseits eigene Arten, andererseits greifen von beiden Seiten Arten in ihn über. Die Anzahl der Arten nimmt vom offenen Gelände in das Gebüsch ab; dabei sind

Sträucher nicht mitgezählt worden, auch wenn sie als Jungpflanzen noch der Krautschicht angehören. Die Deckung der Krautschicht ist überall etwa dieselbe. Eine Mooschicht ist stets vorhanden, ihre Deckung nimmt zum Gebüsch hin drastisch ab.

4.1 Vergleich von Zeigerwerten

Die Arten der Krautschicht wurden in drei Gruppen eingeteilt, je nach dem ob sie vorwiegend im offenen Bereich, in der Übergangszone oder unterm Gebüsch vorkamen. Die drei Gruppen sind in der Tabelle durch Einrahmung gekennzeichnet. Außerdem sind in der Tabelle Zeigerwerte angegeben. Sechs Faktoren wurden den Tafeln von ELLENBERG (1979) entnommen, nämlich: Licht-, Temperatur-, Kontinentalitäts-, Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl. Sie alle sind in einer neunteiligen Skala ausgedrückt. Wasserpflanzen werden hier nicht berücksichtigt. Die Humuszahl und die Dispersionszahl, die zunehmende Feinheit der Bodenpartikel und damit verbundene schlechtere Durchlüftung erfaßt, sind den Tafeln von LANDOLT (1977) entnommen. Ihnen liegt eine fünfteilige Skala zugrunde, wie sie auch ELLENBERG in der ersten Auflage verwendete. Für die Definition der Stufen muß auf die angegebene Literatur verwiesen werden. Das Zeichen x bedeutet vages Verhalten der betreffenden Spezies in bezug auf den jeweiligen Standortfaktor.

Das Folgende stellt einen Versuch dar, die drei Artengruppen mit unterschiedlichem Schwerpunkt im Verbuschungsgefälle ökologisch zu charakterisieren. Für jede Gruppe wurden die Zeigerwerte der einzelnen Arten gemittelt, ohne die in den Aufnahmen erfaßten Mengenunterschiede zu berücksichtigen. Diese mittleren Zeigerwerte sind in Tabelle 6a zusammengestellt. In Klammern ist jeweils vermerkt, wieviele Arten zum Mittelwert beigetragen haben; denn diejenigen mit vagem Verhalten (x) wurden ausgelassen. Auf Streuungsangaben wurde verzichtet, um die Tabelle nicht zu überlasten und weil die inhaltliche, biologische Bedeutung solcher Angaben nicht auf der Hand liegt. Sie gehen jedoch in die Signifikanztests ein, die zum Vergleich zwischen den drei Gruppen gemacht wurden. Der hier verwendete F-Test zum Vergleich mehrerer Mittelwerte ist ein statistisches Standardverfahren (siehe z.B. WEBER 1980). Der Gruppenunterschied ergibt sich nur bei der Lichtzahl, der Feuchtezahl und der Stickstoffzahl als signifikant.

Im Gegensatz zu direkt festgestellten Standortunterschieden spiegelt sich in den Zeigerwerten wider, welche Unterschiede für die Veränderung der Artenzusammensetzung eine Rolle spielen. Offensichtlich verringert das Gebüsch den Lichtgenuß für die Krautschicht, und dies hat sich auch auf deren Zusammensetzung ausgewirkt. Als Folge der Beschattung sind aber auch gewisse Temperaturunterschiede zu erwarten, die wiederum den Wasserhaushalt beeinflussen. Es ist direkt beobachtbar, daß der Boden im Schatten der Sträucher nie so stark austrocknet wie auf der offenen Fläche. Dies hat auch seine Auswirkung: Die Gruppe I auf dem freien Hang ist in ihrer Gesamtheit deutlich trockeniszeigend, die Gruppe III unter Gebüsch schwach frischezeigend. Daß die Temperaturzahl nicht anspricht, darf nicht verwundern. Zu erwarten sind vor allem Unterschiede der Bodentemperatur, die Temperaturzahl aber ist aus Arealtypen und Höhenstufen abgeleitet und hängt daher eher mit der mittleren Lufttemperatur zusammen. Aus ähnlichen Gründen war für die Kontinentalitätszahl kein Unterschied zu erwarten. Die Bodenreaktion (pH-Wert) ist nicht gemessen worden, aber bei dem Kalkgehalt des Gesteins und dem geringen Alter des Bodens ist kaum mit Unterschieden zu rechnen. Es fällt jedoch auf, daß im Übergangsbereich ausschließlich reaktionsvage

Arten ihr Optimum haben. Bei den vorliegenden Zahlenverhältnissen ist diese Häufung signifikant (Vierfeldertest). Die Dispersionszahl ließ von vorne herein keinen Unterschied erwarten, der Boden besteht überall aus schwach lehmigem Sand, und die Durchlüftung ist gut. Darauf haben die Sträucher keinen Einfluß. Durch den jährlichen Laubfall wird innerhalb des Gebüsches mehr organisches Material abgelagert. Eine stärkere Humusbildung ist die Folge, die sich jedoch nicht im Artenbestand niederschlägt. Dafür läßt der Unterschied in der Stickstoffzahl vermuten, daß der primäre Nährstoffmangel des Hangbodens unter der Gebüschbedeckung gemildert ist. Als Stickstoffquelle kommt unter anderem die Düngung der höher liegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen in Frage. Die Einschwemmung müßte aber für den gesamten Hangbereich dieselbe sein. Der Unterschied läge dann wohl in der besseren Nitrifikation durch Mikroorganismen im Boden mit reicherer Humusaufgabe, stärkerer Durchwurzelung und günstigem Wasserhaushalt. Die Actinomyceten-Symbiose der Hippophaë-Wurzeln bildet noch eine zusätzliche Stickstoffquelle. Die charakteristischen Rhizothamnien konnten am Ort nachgewiesen werden (Taf. 16, Fig. 2).

4.2 Temperaturmessungen

An mehreren Stellen im Übergangsbereich zwischen offener Hangfläche und Gebüsch wurden Temperaturen gemessen. Diese Messungen geben nur eine grobe Orientierung, da sie alle an zwei aufeinanderfolgenden Tagen gemacht wurden. Über Abhängigkeit von Jahreszeit und Witterung sagen sie nichts aus. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Stellen im kleinräumigen Mosaik des Hanges werden jedoch deutlich. Die Messungen wurden mit einem Quecksilberthermometer durchgeführt. Die Werte sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Gemessen wurden die Temperaturen der obersten Bodenschicht bis 1 cm Tiefe und der bodennahen Luft zwischen 20 und 40 cm Höhe. Am ganzen ersten Tag schien die Sonne. Die Messungen wurden kurz vor 16 Uhr, also nach Überschreiten des Tagesgipfels der Temperatur vorgenommen. Am zweiten Tag war der Himmel vorwiegend bedeckt. Die Sonne schien nur von 12 Uhr 20 bis 15 Uhr 30. Gemessen wurde kurz nach Beginn und kurz nach Ende dieses Zeitraumes.

Die Meßorte verteilten sich auf fünf verschiedene Typen: vegetationslose Sandflecken, Moospolster von *Syntrichia ruralis*, von *Festuca*-Horsten dicht bewachsene Stellen, vegetationsarme aber humusreiche Winkel zwischen Stämmen von *Viburnum lantana* und vegetationsarme Plätze unter dem Kronendach dichter Weidenbüsche. Beim ersten Meßtermin wurden möglichst verschiedenartige Stellen gewählt, z.B. Moospolster verschiedenen Durchmessers in der vollen Sonne und ein Moospolster im Schatten. Weitere Einzelheiten gibt die Legende zu Tabelle 7. Beim zweiten Meßtermin wurden von jedem Typ drei möglichst einheitliche Stellen ausgewählt, also drei Moospolster mittlerer Größe, drei von halbzeretzten organischen Resten bedeckte Stellen zwischen Schneeballstämmchen, drei Sandflecken im Weidenschatten. Beim dritten Meßtermin wurde an jeweils einer dieser drei Stellen die Messung wiederholt.

Vegetationsloser Sand hat sich durch die Sonnenbestrahlung bis 13 °C über die Lufttemperatur erwärmt. Noch stärker war die Aufheizung der dunkelfarbigem Moospolster, die außerdem vom Durchmesser der Polster abhängt. Das größte Moospolster zeigte die höchste gemessene Temperatur überhaupt, nämlich 52 °C, also 24 °C über der Lufttemperatur. Zwischen den *Festuca*-Horsten war die Temperaturerhöhung geringer. Hier verteilt sich die Absorption der Strahlung auf die Wuchshöhe des Grases. Im Gebüschschatten liegt die Bodentemperatur leicht un-

ter der Lufttemperatur. Die dort lagernde Humusschicht hält den Boden dauernd etwas feucht. Die Verdunstung schuf eine Temperaturdifferenz von 1 bis 3 °C, nur in einem Moospolster in gleicher Lage wurde dieser Kühlungseffekt nicht beobachtet. Der tiefste Schatten, die höchste Feuchtigkeit und der stärkste Temperaturrückstand von 5 °C herrschte unter den Weiden sowohl für Humus als auch für Sand im kleinräumigen Nebeneinander.

Bei der geringen Einstrahlung des anderen Tages war die Aufheizung der offenen Böden gering. Aber es zeigten sich wieder die Unterschiede zwischen verschiedenem Bewuchs. Moospolster hatten immer noch 3 °C Vorsprung vor vegetationslosem Sand. Der Temperaturrückstand des beschatteten Bodens unter Gebüsch hatte etwa dasselbe Ausmaß wie am Tag zuvor. Im Verlauf der mehrstündigen Besonnung am Nachmittag stiegen die Aufhebungsbeträge wieder an in Richtung der am Vortag gemessenen Werte, ohne diese zu erreichen.

5. Kryptogamen

Der Anteil von Kryptogamen an der Besiedlung der neuen Flächen war gering. Sehr spät erst sind einige Bodenmoose und epiphytische Flechten aufgetreten. Die folgende Liste gibt einen Einblick in den heutigen Moosbestand aufgrund gelegentlicher punktueller Stichproben. Die angegebenen Deckungsgrade wurden bei Begehungen der gesamten Hangfläche geschätzt. Es bedeutet a offener Hang, b Übergangszone, c Gebüsch.

	a	b	c
<i>Syntrichia ruralis</i>	3	1	
<i>Barbula unguiculata</i>	+		
<i>Bryum caespititium</i>	2		
<i>Bryum argenteum</i>	1		
<i>Rhytidium rugosum</i>	1	+	
<i>Scleropodium purum</i>		2	
<i>Brachythecium salebrosum</i>		2	2
<i>Barbula cf. fallax</i>		1	
<i>Bryum cf. cirrhatum</i>			1

Von diesen Arten sind *Syntrichia ruralis* und *Rhytidium rugosum* im Trockengebüsch auf den natürlichen Felsstandorten der Umgebung allgemein verbreitet. *Barbula unguiculata* kommt gelegentlich an den Felswänden vor.

Im Bereich des überrieselten Felsbandes hat sich am Fuß der hinteren Wand *Eucladium verticillatum* angesiedelt. Es bildet hier einartige dichte Rasen und hat bisher eine etwa 10 cm dicke Kalktuffschicht abgesetzt.

Am natürlichen Standort in den Molassetobeln befindet sich dieses Tuffmoos meist in einem etwas reicher zusammengesetzten Cratoneuretum. Ein vergleichbarer, aber um Jahrzehnte älterer anthropogen bedingter Bestand in den städtischen Anlagen von Überlingen enthält nur *Cratoneurum commutatum* und *Eucladium verticillatum*, wobei *Cratoneurum* überwiegt.

Epiphytische Flechten haben sich vor allem im Oberhang auf der Rinde der Schneeballsträucher angesiedelt. Die weitaus häufigste Art ist *Xanthoria parietina*, die auch vereinzelt an Weiden zu finden ist. Die Lager dieser Flechten sind nur teil-

weise kräftig gelb gefärbt. Auf der lichtabgewandten Seite bleichen sie oft aus und sind stellenweise nur grau. Selbst Apothecien ohne gelben Farbstoff kommen vor. In geringer Häufigkeit treten *Lecanora carpinea*, eine *Lecidea* (cf. *olivacea*) und *Physcia ascendens* auf.

An verschiedenen Stellen des Oberhangs wurden einzelne Exemplare eines Pilzes gefunden. Es handelt sich um einen Stielbovist, *Tulostoma* cf. *fimbriatum*, der für kalkreiche Sandböden charakteristisch ist.

6. Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Auf den hier beobachteten freigelegten Molassehängen vollzog sich die natürliche Wiederbesiedlung in den Anfangsphasen relativ schnell. Die in der Literatur berichteten Langzeitbeobachtungen am Hohentwiel ergaben bei ähnlichem Gesamtartenbestand aber geologisch anderem Substrat eine viel langsamere Besiedlung (BRAUN-BLANQUET et al. 1931 und MÜLLER 1966). Dort ist der einmal freigelegte Boden wahrscheinlich stärkerer Abschwemmung ausgesetzt als der Molassesand.

Die Initialgesellschaft war bunt zusammengewürfelt aus den Arten der jeweils nächsten Umgebung. Sie zeigte allenfalls Anklänge an den Verband Dauco-Melilotion. Sofern nicht auf Sonderstandorten über wasserstauendem Ton eine Gruppe von Wechselfeuchte- und Überschwemmungszeigern die weitere Entwicklung bestimmte, schritt die Sukzession zu trockenen Felsrasen fort. Diese blieben fragmentarisch entwickelt. Es mischten sich Arten der Sedo-Scleranthetea mit solchen der Festuco-Brometea und ruderalen Begleitern. Verbands- oder gar Assoziationskennarten stellten sich nicht ein. Die Felsrasen entwickeln sich weiter zu einem Berberidion-Gebüsch. Hauptpionierstrauch ist *Viburnum lantana*. Dabei wird das Versaumungsstadium der Standardsukzession übersprungen. Erst nach der Ansiedlung von Gebüsch bildet sich an seinem Rand ein provisorischer Ersatzsaum aus Arten anderer soziologischer Herkunft, die zufällig anwesend sind und in die sich anbietende Nische passen (*Berteroa incana*, *Saponaria officinalis*), solange sie nicht von besser angepaßten verdrängt werden. Endstadium der Sukzession sollte ein künftiger Steppenheidewald sein. Ob dies das Cytiso-Pinetum sein wird, wie der Vergleich mit der Umgebung erwarten läßt, ist noch offen. Erster und bisher einziger Pionierbaum ist *Quercus robur*-Jungwuchs. Für die Kiefer ist ohnehin noch ungeklärt, bis zu welchem Maß ihre Vorkommen in der Umgebung natürlich oder anthropogen bedingt sind.

	p	r	l	S	R	F	Bem.
<i>Agropyron repens</i>	1	cop	x	-	x	5	80 cm Wurzelkriechp.
<i>Bromus secalinus</i>	r	x	?	-	x	x	
<i>Lolium perenne</i>	3	x	x	-	x	5	Kriechpionier
<i>Agrostis stolonifera</i>	4	x	x	-	x	6	bodenfestigend
<i>Festuca rubra</i> agg.	3		x	-	x	x	50 cm bodenfestigend
<i>Festuca duvalii</i>				-	8	1	
<i>Bromus inermis</i>	3			-	8	4	tief Wurzelkriechp.
<i>Vulpia myuros</i>	1			+	3 ²⁾	2 ²⁾	
<i>Danthonia decumbens</i>	+			-	3	x	
<i>Vicia villosa</i>	2		x	(+)	4	4	bis 80 cm
<i>Trifolium hybridum</i>	2			-	7	6	über 50 cm Pionier
<i>Berteroa incana</i>	1			+	x	3	Sandbodenpionier
<i>Alyssum alyssoides</i>	+			+	8	3	flach Rohbodenp.
<i>Achillea</i> cf. <i>setacea</i>	+			-	7	2	
<i>Veronica triphyllos</i>	1			+	x	3	
<i>Erodium cicutarium</i>	+		?	+	x	3	150 cm Pionier

Tabelle 1: Liste der Arten, die mit einiger Sicherheit dem BegrünungsSaatgut zugeschrieben werden können. Vorkommen im Probestreifen am Fuß der besprühten Wand (p), ruderal im Baugelände (r), lokal einheimisch (l) nach OBERDORFER (1979), LANG (1973) und eigenen Beobachtungen.

Sandzeigerwert (S) nach OBERDORFER (1979), Bodenreaktionszahl (R) und Feuchtezahl (F) nach ELLENBERG (1979).

Bemerkungen (Bem.) zur Wurzeltiefe und etwaigem Pionierverhalten, entnommen aus OBERDORFER (1979).

²⁾ ergänzt gemäß OBERDORFER (1979) und LANDOLT (1977).

Nummer der Aufnahme	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25			
	27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50					
Flächengröße	20		28		13		28		13		28		13		28		13		28		13		28		13		28		13		28		13		28		13		28		13		28		13		28					
Exposition, Neigung	6		7		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28							
Tag	8		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50			
Monat	6		7		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28		9		13		28							
Jahr	66		67		68		69		76		82		87		94		101		108		115		122		129		136		143		150		157		164		171		178		185		192		199		206					
räuml. Differenzierung ¹⁾	v		h		v		h		v		h		v		h		v		h		v		h		v		h		v		h		v		h		v		h		v		h		v		h					
Gesamtdeckung %	5		10		40		95		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100					
a) Pioniergruppe	3		(+)						
<i>Melilotus albus</i>	+		+				
<i>Daucus carota</i>	1				
<i>Euphorbia cyparissias</i>			
<i>Capsella bursa-pastoris</i>			
<i>Medicago lupulina</i>			
<i>Chenopodium spec.</i>			
<i>Polygonum convolvulus</i>			
x) Saatgutgruppe			
<i>Festuca duralii</i>			
<i>Agropyron repens</i>	
<i>Bromus secalinus</i>	
<i>Lolium perenne</i>	
<i>Agrostis stolonifera</i>			
<i>Festuca rubra</i>	
<i>Bromus inermis</i>	
<i>Vulpia myuros</i>			
<i>Trifolium hybridum</i>	
<i>Achillea cf. setacea</i>			
<i>Berteroa incana</i>			
<i>Veronica triphyllota</i>			
<i>Alyssum alyssoides</i>			
<i>Vicia villosa</i>			
<i>Erodium cicutarium</i>			

Tabelle 2: Bestiedlungsdynamik

Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<i>Acinosa arvensis</i>
<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Onobrychis vicifolia</i>
<i>Holcus lanatus</i>
<i>Vicia angustifolia</i> ssp. <i>segetalis</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum acre</i>
<i>Sedum saxatile</i>
<i>Echium vulgare</i>
<i>Petrorhagia prolifera</i>
<i>Potentilla</i>
<i>Tabernaemontani</i>
<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Chrysanthemum</i>
<i>leucanthemum</i>
<i>Artemisia vulgaris</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>
<i>Salvia pratensis</i>
<i>Papaver dubium</i>
<i>Geranium pusillum</i>
c) Feuchtezeiger
<i>Equisetum arvense</i>
<i>Phragmites australis</i>
<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Solanum dulcamara</i>
<i>Rubus caesius</i>
<i>Buddleia davidii</i>
<i>Carex flacca</i>
<i>Mentha longifolia</i>
<i>Calamagrostis epigeios</i>
<i>Eupatorium cannabinum</i>
<i>Juncus articulatus</i>
<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Calyptegia sepium</i>

Tabelle 2: Besiedlungsdynamik (Fortsetzung)

Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Rubus cf. bifrons</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus ramosus</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	r ^o	.	.	.	.	(r)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix caprea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix alba</i>	1	1	3	2	+	+	+	+	+	2	+	+	3	.	.	.	(r)	(r)	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix cf. cinerea</i>	1	1	3	+	.	.	.	+	+	2	.	(*)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(*)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix div. spec.⁴⁾</i>
d) Strauch- u. Baumarten der Steppenheide																									
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Coronilla emerus</i>	+j	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum lantana</i>	+j	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus silvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Populus tremula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa dumetorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulmus glabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle 2. Besiedlungsdynamik (Fortsetzung)

Außerdem je einmal:

In 1: *Aster amellus* r, *Polygonatum odoratum* +, *Plantago media* +, *Trifolium dubium* r.

In 2: *Lactuca serriola* r. In 4: *Erigeron annuus* r, *Epilobium parviflorum* +.

In 9: *Hieracium spec. juv.* +. In 10: *Pastinaca sativa* +, *Lapsana communis* +.

In 11: *Centaurea jacea* +. In 15: *Diplotaxis tenuifolia* +. In 17: *Odontites lutea* +.

In 20: *Secale cereale* r, *Chrysanthemum cf. cinerariifolium* +, *Juglans regia juv.* +.

In 22: *Trifolium repens* +.

Probeflächen:

Nr. 1: abgestecktes Dauerquadrat auf einem breiten Felsband

Nr. 2: nicht markierter Streifen an einer schmaleren Stelle desselben Felsbandes 2 m neben

Nr. 1

Nr. 3: steile Böschung über der Felswand

Nr. 4: Steilhang in der Straßenböschung südlich des Spetzgarter Tobels

¹⁾ v = vorn, h = hinten, o = oben, u = unten, f = offene Fläche, g = gebüschbedeckt. ²⁾ 17 u. 18 je 20 m². ³⁾ außer *F. duvalii*. ⁴⁾ Aufgliederung s. Text. * = gepflanzt.

	F	W	Ü	R	L	T	N	D	tW	BA
<i>Phragmites australis</i>	10	+		7	7	5	5	4	+	
<i>Alnus glutinosa</i>	9		+	6	5	5	x	5	+	S - T
<i>Salix cinerea</i>	9	+		5	7	x	4	5		S - T
<i>Salix alba</i>	8		+	8	5	6	7	3		sT
<i>Solanum dulcamara</i>	8	+		x	7	5	8	5		sL - sT
<i>Mentha longifolia</i>	8	+		8	7	5	8	5	+	sT-T
<i>Juncus articulatus</i>	8	+		x	8	x	2	5		S - T
<i>Filipendula ulmaria</i>	8			x	7	x	4	5		sL - T
<i>Rubus caesius</i>	7		+	7	7	5	9	4	+	sL - sT
<i>Eupatorium cannabinum</i>	7			7	5	6	8	4		L - T
<i>Equisetum arvense</i>	6	+		x	6	x	3	5	+	L - T
<i>Carex flacca</i>	6	+		8	7	5	x	2	(+)	L - T
<i>Salix caprea</i>	6			7	7	x	7	4		sL-L
<i>Calystegia sepium</i>	6			7	8	6	9	5	+	sL - T
<i>Bromus ramosus</i>	6			8	6	5	6	4		L - T
<i>Sonchus arvensis</i>	5	+		7	7	5	x	4		L
<i>Taraxacum officinale</i>	5			x	7	x	7	4	+	sL - T
<i>Calamagrostis epigeios</i>	x	+		x	7	5	6	x	+	sL

Tabelle 3: Gruppe der Feuchtezeiger mit Zeigerwerten nach ELLENBERG (1979), D nach LANDOLT (1977), Angaben über Wurzeltiefe und bevorzugte Bodenart nach OBERDORFER (1970) F = Feuchtezahl, W = Wechselfeuchtezeiger, Ü = Überschwemmungszeiger, R = Bodenreaktionszahl, L = Lichtzahl, T = Temperaturzahl, N = Stickstoffzahl, D = Dispersionszahl (Skala 5-teilig), tW = Tiefwurzler, BA = Amplitude der Bodenart

Aufnahme Nr. Fläche in m ² Exposition Gesamtdeckung	26	27	28	Jahre bis Erstauftreten											
	10	6	40	Felsband					Oberhang						
	SSW	SW	SW	1	2	3	4	5-11	1	2	3	4	5-11	12-17	
<i>Brachypodium pinn.</i>	3		2a	x					x						
<i>Melilotus albus</i>	2m	+		x					x						
<i>Allium montanum</i>	+	1	2m	x					x						
<i>Festuca ovina</i>	1	2m	2m	x						x					
<i>Hippocrepis comosa</i>	1	2a	+	x						x					
<i>Thymus praecox</i>		2a	+		x						x				
<i>Artemisia campestris</i>		1	+		x									x	
<i>Sedum album</i>		1	1		x									x	
<i>Phleum phleoides</i>		3	+								x				
<i>Plantago lanc. sph.</i>		r									x				
<i>Silene vulgaris</i>			+			x								x	
<i>Orobanche alba</i>			+			x								x	
<i>Stachys recta</i>	r	r	1	x								x			
<i>Dactylis glomerata</i>	r	+		x										x	
<i>Hypericum perf. ang.</i>	r		+	x										x	
<i>Poa angustifolia</i>	+		r	x										x	
<i>Helianthemum obsc.</i>	+		2a	x										x	
<i>Silene nutans</i>	1		2b	x										x	
<i>Carex humilis</i>	3		+	x											
<i>Euphorbia cypar.</i>	+			x											
<i>Asperula cynanchica</i>	r	+	+	x											
<i>Geranium sanguineum</i>	1		+	x											
<i>Asparagus officin.</i>	r			x											
<i>Aster amellus</i>	r			x											
<i>Polygonatum odor.</i>	1		1	x											
<i>Plantago media</i>	+			x											
<i>Trifolium dubium</i>	r			x											
<i>Arctostaphylos uvau.</i>			r												
<i>Dianthus gratianop.</i>		2a	1												
<i>Asplenium rutam.</i>		+													
<i>Iris germanica</i>			+										x		
<i>Ligustrum vulgare</i>	+		1	x									x		
<i>Viburnum lantana</i>	+j		+	x									x		
<i>Corylus avellana</i>	+j			x										x	
<i>Quercus robur</i>	+j		2a	x										x	
<i>Coronilla emerus</i>	+j		r	x											
<i>Pinus silvestris</i>	(+)		3			x									
<i>Cornus sanguinea</i>			+					x					x		
<i>Hedera helix</i>			+												

Tabelle 4: Drei Vegetationsaufnahmen an altbesiedelten Molassewänden im Vergleich zur Dynamik der Neubesiedlung

Nr. 26: Felsabsatz 200 m westl. von Probefläche Nr. 1, ebene Gesamtfläche 65 m², begrenzte Felswände senkrecht, Sandstein der Oberen Meeresmolasse

Nr. 27: Felshang mit vielen kleinen Nischen 50 m westl. von Probefläche Nr. 1, Gesamtneigung 60° bis 70°, Sandstein der Oberen Meeresmolasse. Von den 6 m² der Probefläche entfallen nur 0,6 m² auf bewachsene Nischen. Die Artmächtigkeiten beziehen sich auf die Nischenfläche.

Nr. 28: Oberhang 20 m über dem Felsband, Neigung 40°, Sandstein der Oberen Meeresmolasse, von Cytiso-Pinetum bestanden.

Aufnahmedatum aller drei Aufnahmen: 3. 9. 1966

Nummer der Aufnahme	29	30
Flächengröße	40 m ²	10 m ²
Exposition, Neigung	S 60°	S 80°
Gesamtdeckung %	30	5
<i>Melilotus albus</i>	2	(r)
<i>Medicago lupulina</i>	+	+
<i>Chenopodium spec.</i>	+	1
<i>Bromus secalinus</i>	+	
<i>Lolium perenne</i>	2	
<i>Festuca rubra</i>	1	
<i>Agropyron repens</i>	1	
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	1
<i>Bromus inermis</i>	2	
<i>Trifolium hybridum</i>	2	1
<i>Achillea cf. setacea</i>	1	
<i>Vicia villosa</i>	2 [~]	
<i>Festuca ovina</i> (coll.)	+	+
<i>Silene nutans</i>		r
<i>Artemisia campestris</i>	+	
<i>Plantago lanc. sphaerostachya</i>	+	
<i>Silene vulgaris</i>	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>		+
<i>Calamintha acinos</i>	+	
<i>Silene alba</i>		r

Tabelle 5: Ergänzende Aufnahmen 28. 7. 1968

Aufnahmeflächen:

29) Nischenreicher Steilhang, Brunnensbach, Obere Meeresmolasse, weicher, rieselfreudiger Sandstein, neubesiedelt

30) Nischenreicher Steilhang, Brunnensbach Obere Meeresmolasse, brüchiger Sandstein, felssturzgefährdet, neubesiedelt

~ = abgestorben und verdorrt

eingerahmt: Saatgutgruppe

Tabelle 6: Differenzierung der Krautschicht durch Gebüsch Sechs Aufnahmen vom 14. 8. 1982, alle im selben Hang wie Nr. 3 Nr. 31, 32 im offenen Hangteil, Nr. 33, 34 in der Übergangszone, lückiges niedriges Gebüsch (bis 150 cm), Nr. 35, 36 im gebüschbedeckten Hangteil (Höhe der Strauchschicht bis 3 m)

¹⁾ L = Licht-, T = Temperatur-, K = Kontinentalitäts-, F = Feuchte-, R = Reaktions-, N = Nährstoffzahl, alle in der neunteiligen Skala nach Ellenberg (1979), H = Humus-, D = Dispersionszahl, in einer fünfteiligen Skala nach Landolt (1977).

²⁾ z. T. abgestorben

³⁾ Es handelt sich um: *S. purpurea*, *S. x helix*, *S. x holosericea*, *S. nigricans*

	Gruppen			Vergleichstest
	I	II	III	
Lichtzahl	8,1 (15)	7,4 (7)	6,8 (8)	$F_{2,27} = 5,55^{**}$
Temperaturzahl	5,8 (11)	5,5 (2)	5,3 (4)	$F_{2,14} = 1,01-$
Kontinentalitätszahl	4,6 (13)	4,5 (4)	4,7 (6)	$F_{2,20} = 0,01-$
Feuchtezah	2,8 (15)	4,3 (6)	4,7 (6)	$F_{2,24} = 12,34^{***}$
Reaktionszahl	7,3 (12)	-	6,0 (4)	$F_{1,14} = 3,24-$
Stickstoffzahl	1,8 (13)	4,6 (5)	5,0 (7)	$F_{2,22} = 22,97^{***}$
Humuszah	2,9 (15)	3,0 (8)	3,1 (8)	$F_{2,28} = 0,43-$
Dispersionszahl	3,1 (15)	3,6 (8)	3,4 (8)	$F_{2,28} = 0,62-$

Tabelle 6a: Mittlere Zeigerwerte von drei Artengruppen aus Tabelle 6. Gruppe I mit Schwerpunkt im offenen Hangteil, Gruppe II mit Schwerpunkt in der Übergangszone, Gruppe III mit Schwerpunkt im gebüschbedeckten Hangteil, in Klammern die beitragende Artenzahl. Letzte Spalte: F-Test zum Vergleich der drei Gruppen. Die tiefgesetzten Zahlen sind die Freiheitsgrade. Code der Signifikanzstufen: - nicht signifikant, * schwach signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit = 0,05), ** signifikant (Irrtumsw. = 0,01), *** hoch signifikant (Irrtumsw. = 0,001).

- 380 -

Spalte Nr.	1		2		3
Tag Uhrzeit	14. 8. 82 15h40-50		15. 8. 82 12h30-45		15. 8. 82 16h00-05
Luft		\bar{x}		\bar{x}	27
	27 ^a 28 ^b	27,5	26		
offener Sand	40 42	41	29 27 28	28	36
Moospolster	46 ^c 52 ^d 37 ^e	45	31 31 32	31,3	39
<i>Festuca</i> -Horst	35 36	35,5	26 28 27	27	31
zw. Stämmen von <i>Viburnum lant.</i>	24 ^f 26 ^f 27 ^g	25,7	23 22 23	22,7	23
Weidenschatten	22 ^f 22 ^h	22	21 21 20	20,7	21

Tabelle 7: Temperaturen der obersten Bodenschicht (1 cm) und der bodennahen Luft (20-40 cm) in °C, \bar{x} Mittelwert.

Angaben zur Differenzierung des Meßortes:

- a 20 cm über Boden im Schatten von *Viburnum lantana*
- b 40 cm über Boden in Sanddornbusch
- c sehr kleines Moospolster
- d großes Moospolster
- e im Schatten von *Viburnum lantana*
- f schwach zersetzte Förna
- g Moospolster
- h Sand

Angaben zur Bewölkung:

Spalte Nr. 1: ganztägig klarer Himmel

Spalte Nr. 2: vormittags bedeckt. 10 min vor Beginn der Messungen Durchbruch der Sonne

Spalte Nr. 3: nach dreistündiger Sonnenscheindauer, seit einer halben Stunde vor Beginn der Messungen wieder bedeckt.

Schrifttum

- BARTSCH, J., 1925: Die Pflanzenwelt im Hegau und nordwestlichen Bodenseegebiet – Schr. Ver. Gesch. Bodensees, Beih. 1, Überlingen, 194 S.
- BERTSCH, K., 1962: Flora von Südwest-Deutschland – 3. Aufl., Stuttgart, 471 S.
- 1964: Flechtenflora von Südwestdeutschland – 2. Aufl., Stuttgart, 251 S.
- 1966: Moosflora von Südwestdeutschland – 3. Aufl., Stuttgart, 234 S.
- BRAUN-BLANQUET, J., SCHWENKEL, H. und FABER, A., 1931: Pflanzensoziologische Aufnahmen vom September 1930 – In: Der Hohentwiel, Veröff. Staatl. Stelle Natursch. Württ. Landesamt Denkmalpflege, 7, 65–85.
- ELLENBERG, H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas – 2. Aufl., Göttingen, 122 S.
- FISCHER, A., 1982: Mosaik und Syndynamik der Pflanzengesellschaften von Lößböschungen im Kaiserstuhl – Phytozoenologia 10, 73–256.
- HEGI, G., 1965, 1979: Illustrierte Flora von Mitteleuropa – Bd. VI, 1 u. 3, 2. Aufl.
- KOHLER, A., 1964: Das Auftreten und die Bekämpfung der Robinie in Naturschutzgebieten – Veröff. Landesst. Natursch. Landespfl. Bad.-Württ., 32, 43–46.
- KRAUSE, W., 1940: Die Ausbreitungsfähigkeit der niedrigen Segge (*Carex humilis* Lyell) auf Brachflächen in Mitteldeutschland – Planta, 31, 91–168.
- LANDOLT, E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora – Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 64, 208 S.
- LANG, G., 1973: Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes – Jena, 451 S.
- LITZELMANN, E. u. M., 1963: Neue Pflanzen-Fundberichte aus Südbaden II – Mitt. Bad. Landesverb. Naturkunde und Naturschutz, N.F. 8, 463–475.
- MÜLLER, Th., 1966: Vegetationskundliche Beobachtungen im Naturschutzgebiet Hohentwiel – Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ., 34, 14–61.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P., 1977: Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen – 2. Aufl., Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 61, 226 S.
- OBERDORFER, E., 1979: Pflanzensoziologische Exkursionsflora – 4. Aufl., Stuttgart, 997 S.
- PFEIFFER, H.H., 1963: Vom gesetzlichen Verhalten der Pioniere bei Neuland-Besiedlung – Mitt. flor.-soz. ArbGemeinsch., N.F. 10, 87–91.
- ROTHMALER, W., 1963: Exkursionsflora IV, Kritischer Ergänzungsband Gefäßpflanzen – Berlin, 622 S.
- SCHREINER, A., 1965: Bericht über die Vorexkursion in die Umgebung von Überlingen – Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F. 47, 13–16.
- 1974: Erläuterungen zur geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1 : 50 000 – 2. Aufl., Stuttgart, 286 S.
- SCHWABE-BRAUN, A., 1980: Eine Pflanzensoziologische Modelluntersuchung als Grundlage für Naturschutz und Planung – Weidfeldvegetation im Schwarzwald – Urbs et Regio, 18, Kassel, 212 S.
- WALTHER, E. u. K., 1960: Beiträge zur Kenntnis von *Achillea setacea* W. et K. – Mitt. flor.-soz. ArbGemeinsch., N.F. 8, 68–77.
- WEBER, E., 1980: Grundriß der Biologischen Statistik – 8. Aufl., Stuttgart, 652 S.
- WILMANN, O., 1974: Vegetation – In: Der Kaiserstuhl, Die Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 8, Ludwigsburg, 72–206.
- 1975: Junge Änderungen der Kaiserstühler Halbtrockenrasen – Daten u. Dokumente zum Umweltschutz, 14, Hohenheim, 15–22.
- 1977: Vegetation – In: Der Kaiserstuhl, 2. Aufl., Karlsruhe, Die Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 8, 80–215.
- WITSCHEL, M., 1980: Xerothermvegetation und dealpine Vegetationskomplexe in Südbaden – Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ., 17, 212 S.

(am 19. Oktober 1983 bei der Schriftleitung eingegangen)

Tafel 15



Fig. 1: Beim Straßenbau angeschnittener Steilhang in der Oberen Meeresmolasse bei Brunnensbach am Bodensee.



Fig. 2: Blick auf den offenen Teil des neubesiedelten Oberhangs. Sträucher dringen von beiden Seiten ein. Im Vordergrund die dicht bewachsene Mergelschutthalde. Am Oberrand ist ein Stück Reb Gelände zu erkennen.

Tafel 16



Fig. 1: Kiefern-Bestand (Cytiso-Pinetum) mit *Quercus robur* in Strauchform am ungestörten Oberhang.

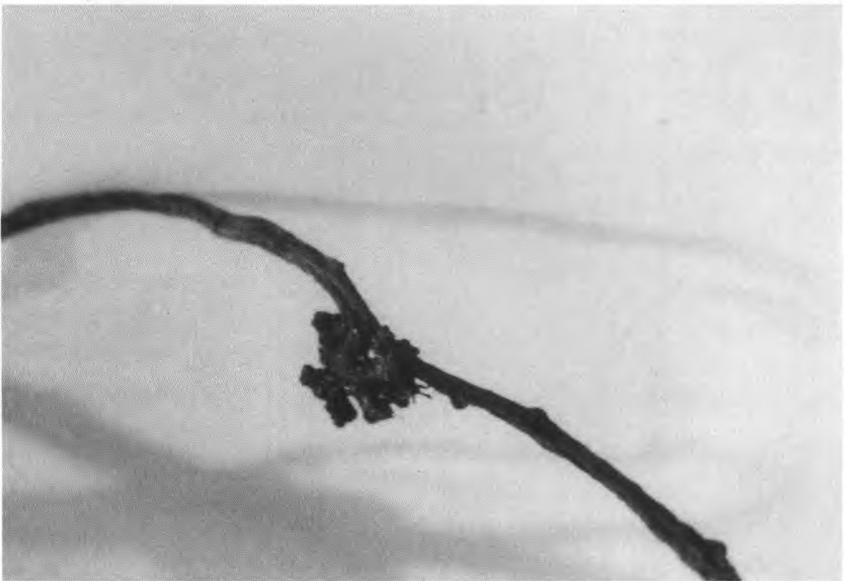


Fig. 2: Rhizothamnien (Actinomyceten-Symbiose) bei *Hippophaë rhamnoides* von den Molasse-Hängen bei Brunnensbach.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1982-1985

Band/Volume: [NF_13](#)

Autor(en)/Author(s): Bammert Joachim Wolfgang

Artikel/Article: [Floristische Beobachtungen bei der Neubesiedlung künstlicher Steilhänge in der Molasse am Bodensee \(1985\) 349-383](#)