

Mitt. POLLICHIA	70	169–198	12 Abb.	1 Tab.	Bad Dürkheim/Pfalz 1982
					ISSN 0341-9665

Wolfgang LICHT

Die Pflanzengemeinschaften des Lemberges (Nahe).

1. Die trockenen Steinschuttfelder.

Zur Wuchsform ihrer Besiedler

Kurzfassung

LICHT, W. (1982): Die Pflanzengemeinschaften des Lemberges (Nahe). 1. Die trockenen Steinschuttfelder. Zur Wuchsform ihrer Besiedler. — Mitt. POLLICHIA, 70: 169–198, Bad Dürkheim/Pfalz.

Die Schuttfelder des Lemberg ähneln edaphisch den alpinen Halden, sind klimatisch aber eher xerisch (2.). Die Artengarnitur enthält nur wenige wirklich charakteristische Elemente (3.1). Abweichungen von anderen mitteleuropäischen Schutthalde werden kurz diskutiert (3.2). Es wurden die unterirdischen Organe sowie einige Wuchsformmerkmale der besiedelnden Pflanzenarten (vgl. Inhalt) untersucht (4.). Die einzelnen Pflanzen verfügen über die unterschiedlichsten Wuchsformen, die größtenteils durch ihren Bauplan, d. h. durch ihre systematische Zugehörigkeit bedingt sind. Die Regel ist ein heterogenes Wurzelsystem mit kräftig entwickelter Primärwurzel (5.). Lange ausgewachsene Hauptwurzeln zeigen oft gestörte Orthotropie. *Rumex* zeigt dieses Verhalten auch im Laborversuch (6.).

Abstract

LICHT, W. (1982): Die Pflanzengemeinschaften des Lemberges (Nahe). 1. Die trockenen Steinschuttfelder. Zur Wuchsform ihrer Besiedler [Plant associations of the Lemberg (Nahe). 1. The dry rubble slopes.] — Mitt. POLLICHIA, 70: 169–198, Bad Dürkheim/Pfalz.

The rubble slopes of the Lemberg edaphically resemble the alpine hillsides but climatically they are of a rather xeric character. The set of species only contains some really characteristic elements. The divergencies of other middle European screes are briefly discussed. The subterranean organs as well as some characteristic growth forms of the settling plants (cf. contents) were discussed. Every species has its own distinctive growth form which mainly depends upon its morphological architecture, i. e. its systematic position. As a rule the plants have a heterogenous root system with a strongly developed primary root. Fully developed and long main roots often display a disturbed orthotropy. *Rumex* even shows this characteristic under laboratory test conditions.

Résumé

LICHT, W. (1982): Die Pflanzengemeinschaften des Lemberges (Nahe). 1. Die trockenen Steinschuttfelder. Zur Wuchsform ihrer Besiedler [Les associations de plantes du Lemberg (Nahe). Terrains très perméables avec éboulis et croissance de leur végétation]. — Mitt. POLLICHIA, 70: 169–198, Bad Dürkheim/Pfalz.

Les terrains à éboulis du Lemberg ressemblent édaphiquement aux éboulis alpins mais climatiquement ils sont plus xériques. Les espèces ne contiennent que peu d'éléments véritablement caractéristiques. On discute ici des différences dans d'autres éboulis de l'Europe

centrale. On a examiné les organes souterrains ainsi que quelques caractères de croissance des espèces qui poussent sur ces terrains. Les espèces représentent différents types biologiques dûs partiellement à leur position systématique. La norme est un enracinement hétérogène avec une racine primaire pivotante. Cependant, les longues racines principales adultes montrent souvent une orthotropie détruite. *Rumex* montre ce phénomène également en laboratoire.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	170
2. Ökologische Charakterisierung der Standorte	171
3. Die Vegetation	172
3.1. Floristische Zusammensetzung	172
3.2. Soziologie	173
4. Zur Wuchsform der Schuttbesiedler	173
4.1. <i>Rumex scutatus</i> L.	174
4.2. <i>Sedum album</i> L.	177
4.3. <i>Sedum reflexum</i> L.	178
4.4. <i>Silene vulgaris</i> (MOENCH) GARCKE	180
4.5. <i>Teucrium scorodonia</i> L.	181
4.6. <i>Picris hieracioides</i> L.	184
4.7. <i>Galeopsis angustifolia</i> (EHRH.) HOFFM.	185
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	186
4.8. <i>Hieracium piloselloides</i> VILL.	187
<i>Hieracium sabaudum</i> L.	187
4.9. <i>Stachys recta</i> L.	187
4.10. <i>Lathyrus montanus</i> BERNH. (= <i>L. linifolius</i> (REICH.) BÄSSL.)	188
4.11. <i>Geranium robertianum</i> L.	190
5. Diskussion der Felduntersuchungen	190
6. Das Verhalten der Wurzeln von <i>Rumex scutatus</i> im Labor	191
7. Literatur	196

1. Einleitung

Der Lemberg, eine rund 300 m über der Nahe aufragende, hauptsächlich aus Rhyodaziten aufgebaute Erhebung des mittleren Nahetals zwischen Oberhausen und Feilbingert, fällt durch sein extrem abwechslungsreiches Vegetationsmosaik auf. Es sind vor allem Wälder unterschiedlichsten Typs, Gebüsche und Trockenrasen im weitesten Sinne, die das Bild bestimmen. Unter den vorkommenden etwa 350 Pflanzenarten befinden sich viele floristische und arealgeographische Besonderheiten.

Im einzelnen sind die Pflanzengesellschaften schon früher beschrieben worden (LICHT 1971). Damals stand jedoch eine möglichst vollständige Erfassung der Arten-garnitur im Vordergrund. Zweck dieser hiermit begonnenen Veröffentlichungsreihe ist es hingegen, einige ökologische und pflanzensoziologische Daten mitzu-teilen, um die wichtigeren Formationen besser als nur floristisch zu charakterisieren; die Wahl des Untersuchungsschwerpunktes richtet sich dabei nach der jeweiligen Formation. Bei einer Pflanzengesellschaft, die hauptsächlich durch ihren „Boden“ – nämlich die Schutthalde – bestimmt wird, erschien es deshalb sinnvoll, den unter-„irdischen“ Organen der Pflanze besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

2. Ökologische Charakterisierung der Standorte

Die hier interessierenden Schuttfelder des Lembergs liegen an seiner steilen Nordwest- bis Südflanke in Meereshöhe von 180 bis 350 m. Sie sind teils natürlich (vgl. dazu auch HÄFFNER 1969: 119 f.), teils Abraumhalden schon lange aufgelassener Steinbrüche. Erstere sind meist scharf umgrenzt, von linden- oder weichselkirschenreichen Gehölzen umgeben und oft nur randlich bewachsen; die Blöcke sind meist $\pm$ einheitlich in ihrer Größe. Die künstlichen Halden hingegen sind sehr unterschiedlich in ihrer Zusammensetzung, insgesamt aber meist feinerdereicher und zeigen gelegentlich Übergänge zum grusig-sandigen Erdanriß. Verwitterungsvorgänge wie Riß- und Spaltenbildung sind beobachtbar, Gesteinsbewegungen wurden jedoch nur vereinzelt nachgewiesen (so z. B. 1978).

Zur allgemeinen edaphischen Ökologie braucht hier nicht viel gesagt zu werden, da sich die an alpinen Schuttpflanzen gewonnenen Ergebnisse (vgl. z. B. HESS 1909, SCHRÖTER 1929, JENNY-LIPS 1930) weitgehend übertragen lassen. Das Ausgangsgestein ist teils Leukorhyodazit, teils eine graugrüne Abart des Rhyodazit (REE 1956) — in jedem Falle also ein saures, dabei aber nicht basenarmes Eruptivgestein —, doch scheint die Natur des Gesteins im collin/montanen Bereich nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. — Die klimatischen Verhältnisse unserer Standorte hingegen weichen von denen alpiner Halden stark ab und haben mit ihnen nur gemeinsam,

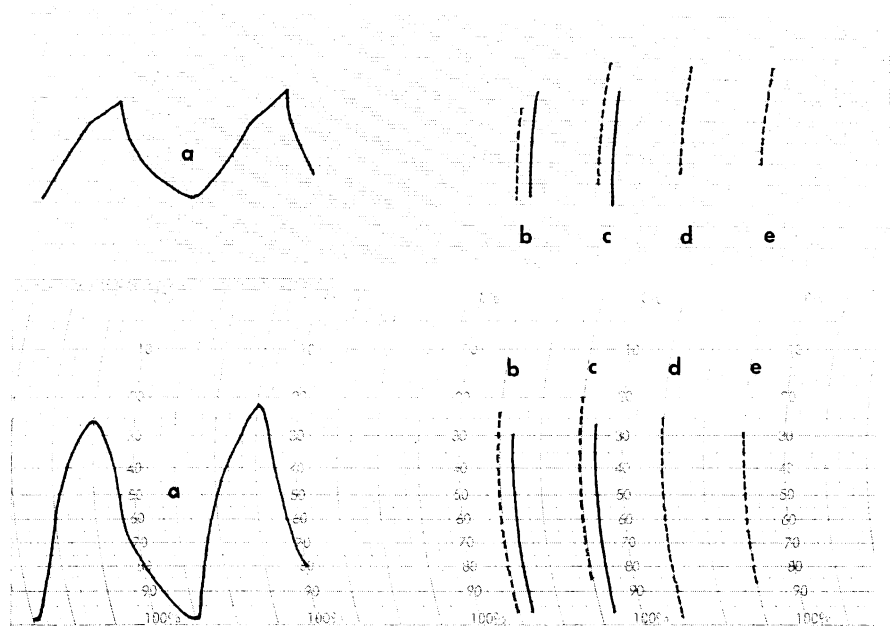


Abb. 1: Klimadaten von den untersuchten Standorten. — a: Tagesgang der Temperatur (oben) und relative Luftfeuchte (unten) am Standort 1 (vgl. Text), leicht generalisiert, 12.—15. April 1980. Klares Wetter. — Bereich der auftretenden Werte Anfang Mai 1980. Gestrichelt: Standort 2, ausgezogen Standort 1. — c: dsogl., Ende Mai 1980. — d: dsogl. Mitte Juni 1981, nur Standort 2. — e: wie d, Ende Juli 1981.

daß es sich in beiden Fällen um ein deutliches Ausstrahlungsklima handelt. Besonders im Frühjahr macht sich dies bemerkbar, wenn die Temperatur nachts auf annähernd 0° C fallen kann. Der Abb. 1 kann man entnehmen, daß es sich insgesamt um xerische Standorte handelt (vgl. dazu auch PILAR 1978). Demgegenüber stehen allerdings relativ geringe PICHE-Werte, die jedoch nur einmal — am 19. 8. 1981 — ermittelt werden konnten und die deshalb wohl nur geringe Beweiskraft haben; sie betrugen um 12.00 Uhr MEZ bei 2/8 bis 3/8 Bewölkung und 24° Lufttemperatur (im Halbschatten) bei leichtem Wind 0,4 bis 0,5 cm³/h (3-cm-Scheibe), um 14.00 Uhr bei 1/8 Bewölkung, Windstille und 26–27° C 0,6 bis 0,8 cm³/h.

3. Die Vegetation

3.1. Die problematische Abgrenzbarkeit der eigentlichen Schutthalde von den benachbarten grusig-sandigen Biotopen erschwert natürlich auch die Zusammenstellung einer charakteristischen Artenliste; sie erscheint hier aber um so nötiger, als in der ersten floristischen Erfassung derselben (in LICHT 1971) der Biotop viel weiter gefaßt wurde, als es hier ratsam erscheint. Beschränkt man sich auf Standorte, die im wesentlichen von Blöcken und Grobschutt gebildet werden, kann man in etwa folgende Gruppen bilden:

1. Pflanzen, deren Verbreitungsschwerpunkt auf den Schutthalden liegt und die sich nur selten an anderen Standorten finden:

Rumex scutatus L.

Galeopsis angustifolia (EHRH.) HOFFM. (in LICHT 1971 noch mit „*Galeopsis ladanum* L.“ bezeichnet)

(?) *Sedum album* L.

2. Pflanzen, die auch an anderen Standorten vorkommen, auf dem Schutt aber ohne Vitalitätsverlust gedeihen.

- a) Pflanzen, die zumindest e i n e n Verbreitungsschwerpunkt auf dem Schutt haben:

Sedum album L.

Sedum reflexum L.

Picris hieracioides L.

(?) *Teucrium scorodonia* L.

- b) Pflanzen, deren Verbreitungsschwerpunkt andere Biotope sind:

Teucrium scorodonia L.

Silene vulgaris (MOENCH) GARCKE

Hieracium piloselloides VILL.

Erysimum crepidifolium RCHB.

Achillea nobilis L.

Deschampsia flexuosa (L.) TRIN. und andere Gräser

3. Pflanzen, die sich gelegentlich auf Schutt finden, oft aber erkennbar an der Grenze ihrer Möglichkeiten stehen, sowie Zufallsgäste. Sie sollen hier nicht im einzelnen aufgeführt werden.

4. Pflanzen, die vom Rand her Schutt überdecken, ohne ihn eigentlich zu besiedeln:

Clematis vitalba L.

Rubus fruticosus L. coll.

Unklar bleibt die Zuordnung von *Geranium robertianum* L., *Sarothamnus scoparius* (L.) WIMM. ex KOCH sowie der immer wieder auftretenden Gehölze. — Die Abgrenzung gegenüber den obengenannten, oft im Mosaik verknüpften Gesellschaften grusiger Standorte erfolgt visuell am besten durch das Fehlen von *Rumex scutatus* und das optimale Auftreten von *Erysimum crepidifolium* und *Melica „x thuringiaca“* (vgl. KORNECK 1974: 38) auf den letztgenannten Plätzen.

3.2. Soziologisch ist die Vegetation der Schutthalden — auch der nichtalpinen — ausgezeichnet bearbeitet (SEIBERT 1974 in OBERDORFER 1977), und für Rheinland-Pfalz liegt überdies eine monographische Bearbeitung vor (KORNECK 1974). Selbstverständlich handelt es sich um eine Schildamperflur (*Rumicetum scutati* FAB. 36 em. KUHN 37), doch scheinen für den Lemberg einige Besonderheiten zu gelten: so sind die *Sedum*-Arten und *Picris* im Gebiet weit häufiger, als die synthetische Tabelle von SEIBERT vermuten ließe. Nun, was *Sedum* betrifft, so ist die Zuordnung insbesondere von *S. album* zur Vegetation der Schutthalde ohnehin eher topographisch als ökologisch: als Exochomophyten siedeln sie genau genommen weniger im Schutt als vielmehr auf demselben (vgl. auch unten), und *Picris* findet sich nach KORNECK a. a. O. vorwiegend auf Sekundärstandorten, die, wie bereits erwähnt, auf dem Lemberg eine wesentliche Rolle spielen. — Demgegenüber fehlt *Vincetoxicum hirsutaria* MED. den Schuttfeldern des Lemberges — nach SEIBERT a. a. O., BOURNERIAS (1968) u. v. a. ein häufiger Bestandteil der Gesellschaft, nach DAHMEN (1955; Moselgebiet) sogar $\pm$ einzig charakteristisches Element grobblockiger Halden —, obwohl es wenig daneben gedeiht. — Auffällig weiterhin, daß bei KORNECK *Teucrium scorodonia* und *Silene vulgaris* kaum aufscheinen, obgleich sie nicht nur auf dem Lemberg für die Vegetation der Schutthalden von gewisser Bedeutung sind, sondern auch bei SEIBERT (*Silene*) bzw. BOURNERIAS (*Silene* und besonders auch *Teucrium*) einen gewichtigen Platz einnehmen. — Im einzelnen sollen diese Abweichungen hier jedoch nicht diskutiert werden, weil es immer etwas problematisch ist, von den Verhältnissen eines eng begrenzten Gebietes ausgehend, übergreifend erarbeitete Ordnungsgefüge anzuzweifeln. Deshalb sei nur noch der Hinweis angebracht, daß die Assoziation nach SEIBERT a. a. O. von 110 bis 1000 m vorkommt, während im Gebiet zumindest die namensgebende Art bereits bei Höhen über 300 m deutlich seltener wird; die Aufnahmen KORNECK's gehen sogar nur bis 220 m über NN.

Insgesamt mag man RUNGE (1980) wohl Recht geben, wenn er von einer „wenig einheitlichen Gesellschaft“ spricht. Im übrigen scheint das Problem der Abgrenzbarkeit (insbesondere gegenüber den Sedo-Sclerathetea) nicht nur in Mitteleuropa zu existieren (vgl. z. B. POLI 1970).

4. Zur Wuchsform der Schuttbesiedler, insbesondere ihrer unterirdischen Organe

Die Pflanzen, die Schuttstandorte besiedeln, gehören den unterschiedlichsten Wuchsformtypen an, die man mehrfach auch in „ökologische Gruppen“ zusammenzufassen versucht hat. Ob man dabei drei solcher Gruppen bildet wie UFFORD (1909, zit. in SCHRÖTER 1926) oder neuerdings auch wieder ELLENBERG (1978: 581), deren fünf (SCHRÖTER 1926, S. 683 f, ihm folgend LÖTSCHERT 1969), neun (HESS 1909), über zwanzig (GAMS 1940) oder wieviel auch immer: wegen der zahlreichen Zwischenformen — auf die die Autoren freilich auch stets hinweisen — will keines der Systeme

so recht befriedigen. Immerhin hat diese Gruppenbildung einen gewissen heuristischen Wert, und wenn im folgenden gelegentlich auf die SCHRÖTER'sche Einteilung Bezug genommen wird, so deshalb, weil man sie vielleicht als die bekannteste bezeichnen kann.

Die Untersuchungen wurden hauptsächlich an einem natürlichen Schuttfeld in 200 m Meereshöhe („Standort 1“ in Abb. 1) und in einem seit langen aufgelassenen Steinbruch in ca. 270 m („Standort 2“) durchgeführt; beide liegen sie nach Westen. — Es handelt sich grundsätzlich um Freilandbeobachtungen, die exakte Wuchsformanalysen unter kontrollierten Bedingungen nicht ersetzen können; diese Einschränkung gilt besonders für das Studium der Sproßorgane (*Sedum*, *Teucrium*). Ergänzend dazu wurden Laboruntersuchungen an *Rumex scutatus* durchgeführt, um zu klären, ob sich endogene Wachstumseigenschaften der Wurzeln günstig auf die Besiedlungsfähigkeit von Schutthalde auswirken (Abschnitt 6).

4.1. *Rumex scutatus* L.

a) J u n g p f l a n z e n

Wurzelhals mit 1–2 grünen Trieben. Primärwurzel 50–80 cm lang und dabei bis über 40 cm Tiefe erreichend. Frühzeitig biegsam-fleischig, hell ockerfarben, aber bald bräunlich werdend. Bei kräftigem Zug läßt sich die gesamte Wurzelrinde als Röhre vom Zentralzylinder abstreifen (vgl. *Silene*). Verzweigungen spärlich: 0 bis etwa 1 Seitenwurzel pro Zentimeter der Primärwurzel (abgekürzt: $Sw^1q = 0-1$), dabei aber bereits Differenzierung in Lang-(Trieb-) und Kurz-(Saug-)wurzeln. — Vgl. Abb. 2 a.

b) Ä l t e r e , v e g e t a t i v e H o r s t e

Mehrköpfiger Wurzelhals, Reste vorjähriger Triebe z. T. noch vorhanden. Oft ± 3 junge Triebe, dem Wurzelkopf oder basalen Abschnitten abgestorbener Triebe entspringend.

Primärwurzel braun, bis 6 mm dick, Gesamtlänge teilweise über 1 m und dann in 40 cm Tiefe noch 4 mm dick. Kurzwurzelbesatz zumindest in den proximalen Abschnitten sehr spärlich, aber gelegentlich Triebwurzeln von über 60 cm Länge. — Vgl. Abb. 2 b.

c) B l ü h e n d e H o r s t e

Mit etwa 4–5 grünen und zahlreichen abgestorbenen oberirdischen Trieben.

Primärwurzel nicht wesentlich vergrößert, bis 8 mm dick. Seitenwurzeln jedoch teilweise stark verlängert und mit Seitenwurzeln 2. (selten auch höherer) Ordnung besetzt. Aber auch die kaum verzweigten Saugwurzeln erreichen gelegentlich bedeutende Längen. Insgesamt ist die Verteilung der Seitenwurzeln wenig regelmäßig: einerseits finden sich Wurzelnester, andererseits sind oft 20 bis 30 cm Mutterwurzel-Länge völlig seitenwurzelfrei. — Vgl. Abb. 2 c.

d) Ü b e r g a n g s f o r m z u e)

Der Horstcharakter der Pflanze ist noch gewahrt. Die basalen Abschnitte der z. T. bereits über 10 Jahrestriebe haben sich jedoch verlängert (beginnende Aufgabe des Horstwachses). Zahlreiche Erneuerungsknospen am Wurzelkopf.

Wurzelsystem meist mit über 10 Subsystemen (d. h. auffällig verlängerten, reich verzweigten Seitenwurzeln 1. Ordnung). Wurzeln oft drahtig versteift.

e) A l t e , v o l l a u s g e w a c h s e n e E x e m p l a r e

Horstwuchs kaum noch erkennbar. Über 30, allseitig lang ausgebreitete Triebe, diese 30–80 cm lang, mehrfach verzweigt; durch besonders kräftige Seitenzweige oft „dichotome“ Systeme bildend. Wurzelhals insgesamt $\pm$ kugelig, bis über 7 cm Durchmesser, infolge zahlreicher Narben vergangener Vegetationsperioden bis über hundertköpfig. Erneuerungsknospen deshalb vorwiegend an basalen diesjährigen Trieben.

Radikation von den bisher besprochenen Stadien durch das Auftreten von sproßbürtigen Wurzeln (Beiwurzeln) grundsätzlich verschieden. Diese finden sich besonders dort, wo sich der Kriechsproß aufrichtet. Solange dieser in der Stein-Luft-Schicht wächst, bleibt er gelblich und ähnelt oft — bis auf die Blattnarben — einer Wurzel. Sie erreichen nur selten über 50 cm Länge. — Vgl. Abb. 2 d.

Die gelegentlich gegabelte (grau-)braune Primärwurzel erreicht zwar eine Dicke von 2 cm, bleibt aber wenig verzweigt.

f) L a n g s a m a b s t e r b e n d e E x e m p l a r e

Laubtriebe nur noch wenige, meist noch nach einer Seite ausstreichend. Wurzelsystem entsprechend extensiv, ansonsten wie vor.

g) D i s k u s s i o n

Rumex scutatus, der zu den geläufigsten Besiedlern von Schuttstandorten innerhalb weiter geographischer Räume zählt, wird ökomorphologisch unterschiedlich beurteilt. Nach JENNY-LIPS (1930: 148) gehört er zu den „passiv niederliegenden Kriechstauden“, bezogen auf seinen Biotop bekanntermaßen zu den Schuttwanderrern (z. B. SCHRÖTER 1926); die Zuordnung zu den „Stauern oder Überdeckern“ (FREY 1921: 242 f; AICHINGER 1933) scheint demgegenüber weniger treffend. — Infolge seiner nur spärlichen sproßbürtigen Bewurzelung tendiert er zu den Schopfpflanzen, einer Gruppe, die HESS (S. 42) zufolge besonders auf feinerdearmen Geröllstandorten vorkommt — was mit den Gegebenheiten auf dem Lemberg gut übereinstimmt. Auch sonst können die Angaben von HESS (S. 77 ff; vgl. auch JENNY-LIPS 1930: 184) im wesentlichen bestätigt werden. — Über seine Bewurzelung ist nur wenig bekannt; das Zurücktreten der sproßbürtigen Bewurzelung wird allgemein betont (HESS; JENNY-LIPS; HARTMANN 1957). Ansonsten scheinen sich nur ÇETIK & AKMAN (1963)

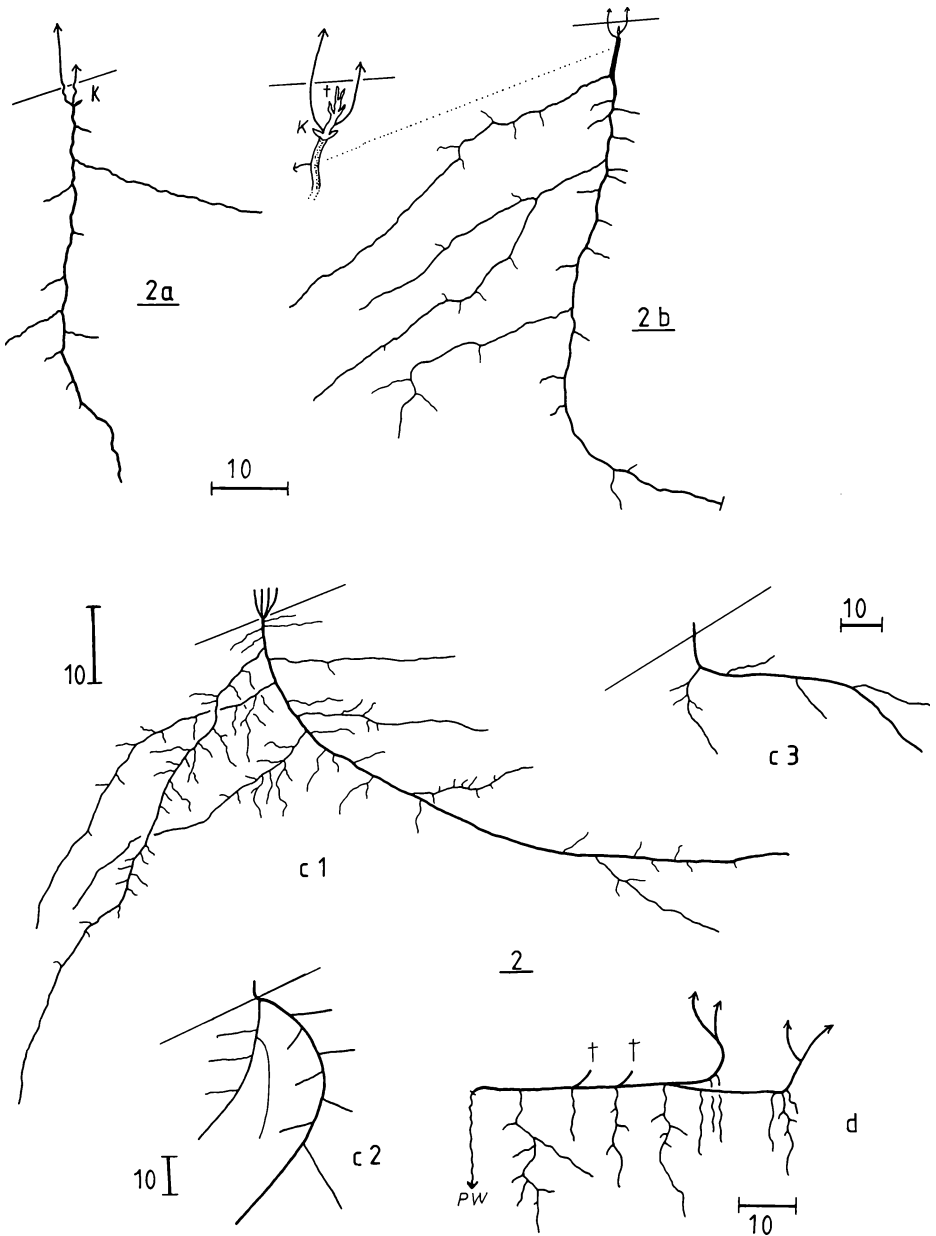


Abb. 2: *Rumex scutatus*, Wurzelsysteme. — a und b: vegetative Jungpflanzen (in b auch Wurzelkopf vergrößert wiedergegeben). — c: blühende Horste (c 2 und c 3 schematisch). — d: Teil eines alten Sproßsystems, die sproßbürtige Bewurzelung zeigend. — K: Knospe; PW: Primärwurzel; Kreuz: abgestorbenes Organ; Querstrich (bei 2 b): Wurzel nicht vollständig präpariert; Maßstrecken-Einheit (hier: 10) in cm.

näher mit seiner Radikation befaßt zu haben. Ihre Angaben (Länge: 70–150 cm; dicklicher Habitus) können bestätigt werden, ihr Foto entspricht etwa dem Schema von Abb. 2 c3. — Ob die „Gesellschaft von *Rumex scutatus*“ jedoch ein „metertiefes Wurzelgeflecht“ ausbildet (LEONHARD 1978), erscheint fraglich. Gerade wegen der wenig geotropen Wuchsweise der Objekte ist es bei Schuttpflanzen besonders wichtig, zwischen „Länge“ und „Tiefgang“ der Wurzel zu unterscheiden.

Typologisch läßt sich die Radikation von *Rumex* nicht recht fixieren; eine genaue Zuordnung der Beiwurzeln — etwa nach WEBER (1936) — scheint nicht möglich. An anderer Stelle (LICHT 1982) ist dargelegt worden, daß diese spärliche Beiwurzelbildung — ähnlich wie bei *Silene vulgaris*, vgl. dort — weniger als „primitiv“ als eher „noch“ wenig fixierte Anpassungsform zu deuten ist. — Zur Anatomie von *Rumex* vgl. HESS a. a. O. und LUCIANI et al. (1977).

4.2. *Sedum album* L.

Die Jungpflanze besteht im wesentlichen aus einer kriechenden Hauptachse mit regelmäßigen seitlichen Auszweigungen. Zur Primärwurzel treten bald Beiwurzeln hinzu, die größtenteils den Blattachseln zu entspringen scheinen (vgl. unten und Abb. 3 a). Später bewurzeln sich auch die sterilen Seitentriebe in entsprechender Weise, doch bleiben die Wurzeln dort vorerst noch seltener. — Die ersten Blütenstände sind Achselprodukte des Haupttriebes. Sie sind — bei jungen Pflanzen — von Anfang an als solche determiniert und nicht beblättert.

Ob nun die Pflanze im folgenden beginnt, vom Keimungsort her abzusterben, kann mittels Freilandbeobachtungen nicht entschieden werden (vgl. dazu KOCH 1876). Sicher ist nur, daß sich an älteren Exemplaren eine Primärwurzel nicht mehr nachweisen läßt (Abb. 3 b–d). Die vegetativen Seitentriebe der jüngeren Stadien sind inzwischen ausgewachsen und tragen nun ihrerseits Blütenstände in ähnlicher Weise wie ehemals der Hauptsproß, doch beginnt sich die Grenze zwischen beblätterten vegetiven Seitenachsen 2. Ordnung und Blütenständen zu verwischen. Da sich Seitentriebe nach der Blüte außerdem verschieden verhalten können (sie sterben ab — Abb. 3 c, links — oder wachsen weiter — Abb. 3 c unten rechts —), ergeben sich letztlich meist etwas unübersichtliche Sproßsysteme (Abb. 3 d). Die Seitenachsen, nunmehr durchweg bewurzelt, brechen übrigens „bereitwillig“ ab. Eine damit verbundene vegetative Verbreitung darf aber wohl bezweifelt werden. Möglicherweise wird dadurch jedoch die Trennung der lebenskräftigen Seitenachsen von der absterbenden Hauptachse erleichtert.

Sedum album ist ein typischer Auflagenwurzler (Exochomophyt) und findet sich fast ausschließlich auf Feinerdenestern in oberflächlichen Steinmulden; er ist deshalb auf ruhenden Schutt angewiesen und keine Geröllpflanze im engeren Sinne. Die Wurzeln erreichen somit trotz ihrer nicht unbeträchtlichen Länge von häufig über 30, gelegentlich auch 50 cm, nur einen Tiefgang von 2–5 cm. Sie stehen in recht unterschiedlicher Dichte an kriechenden Achsen (bis zu 5 pro Zentimeter) und sind im übrigen, von einer proximalen Zone abgesehen, reich verzweigt (Swq mitunter über 4!). Insgesamt werden die Auflagenester somit sehr dicht durchwurzelt. — Die abgestorbenen Wurzeln der Blütenstände bleiben als starre „Nadeln“ lange erhalten.

Die Diskussion dieser Verhältnisse soll erst nach Besprechung der Ergebnisse von *Sedum reflexum* geschehen.

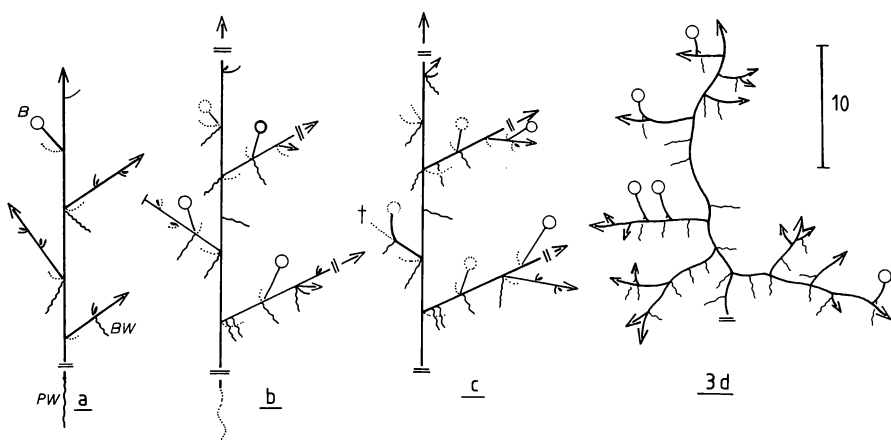


Abb. 3: *Sedum album*, Sproßsystem. — a bis c: Entwicklung (schematisch); BW: Beiwurzel (= sproßbürtige Wurzel); B: Blütenstand; Pfeile: vegetative Triebe. Abgefallene Teile punktiert. — d: Beispiel für den Endabschnitt eines Sproßverbandes. — Die Meßstrecke bezieht sich nur auf 3 d.

4.3. *Sedum reflexum* L.

Die Verhältnisse erinnern an die von *Sedum album*; es finden sich jedoch folgende Unterschiede:

- Die Seitenachsen laden weiter aus, d. h. der unbeblätterte prostrate Teil der Achse kann über 60 % der Zweiglänge betragen. Da außerdem die Verzweigung insgesamt stärker ist, werden die Polster erheblich großflächiger als die von *Sedum album*.
- Auffällig ist das gekrümmte, oft fast schlangenartige Wachstum der Sprosse. Sie sind regelmäßig bewurzelt.
- Die Blütenstands Zweige sind oft (z. T. mehrfach) verzweigt, d. h. es finden sich in diesen Fällen zwei bis mehrere Infloreszenzen räumlich genähert. Häufig findet sich basal am Blütenstands Zweig ein vegetativer Seitentrieb (z. B. rechts unten in Abb. 4).
- Trotz massigerer Entwicklung der oberirdischen Teile ist das Wurzelsystem insgesamt spärlicher. Die Primärwurzel — soweit noch vorhanden — ist jedoch kräftiger und wohl langlebiger als diejenige von *Sedum album*: sie wird über 3 mm dick.

Auch *Sedum reflexum* ist ein typischer Auflagenwurzler, findet sich jedoch auf dem Lemberg häufiger als Spaltenwurzler.

D i s k u s s i o n

Die scheinbar den Blattachseln entspringenden Beiwurzeln der *Sedum*-Arten haben schon früh die Aufmerksamkeit der Morphologen auf sich gezogen (CLOS 1883; BEIJERINCK 1886; KOCH 1876); WEBER (1936) konnte die Verhältnisse der Beiwur-

zelbildung dann klären und bei zahlreichen Crassulaceen solche sog. Knospenwurzeln nachweisen. Sie sind im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß die Beiwurzeln nicht der eigentlichen Hauptachse entspringen, sondern ein Produkt von Seitenknospen (-anlagen) darstellen. Auch das frühe Absterben der Primärwurzel — bei *Sedum acre* sehr bald (NONN 1972), bei *Sedum album* etwas später, noch später bei *Sedum reflexum* — ist den einzelnen Arten gemeinsam.

Was den Tiefgang der Wurzeln betrifft, so herrscht mit der Literatur dahingehend Übereinstimmung, als er selten 5 cm erreicht; daß die L ä n g e der einzelnen Mutterwurzeln den zehnfachen Wert erreichen kann, wird hingegen offenbar gerne übersehen. Im übrigen ist der mangelnde Tiefgang natürlich durch die Flachgründigkeit des Wuchsortes bedingt; in homogenen Substraten wäre der Tiefgang sicher deutlich größer, so z. B. bei *Sedum stenopetalum* (DAUBENMIRE 1941). — Ähnliches dürfte auch gelten, wenn *Sedum album* als Spaltenwurzler vorkommt (LITZELMANN & LITZELMANN 1959), ein auf dem Lemberg jedoch untypisches Verhalten. — Ob *Sedum reflexum* auch im *Stipa*-Rasen nur 10 cm tief wurzelt (MAHN 1957), bedürfte einer Überprüfung.

Sedum acre findet sich am Lemberg nur selten auf den eigentlichen Schuttf Flächen. Er zieht ebene, sandig-grusige Flächen sowie Felswände vor.

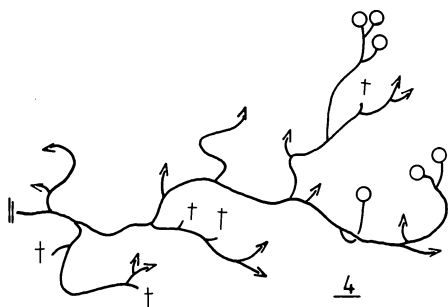


Abb. 4: *Sedum reflexum*, Beispiel für den Endabschnitt eines Sproßverbandes (vgl. Abb. 3 d).

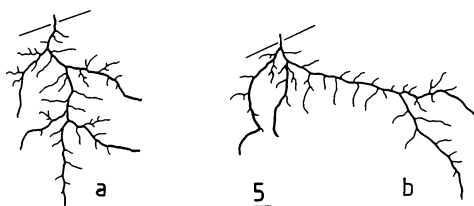


Abb. 5: *Silene vulgaris*, Wurzelsysteme, schematisiert.

4.4. *Silene vulgaris* (MOENCH) GARCKE

a) J ü n g e r e P f l a n z e n

Silene vulgaris entwickelt sich — zumindest auf dem Schutt — recht langsam. In dieser Phase entwickelt sie nur 1–3 Laubtriebe, die jedoch bereits Blüten tragen können. Die deutlich vorwüchsige Primärwurzel ist fleischig, 2–3 mm dick und weißlich. Sie ist mit einigen Triebwurzeln besetzt.

Charakteristisch für jüngere Sprosse ist ein etwas gestrecktes Basisstück, das 2–4 zick-zack-förmig aufsteigend Internodien umfaßt.

b) Ä l t e r e P f l a n z e n

Exemplare mit 3–8 lebenden Laubtrieben zeigen bereits deutlich die für *Silene vulgaris* typische Horstform. Ihr Wurzelsystem ist rein allorhiz, ansonsten wenig charakterisierbar. Die Pfahlwurzel ist bis 5 mm dick, weißlich bis gelblich und bereits über einen Meter lang. Die Verzweigung setzt teilweise bereits proximal ein, teilweise beginnt sie erst in einer gewissen Tiefe und korreliert in üblicher Weise mit der Länge: je kürzer die Primärwurzel, desto dichter die Verzweigung. Einige der Seitenwurzeln erreichen bereits die Ausmaße der Primärwurzel (Subsysteme); in distalen Bereichen resultiert daraus gelegentlich eine „dichotome“ Aufspaltung. — Der Feinwurzelbesatz ist ebenfalls unterschiedlich, am dichtesten ist er im distalen Bereich der Radikation; häufig sind es Seitenwurzeln 3. Ordnung, die an deutlich verlängerten Mutterwurzeln der einzelnen Subsysteme sitzen.

c) V o l l a u s g e w a c h s e n e P f l a n z e n

Die Zahl der Laubtriebe beträgt oft über 10. Der Wurzelkopf gewinnt damit annähernd kugelförmige Gestalt (vgl. *Rumex scutatus*). Zuletzt zerklüftet er und wird „mehrköpfig“.

Die Primärwurzel und einige Triebwurzeln sind bis 1 cm dick und nachgedunkelt. Dadurch Aufspaltung des gesamten Wurzelsystems in mehrere habituell gleichartige Teilsysteme.

Insgesamt wächst das Wurzelsystem i. d. R. normal orthotrop (Abb. 5 a). Seltener wächst die Primärwurzel bis 80 cm hangeinwärts und wird durch orthotrop wachsende Subsysteme bereichert (Abb. 5 b).

Eine charakteristische anatomische Eigenart ist der ungemein zugfeste zentrale Teil der Wurzel, während sich die Rinde leicht ablösen läßt (vgl. *Rumex scutatus*). In der Tat zeigt die Rinde alter Systeme Aufreißnarben.

d) D i s k u s s i o n

Silene vulgaris s. l. ist in zahlreichen Geröll- und Schuttgesellschaften vertreten; dabei ist jedoch zu beachten, daß diese Art sehr formenreich ist und wegen der offenbar unklaren Nomenklatur ein Vergleich der einzelnen Angaben nicht immer

möglich ist. Für unsere Betrachtung mag deshalb die Feststellung genügen, daß es sich auf dem Lemberg um die typische Sippe (subsp. *vulgaris*) handelt, die sich von der (bzw. den) als subsp. *alpina*, *prostrata* und/oder *willdenowii* bezeichneten alpinen Sippe(n) in der Wuchsform unterscheidet: während letztere von JENNY-LIPS (S. 148) mit *Rumex scutatus* zusammen in der Gruppe der „passiv niederliegenden Kriechstauden“ zusammengefaßt wird, ist die typische Form ein horstförmig wachsender Schutttauer. Allerdings zeigen auch hier zumindest die Jungpflanzen schopftriebartige basale Streckungszonen (vgl. oben), die wir uns nur verlängert vorzustellen brauchen, um zur Wuchsform der alpinen Unterart zu gelangen; es ist sogar denkbar, daß diese Streckung nur modifikatorisch ist — induziert durch häufiges Überschütten, denn *Silene „alpina“* besiedelt nach JENNY-LIPS (S. 183) „sehr bewegliches und tätiges Geröll“. Allerdings wird dieser Unterschied dadurch qualitativ, als bei den alpinen Formen sproßbürtige Wurzeln die Radikation bereichern können (ob immer? vgl. JENNY-LIPS S. 136 f u. öfter; HARTMANN 1957; 50 f; AESCHIMANN & BOCQUET 1980. Typ 4). Man möchte hierin — ähnlich wie bei *Rumex scutatus* — ein abgeleitetes Verhalten sehen (vgl. aber MEUSEL & MÜHLBERG 1979: 1099).

Im übrigen wird die Wuchsform von *Silene vulgaris* s. l. ausführlich im „HEG“ behandelt (MEUSEL & MÜHLBERG 1979), so daß hier darauf verzichtet werden kann; dies um so eher, als AESCHIMANN & BOCQUET (1980) kürzlich gezeigt haben, daß die Abgrenzung der einzelnen Wuchsformen offenbar noch schwieriger ist als man annehmen möchte, weshalb die Autoren auch bewußt keine taxonomischen Aussagen zu dieser Sammelart machen, sondern lediglich 15 „Typen“ unterscheiden.

Wie dem auch sei: alle Beobachter sind sich darüber einig, daß — auch im Falle zusätzlicher Beiwurzeln — die Primärwurzel stets die wichtigste Rolle spielt, daß diese Wurzel fleichig und tiefgehend ist (es werden gelegentlich über 2 m angegeben: AICHINGER 1933; ERNST 1965 u. a.) und daß sie sich frühzeitig in annähernd gleichberechtigte Wurzelstränge auflöst (so unterscheidet MILLNER 1934 erst gar nicht zwischen Primärwurzel und Subsystemen), während die Zahl der Seitenwurzeln 1. Ordnung ansonsten insgesamt recht klein bleibt. — Eine „rübenartige Pfahlwurzel“ bildet die Pflanze auch im Xerothermrasen aus (KAHNE 1966), während auf fruchtbareren Böden die äußere Form des Wurzelsystems — insbesondere im Verzweungsverhalten — offenbar stärker von diesem Schema abweichen kann (KUTSCHERA 1960; Tiefgang dort: über 180 cm). — Gelegentlich wird berichtet, daß eine Hauptwurzel (d. h. die Mutterwurzel eines Subsystems) auch hangaufwärts wachsen könne (JENNY-LIPS 1930; AICHINGER 1933; beide Male subsp. „*alpina*“). Eigenen Beobachtungen zufolge verhält sich *Silene vulgaris* (s. str.) nicht so; schon hangeinwärts gekrümmte Systeme (vgl. Abb. 5 b) bilden die Ausnahme.

Zur Anatomie der überaus zugfesten Wurzel vgl. MILLNER (1934).

4.5. *Teucrium scorodonia* L.

Teucrium scorodonia ist, obwohl ansonsten eine Art der Eichen(busch)wälder, auf dem Lemberg auch ein häufiger Besiedler von Schuttflächen. Seine Wuchsform im Wald und die auf dem Schutt unterscheiden sich habituell (vgl. unten), entsprechen sich aber insofern, als es sich in beiden Fällen um eine Pflanze handelt, deren Kriechtriebe (der Begriff „Ausläufer“ empfiehlt sich hier nicht) sich in charakteristischer Weise verzweigen und bewurzeln. Bei den schuttbewohnenden Pflanzen sieht das

so aus: Ein junger, vierkantiger Kriechsproß richtet sich nach durchschnittlich etwa 10–15 cm auf und entwickelt einen grünen Blattschopf. Fast gleichzeitig bilden sich an der Krümmungsstelle 2–4 neue, bleiche Kriechtriebe aus (vgl. Abb. 6a). Auf diese Weise wird jeder Luftsproß zu einem Verzweigungszentrum des unterirdischen Sproßsystems. Die Zahl der Auszweigungen nimmt mit zunehmender Erstarkung der Luftpresse zu, so daß man an der Basis kräftiger Tochterpflanzen neben dem zuführenden Kriechtrieb bis zu 10 ableitende, im jungen Stadium ausläuferartige Triebe findet. Diese Kriechtriebe sind schuppig beblättert und bewurzeln sich auffällig spät mit 1–2 (selten mehr) Unterknoten-, vereinzelt auch mit Überknotenwurzeln (zur Terminologie vgl. WEBER 1936).

Alte Kriechtriebe nehmen an Stärke zu, runden sich ab und bewurzeln sich – auch noch im fortgeschrittenen Alter – zunehmend dicht, insbesondere auch durch Internodiumwurzeln. Zuletzt erreichen die Triebe eine Dicke von einem Zentimeter und bekommen eine rissige Rinde. – Die Ausbildung junger Kriechtriebe erfolgt offenbar den ganzen Sommer über, denn im Spätherbst findet man alle Längen von 2 bis über 10 cm. Nicht alle davon gelangen übrigens ans Licht: in diesem Falle sterben sie nach 20–30 cm Längenwachstum – oft auch schon früher – ab. Von der Ausbreitung des unterirdischen Sproßsystems anscheinend unabhängig ist die Infloreszenzbildung: es gibt jüngere, aber „bereits“ rasig wachsende Pflanzen ohne Infloreszenzen und blühende Horstpflanzen. Dieses unterschiedliche Verhalten braucht jedoch nicht zu verwundern: die ersten Sprosse der jungen Pflanze wachsen stets orthotrop; wenn sie genügend zu erstarken vermögen, blühen sie, ansonsten bauen sie eben zuerst ein unterirdisches Sproßsystem auf. Definitiv könnten solche Fragen allerdings wohl nur im Kulturversuch geklärt werden.

Die Primärwurzel bleibt – auf dem Schutt – lange aktiv und findet sich gelegentlich noch an alten, mächtigen Stöcken mit zahlreichen, ihrerseits verholzten und verzweigten Kriechtrieben. Sie kann dabei eine Stärke von 15 mm erreichen, wächst meist vielfach gewunden und ist stark verholzt. Ihre Rinde ist zerklüftet. Der Besatz mit Seitenwurzeln 1. Ordnung ist unregelmäßig, insgesamt dünn (Sw^1q 0–3, selten mehr), doch fallen einige davon durch bedeutendes Längenwachstum und primärwurzelähnliche Verholzung auf (Subsysteme). An ihnen beträgt der Sw^2q 2–4. – Die Beiwurzeln der Kriechtriebe hingegen sind recht einheitlich etwa 0,5 mm dünn und weisen eine Sw^1q von (2–) 3–5 auf. Sie sind zuletzt spröde und haben die Tendenz, sich gabelig zu verzweigen. Der Tiefgang überschreitet selten 40 cm.

Der Umfang des Primärwurzel systems wurde zur Schonung der alten Stöcke auf dem Lemberg nicht ermittelt; es sei hier deshalb auf ältere Untersuchungen entsprechenden Inhalts in einem Steinbruch des Westerwaldes zurückgegriffen (Abb. 6 b), um ein solches System darzustellen.

Zum Vergleich wurden auch einige Exemplare des Eichenwaldes untersucht. Pflanzen mit Primärwurzeln sind dort zumindest sehr selten, wie überhaupt der Wuchs der Schuttpflanzen stärker zu oft geradezu horstartiger Verdichtung neigt, während die Waldpflanzen viel lockerer sich ausbreiten. Die Radikation wird demzufolge von den Beiwurzeln aufgebaut, deren Anlegung ontogenetisch früher zu erfolgen scheint als auf dem Schutt und von denen sich letztlich 2–5 pro Knoten finden, während die Internodien – wenn überhaupt – nur selten über zwei tragen. Auch sie bleiben dünn, sind ziemlich dicht und reich verzweigt (Sw^4q bis über 7!) und erreichen oft bedeutende Längen (bis über 70 cm), eigenartigerweise aber oft nur sehr geringe Tiefen, weil sie schon bald ihre Wuchsrichtung ändern und oberflächenparallel wachsen. – Die Kriechtriebe wachsen gelegentlich auf der Bodenober-

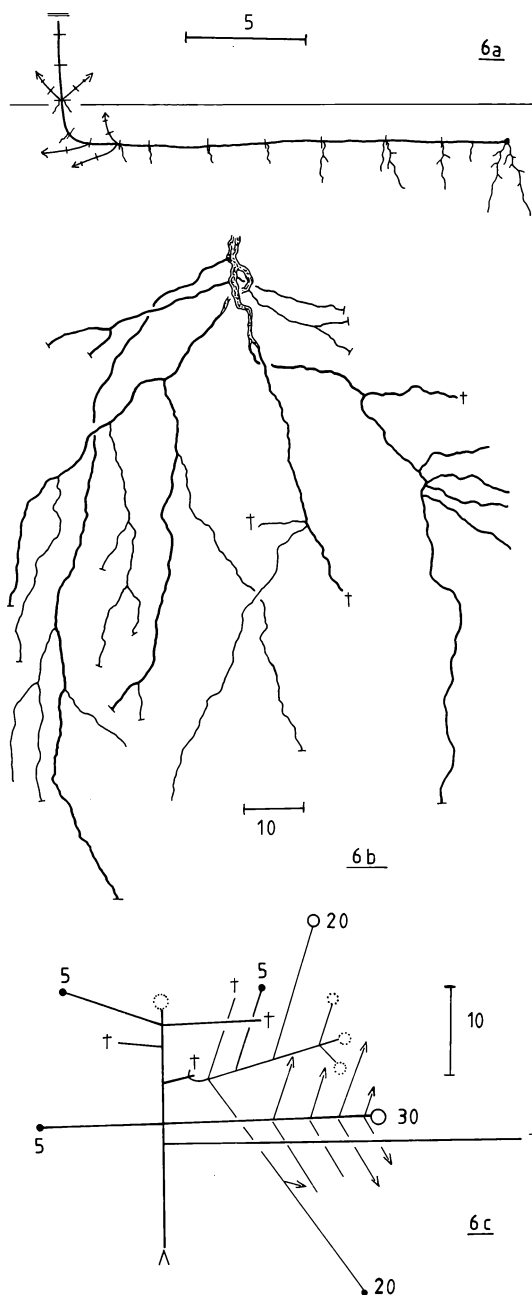


Abb. 6: *Teucrium scorodonia*, Wuchsform. — a: Kriechtrieb, vom (quer getroffenen) Muttertrieb (rechts) ausziehend. Querstriche: Blattknoten. Bewurzelung schematisch. — b: Primärwurzelsystem eines älteren Exemplares, nur Triebwurzeln gezeichnet. — c: Sproßverband, schematisch. Pfeile: ausgetriebene Kriechsprosse; Punkte: aufgerichtete Blatttriebe; Kreise: Infloreszenzen; Zahlen: Höhe des Triebes in cm.

fläche; dann beschränkt sich ihre Bewurzelung auf warzige Wurzelanlagen ähnlich denen, die sich an der Basis der orthotropen Laubtriebe finden.

Dividuenbildung wurde nicht direkt nachgewiesen, ist aber — zumindest für den Eichenwald — wahrscheinlich.

D i s k u s s i o n

Die Problematik der soziologischen Zuordnung von *Teucrium scorodonia* zu den Schuttfuren wurde eingangs schon angeschnitten; man sollte der Literatur zufolge eher *Teucrium chamaedrys* erwarten, das auf den Lemberg jedoch eher ein Element locker bebuschter Felsköpfe ist. Im übrigen gleicht dessen Wuchsform — soweit man das den Darstellungen von RINCK in MEUSEL (1970) und DUVIGNEAUD et al. (1970) entnehmen kann — der von *Teucrium scorodonia* (vgl. auch A. KÄSTNER 1979, der die beiden Arten direkt gegenüberstellt). Allenfalls sind die Kriechsprosse bei *Teucrium chamaedrys* länger und ausläuferähnlicher (SCHUBERT 1963). — Speziell über das Wurzelsystem von *Teucrium scorodonia* scheint bislang kaum etwas erarbeitet zu sein. Zur Anatomie der Wurzel vgl. die kurze Notiz bei A. KÄSTNER (1979).

4.6. *Picris hieracioides* L. subsp. *hieracioides*

Picris besiedelt hauptsächlich feinerdereichere Schuttstellen. Mit ihrer eigenartigen Wuchsform vermittelt sie zwischen den bisher besprochenen und der folgenden annuellen *Galeopsis*: infolge des völligen Absterbens der oberirdischen Teile nach der Blüte scheinbar hapaxanth, erneuert sich die Pflanze aus Wurzelknospen, die erst spät im Jahr endogen angelegt werden (sie sind auch im November nur mit optischen Hilfsmitteln auszumachen) und die sich — zumindest in den untersuchten Fällen — vorwiegend an den Ursprungsstellen der Seitenwurzeln 2. Ordnung finden. Nach IRMISCH (1857, zit. in RAUH 1937) brauchen die sich daraus entwickelnden Pflanzen mehrere Jahre, bis sie blühen. Zudem scheinen sie nicht immer ausgebildet zu werden (HEGI 1906 ff; RAUH 1937).

Die Radikation wird fast ausschließlich vom Primärwurzelsystem gebildet. Dieses besteht aus einer spindelförmigen Hauptachse, die bis 7 (–10) mm Stärke erreichen kann und kaum über 30 cm lang wird. Da sie fast stets ins Hanginnere wächst (vgl. Abb. 7 a), oft sogar „bergauf“ (Abb. 7 b), ist ihr Tiefgang noch viel geringer. Der Besatz mit Seitenwurzeln 1. Ordnung ist mäßig ($Sw^1q \pm 1$), doch erreichen manche dieser gelblich-bräunlichen, brüchigen Seitenwurzeln bedeutende Länge und sind dann mit Seitenwurzeln 2. Ordnung ziemlich dicht besetzt ($Sw^2q \pm 2-3$, gelegentlich auch über 5). Der Seitenwurzelbesatz wird korrelativ stark beeinflusst, da die einzelnen meist gewunden wachsenden Triebwurzeln wenig „Durchsetzungsvermögen“ zeigen und von Hindernissen in ihrer Entwicklung rasch gehemmt werden, was dann in üblicher Weise eine Vermehrung der Seitenwurzeln zur Folge hat. Auf flach anstehenden waagrechten Steinplatten bildet *Picris* regelrechte Wurzelteller aus wie manche Zierpflanzen am Grunde ihres Blumentopfes. — Neben dem Primärwurzelsystem werden an basalen Sproßabschnitten — auch an denen von Seitenachsen — noch Beiwurzeln entwickelt, die selten 10 cm Länge erreichen, jedoch recht zahlreiche Seitenwurzeln tragen können.

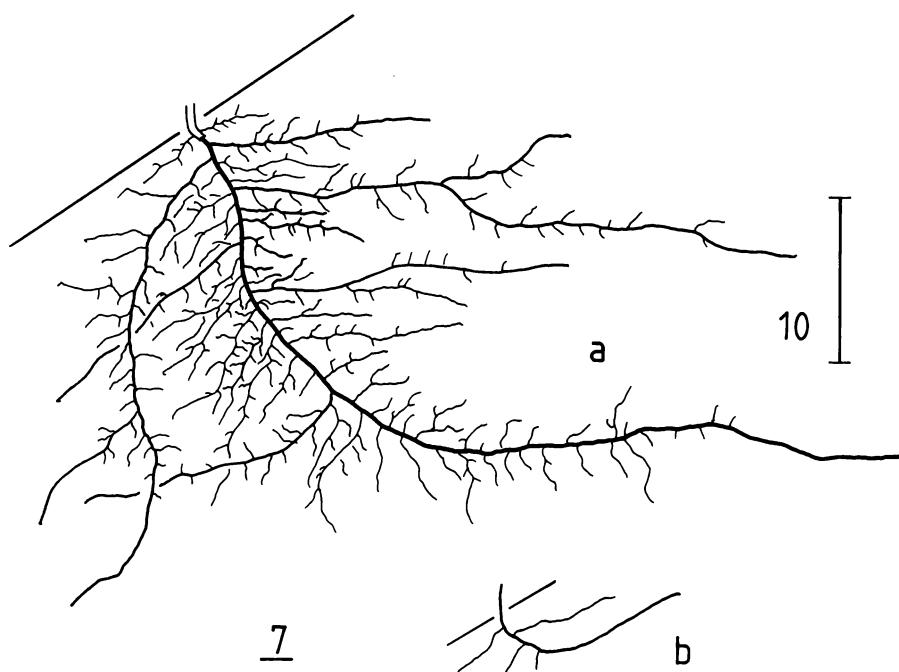


Abb. 7: *Picris hieracioides*, Wurzelsysteme. — Beachte in a die sproßbürtigen Wurzeln. — b: schematisch (ohne Maßstab).

D i s k u s s i o n

In der Literatur finden sich — außer über die Wurzelknospen, vgl. oben — nur spärliche Hinweise zur Radikation von *Picris*. Nach HEGI (a. a. O.) sitzen der „spindelförmigen, kurzen Wurzel“ „lange, zähe Wurzelfasern“ an, welche letztere Eigenschaft nicht bestätigt werden kann. — Nach ELLENBERG (1952) beträgt der Tiefgang der Wurzel im Grünland 20–50 cm (= „w 3“).

4.7 *Galeopsis angustifolia* (EHRH.) HOFFM.

Die einzige schuttbevorzugende Annuelle des Lemberges läuft erst spät im Jahr auf und besiedelt gruppenweise besonders die randlichen, oft mit feinerem Material angereicherten Zonen der Schuttfelder. Wie bei vielen Einjährigen besteht dabei eine Population aus Individuen unterschiedlichster Vitalität.

Die Primärwurzel ist nur selten über 25 cm tiefgehend und dünn, aber drahtig und nach unten zu abnehmend verzweigt. Im proximalen Abschnitt kann der Sw¹q bis zu 10 betragen. Einige der Seitenwurzeln sind als Triebwurzeln verlängert und streichen in allen Richtungen (auch hangaufwärts). Auch die Hauptwurzel wächst meist bogenförmig (hangeinwärts oder hangauswärts).

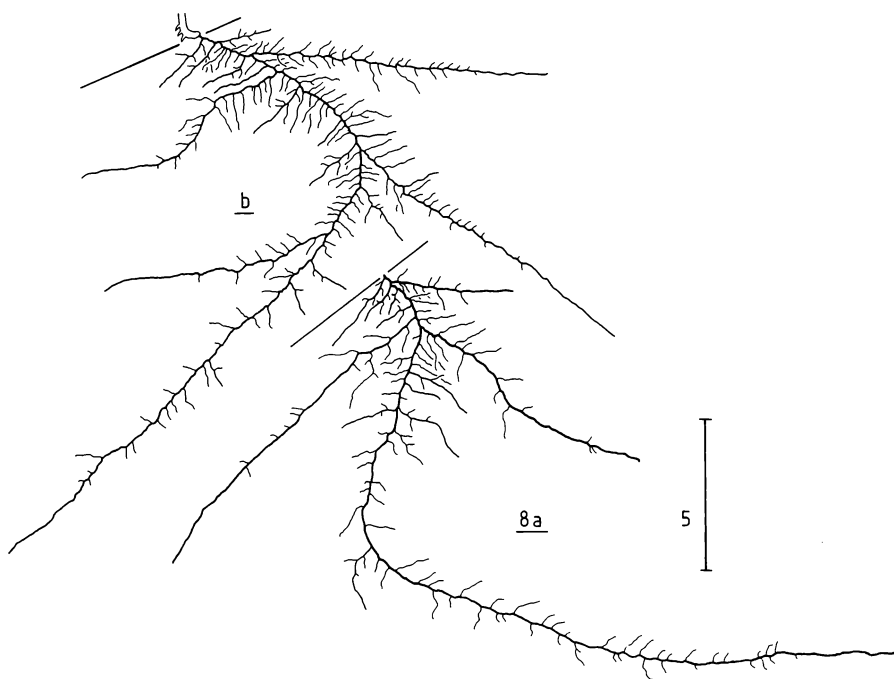


Abb. 8: *Galeopsis angustifolia*, Wurzelsysteme.

Das Hypokotyl ist meist gekrümmt und trägt insbesondere an der Konvexflanke zahlreiche abgestorbene, warzenförmige Wurzelanlagen; sie finden sich bereits bei jungen Pflanzen.

In den $\pm$ ruderal getönten Schuttfeldern des Südhanges findet sich gelegentlich auch *Galeopsis tetrahit* L. Das Wurzelsystem dieser Art ist dichter, die Hypokotylwurzeln bleiben etwas länger am Leben.

D i s k u s s i o n

Annuelle sind als Besiedler von Schuttflächen selten, was daran liegen kann, daß die Keimung erschwert wird — nach JENNY-LIPS (S. 146) infolge mangelnder Feinerde (Wasserhaushalt? W. L.) und der Beweglichkeit des Substrates. — Nur bis in die montane Höhenstufe finden sich Gesellschaften, zu deren charakteristischer Arten-garnitur Einjährige gehören und die dennoch synsystematisch zu den Thlaspietea gerechnet werden (vgl. KORNECK 1974: 28–31). *Galeopsis*-Arten spielen dabei eine wichtige Rolle.

Das Wurzelsystem dieser Arten, insbesondere das von *Galeopsis angustifolia*, scheint sehr variabel zu sein: FREIDENFELT (1902) ordnet die Radikation der nächstverwandten — und ebenfalls zu den Schuttbewohnern zählende — *Galeopsis*

ladanum dem „Ruderattyp“ zu (S. 132), der im wesentlichen durch geringen Tiefgang und durch Auflösung der anfänglich kräftigen Primärwurzel in „Zweige“ gekennzeichnet ist. Dieser Typ sei häufig bei Pflanzen, „welche auf cultivirtem Boden vorkommen“, wo „das Bedürfniss einer Verankerung . . . sich nicht so stark geltend (macht)“. — Auch bei KUTSCHERA (1960: 436 ff) ist die Primärwurzel eines auf Schwarzerde wachsenden Exemplares nicht deutlich vorwüchsig, die einzelnen Hauptstränge erreichen jedoch über 1 m (!) Tiefe und stoßen dabei in einen schottrigen D-Horizont. Die Beiwurzeln des auch hier schrägwachsenden basalen Sproßabschnittes sind reich verzweigt und spielen eine bedeutende Rolle. — SCHUBERT (1963) und EBNER (1923) beschreiben das Wurzelsystem von auf Schotter wachsenden Pflanzen als „flach“ (durchschnittliche Wurzellänge nach EBNER: 9 cm!).

Die Radikation der Schuttexemplare von *Galeopsis angustifolia* unterscheidet sich somit von der auf fruchtbaren Böden wachsender Pflanzen durch eine deutlich vorwüchsige Primärwurzel, durch einen erheblich geringeren Tiefgang sowie durch eine Rückbildung des Beiwurzelsystems; die Tendenz zur Anlage desselben, das $\pm$ prostrat wachsende Hypokotyl und die Ausbildung von Subsystemen sowie die (gelblich-)braune Wurzelfarbe hingegen sind von Standort unabhängig.

Galeopsis tetrahit unterscheidet sich nach FREIDENFELT und KUTSCHERA (a. a. O.) im Grundtyp wenig von *Galeopsis angustifolia*: nach KUTSCHERA erreicht das Wurzelsystem allerdings nur knapp 60 cm Tiefe (auf Lehm). Auch die Beiwurzeln bleiben kürzer.

Im folgenden soll nun noch auf einige weniger typische und oft auch recht zufällige Schuttbewohner hingewiesen werden, von denen jeweils nur einige wenige Exemplare untersucht wurden.

4.8. *Hieracium piloselloides* VILL.

Hieracium piloselloides ist auf dem Lemberg eine Art ebener, grusiger Steinbruchvorfelder und auf den dortigen sehr flachgründigen skelettreichen Böden in charakteristischer Weise mit *Trifolium arvense* vergesellschaftet. Auf dem Schutt ist es nur selten anzutreffen, obwohl es dort offenkundig gut gedeiht (Gruppe 2 b in Abschnitt 3.1). — Einem kurzen Rhizom entspringen 1 bis mehrere Rosetten, so daß gelegentlich kompakte „Nester“ entstehen. — Die Wurzeln sind sehr unterschiedlich dick (0,5 bis 2 mm), sitzen sehr dicht und sind vorwiegend knotenbürtig. Sie sind weißlich bis braungrau und dicht verzweigt.

Auch echte Hieracien — z. B. *Hieracium sabaudum* — besiedeln gelegentlich den Schutt. Dessen Rhizom ist ebenfalls kurz und dicht mit Beiwurzeln versehen (etwa 4–6 pro cm), doch sind diese Wurzeln nur mäßig verzweigt. — *Hieracium sabaudum* bildet übrigens — zumindest auf Schutt — selten ausläuferartige unter„irdische“ Kriechtriebe aus, die knotenbürtig bewurzelt sind.

4.9. *Stachys recta* L.

Die Pfahlwurzel löst sich bald in zahlreiche, $\pm$ gleichberechtigte Stränge von etwa 3 mm Stärke auf. Diese sind grau-gelblich, brüchig, wachsen vielfach gewunden und sind oft in sich korkenzieherartig tordiert. Sie erreichen dennoch Längen von über einem Meter, da sie aber meist bogenförmig hangeinwärts wachsen, bleibt ihr

Tiefgang geringer. Sie sind ziemlich regelmäßig mit Seitenwurzeln besetzt (Swq 1–2), welche ihrerseits haarfein, aber bis über 30 cm lang sein können und reich verzweigt sind; das Wurzelsystem ist insgesamt somit sehr dicht. In dünnen Feinerdenestern zwischen Steinflächen bilden sich Wurzelquasten.

D i s k u s s i o n

Stachys recta ist eigentlich ein Element der Trockenrasen. Über ihr Wurzelsystem liegen zahlreiche sich z. T. widersprechende Einzelbefunde vor, von denen hier nicht alle angeführt sein sollen, zumal sie der gänzlich anderen Biotope wegen nur bedingt mit den eigenen Ergebnissen vergleichbar sind. So bezeichnet auch MAHN (1957) *Stachys recta* als „Tiefwurzler mit kräftig entwickelten Nebenwurzeln“ (= Seitenwurzeln. W. L.). MÜLLER-STOLL (1935) hingegen bildet einen reinen Pfahlwurzler ab, ebenso HEILIG (1930), bei der die Wurzel aber nur wenig über 20 cm tief eindringt – angeblich auch dort, wo der Boden tiefgründiger ist. – Bei KAHNE (1966) schließlich ist *Stachys recta* heterogen bewurzelt: zur Pfahlwurzel (die sich hier durch anstehendes Gestein in ihrem Längenwachstum nicht beirren läßt und lediglich die Wuchsrichtung ändert) tritt „reiche“ sproßbürtige Bewurzelung, welche anfangs aus Überknotenwurzeln, später auch aus Internodienwurzeln besteht.

4.10. *Lathyrus montanus* BERNH. (= *L. linifolius* (REICH.) BÄSSL.)

Lathyrus montanus fand sich nur an wenigen Stellen als Zufallsgast. Diese Wuchsorte waren gekennzeichnet durch eine feinerdefreie Blockschuttschicht von knapp 1/2 m Dicke, die auf normalen feinerdereichen Boden auflag. In diesem wurzelte die Pflanze und sendete von dort ihre basal verholzten Triebe durch die Zwischenräume des Blockschutts. Diese schuppig beblätterten Zweige zeigen in der Stein-Luft-Schicht ein vergeiltes Wachstum (Internodienlänge bis über 10 cm) und treten an verschiedenen Stellen der Oberfläche ans Licht, wo sie alsbald normale Blätter ausbilden. Auf dem ersten Blick meint man somit, mehrere Exemplare vor sich zu haben (Abb. 9). – Die Geiltriebe sind aus den angeschwollenen Blattknoten herausmäßig verzweigt und tragen gelegentlich Knospen. – Nur die holzigen Sproßteile sind an den knollenförmigen Vedickungen spärlich sproßbürtig bewurzelt. Diese Wurzeln sind ziemlich dünn, drahtig, nicht besonders tiefgehend und bis zur 3. Ordnung mäßig verzweigt.

D i s k u s s i o n

Auch KAHNE (1966) verweist auf die knollenförmig angeschwollenen Knoten der unterirdischen Sproßachsen, die auf seiner Abbildung plagiotrop wachsen. – Von GLUCH (1971) stammt eine gründliche Wuchsformanalyse vom natürlichen Waldstandort und aus Gartenkulturen. Auch bei ihm finden wir die beiden charakteristischen Merkmale unseres Exemplares (Knollenbildung und „ausläuferartige“ Streckung der basalen Internodien), wenn auch letzteres nicht so extrem. Nach ihm kommen aber auch selten Internodienwurzeln vor. Er verweist zudem auf den

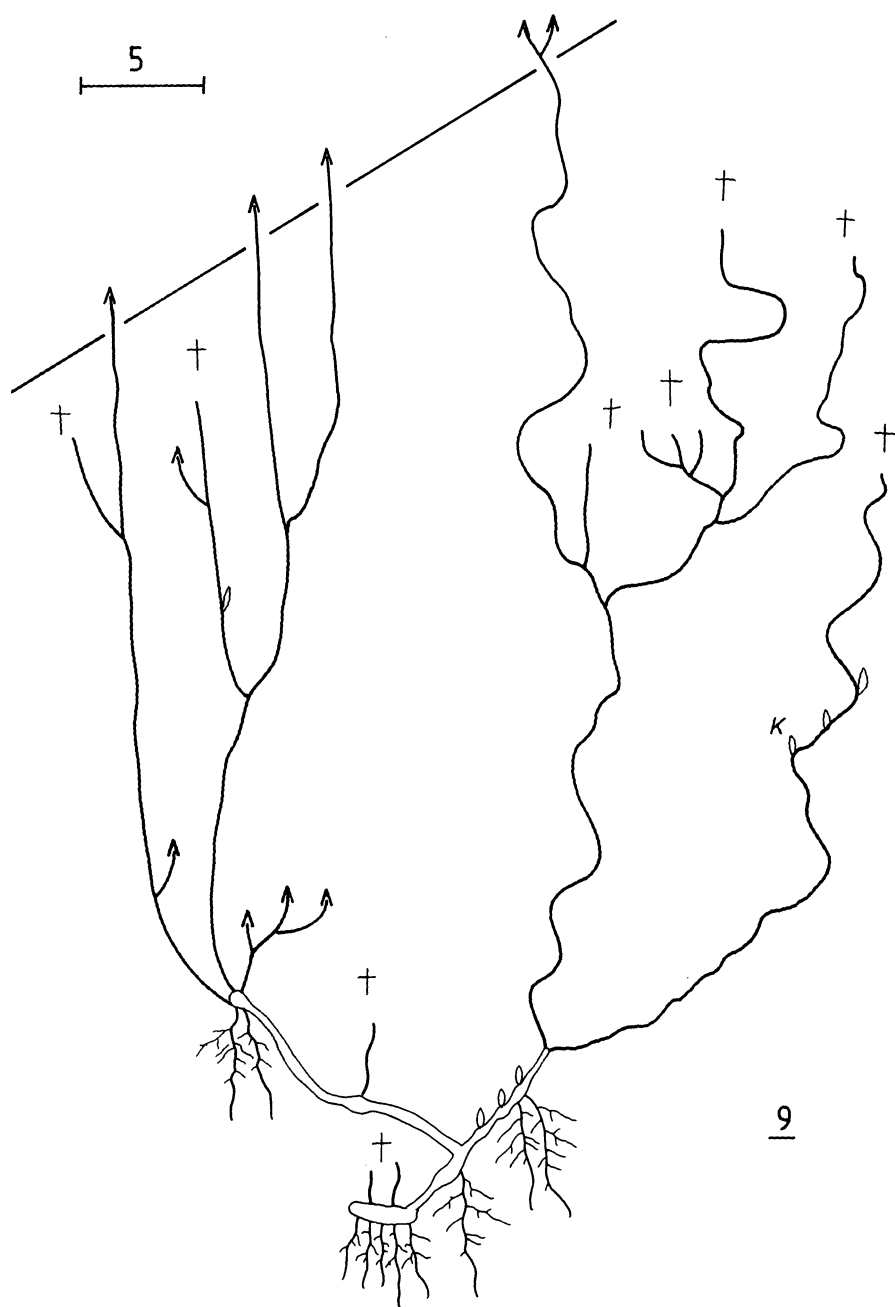


Abb. 9: *Lathyrus montanus*, Sproßsystem in der Stein-Luft-Schicht eines Geröllfeldes. Radiation schematisch.

Vorteil der hypogäischen Keimung, wenn es gilt, sich erst zum Licht durcharbeiten zu müssen. In der Tat erscheint die Leistung des hier untersuchten Exemplares erstaunlich genug.

4.11. *Geranium robertianum* L.

Diese Art schließlich findet sich nur auf absonnigen, oft bemoosten Halden. Sie besitzt eine kurze, sich bald in $3-5 \pm$ gleichberechtigte Stränge aufspaltende Primärwurzel von rötlichbrauner Farbe. Diese Stränge sind mit dünnen Saugwurzeln nur mäßig dicht besetzt, so daß die ganze Radikation etwas dürrig wirkt. Dies deckt sich mit den knappen Angaben von FREIDENFELT (1902: 172) und FRANCÉ (1907).

5. Diskussion der Felduntersuchungen

Bei den Pflanzengesellschaften der Schutthalden handelt es sich um azonale Gesellschaften, die weltweit und in allen Höhenlagen verbreitet und entsprechend von unterschiedlichen Artengarnituren besiedelt sind. Hierbei verfolgen die einzelnen Pflanzenarten keine einheitliche „Strategie“ — wie sie es bekanntlich ja auch in vielen anderen Gesellschaften nicht tun —, vielmehr finden sich die unterschiedlichsten Wuchsformen, die sich nicht unter übergreifenden Gesichtspunkten behandeln lassen. Diese Vielfalt darf nun aber nicht etwa nur als „Anpassung“ an verschiedene ökologische Nischen verstanden werden, denn sie stünde in keinem Verhältnis zur dürrigen standörtlichen Differenziertheit der Schutthalden des untersuchten Gebietes. An anderer Stelle (LICHT 1982) ist dargelegt worden, daß sich zahlreiche Merkmale — insbesondere der Bewurzelung — aus der systematischen Stellung der Art erklären lassen. Dies gilt auch für die exochomophytischen *Sedum*-Arten, die als einzige innerhalb des Biotops „Schutthalde“ eine gut charakterisierbare Nische besiedeln — wobei ihnen freilich ihr familiensystematisches Merkmal, die Sukkulenz, sehr zu Gute kommt.

Bei all dieser Unterschiedlichkeit im einzelnen lassen sich bezüglich der Radikation doch gewisse „Tendenzen“ aufzeigen:

- Reine Pfahlwurzelsysteme, d. h. Radikationen mit absolut dominierender, kaum verzweigter Primärwurzel fehlen (vgl. auch *Stachys*).
- Ergänzende sproßbürtige Wurzeln scheinen von Vorteil zu sein (vgl. zu *Silene* und LICHT 1982); reine Homorhizie jedoch ist eher die Ausnahme.
- Haupt- sowie längere Seitenwurzeln zeigen die Tendenz zur gabeligen Aufspaltung.
- Der Seitenwurzelbesatz ist gewissermaßen um so spärlicher, je typischer die Pflanze für Schutt ist („Skelettierung“ des Wurzelsystems).

Bei diesem letztgenannten Merkmal läßt sich auch nachweisen, was für die Davorgenannten teilweise auch vermutet werden kann, nämlich, daß es sich um eine Ökomorphose handelt: unter anderen ökologischen Bedingungen ist der Seitenwurzelbesatz größer: zu *Rumex* vgl. Abschn. 6; auch bei jungen Topfpflanzen von *Rumex* beträgt der Sw^1q etwa 1,5. — Zu *Silene* und *Galeopsis* vgl. KUTSCHERA a. a. O.

- Die Primärwurzel wächst häufig nicht senkrecht abwärts, sondern beschreibt einen Bogen, meist ins Innere der geneigten Schuttfläche (vgl. z. B. Abb. 8 a).

Dieses eher ökophysiologische als -morphologische Merkmal ist um so auffälliger, als es offenbar weit verbreitet ist (Mitteldeutschland: M. KÄSTNER 1920: 142 ff; Erzgebirge: RICHTER 1966 a und b; Schweizer Alpen: JENNY-LIPS 1930: 153 und HESS 1909: 34 f, 85 f und 110 f; Mediterraneis: AKMAN 1962; Türkei: ÇETİK & AKMAN 1963; Neuseeland: FISHER 1952: Fig. 3). Aber auch umgekehrt sichelförmige Krümmungen kommen vor (vgl. z. B. Abb. 8 b; FISHER 1952: Fig. 5; RICHTER 1966 b). In weiteren Fällen schließlich zeigen wurzelhalsnahe, lang auswachsende Seitenwurzeln 1. Ordnung (Subsysteme) die Neigung, hangaufwärts zu wachsen (Abb. 7 b; WEAVER 1919: 81 ff). — Gemeinsam ist allen diesen Verhalten, daß sie eine gewisse geotropische Desorientierung der Wurzeln andeuten; vielleicht beruht auch der korkenzieherartige Wuchs mancher Hauptwurzeln (vg. *Teucrium* oder *Picris*) darauf. Um zu prüfen, ob diese nur eine Standortsmodifikation darstellt, bedingt durch das inhomogene Wurzelmilieu (was naheliegend scheint) bzw. durch das spezifische Standortklima in der von KUTSCHERA-MITTER (1971, 1972) beschriebenen Weise (wogegen allerdings die unterschiedlichen Krümmungsrichtungen sprechen), oder ob hier eine Art genetisch fixierter „Schwäche“ der Hauptwurzeln vorliegt, die geotropisch determinierte Wachstumsrichtung konsequent beizubehalten, wurden Laborversuche mit *Rumex scutatus* als dem markantesten Vertreter der Gesellschaft durchgeführt.

6. Das Verhalten der Wurzeln von *Rumex scutatus* im Labor

Dabei wurden Jungpflanzen in modifizierten sandwich-Kulturen nach MALCOLM (1964) herangezogen (vgl. dazu LICHT 1974): von Nährlösung versorgt, wuchsen die Wurzeln hinter 30 x 50 cm großen Glasscheiben auf schwarzem Filterpapier und konnten so in definierten Zeitabständen exakt auf Folie übertragen werden. Parallel dazu wurden noch Keimlinge von *Trifolium repens* und *Jurinea cyanoides* kultiviert, um die artspezifische Reaktion von *Rumex* im Vergleich zu verdeutlichen. Insgesamt wurden etwa 6 Exemplare von *Rumex* protokolliert. Tabelle 1 sowie Abb. 10 und 11 geben besonders charakteristische Ergebnisse wieder und machen deutlich, daß die Wurzeln von *Rumex scutatus* in hohem Maße geotropisch desorientiert sind, was bis zur Auflösung eines hierarchisch gegliederten Primärwurzelsystem führen kann (die Primärwurzel wurde deshalb in den Abbildungen verstärkt gezeichnet). Diese Eigenschaft befähigt die Wurzel, Steine ohne Mühe zu umwachsen. Daß es sich dabei um eine genetisch fixierte Eigenschaft von *Rumex* und nicht um einen durch die Kulturmethode bedingten Traumatotropismus i. w. S. handelt, zeigt der Vergleich mit anderen unter entsprechenden Bedingungen gezogenen Pflanzen wie *Alyssum montanum* (LICHT 1973), *Sherardia arvensis* (LICHT 1974) oder *Jurinea* (Abb. 12). — In diesem Zusammenhang sei auch an *Silene vulgaris* erinnert, deren Primärwurzel die Tendenz hat, sich in $\pm$ gleichberechtigte Stränge aufzulösen — eine andere „Strategie“, Hemmnissen auf dem Weg nach unten auszuweichen. Freilich ist auch diese Fähigkeit keine Anpassung im engeren Sinn sondern ein bei der Gattung *Silene* weit verbreitetes Wurzelmerkmal, das sich auch in völlig homogenen Rhizotopen findet — bei *Silene sericea* ALL. beispielsweise auf den Dünen von Alghero (Sardinien) (LICHT, ined.).

Die Untersuchungen zum Standortklima wurden durch eine Sachbeihilfe der Feldbausch-Stiftung in dankenswerter Weise gefördert.

Tab. 1: Wachstum von 3 Parallel-Exemplaren (I-III) einer sandwich-Kultur von *Rumex scutatus*.

Die wöchentlich abgelesenen Daten sind hier in Gruppen zusammengefaßt. — Spalte 1: Zahl der Knoten mit entwickelten Blättern (Beispiel: $3\frac{1}{2}$ = außer dem Kotelonar-Paar (= 1 Knoten) sind bereits 2 Folgeblätter (= 2 weitere Knoten) entwickelt, ein weiteres ist noch sehr klein [$\frac{1}{2}$ "]). — Sp. 2: Länge der Primärwurzel in cm. — Sp. 3: Länge des gesamten Wurzelsystems in cm. — Sp. 4: durchschnittlicher Wochenzuwachs des Gesamtsystems innerhalb des letzten Beobachtungszeitraumes (Werte gerundet). — Zu Nr. I vgl. Abb. 10, zu Nr. II Abb. 11. Nr. III ähnelt habituell Nr. I.

Nr.	1	2	Spalte 3	4	Alter (Wochen)
I	$1\frac{1}{2}$	10	28	7	4
II	$1\frac{1}{2}$	12	40	10	
III	1	4,5	6	1,5	
I	$3\frac{1}{2}$	30	190	80	6
II	$3\frac{1}{2}$	28	260	110	
III	3	21	110	50	
I	$7\frac{1}{2}$	55	705	170	9
II	$9\frac{1}{2}$	53	810	180	
III	$7\frac{3}{4}$	48	550	150	

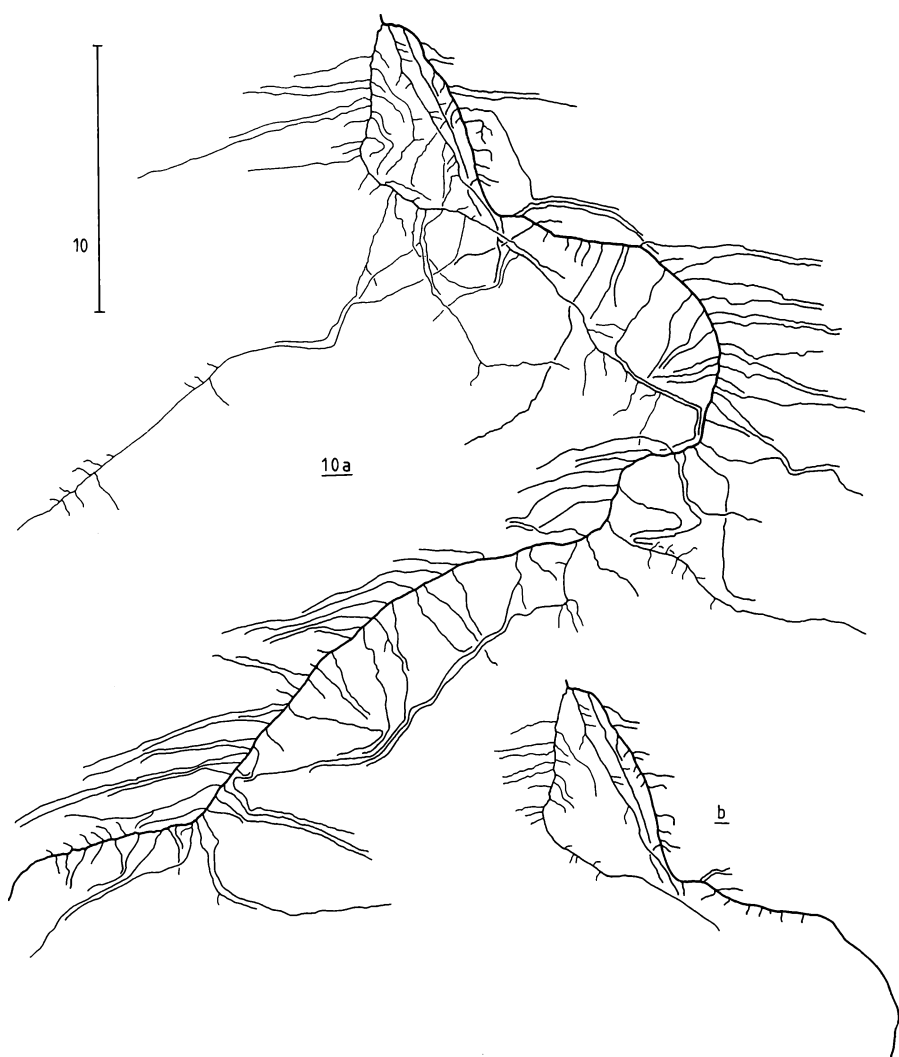


Abb. 10: *Rumex scutatus*, Wurzelsystem aus einer sandwich-Kultur. — a: 9 Wochen alt. In der proximalen (d. h. oberen) Hälfte nicht alle der oft parallel verlaufenden Seitenwurzeln 1. Ordnung gezeichnet. — b: dasselbe System, 5 Wochen alt. — Vgl. Nr. I in Tab. 1.

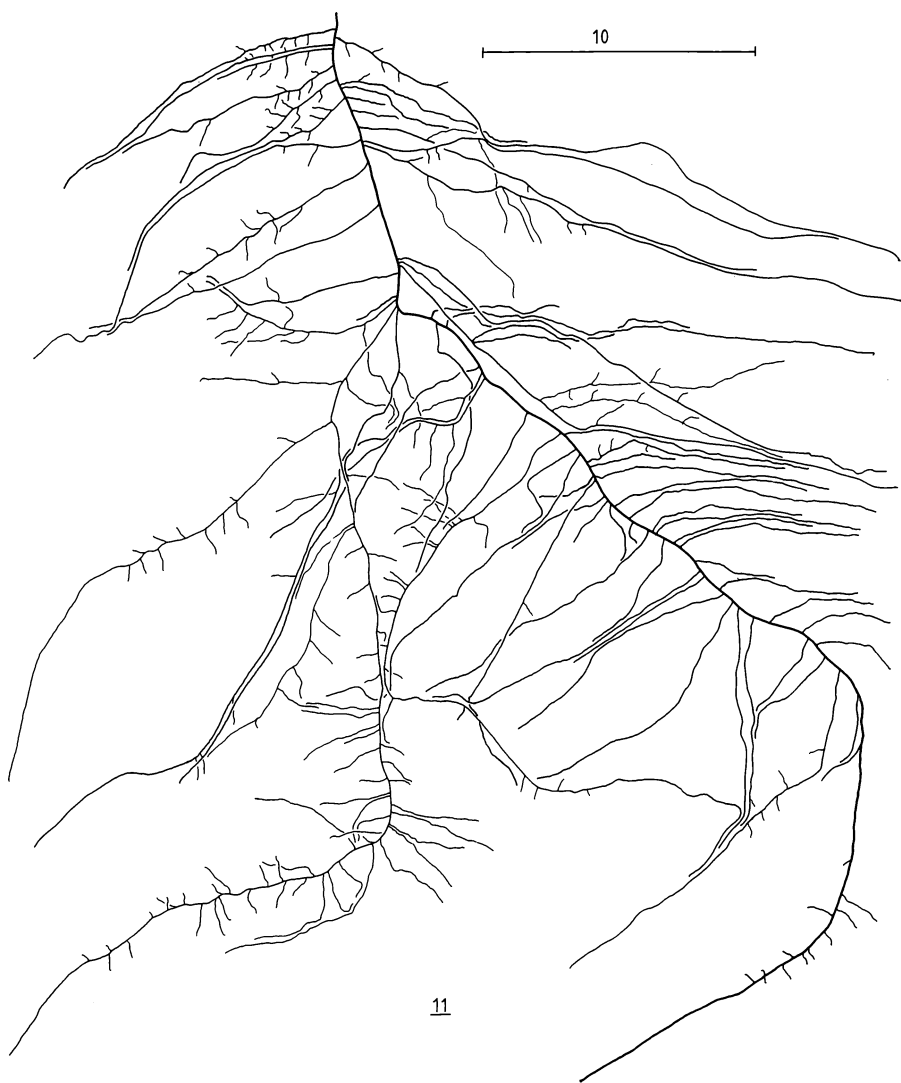


Abb. 11: *Rumex scutatus*, wie Abb. 10 a. — Vgl. Nr. II in Tab. 1.



Abb. 12:
Jurinea cyanoides, wie
Abb. 10 (aber alle
Wurzeln gezeichnet).
Zuwachs der 6. bis
9. Woche punktiert.

Literaturverzeichnis

- AESCHIMANN, D. & BOCQUET, G. (1980): Les types biologiques du *Silene vulgaris* s.l. (Caryophyllaceae). — *Candollea*, **35**: 451–495, Genf.
- AICHINGER, E. (1953): Einiges über Geröllpflanzen unserer Alpen. — *Wiener landwirtschaft. Zeitung*, **83**: 275, Wien.
- AKMAN, Y. (1962): Recherches sur les types d'enracinement en stations érodées. — Thèse Montpellier, 70 pp.
- BEIJERINCK, M. W. (1886): Beobachtungen und Betrachtungen über Wurzelknospen und Nebenwurzeln. — *Natuurkundige Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam*, Deel, **25**. — Auch in: *Verzamelde Geschriften van M. W. BEIJERINCK*, II: 7–121, 1921.
- BOURNERIAS, H. (1968): Guide des groupements végétaux de la région parisienne. — Paris (2. Auflage 1979, non vidi).
- ÇETIK, R. & AKMAN, Y. (1963): Recherches sur les types d'enracinement des espèces des stations érodées de la région du barrage de Çubuk. — *Comm. Fac. Sci. Univ. Ankara*, Sér. C, **9**: 12–35, 1963/64, Ankara.
- CLOS D. (1883): Des racines caulinaires. — *Mém. Acad. sci., inscriptions et belles-lettres de Toulouse*, 8. sér., **5**: 222–278.
- DAHMEN, F. W. (1955): Soziologische und ökologische Untersuchungen über die Xerotherm-vegetation der Unter mosel. — *Diss. Bonn*.
- DAUBENMIRE, R. F. (1941): Some ecologic features of the subterranean organs of alpine plants. — *Ecology*, **22**: 370–378, Brooklyn.
- DUVIGNEAUD, J., DURIN, L. & MULLENDERS, W. (1970): La végétation des éboulis de Pagny-La Blanche-Côte (Mense, France). — *Vegetatio*, **20**: 48–73, Den Haag.
- EBNER, HEDWIG (1923): Die Schotterflora bei Wien. — *Österr. Bot. Z.*, **72**: 322–335, Wien.
- ELLENBERG H. (1952): Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. — *Landwirtsch. Pflanzensoziologie*, **2**, Stuttgart.
- (1978): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. — Stuttgart.
- ERNST, W. (1965): Ökologisch-soziologische Untersuchungen der Schwermetall-Pflanzen-gemeinschaften Mitteleuropas unter Einschluß der Alpen. — *Abh. Landesmuseum Naturkunde Münster (Westfalen)*, **27**: 3–54, Münster.
- FISCHER, F. J. F. (1952): Observations on the vegetations of screes in Canterbury, New Zealand. — *J. Ecology*, **40**: 156–167, Cambridge.
- FRANCÉ R. H. (1907): Grundriß einer Pflanzenpsychologie. — *Z. für den Ausbau der Entwick-lungslehre* **1**, Heft 4.
- FREIDENFELT T. (1902): Studien über die Wurzeln krautiger Pflanzen I. — *Flora*, **91** (Erg. bd.): 115–208.
- FREY, E. (1921): Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiet der zukünftigen Stauseen. — *Mitt. Naturforsch. Ges. Bern*, **1921**: 85–281, Bern (ersch. 1922).
- GAMS, H. (1940): Die natürliche und künstliche Begrünung von Fels- und Schutthängen in den Hochalpen. — *Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen*, **25**: 58 pp.
- GLUCH, W. (1971): Wuchsformstudien an zentraleuropäischen Fabaceen IV: Die Stauden der Gattungen *Lathyrus* L. und *Vicia* L. — *Feddes Repert.*, **81**: 539–575, 1970/71, Berlin.
- HAFFNER, W. (1969): Das Pflanzenkleid des Naheberglandes und des südlichen Hunsrücks in ökologisch-geographischer Sicht. — *Decheniana*, Beiheft **15**, 145 S., Bonn.
- HARTMANN, H. (1957): Studien über die vegetative Fortpflanzung in den Hochalpen. — *Jahresber. Naturforsch. Ges. Graubünden N. F.* **86**: 1–168, Chur.
- HEGI, G. (1906 ff): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Band VI/2. — München.
- HEILIG H. (1930): Untersuchungen über Klima, Boden und Pflanzenleben des Zentralkaiser-stuhls. — *Z. Botanik*, **24**: 225–279, 1930/31.

LICHT, Pflanzengemeinschaften d. Lemberges. 1. Steinschuttfelder

- HESS, E. (1909): Über die Wuchsformen der alpinen Geröllpflanzen. — Diss. Zürich, ersch. Dresden. — Auch in: Beih. Bot. Centralblatt, Abt. II, 27: 1–170, Dresden 1910.
- JENNY-LIPS, H. (1930): Vegetationsbedingungen und Pflanzengesellschaften auf Felsschutt. — Beih. Bot. Centralbl., Abt. II, 46: 119–296, Dresden.
- KÄSTNER, A. (1979): Beiträge zur Wuchsformanalyse und systematischen Gliederung von *Teucrium* L. II: Anatomie der Sprosse und Blätter. — Flora, 168: 431–467, Jena.
- KÄSTNER, M. (1920): Die Pflanzenvereine und -bestände des Zschopautals bei Lichtenwalde. — Ber. Naturwiss. Ges. Chemnitz, 20: 87–188, Chemnitz.
- KAHNE, A. (1966): Die vorderpfälzischen Steppenheidegesellschaften mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bewurzelungsverhältnisse. — Mitt. Pollichia III, 13: 11–82, Bad Dürkheim.
- KOCH, L. (1876): Untersuchungen über die Entwicklung der Crassulaceen. — Verh. Naturhist.-Medizin. Verh. Heidelberg, N. F. 1 (4): 421–442.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. — Schriftenreihe f. Vegetationskunde, 7, 196 S. und Tab., Bonn-Bad Godesberg.
- KUTSCHERA, L. (1960): Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. — 574 S., Frankfurt.
- KUTSCHERA-MITTER, L. (1971): Über das geotrope Wachstum der Wurzel. — Beitr. Biol. Pflanzen, 47: 371–436, Berlin.
- (1972): Erklärung des geotropen Wachstums aus Standort und Bau der Pflanzen. — Land- und forstwissensch. Forsch. in Österreich 5: 35–89.
- LEONHARD, H. J. (1978): Bemerkungen über die Xerothermvegetation des Koppelsteins. — Gött. Florist. Rundbriefe, 12: 113–119, Göttingen.
- LICHT, W. (1971): Die Vegetation des Naturschutzgebietes Lemberg (Pfalz). — Mainzer naturwiss. Archiv., 10: 149–194, Mainz.
- (1973): Der Einfluß von Licht und Temperatur auf die Ausbildung des Wurzelsystems von *Alyssum montanum* L. s. str. — Beitr. Biol. Pfl., 49: 339–357, Berlin.
- (1974): Die Entwicklung des Wurzelsystems von *Sherardia arvensis* L. unter verschiedenen Umweltbedingungen. — Beitr. Biol. Pfl., 50: 211–244, Berlin.
- (1982): Zur Wuchsform nicht-alpiner Schuttpflanzen. — Ges. f. Ökologie, Verhandlungen, 10 (Mainz 1981): 513–515, Göttingen.
- LITZELMANN, E. & M. (1959): Physiologie und Ökologie der Felsflurvegetation auf dem Isteiner Klotz. — Beitr. naturkundl. Forsch. Südwest-Deutschl., 18: 144–174, Stuttgart.
- LÖTSCHERT, W. (1969): Pflanzen an Grenzstandorten. — 167 S., Stuttgart.
- LUCIANI, F. et al. (1977): Struttura anatomica e localizzazione dei pigmenti antocianici in *Rumex scutatus* L. sull' Etna a livelli altitudinali diversi. — Atti Ist Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia, s. 6, 12: 163–174, (erschienen 1978).
- MAHN, E.-G. (1957): Über die Vegetations- und Standortsverhältnisse einiger Porphyrkuppen bei Halle. — Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat. R., 6: 177–207, Halle.
- MALCOLM, W. M. (1964): Behind-glass culture of *Melampyrum lineare* Desr., a root-parasitic flowering plant. — Bull. Torrey Bot. Club, 91: 31–35.
- MEUSEL, H. (1970): Wuchsformreihen mediterran-mitteleuropäischer Angiospermen-Taxa. — Feddes Rep., 81: 41–59, 1970/71, Berlin.
- MEUSEL H. & MÜHLBERG, H. (1979): Silenoideae in: HEGI, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band III/2 (2. Auflage): 947–1182, München.
- MILLNER, M. E. (1934): Anatomy of *Silene vulgaris* and *Silene maritima* as related to ecological and genetical problems I: Root structure. — New Phytologist, 33: 77–95.
- MÜLLER-STOLL, W. R. (1935): Ökologische Untersuchungen an Xerothermpflanzen des Kraichgaus. — Z. Botanik, 29: 161–253, 1935/36.
- NONN, HELLA (1972): Die sproßbürtige Bewurzelung einiger Pflanzen des Mainzer Sandes. — Staatsexamensarbeit Mainz (ined.), 49 S.
- OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. — 2. Aufl., Band I, 311 S. Stuttgart/New York.

LICHT, Pflanzengemeinschaften d. Lemberges. 1. Steinschuttfelder

- PILAR, J. (1978): (Die Abhängigkeit der Pflanzenbestände vom Alter der Schutthalden). — Ziva, **26**: 156, Prag (non vidi). Ref. in Excerpta botanica A, **36**: 165, 1981.
- POLI, E. (1970): Vegetationsgrenzen in Vulkangebieten. — Arch. Bot. Biogeogr. Italiano, **46** (4^a serie, **15**): 1–24.
- RAUH, W. (1937): Die Bildung von Hypokotyl- und Wurzelsprossen und ihre Bedeutung für die Wuchsformen der Pflanzen. — Nova Acta Leopoldina, N. F., **4**: 396–553, Halle 1936/37.
- REÉ, C. (1956): Die Eruptivgesteine des Lembergs (Nahe) und ihre Lagerungsverhältnisse. — Diss. Nat. Fak. Mainz (Schreibmasch.).
- RICHTER, W. (1966 a): Die Vegetationsentwicklung auf unseren erzgebirgischen Halden. — Sächs. Heimatblätter, **5**: 378–398.
— (1966 b): Die natürliche Begrünung der erzgebirgischen Bergwerkshalden. — Hercynia, N. F. **3**: 114–146, Leipzig.
- RUNGE, F. (1980): Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. — 6. Aufl., 278 S., Münster.
- SCHRÖTER, C. (1926): Das Pflanzenleben der Alpen. — 2. Aufl., Zürich.
- SCHUBERT, W. (1963): Die *Sesleria-varia*-reichen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. — Feddes Repert. (Beih.), **140**: 71–199, Berlin.
- WEAVER, J. (1919): The ecological relation of roots. — Carnegie Inst. (Washington), Publ., **286**: 128 pp.
- WEBER, H. (1936): Vergleichend-morphologische Studien über die sproßbürtige Bewurzelung. — Nova Acta Leopoldina N. F. **4**: 230–298, Halle 1936/37.

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 12. 3. 1982)

Anschrift des Verfassers:

Dr. Wolfgang Licht, Institut für Spezielle Botanik der Johannes Gutenberg-Universität, Saarstraße 21, D-6500 Mainz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der POLLICHIA](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Licht Wolfgang

Artikel/Article: [Die Pflanzengemeinschaften des Lemberges \(Nahe\). 1. Die trockenen Steinschuttfelder. Zur Wuchsform ihrer Besiedler 169-198](#)