

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)
Band: 72 (1980)

Artikel: Die Vegetation an Nationalstrassenböschungen der Nordschweiz und ihre Eignung für den Naturschutz
Autor: Klein, Andreas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308626>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

**Die Vegetation an Nationalstrassenböschungen
der Nordschweiz und ihre Eignung
für den Naturschutz**

**(The vegetation on motorway verges
in northern Switzerland and its suitability
for nature protection purposes)**

von Andres KLEIN

Inhalt

1. Einleitung	1
2. Grundlagen	2
2.1. Naturschutz	2
2.2. Bau und Unterhalt der Nationalstrassen	5
2.3. Geographische Verbreitung, Standort und Vegetation der Untersuchungsflächen	9
2.4. Auswirkungen des Baus und des Betriebs der Nationalstrassen	15
3. Methoden	19
3.1. Vegetationskundliche Methoden	19
3.2. Bodenkundliche Methoden	27
4. Ergebnisse	31
4.1. Die Vegetationszusammensetzung	31
4.2. Auspflanzung	38
4.3. Die Vegetationsentwicklung	43
4.4. Edaphische Faktoren	53
5. Diskussion	58
5.1. Vegetationszusammensetzung	59
5.2. Eignung der Böschungen für trockene Magerrasen	62
6. Schlussfolgerungen	64
6.1. Ziele	64
6.2. Standort	64
6.3. Samenmischung	65
6.4. Bewirtschaftung	65
6.5. Lösungsvorschläge	65
Zusammenfassung	67
Résumé	68
Summary	69
Literatur	70

1. Einleitung

Die wirtschaftliche Entwicklung in der Schweiz hat dazu geführt, dass immer mehr Teile der Landschaft überbaut, immer mehr Verkehrswege erstellt und die landwirtschaftlichen Anbaumethoden intensiviert worden sind. Dadurch wurden viele naturnahe Lebensgemeinschaften und ihre Standorte zerstört, zerschnitten oder verändert. Als Folge davon sind einzelne Lebewesen aus unserer Landschaft ganz verschwunden, andere wurden sehr selten. Aber nicht nur einzelne Arten sind ausgestorben, sondern auch ganze Lebensgemeinschaften verschwanden. Eine der meist bedrohten Lebensgemeinschaften ist der trockene Magerrasen, das *Mesobrometum*. In gewissen Gebieten im Mittelland sind bereits keine mehr zu finden. Die Magerwiesen sind Zeugen der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung wie sie bis mindestens ins letzte Jahrhundert noch üblich war. Diese Rasen zeichnen sich durch eine überdurchschnittliche Vielfalt an Pflanzen- und Tierarten aus. Zum Teil sind es Pflanzen aus anderen Florengebieten, Pflanzenarten die bei uns nur noch in diesen Magerwiesen existieren können. Da lag es nahe, dass man in Naturschutzkreisen danach suchte, wo diese äusserst wertvollen Lebensgemeinschaften wieder angesiedelt werden könnten. Da beim Bau der Nationalstrassen grossflächige Standorte entstehen, die jenen der Magerwiesen ähnlich sind, sollte auf Anregung von Professor Landolt am Geobotanischen Institut, Stiftung Rübel, abgeklärt werden, inwieweit sich diese neugeschaffenen Böschungen zur Rekultivierung von trockenen Magerrasen eignen.

Eine Voruntersuchung der herrschenden Bedingungen wurde in meiner Diplomarbeit (KLEIN 1974) geleistet. Um genauere Erkenntnisse zu gewinnen, wurden noch folgende Untersuchungen in den Jahren 1975 - 1978 notwendig. Als erstes galt es, neben der Erarbeitung von Grundlagen (Kap. 2), abzuklären, welche Vegetation bei den heutigen Bedingungen (Untergrund, Samenmischungen, Verkehrsemissionen und Bewirtschaftungsweise) an den Böschungen entstanden ist (Kap. 4.1) und wie sie sich entwickelt (Kap. 4.2). Eine zweite Frage galt der Abklärung, ob sich die Standorte für Magerrasen eignen würden. Dies ist mittels der Bodenuntersuchungen (Kap. 4.4) und Auspflanzversuchen mit typischen Magerrasenarten geschehen (Kap. 4.2). Drittens sollte untersucht werden, ob durch die Aenderung der Bewirtschaftungsweise, gewünschte Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung erreicht werden können.

In einem letzten Teil ging es um die Formulierung von Vorschlägen, die zu einer naturschutzgerechten Bewirtschaftung der Böschungen führen könnten.

Ich möchte Allen herzlich danken, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben: Prof. Dr. E. Landolt, Prof. Dr. F. Klötzli und PD Dr. A. Gigon für die Mithilfe bei der Themenstellung und Ausarbeitung der Versuchsanordnung, Dr. O. Wildi an der EAFV, der mich bei der Auswertung und Zusammenstellung der Resultate beraten und mir auch den nötigen Mut zum Durchhalten gegeben hat, den Mitarbeitern am Geobotanischen Institut, ohne deren lebenswürdige Mithilfe die Arbeit nie zustande gekommen wäre und auch allen kantonalen und eidgenössischen Angestellten, die mir mit Auskünften und Dienstleistungen beigestanden sind. Ich möchte mich auch für die finanzielle Unterstützung dieses Forschungsprojektes durch den Kanton Zürich und die Eidgenossenschaft bedanken.

2. Grundlagen

2.1. Naturschutz

Wenn heute untersucht wird, wie Autobahnböschungen am sinnvollsten für Naturschutzzwecke genutzt werden könnten, so scheint dieses Ansinnen recht weit entfernt von den ursprünglichen Grundideen des Naturschutzes wie sie unter anderem von Conwentz und Rudorff (SCHOEHNICHEN 1954, BAUER und WEINITSCHKE 1973) am Ende des letzten Jahrhunderts gesehen wurden. Damals war das Motiv ein romantisches Schwärmen von unberührter Natur und heute geht es darum, Lebewesen vor der endgültigen Vernichtung durch den Menschen zu schützen. In diesem Kapitel soll kurz aufgezeigt werden wie sich diese Entwicklung vollzogen hat.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass jede menschliche Tätigkeit die Natur mehr oder weniger stark beeinflusst und verändert. Naturschutz oder besser Schutz der Natur vor menschlichen Eingriffen wird erst dann notwendig, wenn sich die menschliche Gesellschaft nicht mehr als Teil der Natur versteht, sondern die Natur als Ausbeutungsobjekt verwendet. Die Notwendigkeit des Naturschutzes tritt immer wieder dann in den Vordergrund, wenn sogenannte Hochkulturen den Kontakt zur Natur und die Einsicht in ihre natürliche Umwelt und damit auch ihre Lebensgrundlagen verlieren (AMERY 1978, ARMANSKI 1979). Dann wird der Weg frei für schwerwiegende Eingriffe in den Haushalt von Öko-

systemen und Landschaften, was auch grossräumige Naturkatastrophen folgen lässt. Als Beispiele seien hier einige der bei MARSH (1864) und KREEB (1979) aufgeführten Katastrophen genannt: Zerstörung der Wälder im Mittelmeerraum durch die Phöniker, Griechen und Römer; Versalzung Mesopotamiens durch die intensive Bewirtschaftung der Babylonier; Vordringen der Wüste am Rande des Nil-Tals wegen der Bewirtschaftungsweise der Ägypter; Schaffung der "Bad Lands" im Süden der USA durch intensiven Ackerbau.

Die Notwendigkeit eines Naturschutzes in Mitteleuropa trat mit der Entstehung des liberalen Staates auf. Erst dort wurden die wirtschaftlichen Freiheiten gewährt, die es ermöglichten, die technische Erfindung für die Produktion auszunützen und diese rasch zu entwickeln (ENZENSBERGER 1973). Der Einbezug fast aller natürlichen Rohstoffe wie Wasser, Luft, Erz, Kohle und Boden in grossem Rahmen in die Produktion führte zur grossflächigen Zerstörung von natürlichen, naturnahen und auch kulturell bedingten Landschaftselementen und Ökosystemen. Weiter führte die Industrialisierung zur Schaffung von geballten Siedlungsräumen, die für die Stadtbevölkerung eine enorme Verschlechterung der Lebensbedingungen zur Folge hatte (ENGELS 1845). Die Verbesserung der hygienischen Verhältnisse und die bessere medizinische Versorgung, vor allem die Herabsetzung der Säuglingssterblichkeit, bewirkten eine starke Zunahme der Bevölkerung in Mitteleuropa seit dem letzten Jahrhundert. Dies erhöhte den Druck auf die Naturlandschaft mehr und mehr und verlangte auch nach neuen ertragsreicheren landwirtschaftlichen Methoden.

Die ersten Symptome der Zerstörung von vielen naturnahen Landschaftselementen, die erkannt wurden, waren das Seltenwerden oder gar Verschwinden von einzelnen Tier- und Pflanzenarten und die Verringerung des Waldbestandes. Eine direkte Folge davon war die Schaffung des ersten eidgenössischen Forstgesetzes von 1874 und die Inkraftsetzung von kantonalen Pflanzenschutzverordnungen und Gesetzen, wie dies zB. im Kanton Obwalden bereits im Jahre 1878 geschah.

In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts nahmen die Eingriffe in die Landschaft weiter sehr stark zu: Durch vermehrte Intensivierung und Mechanisierung der Landwirtschaft, durch die zunehmende Industrialisierung und den Bau von Verkehrswegen und Siedlungen. Diese rege Tätigkeit, die fortschreitenden Erkenntnisse aus der ökologischen Forschung und die Schlüsse aus den Erfahrungen des praktischen Naturschutzes führten zur Einsicht, dass der Artenschutz allein das Aussterben von vielen Tier- und Pflanzenarten nicht verhin-

dern kann. Vermehrt wurden Bemühungen in Richtung eines Biotop-Schutzes unternommen, so unter anderem Naturschutzgebiete geschaffen, ein Verfassungsartikel über Natur- und Heimatschutz (Artikel 24 sexies) durch das Schweizervolk am 27.5.1962 angenommen und ein Bundesgerichtsentscheid vom 23.5.1972 über den Schutz der Seeufer gefällt, welcher die Seeufer-Biotope vollständig schützt.

Dass aber ein reiner Biotopschutz bei den heutigen grossflächigen Eingriffen der Industriegesellschaft in die Natur nicht genügen kann, zeigt die in den letzten Jahrzehnten fortschreitende Dezimierung von naturnahen Lebensgemeinschaften wie Riedwiesen, Magerrasen und Hecken. Ausdruck des Wunsches nach besserem Schutz und auch besserer Kontrolle der Eingriffe in die Natur sind die Bestrebungen zur Schaffung eines Raumplanungsgesetzes und eines neuen Bodenrechts. In die gleiche Richtung weisen die Schaffung von Naturschutzstellen bei den meisten kantonalen Verwaltungen und die grossen Bestrebungen der Naturschutzorganisationen wie SBN und WWF, in der Naturschutz- und Umwelterziehung aktiv zu werden.

Da einerseits naturnahe Biotope immer seltener werden und andererseits immer grossflächigere Erdbauten wie Fluss-Dämme, Eisenbahn- und Strassenböschungen, Kiesgruben, Pistenplanien, Umgebungsplanien von öffentlichen Bauten und Industrieanlagen entstehen, die gestaltet und begrünt werden müssen, stellt sich die Frage, ob nicht hier Flächen zur Verfügung stehen, die sich zur Schaffung von naturnahen Ersatz-Biotopen eignen.

Nach PERRING (1969) sind die Strassenböschungen in England sogar die letzten naturnahen Graslandflächen, 27 der 300 seltensten Arten Englands finden nur noch dort ein Vorkommen. An Strassenböschungen und sicher auch an anderen Randflächen der Zivilisation können sich also auch spontan wertvolle Ersatz-Biotope entwickeln.

Ein erster Vorschlag in der Schweiz zur Förderung dieser Entwicklung erfolgte 1971 am ETH-Symposium "Schutz unsres Lebensraumes" durch Prof. E. LANDOLT. Seither sind verschiedene weitere Vorschläge und auch praktische Anleitungen erfolgt (SCHWARZ 1973, ZIMMERLI 1975, WILDERMUTH 1978).

Dass wir heute daran gehen müssen, die unproduktiven, sonst kaum mehr nutzbaren Flächen für Naturschutzzwecke zu nutzen, oder sogar Naturschutzgebiete verpflanzen (KLÖTZLI 1974, KLÖTZLI und KEEL 1976) müssen, um wenigstens noch einige wenige naturnahe Lebensgemeinschaften zu haben, zeugt nicht unbedingt von einer besonders grossen Naturverbundenheit unserer Gesellschaft. Es ist

auch zu befürchten, dass solche neugeschaffenen Biotope oft als Alibi für Naturschutz herhalten müssen, und daneben die Zerstörung der naturnahen Biotope weiter geht. Ob die Schaffung solcher Ersatz-Biotope überhaupt gelingen kann, ist schwer vorhersagbar. Das Entstehen und Wachsen einer Lebensgemeinschaft dauert Jahre bis Jahrzehnte. Diese können aber nur vielfältig und stabil werden, wenn sie eine für die Populationen notwendige minimale Fläche zur Verfügung haben und in der näheren Umgebung auch noch ähnliche Biotope vorhanden sind, damit der Gen-Austausch zwischen den Populationen gewährleistet ist.

Mit der Zeit wird es sich zeigen, ob diese Ersatz-Biotope sinnvolle Refugien für seltene Tier- und Pflanzenarten werden können und ob durch sie eine Bereicherung unserer verarmten Landschaft eintritt. Wie verarmt und gefährdet unsere Landschaft ist, zeigen SUKOPP, TRAUTMANN und KORNECK (1978): 41,2% der Pflanzenarten mit Hauptverbreitung in Trockenrasen und 24% der Pflanzenarten mit Hauptvorkommen in xerothermen Säumen sind in der BRD verschollen oder gefährdet. Einen umfassenden Überblick über die immensen Landschaftsveränderungen in der Schweiz insbesondere die Zerstörung vieler ökologisch wichtiger Landschaftselemente gibt EWALD (1979). Daher liegt die Begründung zur Schaffung solcher Ersatz-Biotope weniger im ästhetisch-erholerischen, als im ökologischen Bereich. Die Schaffung von Ueberlebensnischen und Rückzugsstandorten kann durchaus sinnvoll sein. Ebenso darf der Einfluss dieser Art von Naturschutz auf den Garten- und Landschaftsbau nicht vergessen werden. Wenn im Gartenbau wieder vermehrt auf naturnahe und einheimische Bepflanzung umgestellt würde, könnte auch dies den Interessen des Naturschutzes dienen (SCHWARZ 1973).

2.2. Bau und Unterhalt der Nationalstrassen

Bis ins Jahr 1978 sind in der Schweiz nach Angaben des Bundesamtes für Strassenbau 1014 km Nationalstrassen gebaut und dem Verkehr übergeben worden. Es muss mit einer Fläche von ca. 3000 ha an Böschungen, Querverbindungen, Rondellen und Rastplätzen gerechnet werden. Auch SKIRDE (1978) nimmt für einen km Bundesautobahn in der BRD 2-5 ha Begrünungsfläche an. Diese Umgebungsflächen müssen alle begrünt oder bepflanzt und gepflegt werden.

Zur einheitlichen Gestaltung und Begrünung dieser Umgebungsbauten und des Grünlandes von momentan 3000 ha hat die Kommission 7 des VSS (Verein Schweizeri-

scher Strassenfachleute verschiedene Richtlinien ausgearbeitet. Es sind dies die folgenden Normblätter der SNV (Schweizerische Normvereinigung):

- 640660a - 640669 zur Gestaltung
- 640671a - 640676 zur Bepflanzung und Ausführung
- 640725 zum Unterhalt.

Diese Richtlinien sind als Empfehlungen zu verstehen.

Die Richtlinien des VSS gelten sowohl für die eigentlichen Böschungen und Dämme, als auch für die Rondellen und Mittelstreifen. Die Bepflanzungsziele (nach VSS für die Schweiz und nach TRAUTMANN (1973) und SKIRDE (1978) für die BRD) sind:

- Schliessen von Bauwunden
- Erosionsschutz, Schutz vor Oberflächenrutschungen
- Blendschutz, räumliche Trennung, optische Führung, Schutz gegen Wind und Schnee
- Milderung der Emissionen, Lärmschutz, Abhalten von Staub und Russ
- Vereinfachung des Unterhalts.

Eine vom Autor im Jahre 1975 durchgeführte Umfrage bei den kantonalen Stellen, die für den Unterhalt zuständig sind, hat ergeben, dass vor allem eine niederwüchsige, erosionshemmende, pflegeleichte und gepflegt und sauber aussehende Vegetationsschicht erwünscht ist.

Die Ausführung der Strassenbauten ist einheitlich. Im allgemeinen wird an den Böschungen, die meistens eine Neigung von 60% aufweisen, eine ca. 5 m breite Rasenfläche geschaffen, die intensiv bewirtschaftet wird (Abb. 1). Die Humusierung der Dämme und Böschungen ist heute gering. Es wird das Auftragen von bis 10 cm Kulturerde empfohlen (BRENNEISEN, VOGEL, ODEBRECHT und ZELLER 1979). An den älteren Teilstücken wurde oft bis zu 30 cm humusiert, was sich aber vor allem wegen der Mäuse und der üppig aufwachsenden Vegetation nicht bewährt hat. Die angewandten Samenmischungen sind relativ artenarm und setzen sich hauptsächlich aus Gräsern zusammen (Tab. 1).

An die Aussaat - Arten werden laut Normenblatt 640671a folgende Anforderungen gestellt:

- rasche oberirdische und unterirdische Anfangsentwicklung
- Befähigung zum kurzfristigen Narbenschluss
- tiefe Wurzelbildung oder ausgeprägt dichtes Faserwurzelwerk
- anspruchslos in Bezug auf Boden, Klima und Pflege

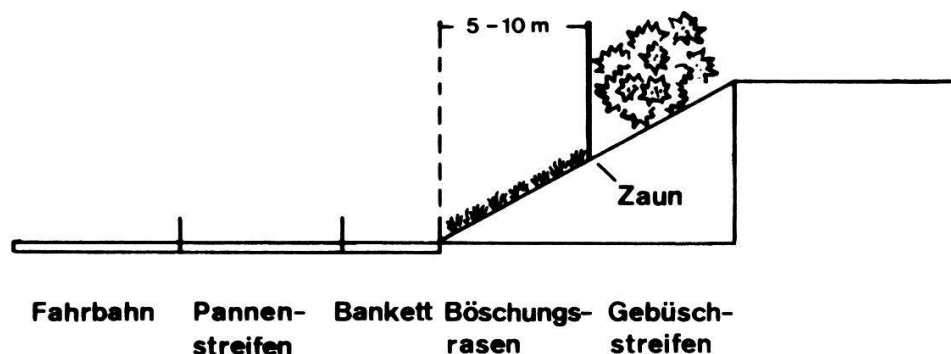


Abb. 1. Schematische Darstellung einer Böschung an einer Nationalstrasse.

- langlebig und ausdauernd
- kein übermässiges Blatt- und Stengelwachstum
- Saatgut jederzeit und preisgünstig durch schweizerische Samenfirmen lieferbar.

Je nach Standort werden 10 bis 40 g/m² der empfohlenen Mischungen ausgesät, meistens mit Hydro-Saat.

Zum Teil sind auch Samenmischungen ausgesät worden, die grosse Unterschiede zu den SNV-Normen aufwiesen. Oft wurden die gewünschten Zusammensetzungen der Samenmischungen von den Samenlieferanten nicht eingehalten und verschiedene Pflanzenarten durch andere, meist preisgünstigere, aber ökologisch andersartige Arten ohne Mitteilung an die Bauherren ersetzt. Die Empfehlungen bundesdeutscher Autoren (BOEKER 1965, 1970, LOHMEYER 1968, HILLER 1973, 1976, TRAUTMANN und LOHMEYER 1975, u.a.) für die Zusammensetzung der Samenmischungen lassen sich nicht ohne weiteres auf die Schweiz übertragen, da sie sich oft auf andere Standorts- und Klima-Verhältnisse beziehen. Einen weiten Ueberblick über verschiedenste Begrünungsmassnahmen vor allem auch in Problemgebieten gibt SCHIECHTL (1973).

Der Unterhalt variiert zwischen den einzelnen Kantonen nicht stark. Dagegen ist die Schnittfrequenz und der Typ der Mähmaschine verschieden. Die Mahd erfolgt je nach Kanton zwei- bis fünfmal jährlich. Die Mahd wird liegengelassen. Mähbeginn ist oft schon Mitte April. Der letzte Schnitt erfolgt bis in den

Tab. 1. Zusammensetzung der Samenmischungen nach Norm SNV 640671 a, Tabelle 2 (gekürzt), vom März 1974. Wiedergegeben mit der Erlaubnis der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

Pflanzenart	Mischungsrezepte			
	VSS A "Mittelland"	VSS B "Jura"	VSS C "Voralpen"	VSS E "Trockenzonen"
Gewichts-Prozente				
<i>Achillea millefolium</i>	-	1	1	1
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	5
<i>Agrostis tenuis</i>	5	5	5	5
<i>Bromus erectus</i>	-	5	5	5
<i>Bromus inermis</i>	-	-	-	5
<i>Dactylis glomerata</i>	-	5	5	5
<i>Festuca arundinacea</i>	-	10	-	-
<i>Festuca ovina</i>	10	10	10	10
<i>Festuca rubra commutata</i>	23	15	15	15
<i>Festuca rubra rubra</i>	25	25	25	30
<i>Lolium perenne</i>	20	10	5	-
<i>Lotus corniculatus</i>	5	5	5	5
<i>Medicago lupulina</i>	-	5	5	-
<i>Onobrychis sativa</i>	-	-	5	-
<i>Poa compressa</i>	-	-	-	4
<i>Poa pratensis</i>	10	-	5	-
<i>Sanguisorba minor</i>	-	-	-	5
<i>Trifolium hybridum</i>	-	-	5	-
<i>Trifolium repens</i>	2	4	4	5
	100	100	100	100

Oktober. BRENNEISEN, et al. 1979 schreiben: "Alle möglichen Geräte wie Balken-, Sichel-, Spindel- und Schlegelmäher werden verwendet; aber auch Sensen, landwirtschaftliche Ladewagen und Sauggebläse sind noch im Gebrauch." Balkenmäher und Ladewagen werden aber an den eigentlichen Böschungen kaum eingesetzt.

Herbizide und Wachstumshormone wurden in verschiedenen Kantonen ausprobiert. Diese Versuche wurden wegen zu hohen Kosten oder zu geringem Erfolg meist wieder eingestellt. Regelmässig werden artspezifische Herbizide zur Bekämpfung der Blacken (*Rumex obtusifolius*) und der Disteln (*Cirsium* sp. und *Sonchus* sp.) eingesetzt. Ebenso wird im Kanton Zürich beidseits der Zäune auf einem 20 -

80 cm breiten Streifen Total-Herbizid gespritzt. Bei massenhaftem Auftreten von Disteln wird Herbizid auch über grosse Flächen gespritzt.

Die SNV - Normen 640725 und auch BRENNEISEN et al. (1979) empfehlen so wenig wie möglich Herbizide zu verwenden. Im Normenblatt steht: "Nach Möglichkeit soll ein Weg gesucht werden, ohne die Verwendung chemischer Mittel auszukommen, um Luft, Boden und Wasser nicht unnötig mit Giftstoffen zu belasten. Die Nebenwirkungen vieler im Handel erhältlichen Produkte sind noch zu wenig erforscht."

2.3. Geographische Verbreitung, Standort und Vegetation der Untersuchungsflächen.

2.3.1. Geographische Verbreitung

Sämtliche Untersuchungsflächen (Nr.01 - 77) liegen an Böschungen der Nationalstrassen im nördlichen Teil des schweizerischen Mittellandes in den Kantonen Bern, Solothurn, Aargau, Zürich und Thurgau und im Jura in den Kantonen Solothurn, Baselland, Aargau und Schaffhausen (Abb. 2). Die höchstgelegene Fläche liegt auf 620 m, die niedrigstgelegene auf 320 m ü.M.

2.3.2. Standortbedingungen

Klima und Relief. Alle Flächen liegen im humiden Klimabereich, wobei sich die nördlichen Flächen durch weniger Niederschläge, weniger Nebeltage, etwas früheren Frühlingsbeginn und damit etwas längerer Vegetationsperiode auszeichnen. Grob kann ein Trockenheits- und Wärmegradient von den südlichen zu den nördlichen Flächen angenommen werden.

Sämtliche Untersuchungsflächen weisen eine Neigung von 60% auf und sind SE- bis SW- exponiert.

Muttergestein und Boden. Die Untersuchungsflächen befinden sich auf zwei Standorten mit unterschiedlichem Muttergestein. Im Mittelland haben wir als Ausgangsgestein vor allem Moränen der Würmeiszeit, im Jura hauptsächlich Kalkgesteine verschiedener Formationen. Da die Böden alle aus geschüttetem Material bestehen und es sich also mit wenigen Ausnahmen um Rohböden im Initialstadium handelt, spielt die mineralogische Zusammensetzung noch keine grosse

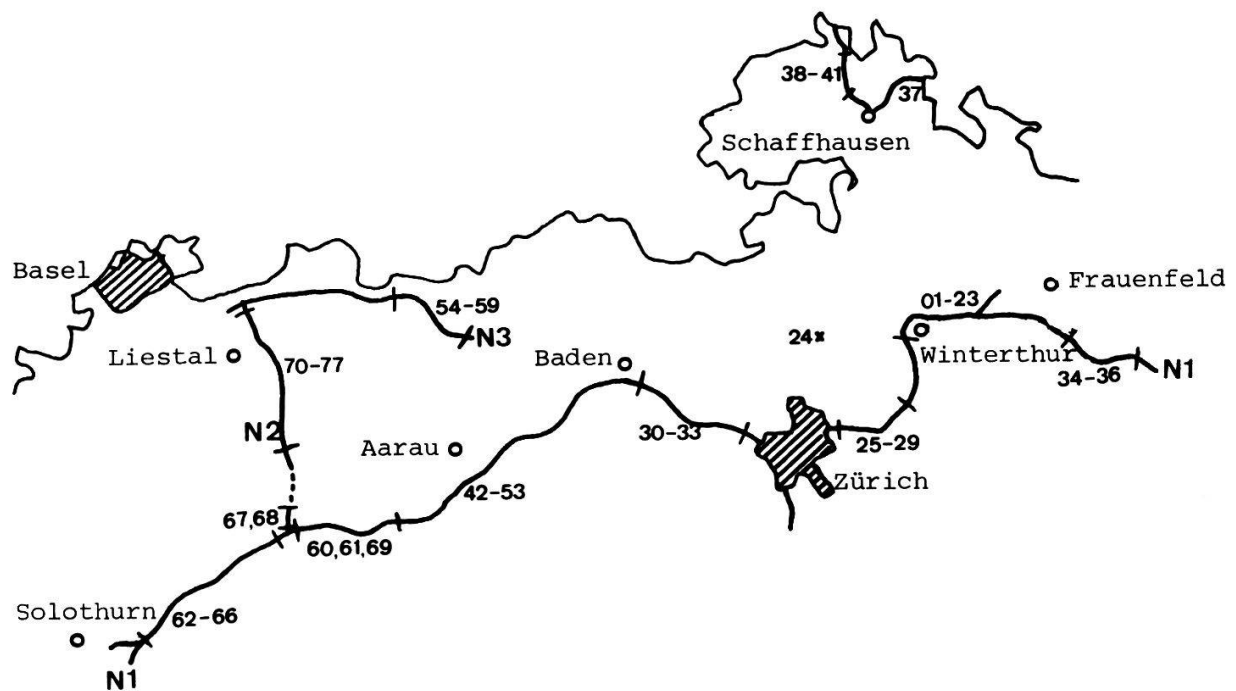


Abb. 2. Geographische Lage der Aufnahmeflächen (Nr. 01 - 77)

Rolle (GANSSEN 1965). Erst mit der Weiterentwicklung dieser Regosole zu Pararendzinen und Braunerden im Mittelland und zu Kalkrendzinen im Jura wird sich ein grösserer Standortsunterschied herausbilden (Abb. 3).

An einigen Orten wurde auf das anstehende Gestein ortsfremdes Bodenmaterial von 20 - 30 cm Mächtigkeit aufgetragen. Diese Böden, wenn man hier überhaupt von Böden reden darf, können sehr schwer klassifiziert werden. Sie dürften am ehesten mit Pararendzinen vergleichbar sein.

Die Regosole zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus (GANSSEN 1965 und SCHROEDER 1972): wenige Sorptionsträger (Huminstoffe und Tonminerale), viel Skelett, grosse Durchlässigkeit und wenig pflanzenverfügbare Nährstoffe. Da es sich bei den Nationalstrassenböschungen häufig um Schüttungen handelt, finden wir eine überdurchschnittlich grosse Inhomogenität und Durchmischung des Muttergesteins. Dies kann auch dazu führen, dass stellenweise nährstoffreiche oder undurchlässige Bodenverhältnisse auftreten.

Mischgesteinsrohboden
(Regosol)
geschüttet



Mullpararendzina



Braunerde



Parabraunerde
(Lessive)

Kalkgesteinsrohboden
(Regosol)
geschüttet



Kalkrendzina

Abb. 3. Unterschiedliche Entwicklung der Böden auf Würmmoränen und auf Kalk.

2.3.3. Vegetation

2.3.3.1. Potentielle natürliche Vegetation und Vegetationsentwicklung

Als potentielle natürliche Vegetation können im Schweizer Mittelland verschiedene Gesellschaften der Buchenwälder angesehen werden (Gesellschaftsnamen und -nummern nach ELLENBERG und KLÖTZLI 1972). Es dürfte sich an den südexponierten 60% geneigten Hängen meist um trockene Buchenwälder eher basischer Böden handeln (*Carici albae-Fagetum caricetosum montanae*, Nr. 15). Stellenweise auf schwach sauren trockenen Böden kommt auch das *Galio odorati-Fagetum luzuletosum* (Nr. 6) oder *Galio odorati-Fagetum typicum* (Nr. 7) in Frage. Im Jura sind am ehesten die wärmeliebenden Laubmischwälder (*Carici albae-Fagetum typicum*, Nr. 14; *Pulmonario-Fagetum typicum*, Nr. 9) und Uebergänge zu trockenen Eichenwäldern (z.B. *Arabidi turritae-Quercetum pubescentis*, Nr. 38) zu erwarten.

Ueber die Entwicklung von künstlich geschaffenen Vegetationswüsten bis zur endgültigen Waldgesellschaft ist wenig bekannt, da erst in den letzten Jahrzehnten so grossflächig vegetationslose Stellen geschaffen worden sind. Wie sich nach der Schaffung dieser vegetationslosen Stellen auf Rohböden die Entwicklung natürlich, dh. ohne menschlichen Eingriff, abwickeln könnte, lässt sich nur vermuten.

Anfänglich sind recht viele Pflanzenarten der Ruderalgesellschaften zu erwarten. Später werden sich verschiedene andere Pflanzenarten aus der Umgebung

einstellen, insbesondere Arten mit einer raschen Verbreitung wie Ackerunkräuter. Ebenso dürften sich bald auch verschiedene Büsche und andere Arten der Saumgesellschaften ansiedeln. Es ist anzunehmen, dass es sich um Vegetationszusammensetzungen handelt, die recht unterschiedlich, zufällig und instabil sind. Eine mögliche Sukzession in Südlagen auf trockenen eher nährstoffarmen Rohböden ist in Abb. 4 dargestellt.

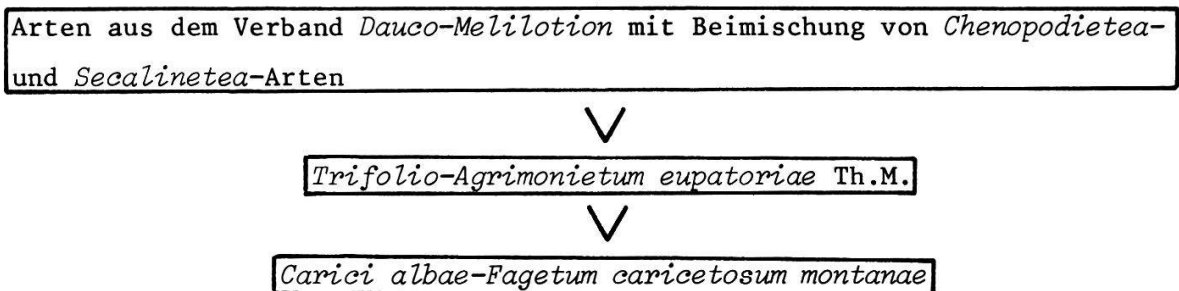


Abb. 4. Eine mögliche Vegetationsentwicklung auf Rohböden im schweizerischen Mittelland.

Da die Bodenentwicklung sehr langsam vor sich geht, kann angenommen werden, dass es Jahrzehnte dauert, bis ein Klimaxwald entstanden ist. Aus Gründen der Verkehrssicherheit ist es nicht möglich, Wald bis an die Autobahn aufkommen zu lassen. Es muss deshalb an der Böschung eine Grünland-, Saum- oder Buschgesellschaft geschaffen werden. Theoretisch kommen alle anthropogenen Grünland-, Busch- oder Saumgesellschaften in Frage, die den Standortsverhältnissen entsprechen. Entscheidend ist, wie bewirtschaftet wird.

2.3.3.2. Angestrebte Vegetation

Grundsätzlich wird heute von der Seite des Autobahnunterhalts eine Vegetationsdecke angestrebt, die die Erosion verhindert, pflegearm ist, wenig Biomasse produziert, stabil ist und das Eindringen von Unkräutern wie Blacken (*Rumex obtusifolius*), Disteln (*Cirsium* sp., *Sonchus* sp.), etc. verhindert.

Will man die Böschungen aber auch für Naturschutzzwecke nutzen, so kommen noch

weitere Anforderungen an die Vegetation hinzu. Es wären alle artenreichen, stabilen Lebensgemeinschaften mit seltenen oder vom Aussterben bedrohten Pflanzenarten erwünscht. An den südexponierten eher trockenen Böschungen sind dies vor allem Saumgesellschaften, trockene Magerrasen und trockene Fettwiesen.

Da sowohl die Anforderungen des Autobahnunterhalts, wie auch des Naturschutzes eine eher extensive Bewirtschaftung bei mageren Standorts-Verhältnissen wünschen, sollte eine Lösung gefunden werden können, die beiden Richtungen gerecht wird. Schwierigkeiten ergeben sich vor allem, weil heute aus finanziellen Gründen die Mahd nicht zusammengereimt und weggeführt wird.

Die untenstehenden pflanzensoziologischen Einheiten erscheinen aus der Sicht des Naturschutzes bei den herrschenden klimatischen und edaphischen Faktoren als die wahrscheinlich erstrebenswertesten:

a. *Saumgesellschaften*. Auf den untersuchten, kalkreichen, trockenen und mesophilen Standorten kommt in erster Linie die Assoziation des *Trifolium-Agrimoniae eupatoriae* (Klee-Odermenningsaum) aus dem Verband des *Trifolium medii* in Frage. Diese bei OBERDORFER (1978) beschriebene Saumgesellschaft entspricht der von MOOR (1962) im Elsass, in Südbaden und der Nordwestschweiz beschriebenen Gesellschaft des *Origano-Brachypodietum* (Dost-Fiederzwenkengesellschaft). Diese Gesellschaft ist häufig in aufgelassenen Mesobrometen und Glatthaferwiesen zu finden, sowie an anthropogenen Sekundärstandorten wie Wegrändern, Ackerrainen, Böschungen und Feldhecken. Die Verbreitung auf Sekundärstandorten, die noch nicht entkalkt und südexponiert sind, entspricht genau den untersuchten Standorten an den Nationalstrassen. Ueber die Verbreitung dieser Gesellschaft ist wenig bekannt, es ist aber anzunehmen, dass auch diese Lebensgemeinschaft bereits stark zurückgeht.

Der Verband des *Geranium sanguinei* ist auf extreme, das heisst trockene und warme Standorte beschränkt und kommt daher nur in Ausnahmefällen in Frage.

b. *Trockene Magerrasen*. Als naheliegendste Vegetation kommen die Gesellschaften des *Mesobromion* in Frage. Sie gedeihen im Mittelland vor allem an Südlagen und eher an trockenen und mageren Standorten und werden regelmässig gemäht oder beweidet. Wegen ihrer grossen Gefährdung (WILDERMUTH 1974, 1978; KLEIN 1977) ist die Neuschaffung sinnvoll und dringlich. Da sie sich neben dem grossen Artenreichtum auch noch durch eine relativ niedrige Produktion auszeichnen, entsprechen sie auch den Zielen des Unterhalts.

c. *Trockene Fettwiesen*. Das *Arrhenatheretum brometosum* (SCHNEIDER 1954) ist

auch stark im Rückgang begriffen und zeichnet sich durch eine grosse Artenzahl aus. Die Standortverhältnisse entsprechen stellenweise auch dieser Gesellschaft.

2.3.3.3. Erwartete Vegetation

Unter den heutigen Bewirtschaftungsmethoden, nach den ausgesäten Samenmischungen und den gegebenen Standortverhältnissen kann eine Vegetation erwartet werden, die recht heterogen zusammengesetzt ist, dh. eine Vegetation, die Elemente aus den verschiedensten pflanzensoziologischen Einheiten enthält. Neben den angesäten Arten wandern viele Arten aus der näheren und weiteren Umgebung ein: aus dem Landwirtschaftsland (Grün- oder Ackerland), von Magerwiesen, von Säumen, von Hecken, von Ruderalgesellschaften und ev. auch aus den verschiedenen Waldgesellschaften (Abb. 5). Wie stark die eingewanderten Pflanzenarten aus den verschiedenen Vegetationstypen vertreten sind, hängt von deren Häufigkeit in der Umgebung und von der Konkurrenz der übrigen Arten ab.

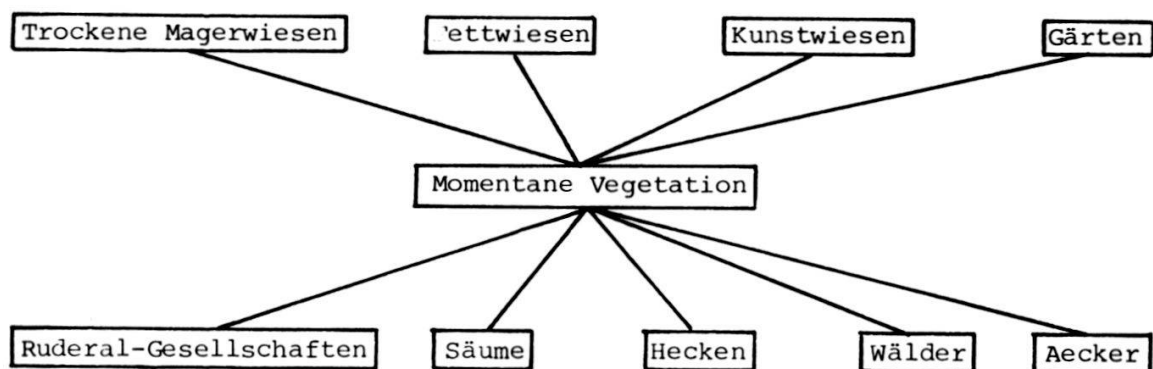


Abb. 5. Vegetationseinheiten aus denen Arten einwandern können.

Die Pflanzen, die heute an den Autobahnböschungen zu finden sind, müssen den häufigen Schnitt ertragen und mit relativ wenig Humusgehalt im Boden keimen und aufwachsen können.

2.4. Auswirkungen des Baus und des Betriebs der Nationalstrassen

Neben den Auswirkungen des Autobahnbaus und des Verkehrs auf Landschaft, Vegetation und Tierwelt, gibt es noch viele Einflüsse auf weitere Bereiche, die hier nicht behandelt werden sollen: unter anderem Einflüsse auf das Grundwasser und den Wasserhaushalt sowie soziale, ökonomische, klimatische, verkehrs-, energie- und siedlungspolitische Auswirkungen. Eine umfassende Übersicht darüber gibt die Arbeit "Nuisance de la route" von BÜCHER, ERBETTA, GRAU, ROLLIER und WEBER (1973).

2.4.1. Auswirkungen auf die Landschaft

Der Bau einer Nationalstrasse im schweizerischen Mittelland führt notwendigerweise zum Verbrauch von Kulturland und Wald. Nach VAN DIEST und DE SLOOVER (1976) muss pro km Autobahn mit einem Verlust von 8 - 25 ha Landwirtschaftsland gerechnet werden. Die land- und forstwirtschaftliche Produktion wird vermindert und Erholungsräume zerschnitten oder zerstört. Auch kann nicht vermieden werden, dass Naturschutzgebiete zerstört oder tangiert werden, da dieses als unproduktiv angesehene Land viel preisgünstiger ist als land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Bevorzugung von Naturschutz-Gebieten als Autobahn-Bauland bestätigen auch VAN DIEST und DE SLOOVER (1976) für Belgien.

Der Bau einer mehrspurigen Strasse bedeutet immer einen grossen Eingriff in die Landschaft, dies nicht nur im optischen und ästhetischen Bereich, sondern auch direkt in die ökologischen Funktionen eines Gebietes. Nach HAMANN (1960), BÜCHER et al. (1973), DUNBALL (1974), DE SLOOVER (1975) und VAN DIEST und DE SLOOVER (1976) sind unter anderem folgende ökologisch bedeutsame Eingriffe in den Landschaftshaushalt festzustellen:

- Zerstörung und Zerstückelung von Standorten und Ökosystemen
- Schaffung von ökologischen Barrieren (Erschwerung der Samenverbreitung, Verminderung des Gen-Austausches, Unterbrechung von Tier-Wanderungen)
- Förderung der Floren- und Faunenverarmung
- Zerstörung von geomorphologischen Elementen (Veränderung des Reliefs, Aus-ebnen der Landschaft, Anschneiden von Hängen, Aufschütten von Dämmen)
- Eingriffe in den Wasserhaushalt

- Produktionsverluste in allen umliegenden Oekosystemen
- Zerstörung von Erholungs- und Kulturräumen
- Schaffung von neuen ökologischen Nischen.

2.4.2. Emissionen beim Betrieb der Nationalstrassen (Verkehrsemissionen)

Neben den oben genannten Auswirkungen auf die Landschaft und den Landschaftshaushalt sind verschiedene direkte Einflüsse durch den Verkehr festzustellen. Die grösste Rolle für die umliegenden Oekosysteme scheinen die staubförmigen Emissionen (darunter das Blei) zu spielen, wobei hier die strassennahe Vegetation und Bodenfauna weitaus am stärksten in Mitleidenschaft gezogen werden. Verschiedene Autoren (SUCHODOLLER 1967, KELLER 1972 und 1974, STEUBING und KIRSCHBAUM 1976) weisen darauf hin, dass die verkehrsbedingten Staubbisfälle bis in über 100 m Entfernung von der Fahrbahn nachweisbar sind. Eine Zusammenfassung der wichtigsten verkehrsbedingten Emissionen ist in Tab. 2 gegeben.

Tab. 2. Die wichtigsten Verkehrsemissionen

gasförmige Emissionen <ul style="list-style-type: none"> - CO - CO₂ - SO₂ - NO_x - Kohlenwasserstoffe - polyzyklische Aromate - Äthylen - Photo-smog 	Lärm	feste Emissionen <ul style="list-style-type: none"> - Russ - Blei - Gummiabrieb - Asbestabrieb - Müll
	flüssige Emissionen <ul style="list-style-type: none"> - Salzwasser 	

Von keiner der in Tab. 2 genannten Emissionsarten kann bei den heutigen Verkehrsdichten nachgewiesen werden, dass sie allein sichtbare Schäden hervorruft. Das Fehlen von sichtbaren Schäden an Pflanzen des Randbereichs von Autobahnen sagt natürlich noch nichts über das Auftreten von physiologischen oder ökologischen Folgeschäden aus. Die Menge der emittierten Stoffe ist recht gross. Nach der Berechnungsweise von IMPENS und DEROANNE-BAUWIN (1975) muss auf einem Kilometer Nationalstrasse mit einer Bleiemission von 450 kg pro Jahr gerechnet werden. Diese Zahlen beruhen auf einem durchschnittlichen Tagesver-

kehr von 32 000 Fahrzeugen, wie es auf der N 1 bei Winterthur im Jahre 1978 der Fall war (BUNDESAMT FUER STRASSENBAU 1979). Nicht nur das Blei, sondern auch andere, der in Tab. 2 aufgeführten Stoffe führen zu physiologischen Schädigungen von Pflanzen, Bodenorganismen und Tieren und vor allem auch zu ökologisch bedenklichen Anreicherungen oekosystemfremder Verbindungen im Boden und in den Nahrungsketten. Ein mögliches Wirkungsgeflecht der Verkehrsemissionen ist in Abb. 6 dargestellt.

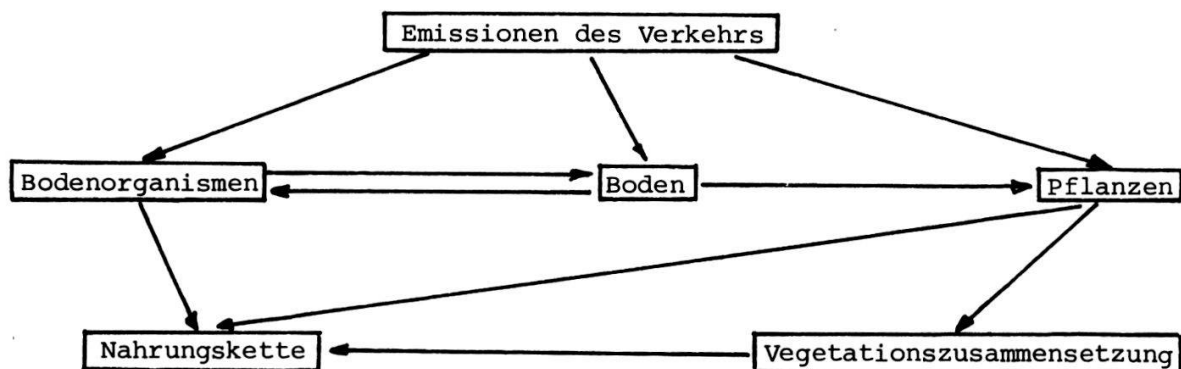


Abb. 6. Zusammenhänge der Wirkungen von Verkehrsemissionen auf ein Ökosystem.

2.4.3. Auswirkungen auf die Vegetation

Direkte, äusserlich sichtbare Pflanzenschädigungen durch verkehrsbedingte Emissionen sind nach DÄSSLER (1976) und STEUBING und KIRSCHBAUM (1976) bisher nur in geringem Masse beobachtet worden. Den grössten Einfluss haben die staubförmigen Emissionen, welche eigentliche Verschmutzungseffekte auf den Blättern hervorrufen können. Als Schäden an Pflanzen bei Laborversuchen sind beobachtet worden: Reduktion des Chlorophylls, des Adenosintriphosphats, der Photosynthese, der Biomasse und des Trockengewichts; Nekrosen; Chlorosen; weniger Blüten und Früchte. Einzelne Pflanzengruppen (Flechten, Moose, Koniferen) scheinen bei hohen Emissionswerten nicht mehr existieren zu können (STEUBING und KIRSCHBAUM 1976). Es ist schwer zu sagen, welche Schäden durch welche Stoffe verursacht werden, da ja immer eine Kombination aller Schadstoffe einwirkt und neben den Verkehrsemissionen auch die allgemeine Luftverschmutzung

(vor allem Schwefeldioxid) ihre Wirkung hat. Die Auswirkungen der zivilisationsbedingten Luftverunreinigungen auf die Vegetation werden in den beiden Werken von MUDD und KOZLOWSKI (1975) und DÄSSLER (1976) ausführlich dargestellt. Ob und in welchem Masse gewisse Pflanzenarten spezifisch geschädigt werden, ist nicht bekannt. Da vor allem der auf den Blättern abgelagerte Staub eine wichtige Rolle zu spielen scheint, kann angenommen werden, dass die breitblättrigen Kräuter zu Gunsten der schmalblättrigen und der Gräser zurückgedrängt werden. PFEFFER (1978) hat dieses Phänomen in stark immissionsbelasteten Wäldern auch beobachtet. Der selbe Autor und ODZUCK (1978) beobachteten zudem, dass die Vegetation in Strassennähe oft lückig ist. Dies dürfte sicher zum Teil auf die Anwendung des Streusalzes und den Müll (bis 8 g pro m² Böschung und Jahr), der von den Autofahrern weggeworfen wird, zurückzuführen sein.

2.4.4. Auswirkungen auf den Boden.

Nach DÄSSLER (1976) und PFEFFER (1978) führen die Verkehrsemissionen zu einer Versauerung des Bodens, welche noch verstärkt werden kann, wenn Koniferen, die besonders anfällig sind, die Streu mit überhöhtem Nadelwurf anreichern. Die Sulfate, die durch die SO₂-Emissionen bedingt sind und in den Boden gelangen, senken den pH-Wert ebenfalls und verändern das Nährstoffangebot stark, da Sulfate im allgemeinen schwer löslich und damit für die Pflanzen schwer verfügbar sind (DÄSSLER 1976). Der Russ und andere staubförmige Emissionen führen zu einer Verkrustung der Bodenoberfläche.

Eine bedeutende Wirkung auf den Boden hat auch die kontinuierliche Anreicherung von toxischen Schwermetallen im Boden, wie Blei, Zink und Cadmium (BÜCHER et al. 1973, QUARLES, HANAWALT und ODUM 1974, WARD, BROOKS und REEVES 1974, HORAK und HUBER 1974, DÄSSLER 1976). Die Bodenstruktur wird durch die Verminderung der Regenwürmerpopulation in Strassennähe negativ beeinflusst (DÄSSLER 1976, PFEFFER 1978), da die Krümelung abnimmt.

2.4.5. Auswirkungen auf die Bodenorganismen

Nach DÄSSLER (1976) vermindert sich die Aktivität der Bodenorganismen in der Strassennähe, was zu einem verminderten Streueabbau und damit zur Anreicherung

von Rohhumus führt. Dies fördert die Versauerung und mindert die Nährstoffverfügbarkeit. Ebenso wird die Arten- und Individuenzahl der Bodenorganismen reduziert, insbesondere die der Regenwürmer (DÄSSLER 1976, IRELAND 1977, PFEFFER 1978). Nach IRELAND konnten in *Dendrobaena rubida* bis zu 4000 ppm Blei im Trockengewicht gemessen werden.

2.4.6. Auswirkungen auf die Nahrungskette und den Menschen

Auswirkungen auf die Nahrungskette sind vor allem über das Blei bekannt. Die grossen Mengen des emittierten Bleis werden sowohl in den Bodenorganismen als auch im Boden und in und auf den Pflanzen angereichert. Diese Anreicherung erhöht sich dann auf jeder trophischen Stufe. Sie führt dazu, dass die Arten- und Individuenzahl zB. bei einigen Carabiden in Strassennähe zurückgeht (MAURER 1974). Verschiedene Samenfresser und vor allem auch monophage Insekten verschwinden nach PFEFFER (1978) in einem stark immissionsbeeinflussten Wald. QUARLES et al. (1974) stellte eine Bleianreicherung in Kleinsäugern fest. Nach ODZUCK (1978) werden Vögel und Säuger vom Verkehrslärm abgeschreckt.

Der Gehalt an Blei auf Kulturpflanzen ist in der Nähe von Strassen recht hoch und dürfte gesundheitsschädlich sein (KELLER 1970). Nach STROHM (1977) gelangt das Blei auch ins Trinkwasser und überschreitet den von der Weltgesundheitsorganisation vorgeschlagenen Toleranzwert von 50 µg/l bis zu 50%. Der gleiche Autor und BRYCE-SMITH, MATHEWS und STEPHENS (1978) weisen auch auf die erhöhte Krankheitsanfälligkeit von Arbeitern hin, die ständig den Verkehrsemissionen ausgesetzt sind wie zB. Tankwarte, Müllabfuhrleute und Autobahn-Unterhaltsarbeiter. Eine Gefahr für die Gesundheit der Menschen bilden auch die zyklischen Kohlenwasserstoffe und die Anreicherung des kanzerogenen Asbests.

3. Methoden

3.1. Vegetationskundliche Methoden

3.1.1. Vegetationsaufnahmen

Das Prinzip der Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) und ELLENBERG

(1956) beruht auf der Reduktion der gesamten Information über eine bestimmte Vegetation auf eine Liste sämtlicher vorkommender und bestimmbarer Pflanzenarten und die Schätzung ihrer jeweiligen Häufigkeit und Deckung.

In der vorliegenden Arbeit wurde diese Methode der Vegetationsaufnahme angewandt. Die Aufnahmen wurden alljährlich in den Monaten April bis Juni durchgeführt und in den Monaten August bis Oktober bei einem zweiten Besuch ergänzt. Zur Bestimmung der fertilen Gefässpflanzen und zur Namengebung wurde die Flora der Schweiz von HESS, LANDOLT und HIRZEL (1967-1972) und der separate Bestimmungsschlüssel der gleichen Autoren aus dem Jahre 1976 benützt. Zum Bestimmen der meist sterilen Pflanzen (sehr frühes und häufiges Mähen) wurden die Schlüssel von KLAPP (1958) und (1965), SCHWÄR, FEYERABEND und GOLTZ (1970) und KLÖTZLI (1977) beigezogen. Auf die Bestimmung der Moose wurde verzichtet.

Die Vegetationsaufnahmen wurden in Flächen der Grösse fünf mal zehn Meter (längere Kante parallel zur Strassenführung), jeweils mindestens einen Meter vom Strassenrand entfernt, vorgenommen.

3.1.2. Beschreibung und Klassifizierung der Vegetation

Zur Beschreibung der Vegetation bestimmter Standorte können unterschiedliche Methoden angewandt werden. Die häufigste Methode ist die in Kapitel 3.1.1 genannte. Die so gewonnenen Daten können in einer Liste dargestellt werden. Handelt es sich aber um grössere Datenmengen, so können diese Listen den Ansprüchen nicht mehr genügen, da bald die Uebersicht verloren geht. Daher ist es notwendig, eine andere Darstellungsart zu wählen und auch Klassifizierungen vorzunehmen. Eine Möglichkeit dazu ist die Darstellung in einer geordneten Vegetationstabelle, in der ähnliche Aufnahmen und ähnliche Arten in Gruppen gefasst und dargestellt werden. Diese Darstellung ermöglicht die Verallgemeinerung der Aussagen, das Ziehen von Schlussfolgerungen und schliesslich die Definition von Pflanzengesellschaften. Die Darstellung der vorliegenden Resultate der Vegetationsaufnahmen in einer geordneten Vegetationstabelle war aus folgenden methodischen Gründen nicht möglich:

1. In der Pflanzensoziologie wird bei der Beschreibung von Pflanzengesellschaften stark von der Annahme einer stabilen Vegetationszusammensetzung ausgegangen. Eine Pflanzengesellschaft ist durch einen momentanen Zustand (Zeitpunkt der Aufnahme) definiert. Handelt es sich nun aber um Vegetationszusam-

mensetzungen, die sich in rascher Entwicklung befinden und somit instabil sind, so bereitet die Zuordnung zu bereits beschriebenen Gesellschaften grosse Mühe.

2. Auf jungen und insbesondere auch auf künstlich geschaffenen Böden wirkt sich eine kleinflächige Inhomogenität in den Standortsfaktoren sofort auf die Pflanzendecke aus (BATES 1937). In alten stabilen Beständen sind diese Inhomogenitäten stärker ausgeglichen.

3. Die Art und Weise der Bewirtschaftung ist bei den anthropogenen Wiesen einer der wichtigsten Standortsfaktoren. In den untersuchten Flächen kann in Bezug auf Schnittfrequenz und Schnittzeitpunkt von Jahr zu Jahr und von Kanton zu Kanton ein grosser Unterschied festgestellt werden. Dies wirkt sich ebenfalls auf die Vegetationszusammensetzung aus.

4. Der häufige und meist sehr frühe Schnitt, dh. die meisten Pflanzen konnten nicht blühend angetroffen werden, erschwerte die Bestimmungsarbeit sehr. Obwohl Bestimmungsliteratur für sterile Gräser und Krautpflanzen vorhanden ist, muss vor allem in den ersten zwei bis drei Jahren meiner Arbeit mit grösseren Fehlern gerechnet werden, als dies bei "Normal-Aufnahmen" der Fall sein dürfte.

5. Nach SKIRDE (1978) zeichnen sich die Kunst-Rasen auch durch eine starke jahreszeitliche Schwankung aus. Der Anteil von *Poa pratensis* schwankte im Verlaufe eines Jahres zwischen 25 und 70% Narbenanteil. Aus diesen Gründen konnte keine befriedigend geordnete Vegetationstabelle erstellt werden. Daher sind die Stetigkeiten der einzelnen Arten in Tab. 8. dargestellt. Da sich hier die Vegetationstabelle als ungeeignet erwies um die Vegetation zu beschreiben, wurden die untenstehenden (Kap. 3.1.2.1 - 3.1.2.4) Methoden angewandt.

3.1.2.1. Subjektive Auswahl und Beschreibungen

Mit Hilfe eines Fortran IV-Programms von WILDI, FEWSTER und ORLOCI (1978), welches die Aufnahmen nach der Grösse ihres Beitrags zur totalen Unterschiedlichkeit aller Aufnahmen ordnet und mit Hilfe der persönlichen Eindrücke aus der Feldarbeit wurden acht typische Aufnahmen ausgewählt und ihre besonderen Merkmale beschrieben.

Auffällige, seltene oder geschützte Arten oder Artkombinationen wurden herausgesucht und speziell beschrieben.

3.1.2.2. Berechnung der durchschnittlichen Zeigerwerte und des Anteils der Lebensformen

Mit Hilfe eines Fortran IV-Programmes von A. Keel, das am geobotanischen Institut der ETH deponiert ist, wurden die durchschnittlichen Zeigerwerte und der Anteil der verschiedenen Lebensformen in sämtlichen Aufnahmen berechnet. Die Zeigerwerte und die Zuordnung zu den einzelnen Lebensformen erfolgte auf Grund der Angaben in LANDOLT (1977). Für die Darstellung der Resultate und die Diskussion wurden die Gruppen p, i, n und j in eine Gruppe Holzpflanzen, die Gruppen c und z in eine Gruppe Chamaephyten und die Gruppen t und u in eine Gruppe Therophyten zusammengefasst.

3.1.2.3. Berechnung der durchschnittlichen Deckung und der Stetigkeit aller vorkommenden Pflanzenarten

Die durchschnittliche Deckung der einzelnen Arten pro Aufnahme und die Stetigkeit der einzelnen Arten im Laufe der letzten vier Untersuchungsjahre (1975 - 1978) wurde mit Hilfe eines Fortran IV-Programms berechnet. Um den Einfluss der Bewirtschaftung feststellen zu können, wurden drei unterschiedliche Gruppen von Daten berechnet. Die erste Gruppe umfasste sämtliche Aufnahmen (Nr. 01 - 77), die zweite alle Flächen, die brach liegen oder einmal gemäht und gereicht werden (Nr. 01, 03, 10, 18, 24, 25, 28, 35, 36) und die dritte Gruppe die geographisch vergleichbaren Flächen zu Gruppe zwei (Nr. 02, 04 - 09, 11 - 17, 19 - 23, 26, 27, 29 - 34), die zwei- bis viermal gemulcht werden. Die Resultate der einzelnen Gruppen wurden miteinander verglichen.

Zur Berechnung der Deckung wurden den Werten der Braun-Blanquet-Skala folgende Werte zugeordnet:

+	1	2	3	4	5
1%	3%	15%	37%	62%	87%

3.1.2.4. Vergleich der Vegetationsaufnahmen mit Vegetationstypen aus der Literatur

Um die Vegetationsentwicklung in den fünf Untersuchungsjahren (1974-1978) besser quantifizieren und die pflanzensoziologische Stellung besser orten zu

können, wurde die Aehnlichkeit jeder Vegetationsaufnahme zu fünf Vegetationstypen (Saum, Magerwiese, Unkraut- und Ruderalflur) berechnet. Als Aehnlichkeitsmass wurde die Chord-Distanz "r" gewählt, welche beim Wert "0" eine totale Identität und beim Wert 1.4142 ($\sqrt{2}$) eine absolute Unähnlichkeit der zwei verglichenen Aufnahmen zeigt.

$$r(x,y) = \sqrt{2 \frac{1 - s_{xy}}{(s_{xx} \ s_{yy})}}$$

Berechnet wurden die Aehnlichkeiten mit dem Fortran IV-Programm "Rese" von WILDI et al. (1978), wobei nur die An- oder Abwesenheit einer Pflanzenart, nicht aber die Häufigkeit in die Berechnung einging. Die Artenlisten für die Vegetationstypen sind in Tab. 3 - 7 dargestellt. Die Listen enthalten nur die Pflanzenarten, die in meinen Aufnahmen auch vorkommen. Auf die Stetigkeitswerte wurde verzichtet, da diese nicht in die Berechnung einbezogen worden sind. Alle Arten, die bei mir fehlen, wurden gestrichen, so dass die Vergleichslisten nicht ganz den in der Literatur angegebenen Listen entsprechen. Einzelne in meinen Aufnahmen vorkommende Arten fehlen in allen fünf Vergleichslisten, andere kommen in zwei oder dreien vor (z.B. *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*).

Für jede Aufnahmefläche wurden die 20 oder 25 berechneten Aehnlichkeiten in einer graphischen Darstellung und zehn Graphiken in Abb. 11 aufgezeichnet und dargestellt. Um die Interpretierbarkeit der Aehnlichkeiten etwas zu verbessern wurden noch zwei zusammenfassende Tabellen (17 und 18) erstellt. Wie in Kapitel 3.1.2.3 wurden wiederum drei Gruppen unterschieden. In jeder Gruppe wurde die Zu- resp. Abnahme der Aehnlichkeiten zu den Vergleichsvegetationen berechnet und dargestellt. Zur Feststellung der Zu- oder Abnahme wurde hier nur das erste mit dem letzten Untersuchungsjahr verglichen (Tab. 16) In Tab. 17 wurden noch die Prozent-Zahlen der gleichlaufenden Entwicklung der Aehnlichkeiten dargestellt.

3.1.3. Auspflanzversuche

Um abzuklären, welche Trockenrasenpflanzen sich zur Anreicherung der Böschungs-

Tab. 3. Artenliste Saum (*Trifolio - Agrimonietum eupatoriae* Th. Müller nach OBERDORFER 1978)

Achillea millefolium
Agrimonia eupatoria
Arrhenatherum elatius
Brachypodium pinnatum
Centaurea jacea
Chrysanthemum corymbosum
Chrysanthemum leucanthemum
Coronilla varia
Dactylis glomerata
Daucus carota
Euphorbia cyparissias
Fragaria vesca
Galium album
Galium verum
Glechoma hederaceum
Hypericum perforatum
Inula conyza

Knautia arvensis
Koeleria pyramidata
Lathyrus pratensis
Lotus Corniculatus
Origanum vulgare
Pimpinella saxifraga
Poa pratensis
Sanguisorba minor
Satureja vulgaris
Senecio jacobaea
Solidago virga - aurea
Taraxacum officinale
Trifolium medium
Verbascum sp.
Veronica chamaedrys
Vicia sepium
Viola hirta

vegetation eignen, wurden verschiedene Jungpflanzen von Arten mit Hauptverbreitung in trockenen Magerrasen ausgesetzt. Dabei wurde das Konzept der Auspflanzung und die Anordnung der Setzlinge immer nach den Erfahrungen des Vorjahres abgeändert. Die von HORSTMANN und SCHIECHTL (1979) empfohlene Einpflanzung von sogenannten Oekozellen, kam wegen der grossen Seltenheit der allfällig zu verpflanzenden Vegetation nicht in Frage. Daher wurden Samen gesammelt und die Arten in Töpfen aufgezogen.

Im Jahre 1974 wurden in Barga (SH) die Samen der Arten *Briza media* (Zittergras), *Centaurea scabiosa* (Skabiosen - Flockenblume), *Helianthemum ovatum* (Sonnenröschen), *Hippocrepis comosa* (Hufeisenklee), *Prunella grandiflora* (grossblütige Brunelle), *Salvia pratensis* (Wiesensalbei), *Sanguisorba minor* (kleiner Wiesenknopf) und *Scabiosa columbaria* (Tauben-Skabiose) gesammelt. Die Samen von *Pulsatilla vulgaris* (Küchenschelle) stammen von Unterstammheim (ZH). Die Samen wurden bis zum Januar 1975 bei Zimmertemperatur aufbewahrt und dann für drei Tage bei -20° vernalisiert. Ende Januar erfolgte die Aussaat in Saatschalen. Ausser *Salvia pratensis* keimten alle Pflanzen gut und wuchsen unter Gewächshausbedingungen sehr rasch auf, so dass sie bereits im März einzeln in Töpfe aus gepresstem Torfmull verpflanzt werden konnten. Bei *Briza media* wurden jeweils fünf Exemplare pro Topf (Durchmesser 10 cm, Höhe 10 cm)

Tab. 4. Artenliste "trockener Magerrasen" (*Mesobrometum erecti typicum* Scherrer nach BRAUN-BLANQUET und MOOR 1938)

<i>Achillea millefolium</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Hippocrepis comosa</i>
<i>Agrostis tenuis</i>	<i>Knautia arvensis</i>
<i>Ajuga genevensis</i>	<i>Koeleria pyramidata</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Anthyllis vulgaris</i>	<i>Linum catharticum</i>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Asperula cynanchica</i>	<i>Medicago lupulina</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>
<i>Bettonica officinalis</i>	<i>Ononis repens</i>
<i>Brachipodium pinnatum</i>	<i>Orchis morio</i>
<i>Briza media</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>
<i>Bromus erectus</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Carex montana</i>	<i>Plantago media</i>
<i>Carex verna</i>	<i>Potentilla verna</i>
<i>Carlina vulgaris</i>	<i>Primula veris</i>
<i>Centaurea jacea</i>	<i>Prunella grandiflora</i>
<i>Centaurea scabiosa</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	<i>Ranunculus bulbosus</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Salvia pratensis</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Dianthus carthusianorum</i>	<i>Scabiosa columbaria</i>
<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Sedum sexangulare</i>
<i>Euphorbia verrucosa</i>	<i>Stachys recta</i>
<i>Erigeron acer</i>	<i>Thlaspi perfoliatum</i>
<i>Festuca ovina</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Trifolium montanum</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Helianthemum ovatum</i>	

verpflanzt, bei allen andern Arten nur je ein Individuum. Das Einpflanzen in Gartenerde in Torftöpfe wurde gewählt, um den Pflanzen eine gute Starthilfe zu gewähren, indem sie so nach dem Ausbringen an die Böschungen anfänglich einen wurzelkonkurrenzfreien Raum zur Verfügung hatten. Bis Mitte Mai wurden nun die Pflanzen in Treibbeeten gehalten.

Im Mai 1975 wurden in vierzehn Flächen an den Autobahnböschungen 3 x 9 m grosse Flächen ausgesteckt und in jedem m² nach dem gleichen Bepflanzungsplan (Abb. 7) je eine Pflanze im Torftopf ebenerdig eingegraben.

Darauf erfolgte alljährlich eine Kontrolle. Die Auspflanzflächen sind wie folgt verteilt:

Verpflanzung 1975:									
PU	SA	PU	SC	PU	BR	C	PU	PU	
C	BR	PR	PU	C	SC	P	BR	SA	
PU	HI	SA	C	PU	PU	HE	PU	BR	

Verpflanzung 1976:									
3SA	3D	3HF	3D	3D	3HE	3BU	3D	3HE	3D
3HE	3D	3D	3HE	3SA	3D	3D	3A	3D	3HE
3D	3HE	3HE	3D	3HE	3D	3HE	3D	3HE	3D

Verpflanzung 1977:									
4SA	4D	4D	4PU	4D	4PU	4D	4PU	4PU	4SA
4D	4D	4PU	4D	4D	4SA	4PU	4PU	4D	4D
4PU	4D	4D	4PU	4D	4D	4PU	4D	4PU	4PU
4D	4PU	4D	4SA	4PU	4D	4PU	4D	4PU	4D
4PU	4D	4D	4D	4D	4PU	4D	4SA	4PU	4PU
4D	4PU	4PU	4D	4D	4D	4PU	4PU	4D	4D
4D	4SA	4D	4PU	4PU	4SA	4D	4D	4PU	4PU
4PU	4D	4D	4D	4PU	4D	4D	4PU	4D	4D
4D	4PU	4SA	4D	4PU	4D	4D	4D	3SA	4D

Abb. 7. Verpflanzungs-Schemata. A *Aster amellus*, BR *Briza media*, BU *Buphthalmum salicifolium*, C *Centaurea scabiosa*, D *Dianthus carthusianorum*, HE *Helianthemum ovatum*, HI *Hippocrepis comosa*, PR *Prunella grandiflora*, PU *Pulsatilla vulgaris*, SA *Sanguisorba minor*, SC *Scabiosa columbaria*

- übliche Bewirtschaftung (zwei- oder mehrmals mulchen):
 - im Mittelland: zwei Flächen (Nr. 01 bei Winterthur)
 - im Jura: drei Flächen (Nr. 70, 77 (2x) bei Giebenach)
- ein Schnitt pro Jahr und Wegführen der Mahd:
 - im Mittelland: drei Flächen (Nr. 01 bei Winterthur)
 - im Randen: drei Flächen (Nr. 37 bei Thayngen)
- keine Bewirtschaftung:
 - im Mittelland: drei Flächen (Nr. 03 (2x) bei Winterthur und Nr. 24 bei Bülach)

Im Frühling 1975 wurden im Garten des Geobotanischen Instituts die Samen von *Pulsatilla vulgaris* und im Sommer die von *Helianthemum ovatum* und *Sanguisorba minor* gewonnen und im Herbst in der Fläche Nr. 18 bei Oberwinterthur die von *Dianthus carthusianorum* (Karthäuser-Nelke) gesammelt. Die Samen von *Aster amellus* (Berg-Aster) und *Buphthalmum salicifolium* (Ochsenauge) stammen von Merishausen (SH). Die Behandlung der Samen und der ganze Verpflanzungsvorgang erfolgte auf die gleiche Art wie im Vorjahr. Der Verpflanzplan aber wurde abgeändert (Abb. 7). Die Felder wurden auf 3 x 10 m ausgedehnt und pro m² je drei Töpfe ausgepflanzt. Als Auspflanzflächen wurden gewählt:

- geschlossene Vegetation, einmal gemäht und gerecht: drei (Nr. 01 bei Winterthur, Nr. 34, 35 bei Hagenbuch)
- offene Vegetation, nicht bewirtschaftet: eine (Nr. 24 bei Bülach).

Sämtliches Saatgut im Jahre 1976 wurde von im Garten des Geobotanischen Instituts gezogenen Pflanzen gewonnen (*Dianthus carthusianorum*, *Pulsatilla vulgaris*, *Sanguisorba minor*). Die Behandlung der Samen und der Aufzucht- und Verpflanzungsvorgang waren die selben wie im Vorjahr. Diesmal wurde aber nur eine Fläche von 9 x 10 m bepflanzt (Abb. 7). Es handelt sich um eine Fläche auf unbegrüntem Moränenboden an einer frisch erstellten Böschung an der Umfahrung Glattfelden. Pro m² wurden jeweils vier Töpfe ausgepflanzt.

3.2. Bodenkundliche Methoden

3.2.1. Probenahme

Die Bodenproben wurden nach der bei GIGON (1968) beschriebenen Methode in allen Flächen, wo Vegetationsaufnahmen gemacht worden sind, aus der Tiefe 1 -

Tab. 5. Artenliste "Fettwiese" (*Arrhenatheretum typicum* nach SCHNEIDER 1954)

<i>Ajuga reptans</i>	<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Anemone nemorosa</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Lolium multiflorum</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Myosotis arvensis</i>
<i>Bromus mollis</i>	<i>Pimpinella major</i>
<i>Campanula patula</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Centaurea jacea</i>	<i>Poa pratensis</i>
<i>Cerastium caespitosum</i>	<i>Poa trivialis</i>
<i>Chaerophyllum silvestre</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	<i>Ranunculus friesianus</i>
<i>Crepis biennis</i>	<i>Rumex acetosa</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Silene flos - cuculi</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Festuca pratensis</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Galium album</i>	<i>Trisetum flavescens</i>
<i>Glechoma hederaceum</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Heracleum sphondyleum</i>	<i>Veronica chamaedrys</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Vicia sepium</i>
<i>Knautia arvensis</i>	

11 cm im März 1978 entnommen.

3.2.2. Bodenanalysen

Für sämtliche Analysen wurde der frische Boden auf 2 mm gesiebt.

Anteil fester Bodenteile: Zur Bestimmung des Anteils der festen Bodenteile wurde der frische Boden während 24 Stunden im Trockenschrank bei 105°C erhitzt.

Gesamt-Stickstoff: Der Gesamt-Stickstoff wurde nach der Kjeldahl-Methode (STEUBING 1965) bestimmt. Phosphat: Um den Phosphat-Gehalt zu bestimmen, wurde der lufttrockene Boden während 30 Minuten in 0,5 n Natriumbicarbonat-Lösung geschüttelt und anschliessend zentrifugiert. Nach der Zugabe von 5 n Schwefelsäure wurden die Proben auf 90°C erhitzt, und anschliessend eine Lösung mit Ammoniummolybdat, Kaliumantimonyltartrat und Ascorbinsäure zugegeben. Nach 10 Minuten wurde die Färbungsintensität bei 840 nm im Flammenspektrometer bestimmt (KUHN, LEUPI, OBERHOLZER und TSCHÜTSCHER 1978).

Humus (organischer Kohlenstoff): Die Bestimmung der organischen Bodensubstanz erfolgte durch nasse Verbrennung (STEUBING 1965).

pH: Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte auf die gleiche Weise wie bei WILDI (1977).

CaCo₃: Die Karbonat-Bestimmung wurde nach STEUBING (1965) durchgeführt.

Blei: Der luftgetrocknete Boden wurde mit 0,02 m EDTA ausgezogen und mit dem Atom-Absorber (Perkin-Elmer 373) bestimmt (HANSEN und JENSEN 1974).

Tab. 6. Artenliste "Unkrautflur" (zusammengestellt nach ELLENBERG 1978, S. 812 ff.)

<i>Agropyron repens</i>	<i>Ornithogalum umbellatum</i>
<i>Alchemilla arvensis</i>	<i>Panicum miliaceum</i>
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Anchusa arvensis</i>	<i>Picris echioides</i>
<i>Anthemis austriaca</i>	<i>Plantago major</i>
<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Avena sativa</i>	<i>Polygonum convolvulus</i>
<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Polygonum persicaria</i>
<i>Brassica rapa</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Potentilla anserina</i>
<i>Cardamine hirsuta</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Rumex acetosella</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Sagina procumbens</i>
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Euphorbia exigua</i>	<i>Setaria viridis</i>
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Sherardia arvensis</i>
<i>Galeopsis tetrahit</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Galium aparine</i>	<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Geranium dissectum</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Hordeum nodosum</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
<i>Hordeum polystichum</i>	<i>Tripleurospermum inodorum</i>
<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Triticum vulgare</i>
<i>Lactuca serriola</i>	<i>Valerianella locusta</i>
<i>Lamium purpureum</i>	<i>Veronica agrestis</i>
<i>Lapsana communis</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Linaria spuria</i>	<i>Veronica hederifolia</i>
<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Veronica persica</i>
<i>Matricaria suaveolens</i>	<i>Vicia hirsuta</i>
<i>Myosotis arvensis</i>	<i>Vicia tetrasperma</i>
<i>Nigella damascena</i>	<i>Viola arvensis</i>

3.2.3. Berechnung der Korrelation zwischen den Standortsfaktoren

Die einfache Korrelation zwischen je zwei Standortsfaktoren wurde mit Hilfe eines Fortran IV-Programms berechnet und anschliessend auf die Vertrauensgrenzen von 95, 99, 99.9% geprüft und in einer Korrelationsmatrix dargestellt (Tab. 19).

Neben den Daten aus den Bodenanalysen (Trockenanteil, Gesamt-Stickstoff, Humus, Phosphat, pH, Karbonat, Blei und C/N-Verhältnis) wurden auch die verschiedenen vegetationskundlichen Ergebnisse (Deckung 1974 - 1978, Artenzahl 1974 - 1978, Anteil an Holzpflanzen, Chamaephyten, Geophyten, Hemikryptophyten und Thero-phyten in den Jahren 1974 - 1978) und die Standorts-Daten (Alter, Lage, Be-wirtschaftungsart und Geologie) zur Korrelationsberechnung beigezogen.

Tab. 7. Artenliste "Ruderalpflanzen" (zusammengestellt nach ELLENBERG 1978, S. 804 f.)

<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Linaria vulgaris</i>
<i>Artemisia vulgaris</i>	<i>Malva moschata</i>
<i>Bromus sterilis</i>	<i>Malva neglecta</i>
<i>Carex hirta</i>	<i>Malva silvestris</i>
<i>Chelidonium majus</i>	<i>Melilotus albus</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Melilotus officinalis</i>
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Oenothera biennis</i>
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Pastinaca sativa</i>
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Picris hieracioides</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Reseda lutea</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Echium vulgare</i>	<i>Silene alba</i>
<i>Erigeron canadensis</i>	<i>Sisymbrium officinale</i>
<i>Galeopsis tetrahit</i>	<i>Solidago canadensis</i>
<i>Geranium pyrenaicum</i>	<i>Solidago serotina</i>
<i>Lactuca serriola</i>	<i>Verbascum sp.</i>
<i>Lapsana communis</i>	<i>Verbena officinalis</i>

4. Ergebnisse

4.1. Die Vegetationszusammensetzung

Wie schon in Kapitel 3.1.2 ausführlich dargelegt, handelt es sich bei den Rasen an den Böschungen der Nationalstrassen um sehr schwer klassifizierbare Vegetationen. Zur Uebersicht sind in Tab. 8 die Stetigkeitswerte für alle Pflanzensorten mit einem Vorkommen in mehr als 10% der Flächen für alle Untersuchungsjahre dargestellt.

Die Böschungsrassen zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Variabilität (grosse Unterschiede von Fläche zu Fläche)
- Instabilität (grosse Unterschiede von Jahr zu Jahr)
- Grosser Anteil von Unkraut- und Ruderalpflanzen
- In vielen Fällen grosse Artenvielfalt
- Deckungsdominanz der ausgesäten Arten.

Auf die Ursachen, die zu diesen typischen Eigenschaften geführt haben, wird in Kapitel 5.1 eingegangen. Um die Variabilität etwas näher zu beleuchten, werden im folgenden Kapitel einige Vegetationsaufnahmen genauer beschrieben. Fast jede einzelne Aufnahme könnte als "Spezial-Fall" bezeichnet werden.

4.1.1. Kurzbeschreibung von einigen Vegetationsaufnahmen

Fläche Nr. 38 (Merishausen, SH): Die Fläche ist sehr artenreich und der Artenreichtum nimmt zu (1975: 50/ 1978: 64). Der Deckungsgrad schwankt zwischen 50 und 80%. Die Vegetation wird von *Bromus erectus*, *Hippocrepis comosa* und *Centaurea jacea* dominiert. Die ausgesäten Arten *Festuca rubra* und *Festuca ovina* treten eher zurück. Die Vegetation zeichnet sich auch durch das Vorkommen verschiedener Magerwiesen- und Saumarten aus. Die Verunkrautung mit nährstoffbedürftigen Unkrautarten ist gering. Alter: 11 Jahre.

Fläche Nr. 04 (Winterthur, ZH): auch hier ist die Vegetation sehr artenreich (1974: 63/ 1978: 65). Die Deckung schwankt zwischen 60 und 80%. Die Gräser *Festuca ovina*, *Bromus erectus* und *Festuca rubra*, die Leguminose *Lotus corniculatus* und die Ruderalpflanze *Oenothera biennis* sind die dominierenden Arten. Die Magerwiesen- und Unkrautarten sind schwach, die Fettwiesenarten eher mässig vertreten. Alter: 11 Jahre.

Tab. 8. Stetigkeitstabelle (Stetigkeit grösser 10%, Werte in Prozenten)

	75-78	75	76	77	78			75-78	75	76	77	78
<i>Festuca rubra</i>	96	97	96	96	95		<i>Convolvulus arvensis</i>	24	19	23	22	31
<i>Festuca ovina</i>	92	91	92	89	94		<i>Ranunculus repens</i>	24	27	24	21	26
<i>Dactylis glomerata</i>	92	93	96	89	91		<i>Holcus lanatus</i>	22	24	17	21	25
<i>Achillea millefolium</i>	91	90	89	89	95		<i>Picris hieracioides</i>	22	21	24	22	19
<i>Poa pratensis</i>	90	89	88	92	91		<i>Senecio vulgaris</i>	21	6	17	30	32
<i>Plantago lanceolata</i>	73	66	71	72	84		<i>Arabidopsis thaliana</i>	20	6	24	29	21
<i>Taraxacum officinale</i>	68	60	69	64	81		<i>Vicia tetrasperma</i>	19	16	16	18	26
<i>Bromus erectus</i>	67	56	67	71	73		<i>Rubus fruticosus s.l.</i>	19	17	17	20	22
<i>Sonchus sp.</i>	65	43	61	80	78		<i>Agropyron repens</i>	18	7	11	18	35
<i>Medicago lupulina</i>	65	64	61	62	74		<i>Vicia sativa</i>	18	9	12	22	29
<i>Onobrychis viciifolia</i>	63	61	67	62	62		<i>Cardamine hirsuta</i>	18	9	13	21	27
<i>Lotus corniculatus</i>	62	50	63	63	71		<i>Potentilla reptans</i>	18	14	17	18	23
<i>Bromus inermis</i>	61	51	61	66	65		<i>Knautia arvensis</i>	17	11	19	17	21
<i>Galium album</i>	60	43	63	63	71		<i>Silene vulgaris</i>	17	19	16	17	17
<i>Crepis capillaris</i>	60	50	60	62	68		<i>Lathyrus pratensis</i>	17	10	19	21	19
<i>Agrostis gigantea</i>	60	47	67	57	68		<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	10	3	17	32
<i>Trifolium pratense</i>	59	54	60	54	69		<i>Thlaspi perfoliatum</i>	16	11	17	26	19
<i>Arrhenatherum elatius</i>	56	37	57	59	70		<i>Lapsana communis</i>	14	4	3	21	30
<i>Trifolium repens</i>	52	40	44	53	69		<i>Verbascum sp.</i>	14	7	13	14	21
<i>Veronica persica</i>	47	19	49	68	53		<i>Geranium pyrenaicum</i>	14	7	17	14	17
<i>Festuca arundinacea</i>	40	26	41	43	48		<i>Polygonum aviculare</i>	13	6	13	17	17
<i>Cerastium caespitosum</i>	39	31	32	53	51		<i>Centaurea jacea</i>	13	10	12	14	16
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	39	43	41	34	39		<i>Tussilago farfara</i>	13	10	17	12	14
<i>Medicago sativa</i>	38	33	36	39	43		<i>Festuca pratensis</i>	13	14	12	13	12
<i>Glechoma hederaceum</i>	37	29	43	33	43		<i>Erigeron annuus</i>	12	4	12	12	23
<i>Cirsium arvense</i>	36	21	32	38	52		<i>Bellis perennis</i>	12	7	9	13	19
<i>Myosotis arvensis</i>	36	26	32	43	43		<i>Arenaria serpyllifolia</i>	12	3	8	20	19
<i>Lolium perenne</i>	35	44	40	30	25		<i>Dianthus armeria</i>	12	6	9	12	19
<i>Daucus carota</i>	34	24	35	38	48		<i>Lactuca serriola</i>	12	3	8	21	17
<i>Ajuga reptans</i>	33	21	31	38	43		<i>Lolium multiflorum</i>	12	16	9	9	14
<i>Cirsium vulgare</i>	31	11	25	41	47		<i>Crepis biennis</i>	12	6	19	11	14
<i>Vicia hirsuta</i>	31	27	25	33	39		<i>Valerianella locusta</i>	12	4	11	20	14
<i>Brachypodium pinnatum</i>	30	26	35	29	29		<i>Capsella bursa-pastoris</i>	12	3	16	25	6
<i>Ranunculus friesianus</i>	29	23	31	29	32		<i>Poa trivialis</i>	12	16	11	10	9
<i>Trifolium dubium</i>	28	19	24	28	42		<i>Chenopodium album</i>	11	3	27	5	8
<i>Vicia sepium</i>	28	21	21	30	40		<i>Geranium dissectum</i>	11	4	8	16	16
<i>Erigeron canadensis</i>	28	11	20	43	38		<i>Fragaria vesca</i>	11	6	12	9	16
<i>Rumex acetosa</i>	28	21	24	33	35		<i>Senecio erucifolius</i>	10	3	5	11	21
<i>Prunella vulgaris</i>	28	29	25	24	31		<i>Veronica chamaedrys</i>	10	7	7	14	14
<i>Epilobium sp.</i>	28	13	19	36	44		<i>Heracleum sphodyleum</i>	10	7	8	13	12
<i>Hypericum perforatum</i>	26	17	28	28	32		<i>Plantago media</i>	10	4	13	11	12
<i>Sanguisorba minor</i>	25	17	28	25	30		<i>Euphorbia helioscopia</i>	10	6	12	11	10

Fläche Nr. 34 (Matzingen, TG): Artenreiche Vegetation (1975: 41/ 1978: 55), die zwischen 80 und 90% der Fläche deckt. Obwohl *Bromus erectus* fehlt, sind einige Magerkeitszeiger gut vertreten. Die dominierenden Arten sind *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Galium album*, *Sanguisorba minor*, *Valerianella locusta*, *Daucus corota* und *Trifolium dubium*. Alter: 9 Jahre.

Fläche Nr. 58 (Stein, AG): In dieser Fläche hat die Artenzahl von 31 im Jahre 1975 auf 55 im Jahre 1978 und die Deckung von 60 auf 80% zugenommen. Bestandesbildend sind *Bromus inermis*, *Lolium multiflorum*, *Poa pratensis*, *Onobrychis viciifolia* und *Achillea millefolium*. Die Arten *Bromus erectus*, *Festuca rubra* und *Festuca ovina* treten zurück. Die Saum- und Magerwiesenarten sind gut vertreten. Neben *Onobrychis* sind noch weitere Leguminosen vertreten (*Vicia sativa*, *Medicago lupulina*, *Trifolium pratensis*, *Lotus corniculatus* und *Vicia hirsuta*). Alter: 5 Jahre.

Fläche Nr. 62 (Niederbipp, SO): In dieser eher artenarmen Fläche (1975: 29/ 1978: 42) deckt die Vegetation zwischen 70 und 80% der Bodenoberfläche. Es dominieren vor allem die Gräser *Festuca ovina*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis*, sowie die Leguminose *Trifolium dubium*. Die hochwüchsigen Klee-Arten wie *Medicago sativa* und *Onobrychis viciifolia* fehlen. Die Unkräuter haben einen relativ grossen Anteil. Alter: 13 Jahre.

Fläche Nr. 64 (Kappel, SO): Die Artenzahl schwankt hier zwischen 23 im Jahre 1975 und 38 im Jahre 1978, die Deckung zwischen 50 und 60%. *Bromus erectus* und *Arrhenatherum elatius* sind die dominierenden Arten, während *Festuca rubra* und *Poa pratensis* fehlen und *Festuca ovina* stark zurück tritt. Ebenfalls schwach vertreten sind die Leguminosen. Die Unkräuter sind gut vertreten (*Erophila verna*, *Arabidopsis thaliana*, *Cardamine hirsuta*, *Epilobium* sp., *Crepis capillaris*, *Matricaria suaveolens* und *Myosotis arvensis*). Alter: 13 Jahre.

Fläche Nr. 09 (Bertschikon, ZH): Diese Fläche ist sehr artenarm. Die Artenzahl schwankt zwischen 19 im Jahre 1974 und 25 im Jahre 1978. Die Leguminose *Onobrychis viciifolia* dominiert zusammen mit *Festuca rubra* diese Vegetation. Ebenfalls gut vertreten sind die Gräser *Poa pratensis* und *Festuca ovina* sowie die Krautpflanzen *Crepis capillaris* und *Trifolium repens*. Schwach vertreten sind *Bromus erectus* und andere Vertreter der Magerwiesen. Es sind auch relativ wenig Unkräuter vorhanden. Alter: 9 Jahre.

Fläche Nr. 56 (Zeiningen, AG): In dieser artenarmen Fläche (1975: 22/ 1978: 26) Fläche decken die Arten *Achillea millefolium*, *Festuca rubra* und *Festuca*

ovina den grössten Teil der Bodenoberfläche. Ebenfalls gut vertreten sind die Leguminosen *Trifolium pratensis*, *Trifolium repens* und *Onobrychis viciifolia* und das Gras *Poa pratensis*. Die Magerwiesenarten sind schlecht vertreten. Die Vegetation ist noch durch das Auftreten der weit verbreiteten Arten *Dactylis glomerata*, *Plantago lanceolata*, *Glechoma hederaceum*, *Prunella vulgaris* und *Galium album* charakterisiert. Alter: 5 Jahre.

4.1.2. Floristische Auswertung

Insgesamt wurden in allen Untersuchungsflächen zusammen 322 verschiedene Arten gefunden, wobei nur 84 Arten (26%) eine Stetigkeit von 10 oder mehr Prozenten aufweisen. Dies ist eine erstaunlich hohe Zahl, wenn man berücksichtigt, dass nur SE bis SW exponierte Böschungen ausgewählt worden sind und der strassen-nahe Bereich (1 bis 2 m ab Strassenrand), der sehr stark verunkrautet ist, nicht in die Untersuchungen mit einbezogen worden ist. Die durchschnittliche Artenzahl pro Fläche liegt mit 39,8 Arten im Jahre 1978 knapp unter 40 Pflanzenarten pro Aufnahmefläche. Auch HANSEN und JENSEN (1972) haben bei ihren Untersuchungen in Dänemark und SCHIECHTL (1973) im Ostalpenraum eine erstaunliche Artenvielfalt festgestellt.

Bemerkenswert ist auch, dass an diesen südexponierten Böschungen, die eher magere Standortverhältnisse aufweisen, viele der eigentlichen Magerkeits- oder Trockenheitszeiger fehlen (*Asperula cynanchica*, *Carlina vulgaris*, *Centaurea angustifolia*, *C. scabiosa*, *Echium vulgare*, *Galium verum*, *Genista* sp., *Koeleria pyramidata*, *Linum catharticum*, *Medicago falcata*, *Pimpinella saxifraga*, *Potentilla argentea*, *P. erecta*, *Sedum* sp., *Teucrium chamaedrys*, *T. montanum*, etc.). Ebenso fehlen sämtliche Orchideen-Arten und die Halbparasiten der Gattungen *Rhinanthus* und *Euphrasia*. Sehr schwach sind auch die Cyperaceen vertreten. Nur gerade *Carex flacca*, *C. verna* und *C. montana* kommen in einigen wenigen Flächen vor.

An typischen Arten mit Hauptverbreitung in trockenen Magerwiesen wurden in mehreren Flächen gefunden:

- *Ajuga genevensis*
- *Campanula rapunculus*
- *Campanula rotundifolia*
- *Dianthus armeria*

- *Dianthus carthusianorum*
- *Potentilla verma*.

Nur in einer Fläche wurden die Arten *Centaureum umbellatum*, *Digitalis lutea*, *Euphorbia amygdaloides*, *Inula conyza*, *Satureja calamintha* und *Stachys recta* gefunden. Als seltenes Ackerunkraut konnte *Picris echioides* in einer Fläche festgestellt werden.

Ein sehr häufiges Auftreten zeigen die folgenden nicht oder selten ausgesäten Arten (Angaben in Prozenten): *Dactylis glomerata* 92, *Plantago lanceolata* 73, *Taraxacum officinale* 68, *Sonchus* sp. 65, *Lotus corniculatus* 62, *Bromus inermis* 61, *Galium album* 60, *Crepis capillaris* 60, *Trifolium pratensis* 59, *Arrhenatherum elatius* 56, *Veronica persica* 47, *Festuca arundinacea* 40, *Cerastium caespitosum* 39, *Glechoma hederaceum* 37, *Cirsium arvense* 36 (im Jahre 1978 sogar 52), *Myosotis arvensis* 36, *Daucus carota* 34, *Ajuga reptans* 33, *Cirsium vulgare* 31, *Vicia hirsuta* 31, *Brachypodium pinnatum* 30.

Vom floristischen Standpunkt her können die folgenden Flächen als die interessantesten und reichhaltigsten bezeichnet werden:

- Nr. 38, Nr. 40, Nr. 41 (Merishausen, SH) mit sehr vielen *Mesobromion*-Arten
- Nr. 61 (Kappel, SO) sehr reichhaltig an magerkeitszeigenden Saum-Arten
- Nr. 67, Nr. 68 (Bölchenrampe, SO) reichhaltige *Mesobromion*- und Saum-Flora
- Nr. 63 (Wiedlinsbach, BE), Nr. 04 (Winterthur, ZH) und Nr. 34 (Hagenbuch, TG) mit vielen typischen *Mesobromion*-Arten.

4.1.3. Anteil der Lebens- und Wuchsformen

Die Anteile der verschiedenen Lebens- und Wuchsformen nach Raunkiaer können nähere Angaben liefern über die soziologische Verwandtschaft, die Bewirtschaftung und die Standortsverhältnisse einer Vegetation. Sämtliche Anteile der Wuchs- und Lebensformen sind in der Tabelle 9 aufgeführt.

Die meisten der einheimischen Grünlandgesellschaften im Mittelland und im Jura weisen einen Anteil von über 50% an Hemikryptophyten auf. Dies ist mit wenigen Ausnahmen auch bei den untersuchten Böschungsrassen der Fall. Der Hemikryptophyten-Anteil schwankt hier zwischen 99 und 36% und liegt im Durchschnitt in den Jahren 1974 bis 1978 zwischen 74 und 63%. Im allgemeinen kann im Laufe der Untersuchung eine Abnahme des Hemikryptophyten-Anteils beobachtet werden.

Tab. 9. Anteile der Lebens- und Wuchsformen in Prozenten

Aufnahme Nr.	Holzpflanzen					Chamaephyten					Hemikryptophyten					Geophyten					Therophyten				
	74	75	76	77	78	74	75	76	77	78	74	75	76	77	78	74	75	76	77	78	74	75	76	77	78
01	0	-	0	0	5	2	-	0	0	2	57	-	67	58	50	8	-	11	6	5	33	-	22	35	38
02	0	0	0	3	4	0	0	0	0	2	69	75	77	64	52	9	3	3	3	2	22	22	20	23	28
03	2	-	0	0	0	0	-	4	4	2	74	-	65	62	72	2	-	4	5	7	22	-	27	29	19
04	0	0	0	1	4	2	2	4	4	4	64	63	67	51	53	8	3	6	4	6	26	33	23	33	33
05	4	9	9	12	8	0	0	0	0	0	73	73	77	70	66	4	6	6	6	6	19	12	8	14	20
06	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	74	91	73	45	44	6	0	3	6	4	20	9	21	46	50
07	0	0	0	3	3	0	0	8	7	7	80	82	73	56	57	10	0	0	3	0	10	18	19	31	33
08	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	70	80	79	60	60	10	5	5	8	10	20	15	16	28	26
09	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	85	83	76	73	8	5	4	4	7	12	10	13	20	20
10	3	-	0	0	3	0	-	0	0	0	62	-	86	75	76	6	-	0	0	3	29	-	14	25	18
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	76	81	67	65	8	4	0	0	0	14	20	19	33	29
12	0	0	0	4	9	3	0	0	0	0	69	70	81	67	55	8	4	0	4	6	20	26	19	25	30
13	0	0	2	0	0	0	0	2	3	2	78	83	71	78	74	4	0	2	0	2	18	17	23	19	22
14	0	8	4	0	2	0	0	0	0	0	78	68	74	72	69	4	0	0	3	10	18	24	22	25	19
15	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	78	81	83	73	73	13	5	4	4	4	9	14	13	19	19
16	9	6	6	9	12	0	0	0	0	2	74	77	73	66	70	3	7	6	3	5	14	10	15	22	11
17	0	0	4	3	3	0	0	0	3	0	76	80	82	61	79	14	12	7	6	6	10	8	7	27	12
18	0	-	0	0	6	0	-	0	3	2	77	-	79	70	63	0	-	3	5	4	23	-	18	22	25
19	4	5	0	3	6	0	0	0	3	3	69	81	87	72	69	0	0	0	3	6	27	14	13	19	16
20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	66	87	74	74	71	15	0	5	2	6	19	13	21	22	23
21	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	78	85	79	73	63	11	5	4	0	3	11	10	17	24	28
22	4	-	0	0	4	4	-	2	2	2	70	-	73	67	61	11	-	2	2	3	11	-	23	29	27
23	0	-	2	0	0	0	-	2	0	2	71	-	59	62	62	10	-	5	2	2	19	-	32	36	28
24	0	0	2	4	3	0	0	4	4	4	59	52	55	51	52	0	0	6	6	10	41	48	33	35	31
25	-	0	3	0	2	-	0	3	3	2	-	85	76	70	67	-	0	6	6	8	-	15	12	21	21
26	-	0	0	0	2	-	4	0	0	2	-	74	70	65	68	-	9	8	8	9	-	13	22	27	19
27	-	0	0	7	12	-	0	0	0	0	-	78	78	74	61	-	0	5	4	3	-	22	17	15	24
28	-	0	0	6	5	-	0	0	0	0	-	92	82	77	69	-	0	6	0	5	-	8	12	17	21
29	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	88	67	64	49	-	6	4	7	8	-	6	29	29	43
30	-	0	0	0	2	-	0	3	2	2	-	78	60	54	51	-	0	3	2	2	-	22	34	42	43
31	-	0	0	0	0	-	0	2	4	2	-	76	48	41	47	-	0	3	3	2	-	24	49	56	51
32	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	71	46	39	49	-	0	0	2	0	-	29	52	55	49
33	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	99	75	75	75	-	0	25	25	25	-	0	0	0	0
34	-	2	2	4	2	-	5	4	4	3	-	65	59	62	61	-	5	7	6	5	-	23	28	24	29
35	-	3	3	3	2	-	3	3	3	4	-	61	55	55	62	-	3	0	5	6	-	30	39	34	26
36	-	0	0	2	6	-	7	3	5	4	-	54	50	51	55	-	7	6	9	8	-	32	31	33	27
37	-	0	0	0	3	-	0	0	0	2	-	66	75	66	55	-	13	11	10	10	-	21	14	24	30
38	-	4	4	2	5	-	2	2	2	3	-	71	71	71	67	-	8	4	3	6	-	15	19	23	19
39	-	16	-	5	12	-	0	-	0	0	-	68	-	72	68	-	4	-	5	8	-	12	-	18	12
40	-	6	4	6	6	-	0	0	0	0	-	76	75	65	66	-	8	6	4	10	-	10	15	25	18
41	-	4	4	6	6	-	0	0	0	0	-	73	79	67	63	-	7	2	6	6	-	16	15	21	25
42	-	0	0	0	0	-	4	0	0	2	-	59	47	36	45	-	4	3	7	7	-	33	40	57	46
43	-	-	3	2	2	-	-	3	2	2	-	-	60	51	53	-	-	0	2	2	-	-	34	43	41
44	-	0	0	0	0	-	3	2	2	2	-	81	73	60	68	-	0	0	0	0	-	16	25	38	30
45	-	0	0	2	0	-	0	0	2	0	-	75	61	56	59	-	0	0	2	4	-	25	39	38	38
46	-	6	3	4	4	-	4	3	4	4	-	49	55	48	45	-	4	5	9	6	-	37	34	35	41
47	-	3	3	2	4	-	0	0	0	2	-	76	63	62	54	-	3	5	2	4	-	18	29	34	36
48	-	0	0	3	4	-	4	0	3	2	-	66	63	46	50	-	4	6	8	6	-	26	31	40	38
49	-	0	3	0	3	-	4	3	6	8	-	71	58	57	62	-	4	3	6	3	-	23	33	31	24
50	-	0	0	0	0	-	4	4	4	2	-	79	81	78	80	-	0	6	8	6	-	17	9	10	12
51	-	2	2	2	2	-	2	2	2	2	-	87	77	78	78	-	2	6	2	6	-	12	13	16	12
52	-	0	0	0	0	-	0	0	3	3	-	76	75	69	72	-	5	4	0	0	-	19	21	28	25
53	-	0	0	0	0	-	0	0	0	9	-	93	79	61	73	-	0	0	10	0	-	7	21	29	18
54	-	0	0	0	0	-	0	0	3	3	-	48	67	63	58	-	6	16	19	15	-	43	14	18	27
55	-	0	0	2	0	-	0	2	0	0	-	61	53	49	52	-	3	5	6	7	-	36	42	41	41
56	-	0	0	0	0	-	4	0	0	0	-	85	96	96	86	-	0	0	0	7	-	33	26	26	33
57	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	75	60	45	62	-	0	0	0	0	-	25	40	55	38
58	-	0	0	2	2	-	0	0	2	2	-	78	70	59	59	-	3	3	4	5	-	19	27	33	32
59	-	0	0	0	0	-	5	0	0	0	-	74	63	52	55	-	5	9	7	13	-	16	28	41	32
60	-	0	0	0	0	-	4	0	0	0	-	75	84	68	61	-	0	4	4	8	-	21	12	28	31
61	-	4	6	6	9	-	0	0	0	0	-	64	73	55	66	-	13	9	12	9	-	19	12	27	16
62	-	0	0	0	0	-	3	3	4	4	-	67	59	59	58	-	6	3	2	7	-	24	35	35	31
63	-	0	0	-	0																				

Der Anteil der Unkrautpflanzen (Therophyten) kann bis 57% betragen, wobei die Jahresdurchschnitte zwischen 19 und 28% liegen. Der Anteil der Holzpflanzen (Wuchshöhe nie grösser als 10 cm) liegt nie über 16% und der Durchschnitt beträgt 1-4%, wobei in mehr als der Hälfte der Flächen keine Gehölze vorkommen. Der Anteil der Chamaephyten und Geophyten beträgt auch weniger als 15% und die Durchschnitte liegen zwischen 0.5 und 2 für die Chamaephyten und zwischen 4 und 7% bei den Geophyten. Der Anteil der Therophyten, Chamaephyten und Geophyten zeigt im allgemeinen im Laufe der Untersuchungsjahre eine Zunahme. Aus Tabelle 20 in der die Korrelationen dargestellt sind, geht eindeutig hervor, dass der Anteil an Therophyten negativ korreliert mit dem der Hemikryptophyten, Geophyten und Phanerophyten. Dies bedeutet, dass bei einer starken Verunkrautung diese Lebensformen verhältnismässig zurücktreten und bei einer schwachen Verunkrautung eher vorherrschend sind. Die Therophyten und Chamaephyten haben einen grossen Einfluss auf die Diversität, da sie eine positive Korrelation aufweisen. Die negative Korrelation zwischen Diversität und Hemikryptophyten-Anteil bedeutet, dass bei niedriger Artenzahl der Hemikryptophyten-Anteil gross, bei hoher Artenzahl klein ist. Die in einigen Jahren nachgewiesene negative Korrelation zwischen Deckung und Unkraut-Anteil zeigt auf, dass bei hohem Deckungsgrad wenig und bei niedriger Deckung viel Unkräuter vorhanden sind, wie dies bei den lichtbedürftigen Unkräutern zu erwarten war.

4.1.4. Durchschnittliche ökologische Zeigerwerte

Da das Vorkommen oder Fehlen einzelner Pflanzenarten immer von den herrschenden Standortsfaktoren mitbestimmt wird, kann aus dem Vorkommen oder Fehlen einer Art auf die Standortsverhältnisse geschlossen werden. Eine Methode, die diese Erfahrungen berücksichtigt, ist die Zuordnung von ökologischen Zeigereigenschaften zu den einzelnen Arten (ELLENBERG 1965 und 1974, LANDOLT 1977). Man muss sich aber bewusst sein, dass es sich hier nicht um genaue Messdaten, sondern um Erfahrungswerte handelt. Sehr viele Pflanzen können auch bei recht unterschiedlichen Standortsverhältnissen gedeihen oder wachsen oft in Verhältnissen auf, die weit entfernt sind vom üblichen Vorkommen. Gerade bei der Besiedlung von Pionierstandorten spielt dies eine wichtige Rolle. Da es sich bei den Böschungsrassen um neugeschaffene Kunst-Standorte handelt,

ist von den ökologischen Zeigerwerten keine allzu grosse Aussagekraft zu erwarten, was durch die gefundenen Resultate bestätigt wurde. Dies, wie auch die oben genannte Instabilität dieser Pflanzengesellschaften an den Autobahnen, führte dazu, dass keine eindeutige Entwicklung im Laufe der vier bis fünf Untersuchungsjahre nachgewiesen werden konnte. Auf die vollständige Publikation aller Zeigerwerte wird daher verzichtet. Diese können aber am Geobotanischen Institut eingesehen werden. In der Tabelle 10 sind die jeweiligen Maximal- und Minimal-Werte für die einzelnen Jahre aufgeführt. Die Schwankungen sind gering und bewegen sich nur bei der Stickstoffzahl über 0.5 Punkte der Skala bei LANDOLT (1977). Nach den Resultaten in Tabelle 10 können die untersuchten Flächen auf Grund der ökologischen Zeigerwerte insgesamt wie folgt charakterisiert werden: eher trockene bis mässig trockene, schwach saure bis basenreiche, nährstoffarme bis mässig nährstoffreiche, gut durchlüftete, Böden mit eher geringem bis mittlerem Humusgehalt. Eine zeitliche Verschiebung der Maximal- oder Minimal-Werte in eine bestimmte Richtung konnte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 10. Maximal- und Minimal-Werte der ökologischen Zeigerwerte im Laufe der Untersuchungen

F = Feuchtezahl, R = Reaktionszahl, N = Nährstoffzahl, H = Humuszahl
D = Dispersitätszahl

	F (min)	F (max)	R (min)	R (max)	N (min)	N (max)	H (min)	H (max)	D (min)	D (max)
1974	2.6	2.8	3.1	3.4	3.1	3.5	3.0	3.2	3.9	4.1
1975	2.4	2.9	2.9	3.5	2.9	3.4	2.9	3.3	3.7	4.2
1976	2.3	2.8	3.0	3.5	2.8	3.5	2.9	3.3	3.7	4.2
1977	2.4	2.8	2.9	3.5	2.9	3.6	2.9	3.3	3.7	4.1
1978	2.4	3.0	3.0	3.4	2.8	3.6	2.9	3.3	3.8	4.1

4.2. Auspflanzung

Der Versuch, die Böschungsrasen mit ausgepflanzten Trockenrasenpflanzen anzureichern, hatte ursprünglich zum Ziel, die Sukkzession in Richtung einer schützenswerten Vegetation zu beschleunigen, dh. vor allem die mit den empfohlenen VSS-Mischungen angesäten Böschungen artenreicher zu gestalten, dies besonders auch darum, weil die Böschungen nur gerade in Merishausen, SH

Tab. 11. Ueberlebensquote in den Jahren 1976 - 1979, nach Auspflanz-Orten

Auspflanz - Ort	1975	1976	1977	1978	1979
01 Winterthur	100	8.8	5.0	5.0	3.8
03 Winterthur	100	29.6	17.3	13.6	13.6
04 Winterthur	100	27.8	24.1	24.1	22.2
24 Bülach	100	51.9	44.4	44.4	42.6
37 Thayngen	100	9.9	9.9	9.9	9.9
70/77 Giebenach	100	14.8	9.9	9.9	8.6
Total	100	21.8	16.5	15.8	14.9
01 Winterthur		100	4.4	4.4	4.4
24 Bülach		100	12.3	12.3	12.3
35/36 Hagebuch		100	2.8	2.2	2.2
Total		100	5.4	5.1	5.1
Glattfelden			100	93.3	90.3

(Flächen Nr. 38, Nr. 40 und Nr. 41) direkt an Magerwiesen anstossen.

Die sehr hohe Mortalitätsrate bei den ausgepflanzten Arten liess das angestrebte Ziel der Schaffung von Inseln, etwas in den Hintergrund treten. Dafür lassen sich einige Schlüsse über die Eignung verschiedener Standorte und einzelner Arten ziehen.

a) Auswertung nach Standorten (Tab. 11 und Abb. 8)

Die Ergebnisse der Auspflanzungen entsprechen kaum den Erwartungen, denn nicht auf den geschütteten pararendzinenähnlichen Böden (Nr. 01, Nr. 03 und Nr. 04 Winterthur-Ohringen und Nr. 37 Thayngen, SH), worauf *Bromus erectus* das Hauptgras bildet, konnten sich die meisten der ausgebrachten Pflanzen halten, sondern auf den kiesigen, humusarmen Rohböden der Flächen in Bülach, Nr. 24 und Glattfelden. Die Flächen Nr. 70 und Nr. 77 in Giebenach, BL, mit Rohboden auf Keupermergel weisen auch eine geringe Ueberlebensquote der ausgesetzten Pflanzen auf.

Die extrem schlechten Ergebnisse der Verpflanzung 1976 sind auf die mehrwöchige Trockenheit im Juni und Juli zurückzuführen. In den brachliegenden Flächen (Glattfelden, Bülach Nr. 24 und Winterthur Nr. 03) haben etwas mehr Pflanzen überlebt als in den regelmässig geschnittenen (Nr. 04 Winterthur, Nr. 70 und Nr. 77 Giebenach, Nr. 35 und Nr. 36 Matzingen, TG) und deutlich mehr

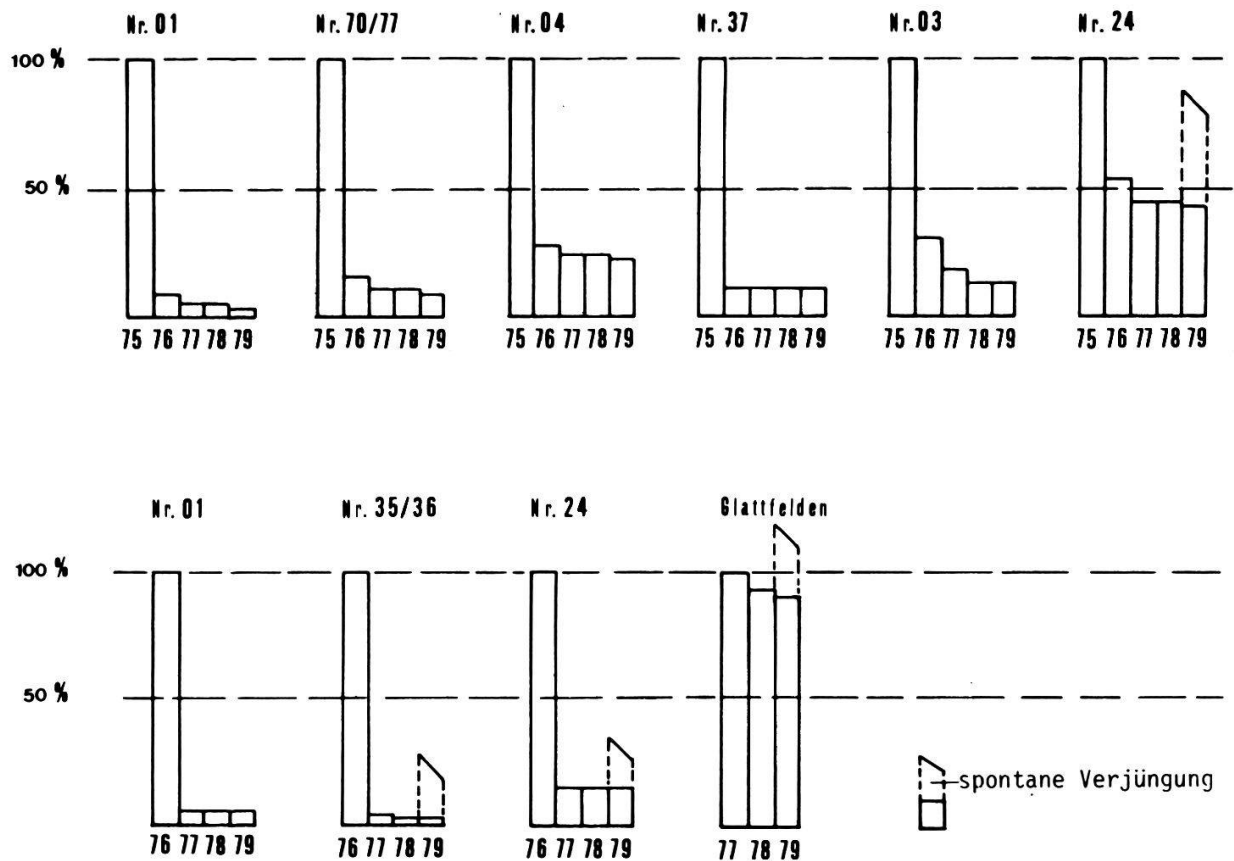


Abb. 8. Entwicklung der Auspflanzung 1975, 1976 und 1977 nach Flächen

als in den einmal gemähten und gerechten (Nr. 01 Winterthur und Nr. 37 Thayngen). In den Flächen Nr. 01 (Winterthur) und Nr. 37 (Thayngen) hat von den ausgepflanzten Arten einzig *Briza media* überlebt. Das bessere Ueberleben auf den kiesigen Rohböden als auf den pararendzinen-ähnlichen Böden ist auf die verminderte Wurzel- und Lichtkonkurrenz zurückzuführen. Die Deckung durch die Vegetationsdecke ist im ersten Falle deutlich geringer als im zweiten. Auch konnte in den dichteren Beständen ein vermehrter Frass durch die Schnecken beobachtet werden, was auf die höhere Luftfeuchtigkeit zurückzuführen sein dürfte .

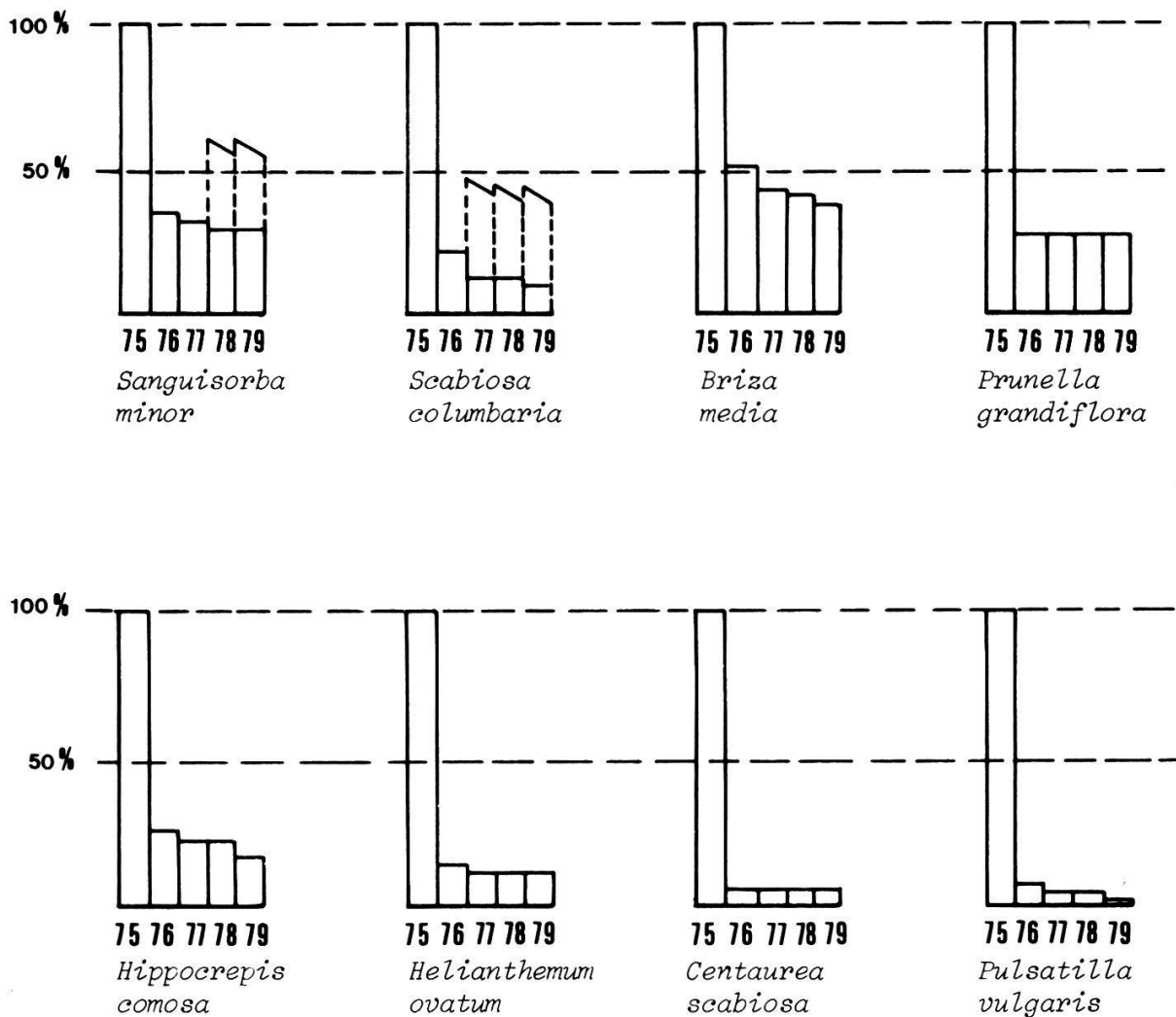


Abb. 9. Entwicklung der Auspflanzung 1975 nach Arten

b) Auswertung nach Arten (Tab. 12 und Abb. 9 und 10)

Von den 1975 ausgepflanzten Arten zeichnen sich *Sanguisorba minor*, *Briza media* und *Prunella grandiflora* durch eine relativ hohe (über 20% Ueberlebende vier Jahre nach der Auspflanzung) und *Pulsatilla vulgaris*, *Helianthemum ovatum* und *Scabiosa columbaria* durch eine niedrige Ueberlebensrate (unter 10% nach vier Jahren) aus. Die Arten *Scabiosa columbaria*, *Prunella grandiflora* und *Pulsatilla vulgaris* haben nur in Bülach (Nr. 24) überlebt. Auffallend ist die grosse Sterberate im ersten Jahr und die Konstanz in den folgenden Jahren. Bei der Verpflanzung 1977 war dies weniger der Fall. *Pulsatilla vulgaris* scheint linear abzunehmen.

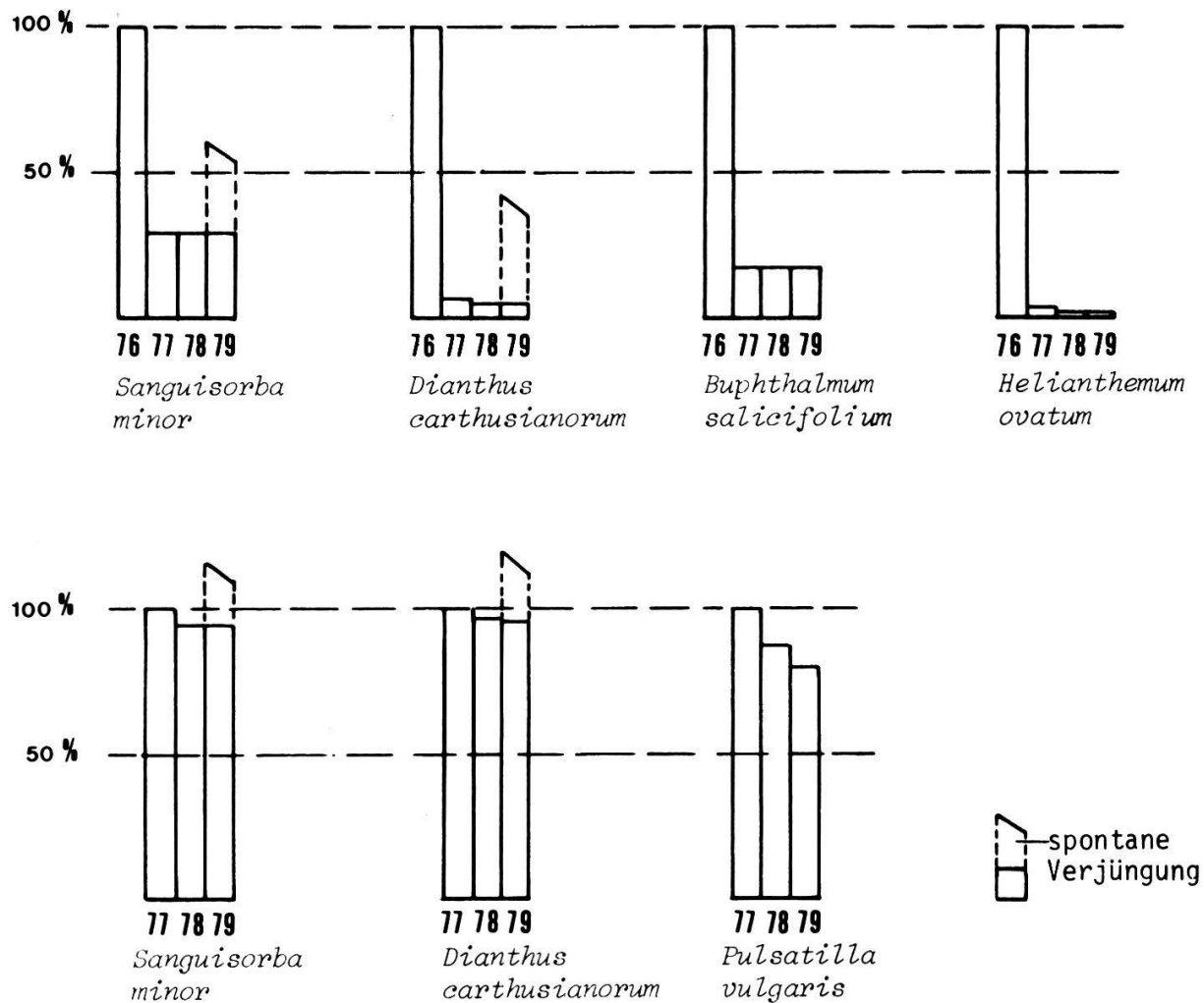


Abb. 10. Entwicklung der Auspflanzung 1976 und 1977 nach Arten

Bis heute haben sich nur die Arten *Dianthus carthusianorum*, *Sanguisorba minor* und *Scabiosa columbaria* in den Auspflanzflächen verjüngt. Bei allen andern Arten konnten spätestens im zweiten Jahr Blüten und Früchte beobachtet werden, mit Ausnahme von *Hippocrepis comosa* bei der alle Blüten steril blieben. *Hippocrepis* bildet vor allem in der Fläche Nr. 24 einen über zwei m² grossen dichten Teppich.

Die Pflanzen, die den Winter 1975/1976 überlebt haben, wurden durch die Trockenheit im Sommer 1976 kaum geschädigt, im Gegensatz zu den frisch ausgepflanzten, von denen bis im Herbst über 90% verdorrt sind.

Nach den vorliegenden Resultaten können *Sanguisorba minor*, *Dianthus carthusia-*

norum, *Scabiosa columbaria* und *Briza media* als zur Auspflanzung geeignet erachtet werden. Die ersten drei Arten können auch zur Beimengung in eine für den Naturschutz geeignete Samenmischung empfohlen werden.

Tab. 12. Ueberlebensquote in den Jahren 1976 - 1979 nach Arten

* Art die sich verjüngt hat

Beginn	Pflanzenart	1975	1976	1977	1978	1979
1975	<i>Briza media</i>	100	50.0	43.8	42.2	37.5
	<i>Centaurea scabiosa</i>	100	15.1	11.3	11.3	11.3
	<i>Helianthemum ovatum</i>	100	21.4	7.1	7.1	7.1
	<i>Hippocrepis comosa</i>	100	26.1	21.7	21.7	17.4
	<i>Prunella grandiflora</i>	100	27.3	27.3	27.3	27.3
	<i>Pulsatilla vulgaris</i>	100	6.9	2.9	2.9	2.3
	<i>Sanguisorba minor</i> *	100	36.2	32.8	29.3	29.3
	<i>Scabiosa columbaria</i> *	100	21.9	12.5	12.5	9.4
1976	<i>Aster amellus</i>		100	0	0	0
	<i>Buphthalmum salicifolium</i>		100	16.7	16.7	16.7
	<i>Dianthus carthusianorum</i> *		100	6.3	5.1	5.1
	<i>Helianthemum ovatum</i>		100	1.7	0.8	0.8
	<i>Hippocrepis comosa</i>		100	0	0	0
	<i>Sanguisorba minor</i> *		100	28.6	28.6	28.6
1977	<i>Dianthus carthusianorum</i> *			100	96.9	96.4
	<i>Pulsatilla vulgaris</i>			100	87.9	80.3
	<i>Sanguisorba minor</i> *			100	94.3	94.3

4.3. Vegetationsentwicklung

4.3.1. Die Entwicklung der ausgesäten Arten

Die Entwicklung der einzelnen ausgesäten Arten im Verlaufe der vier oder fünf Untersuchungsjahre ist im Anhang dargestellt.

Die heute in der Vegetationszusammensetzung feststellbaren Unterschiede, das Vorkommen oder Fehlen und auch der momentane Deckungsgrad der verschiedenen Arten sind nur in geringem Masse auf die ursprünglich ausgesäten Mischungen und auf die Anteile im Saatgut zurückzuführen. Wie zuverlässig die Angaben über die ausgesäten Mischungen sind, konnte nicht festgestellt werden, da von den staatlichen Stellen weder eine Kontrolle des Saatgutes, noch der im ersten

oder zweiten Jahr auflaufenden Vegetation durchgeführt wird. Ein Hinweis darauf, dass die empfohlenen Mischungen nicht allzu genau eingehalten werden dürften, bildet das recht häufige Vorkommen von *Bromus inermis* und *Trifolium pratense*, zwei Arten, die offiziell in keiner Samenmischung vorhanden sind. Während bei *Trifolium pratense* noch ein Einwandern aus der Umgebung möglich wäre, ist dies für *Bromus inermis* auszuschliessen.

Bei *Festuca rubra* lässt sich feststellen, dass ein Saatgut-Anteil von unter 20% eine geringere Deckung bewirkt, als über 20%. *Bromus erectus* deckt bei einem Saatgut Anteil von über 10% besser als bei 5%. Dieser höhere Deckungsgrad würde noch deutlicher ausfallen, wenn im Saatgut nicht *Bromus erectus* oft durch die standortsfremde Art *Bromus inermis* ersetzt worden wäre. *Festuca ovina* s.l. ist an den Orten, wo sie ausgesät worden ist, in etwas stärkerem Masse vorhanden. Dort, wo sie im Saatgut fehlte, ist sie trotzdem meist vorhanden, was auf Verunreinigungen im Saatgut oder die Einwanderung aus der Umgebung zurückzuführen sein könnte.

Eine Einwanderung aus der Umgebung konnte in hohem Masse auch für *Dactylis glomerata*, *Achillea millefolium* und *Poa pratensis* festgestellt werden. Die Leguminosen *Medicago lupulina*, *Onobrychis viciifolia* und *Lotus corniculatus* sind, auch wenn sie im Saatgut fehlen, sehr häufig vertreten. Eher schwach vertreten sind trotz Aussaat die Arten *Lolium perenne*, *Trifolium repens* und *Agrostis alba* (meist *A. gigantea*). *Agrostis tenuis*, welche nach KLAPP (1965) eher saure Böden bevorzugt, konnte nicht gefunden werden.

Die drei Arten *Festuca rubra*, *F. ovina* s.l. und *Poa pratensis* sind die eigentlichen bestandesbildenden Arten. In den meisten Fällen nehmen sie zusammen über 50% des Deckungsanteils ein. Im mehreren Fällen ersetzen *Bromus erectus*, *Onobrychis viciifolia* oder *Agrostis gigantea* eine der oben genannten Arten.

Auf das Verhalten der einzelnen Arten im Verlaufe der Untersuchungsjahre wird in Kapitel 4.3.2 genauer eingegangen.

Ein Einfluss der verschiedenen Samenmischungen auf den Gesamt-Deckungsgrad und die Artenvielfalt konnte nicht nachgewiesen werden. Möglich wäre, dass vor allem sehr dichte Bestände von *Festuca rubra*, *Onobrychis viciifolia* oder *Medicago sativa* das Einwandern von eher konkurrenzschwachen und in der Umgebung seltenen Arten verhindern oder abbremsen könnten. BOEKER (1970) stellte fest, dass Samenmischungen mit hohem Anteil an *Festuca rubra* oder *Festuca*

ovina die Einwanderung von Arten aus der Umgebung bremsen.

TRAUTMANN und LOHMEYER (1978) konnten auf vergleichbaren Standorten an Bundesautobahnen der BRD ähnliches Verhalten der ausgesäten Arten feststellen. Gut vertreten waren *Festuca rubra*, *Festuca ovina* und *Dactylis glomerata*, eher rückläufige Tendenz wiesen die Arten *Lolium perenne*, *Phleum pratense* und *Agrostis tenuis* auf. Das schlechte Abschneiden von *Agrostis tenuis* führen sie auf standortsfremdes Saatgut zurück. Nach BOEKER (1970) wird auch sehr oft das Saatgut von *Agrostis tenuis* durch das von *Agrostis gigantea* ersetzt. TRAUTMANN und LOHMEYER (1975) haben festgestellt, dass nur auf extremen Standorten die ausgesäten Arten durch einheimische eingewanderte Arten verdrängt werden. Diese Beobachtung kann durch die Untersuchungen von WEGELIN (1979) auf den extrem trockenen Wegböschungen im Schaffhauser Jura bestätigt werden. Auch in meinen Untersuchungsflächen scheinen die artenreicheren Rasen eher auf den trockeneren Böschungen zu gedeihen.

4.3.2. Durchschnittliche Deckung und Stetigkeit der einzelnen Arten

Um ein genaueres Bild über das Verhalten der einzelnen Arten im Verlaufe der Untersuchungsjahre zu erhalten, wurden die mittleren Deckungswerte und die Stetigkeit der einzelnen Arten berechnet. Um den Einfluss der Bewirtschaftung festzustellen, wurden die beiden Werte auch für die zwei unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen berechnet. Da die Populationen in diesen jungen und inhomogenen Böschungsrassen noch relativ stark schwanken, ergibt sich bei den meisten Arten keine eindeutige Zu- oder Abnahme. Eine eindeutige Zu- resp. Abnahme wird postuliert, wenn die Pflanzen in mindestens zwei oder in allen drei Untersuchungsintervallen sich gleichlaufend verhalten haben.

a) Veränderungen berechnet für alle Flächen (Tab. 13)

Fünfzehn Prozent aller vorkommenden Arten zeigen eine Zunahme im Vorkommen oder in der Deckung oder in beidem zusammen. Den grössten Anteil an den zunehmenden Arten bilden jene mit einem natürlicherweise breiten ökologischen Spektrum. Eine überdurchschnittliche Zunahme zeigen auch Pflanzen aus Unkraut- und Saumgesellschaften. Von den ausgesäten Arten zeigen *Bromus erectus*, *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa* und *Trifolium repens* eine Zunahme, die Arten *Festuca rubra* und *Lolium perenne* eine Abnahme der mittleren Deckung, wobei *Lolium perenne* auch in der Stetigkeit abnimmt. Insgesamt nehmen nur fünf Arten (1.4%) in ihrer Verbreitung ab.

Festuca ovina s.l. hat eine sehr hohe mittlere Deckung, welche über die ganze Untersuchungszeit konstant bleibt. Die Untersuchungen von RÜMLER (1978) bestätigen insbesondere das beobachtete Verhalten von *Festuca ovina*, *F. rubra* und *Lolium perenne*.

Tab. 13. Eindeutige Zu- oder Abnahme, berechnet für alle Flächen (D: Deckung, F: Stetigkeit)

<i>Ajuga reptans</i>	D,F	<i>Lapsana communis</i>	F
<i>Agropyron repens</i>	D,F	<i>Lathyrus pratensis</i>	D,F
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	D	<i>Lotus corniculatus</i>	D,F
<i>Arrhenatherum elatius</i>	D,F	<i>Malva moschata</i>	D
<i>Artemisia vulgaris</i>	D	<i>Malva silvestris</i>	D
<i>Bellis perennis</i>	D,F	<i>Medicago sativa</i>	D,F
<i>Bromus erectus</i>	D,F	<i>Myosotis arvensis</i>	D,F
<i>Bromus inermis</i>	D	<i>Plantago lanceolata</i>	D,F
<i>Cardamine hirsuta</i>	D,F	<i>Polygonum aviculare</i>	F
<i>Carex flacca</i>	D	<i>Polygonum convolvulus</i>	D
<i>Centaurea jacea</i>	D,F	<i>Potentilla reptans</i>	D,F
<i>Cerastium caespitosum</i>	D,F	<i>Ranunculus friesianus</i>	D,F
<i>Cirsium arvense</i>	D,F	<i>Rubus sp.</i>	D,F
<i>Cirsium vulgare</i>	D,F	<i>Rumex acetosa</i>	D,F
<i>Crepis capillaris</i>	D,F	<i>Sanguisorba minor</i>	D
<i>Crepis taraxacifolia</i>	D,F	<i>Senecio vulgaris</i>	D,F
<i>Convolvulus arvensis</i>	F	<i>Sherardia arvensis</i>	F
<i>Daucus carota</i>	D,F	<i>Sonchus sp.</i>	F
<i>Dianthus armeria</i>	D,F	<i>Taraxacum officinale</i>	F
<i>Epilobium sp.</i>	D,F	<i>Trifolium dubium</i>	D,F
<i>Erigeron canadensis</i>	D,F	<i>Trifolium repens</i>	D,F
<i>Festuca arundinacea</i>	D,F	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	D
<i>Galium album</i>	D,F	<i>Valerianella locusta</i>	F
<i>Geranium dissectum</i>	D,F	<i>Verbascum sp.</i>	F
<i>Glechoma hederaceum</i>	F	<i>Vicia sativa</i>	D,F
<i>Hypericum perforatum</i>	D,F	<i>Vicia sepium</i>	D,F
<i>Knautia arvensis</i>	D	<i>Vicia tetrasperma</i>	D,F
Arten mit eindeutiger Abnahme			
<i>Festuca pratensis</i>	D,F	<i>Oxalis europaea</i>	F
<i>Festuca rubra</i>	D,F	<i>Poa trivialis</i>	F
<i>Lolium perenne</i>	D,F	<i>Salix sp.</i>	F

b) Veränderungen in den einmal gemähten und gerechten oder brachliegenden Flächen im Kanton Zürich (Tab. 14)

Für den Vergleich des Verhaltens der Arten bei unterschiedlicher Bewirtschaf-

tung konnten nur die Flächen im Kanton Zürich (exkl. Limmattal) berücksichtigt werden, da ausserhalb des Kantons keine Bewirtschaftungsversuche durchgeführt worden sind.

Die 28 zunehmenden Arten bei einmaliger Mahd und Rechen oder Brache stammen aus verschiedensten Pflanzengesellschaften. Typische Fettwiesenpflanzen zeigen keine Zunahme, sie nehmen wie *Lolium perenne* und *Lolium multiflorum* in der Verbreitung und Deckung eher ab. Mehrere Ruderalpflanzen und Unkräuter nehmen zu.

Tab. 14. Eindeutige Zu- oder Abnahme in den einmal gemähten und gerechten oder brachliegenden Flächen im Kanton Zürich (D: Deckung, F: Stetigkeit)

Arten mit eindeutiger Zunahme			
<i>Acer pseudoplatanus</i>	D,F	<i>Linaria vulgaris</i>	D,F
<i>Agropyron repens</i>	D,F	<i>Lotus corniculatus</i>	D
<i>Agrostis gigantea</i>	D,F	<i>Malva moschata</i>	D
<i>Ajuga reptans</i>	D,F	<i>Malva silvestris</i>	D,F
<i>Artemisia vulgaris</i>	D,F	<i>Papaver rhoeas</i>	D,F
<i>Bromus erectus</i>	D	<i>Plantago lanceolata</i>	D
<i>Cardamine hirsuta</i>	D,F	<i>Potentilla reptans</i>	D,F
<i>Cirsium arvense</i>	D,F	<i>Rumex acetosa</i>	D,F
<i>Daucus carota</i>	D	<i>Senecio vulgaris</i>	D,F
<i>Epilobium</i> sp.	D,F	<i>Sherardia arvensis</i>	D
<i>Galium album</i>	D,F	<i>Trifolium repens</i>	D,F
<i>Knautia arvensis</i>	D,F	<i>Vicia hirsuta</i>	F
<i>Lapsana communis</i>	D,F	<i>Vicia sativa</i>	D,F
<i>Lathyrus pratensis</i>	D,F	<i>Vicia sepium</i>	F
Arten mit eindeutiger Abnahme			
<i>Hypericum perforatum</i>	D	<i>Oxalis europaea</i>	D,F
<i>Lolium multiflorum</i>	D,F	<i>Silene vulgaris</i>	D
<i>Lolium perenne</i>	D,F		
Arten die fehlen			
<i>Anagallis arvensis</i>		<i>Polygonum convolvulus</i>	
<i>Barbarea vulgaris</i>		<i>Rumex acetosella</i>	
<i>Oenothera biennis</i>		<i>Salix</i> sp.	

a) Veränderungen in den zwei- bis viermal gemähten und gemulchten Flächen im Kanton Zürich (Tab. 15)

In den Vergleichsflächen zu b) fällt auf, dass eindeutig weniger Arten zu-

nehmen. Diese siebzehn Arten haben einen grossen Anteil an Fettwiesenpflanzen und Unkräutern. Bei den abnehmenden Pflanzen kann kein eindeutiger Trend für Pflanzen mit speziellen ökologischen Ansprüchen festgestellt werden. *Festuca rubra* nimmt hier im Gegensatz zu a) sogar zu. Bei den fehlenden Arten sind einige mit Hauptverbreitung in Saum- und Magerwiesengesellschaften dabei.

Tab. 15. Eindeutige Zu- oder Abnahme in den 2 - 4mal gemulchten Flächen im Kanton Zürich (D: Deckung, F: Stetigkeit)

Arten mit eindeutiger Zunahme			
<i>Barbarea vulgaris</i>	F	<i>Plantago lanceolata</i>	D
<i>Cerastium caespitosum</i>	D,F	<i>Poa pratensis</i>	F
<i>Dactylis glomerata</i>	F	<i>Polygonum aviculare</i>	D,F
<i>Festuca arundinacea</i>	D,F	<i>Ranunculus friesianus</i>	F
<i>Festuca rubra</i>	F	<i>Sanguisorba minor</i>	D,F
<i>Galium album</i>	F	<i>Sonchus sp.</i>	D,F
<i>Knautia arvensis</i>	D,F	<i>Trifolium dubium</i>	D,F
<i>Lotus corniculatus</i>	D	<i>Trifolium repens</i>	F
<i>Malva silvestris</i>	F		
Arten mit eindeutiger Abnahme			
<i>Anagallis arvensis</i>	D,F	<i>Potentilla anserina</i>	D,F
<i>Anthyllis vulgaris</i>	F	<i>Salix sp.</i>	F
<i>Lolium perenne</i>	D	<i>Tripleurospermum inod.</i>	D,F
Arten die fehlen			
<i>Alchemilla arvensis</i>		<i>Potentilla verna</i>	
<i>Crepis taraxicifolia</i>		<i>Rumex acetosella</i>	
<i>Dianthus armeria</i>		<i>Silene flos-cuculi</i>	
<i>Linaria vulgaris</i>		<i>Tussilago farfara</i>	
<i>Origanum vulgare</i>			

4.3.3. Vergleich mit Vegetationstypen aus der Literatur

Der Vergleich der Vegetationsaufnahmen mit den fünf definierten Vegetationstypen (Kap. 3.1.2.4) ergibt keine besonders grossen Ähnlichkeitswerte. Sämtliche Werte schwanken zwischen 0.95 und 1.4142. Dies weist darauf hin, dass es sich um junge und heterogen zusammengesetzte Vegetationen handeln muss. Neben den ausgesäten Arten sind aus der Umgebung aus recht verschiedenen Bio-

topen weitere Pflanzenarten eingewandert. Die Ähnlichkeitswerte nehmen im allgemeinen im Verlaufe der Untersuchungszeit zu, was hauptsächlich auf die gleichlaufende Zunahme der Artenvielfalt zurückzuführen ist. Die Schwankungen zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren sind zum Teil recht gross. Nur wenige Flächen weisen konstante Ähnlichkeitswerte auf.

Die Diagramme in Abb. 11 können wie folgt beschrieben werden:

Fläche Nr. 05 (Winterthur, ZH): Diese Fläche wird mehrmals jährlich gemulcht. Die Ähnlichkeiten zu Mager- und Fettwiese und zur Ruderalgesellschaft nimmt ab, die zur Unkrautflur ist schwankend, in den letzten beiden Perioden zunehmend. Bei den Ähnlichkeiten zum Saum ist eine eindeutige Zunahme festzustellen, was auch auf den direkt benachbarten, schattenwerfenden Wald zurückzuführen sein dürfte.

Fläche Nr. 07 (Oberwinterthur, ZH): In dieser von *Onobrychis viciifolia* und *Achillea millefolium* dominierten Fläche nehmen die Ähnlichkeiten zu Saum, Mager- und Fettwiese ab, die zu Unkraut- und Ruderalgesellschaft zu.

Fläche Nr. 18 (Attikon, ZH): Diese Fläche wird nur einmal pro Jahr gemäht und gereicht. Hier nimmt die Ähnlichkeit zu Saum, Fett- und Magerwiese zT. sogar sehr stark zu, zu den beiden andern Vegetationstypen schwach ab.

Fläche Nr. 34 (Matzingen, TG): Diese Fläche wird ebenfalls nur einmal pro Jahr gemäht und gereicht. Hier sind Schwankungen relativ gering. Doch fällt eine Abnahme der Ähnlichkeit zu Magerrasen und eine Zunahme zur Fettwiese auf.

Fläche Nr. 40 (Merishausen, SH): Hier können wir eine enorme Zunahme der Ähnlichkeit zum Saum und eine mittelmässige zu der Magerwiese feststellen. In dieser Gegend finden wir viele Magerrasen und mesophile bis oligotrophe Waldsäume.

Fläche Nr. 42 (Wettingen, AG): Die Ähnlichkeit zum Saum ist hier konstant, zu Fett- und Magerwiese abnehmend und zur Unkrautflur und Ruderalgesellschaft stark im Zunehmen. Diese Fläche wird drei- bis viermal jährlich gemulcht.

Fläche Nr. 55 (Eiken, AG): Die Entwicklung gleicht der von Fläche Nr. 42, ausser einer geringen Zunahme der Ähnlichkeit zum Saum und einer Schwankung bei den Ruderalpflanzen. Die Zu- respektive Abnahmen sind etwas geringer.

Fläche Nr. 63 (Wiedlinsbach, BE): Diese Fläche wird seit 1977 nur noch einmal gemäht und gereicht. Hier ist eine starke Zunahme der Verunkrautung von 1975 auf 1976 feststellbar. Die Ähnlichkeit zur Magerwiese nimmt stark zu, die

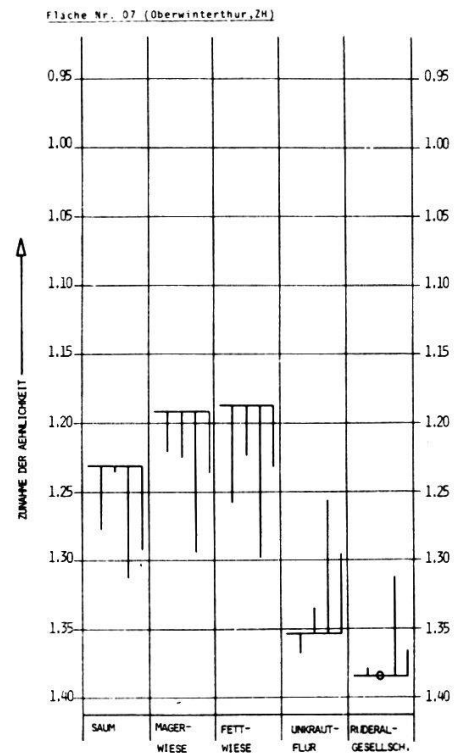
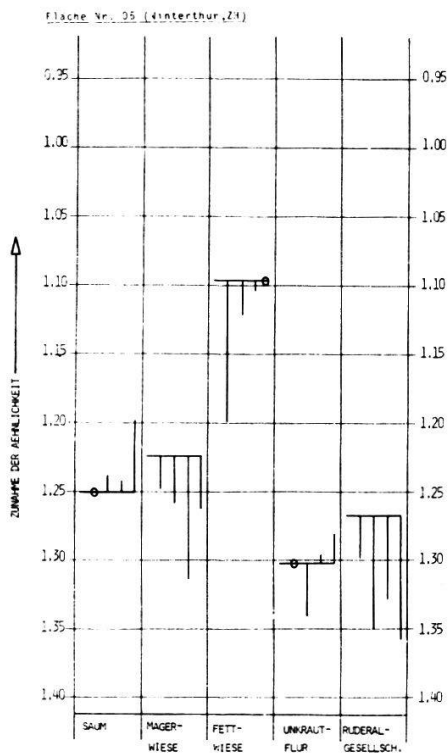
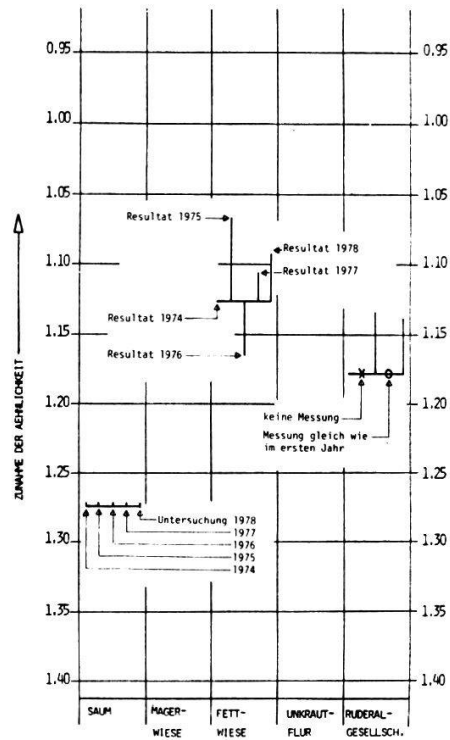
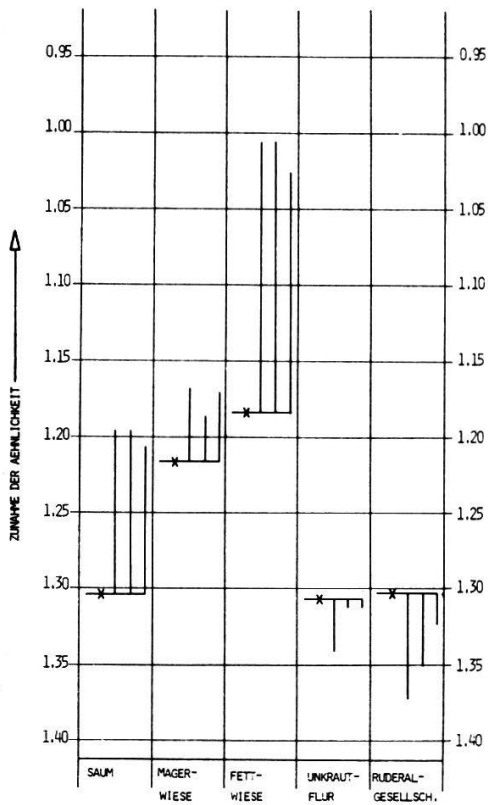
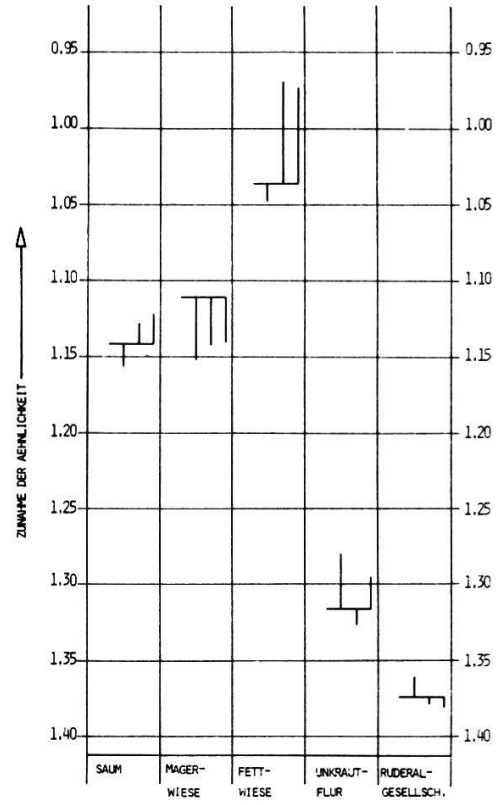


Abb. 11. Darstellung der Ähnlichkeiten zu den Vegetationstypen aus der Literatur

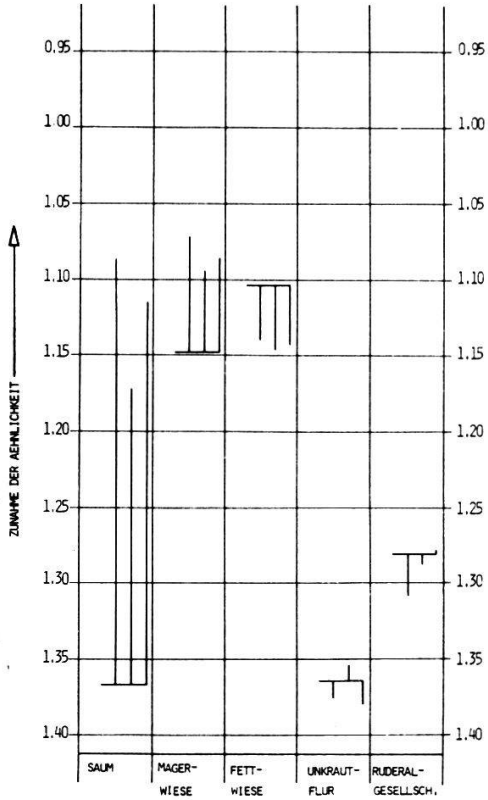
Fläche Nr. 18 (Attikon, ZH)



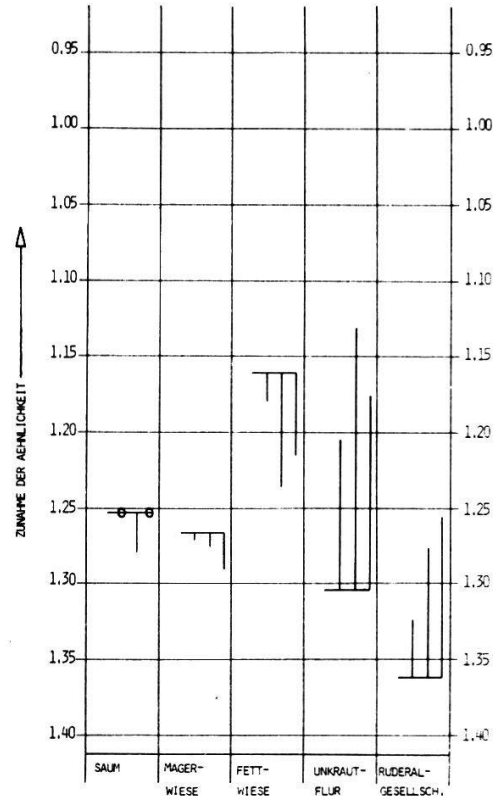
Fläche Nr. 34 (Hatzingen, TG)



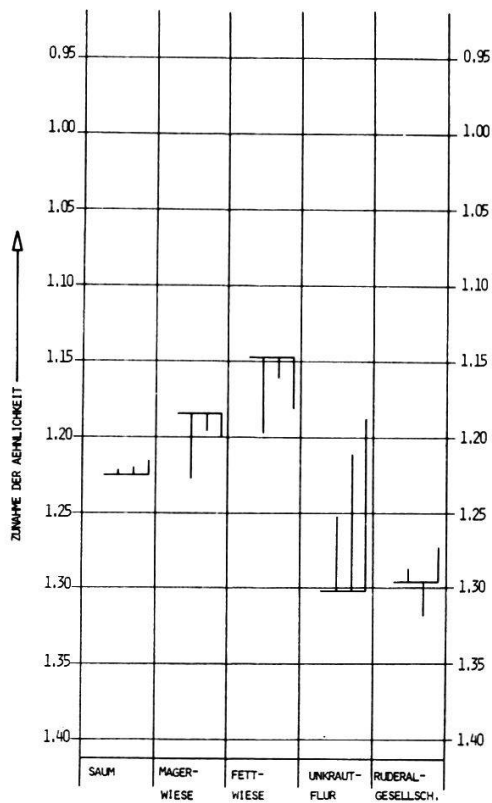
Fläche Nr. 40 (Merishausen, SH)



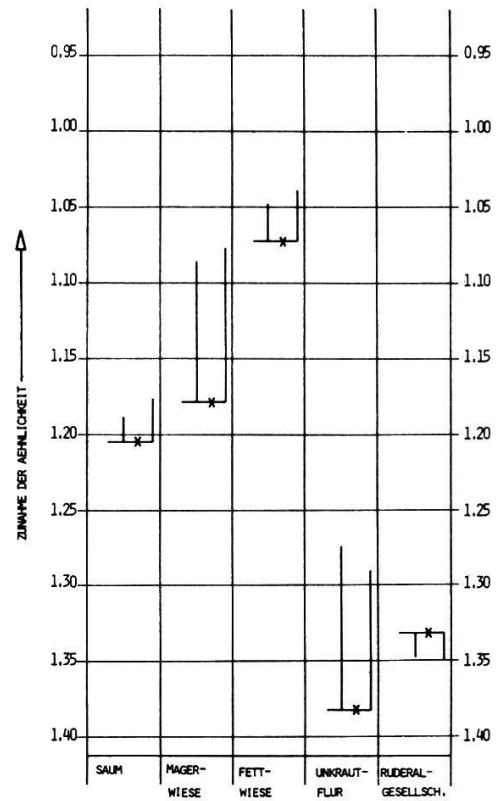
Fläche Nr. 42 (Wettingen, AG)



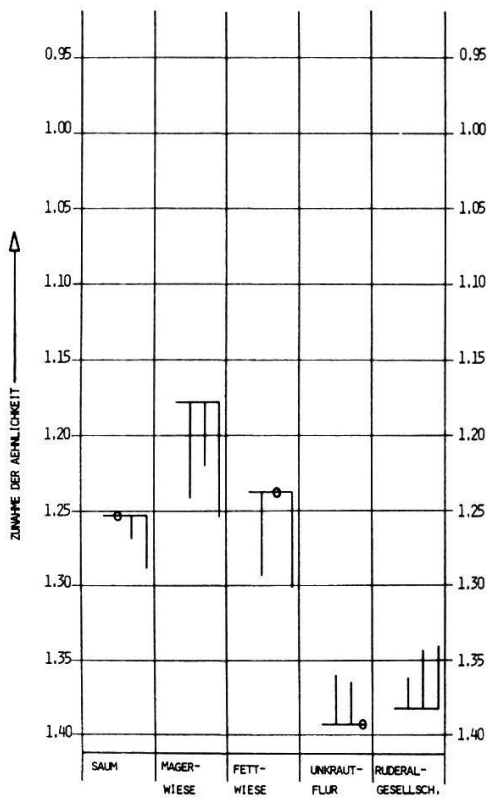
Fläche Nr. 55 (Eiken, AG)



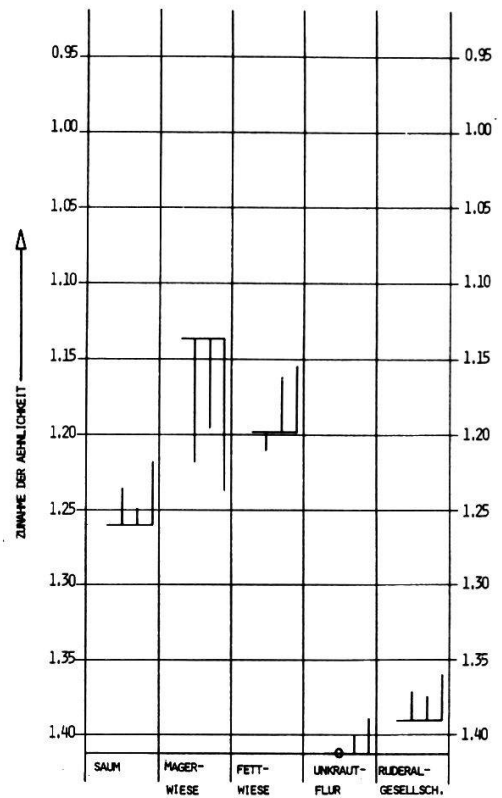
Fläche Nr. 63 (Wiedlinsbach, BE)



Fläche Nr. 74 (Ittingen, BL)



Fläche Nr. 75 (Giebenach, BL)



zum Saum und zur Fettwiese schwach zu. Einzig die Ruderalpflanzen sind im Abnehmen.

Fläche Nr. 74 (Ittingen, BL): Diese Fläche wird mehrmals gemulcht und die Entwicklung ist ähnlich wie bei Fläche Nr. 42 und Nr. 55, wobei hier die Schwankungen relativ gering sind.

Fläche Nr. 75 (Giebenach, BL): Auch hier wird mehrmals jährlich gemulcht. Die Fläche grenzt an einen Wald. Die Ähnlichkeit zur Unkrautflur und zur Ruderalgesellschaft ist sehr gering und schwach zunehmend, die zum Saum und zur Fettwiese nimmt etwas stärker zu. Einzig die Ähnlichkeit zur Magerwiese ist im Abnehmen.

Wie aus Tab. 16 zu ersehen ist, nehmen insgesamt die Ähnlichkeiten zu den Magerrasen und Fettwiesen ab und zu den Saumgesellschaften schwach und zu den Unkraut- und Ruderalvegetationen stark zu. Dies bedeutet, dass die Instabilität im Zunehmen begriffen ist.

Bei den Flächen, die entweder brach liegen oder einmal gemäht und gereicht werden, fällt der hohe Prozentsatz der Flächen mit Ähnlichkeitszunahme zu Magerrasen (77.8%) und auch zu Ruderalvegetation (88.9%) auf. Bei den gemulchten Vergleichsflächen ist nur in 42.9% der Fälle eine Zunahme der Ähnlichkeit zu Magerrasen festzustellen.

Wie aus Tab. 17 zu erkennen ist, weisen vor allem die Ähnlichkeiten zu Unkraut- und Ruderalgesellschaften, zu Saumgesellschaften und Fettwiesen und zu Mager- und Fettwiesen eine hohe gleichlaufende Entwicklung auf. Am meisten divergiert die Entwicklung zwischen Unkrautgesellschaften und Magerwiesen, was heisst, je höher die Verunkrautung, umso niedriger der Anteil an Magerrasenarten oder je niedriger die Verunkrautung, umso höher die Ähnlichkeit zu einem Magerrasen.

4.4. Edaphische Faktoren

4.4.1. Bodenprofile

In den Untersuchungsflächen lassen sich zwei grundsätzlich verschiedene Ausgangslagen für die Bodenentwicklung unterscheiden. Die eine Bodenentwicklung beginnt auf anstehendem oder geschüttetem humusfreiem Muttergestein, die andere auf geschüttetem ortsfremdem (allochtonem) Bodenmaterial, das zur so ge-

Tab. 16. Anteil der zunehmenden, resp. abnehmenden und gleichbleibenden Aehnlichkeiten der einzelnen Aufnahmen (S: Saum, M: Magerwiesen, F: Fettwiesen, U: Unkrautflur, R: Ruderalpflanzen)

	S	M	F	U	R	
Zunahme	59.7	42.9	49.3	72.7	63.6	alle Flächen Nr. 01 - 77
Abnahme od. gleich	40.3	57.1	50.7	27.3	36.4	
Zunahme	44.4	77.8	44.4	55.6	88.9	Brache od. ein- mal gemäht
Abnahme od. gleich	55.6	22.2	55.6	44.4	11.1	
Zunahme	61.9	42.9	33.3	66.7	47.6	Vergleichsflächen Kanton ZH 2 - 4mal gemulcht
Abnahme od. gleich	38.1	57.1	66.7	33.3	52.4	

Tab. 17. Prozent-Zahlen der gleichlaufenden Entwicklungen der Aehnlichkeiten (S: Saum, M: Magerwiesen, F: Fettwiesen, U: Unkrautflur, R: Ruderalpflanzen)

U - R	64.9%	S - M	49.4%
S - F	64.9%	S - U	49.4%
M - F	63.6%	S - R	49.4%
F - R	55.8%	M - R	42.9%
F - U	54.6%	M - U	39.0%

nannten Humusierung verwendet wurde. Die Mächtigkeit dieser geschütteten Humusschicht kann bis 40 cm betragen. Das Muttergestein der erstgenannten Fälle besteht im Jura aus Kalken verschiedener Formationen und im Mittelland aus Mischgestein von Moränen-Material der Würm-Eiszeit. Bei den Böden, die nicht humusiert worden sind, konnte kein Unterschied festgestellt werden, ob es sich nun um anstehende Schichten oder Schüttungen bei Dämmen handelt.

4.4.1.1. Allochtone Böden

Die humusierten Böden weisen einen stark ausgebildeten A_{oo} -Horizont auf, der sich vor allem aus dicht verflochtenem abgestorbenen Grasteilen zusammensetzt. Die Mächtigkeit des Horizontes ist jeweils nach dem Mähen am grössten. Somit erfolgten mehrere Nachlieferungen von Streue während der Vegetationsperiode.

Der A₁-Horizont enthält sowohl karbonatfreies wie karbonathaltiges Skelett und Feinerde. Die Mächtigkeit ist durch die Humusierung bedingt und schwankt zwischen 10 und 40 cm. Die Durchwurzelung des Mull-Horizontes ist recht intensiv.

Der D-Horizont ist frei von organischem Material. Die Durchwurzelung ist gering. Das mineralische Material enthält sowohl Kalke wie Silikate. Die Wasserversorgung ist genügend bis gut.

Diese Böden können von ihren Eigenschaften her als Pararendzinen bezeichnet werden, doch da die A-Horizonte nicht auf dem ursprünglichen Muttergestein liegen, dürfte diese Bezeichnung problematisch sein. Aus diesem Grunde werden sie hier als allochtone Böden bezeichnet.

4.4.1.2. Autochtone Böden

Auch diese Böden weisen einen dichten A_{oo}-Horizont auf.

Der A₁-Horizont ist sowohl auf Kalk, als auch auf Moräne sehr wenig mächtig. Bedingt durch das geringe Alter beträgt die Mächtigkeit allerhöchstens 20 cm. Eine scharfe Grenze zwischen A₁ und C-Horizont fehlt. Der Uebergang ist fließend. Der Skelett-Anteil ist in beiden Horizonten etwa gleich. Oft kommen grosse Skelett-Teile (Durchmesser grösser als 10 cm) bis an die Oberfläche. Die Durchwurzelung ist auch im oberen Teil des C-Horizontes, dh. bis in ca. 30-60 cm Tiefe, gleichmässig.

Die Wasserversorgung dürfte eher mässig bis genügend sein.

Die Böden können als Regosole angesprochen werden.

4.4.2. Korrelationen zwischen den edaphischen Faktoren

Die Darstellung aller berechneten Korrelationen zwischen den verschiedenen edaphischen Faktoren und den Resultaten aus den Bodenanalysen (siehe Tab. 18) erfolgt in Tab. 19.

Eine erste Gruppe von Faktoren bilden alle jene, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit mit dem Humus- und Kalk-Gehalt positiv oder negativ korrelieren. Eine hohe Wahrscheinlichkeit der positiven Korrelation mit dem Humus-Gehalt weisen auf: Stickstoff-, Phosphat- und Blei-Gehalt, Artenvielfalt und teilweise der Therophyten-Anteil. TRAUTMANN und LOHMEYER (1975) stellten ebenfalls einen hohen Unkraut - Anteil in nährstoffreichen Böden fest. Hohe negative Korre-

Tab. 18. Resultate der Bodenanalysen

Flächen-Nr.	Kohlenstoff %	Stickstoff %	Phosphat mg/100gBoden	Blei mg/100gBoden	Kalk %	Trocken-substanz %	C/N-Verhältnis	pH
1	2.5	0.28	3.63	11.68	9.45	97.98	8.81	8.2
2	2.3	0.27	1.73	9.09	12.87	98.04	8.52	8.3
3	1.8	0.20	1.13	4.04	26.35	98.12	8.85	8.0
4	2.6	0.25	2.48	8.64	14.41	97.92	10.32	8.5
5	2.1	0.24	4.96	7.58	12.87	97.68	8.66	8.1
6	1.9	0.19	1.69	14.54	32.77	98.72	10.11	8.5
7	1.8	0.18	2.80	8.74	30.03	98.97	10.57	8.2
8	1.7	0.17	1.72	6.92	37.75	99.02	9.88	8.3
9	0.9	0.12	9.91	3.34	37.40	98.59	7.58	8.2
10	0.9	0.11	0.99	2.90	39.29	98.60	8.87	8.2
11	1.7	0.18	1.39	8.39	36.20	98.40	9.49	8.3
12	1.6	0.16	1.76	4.20	35.52	98.91	10.19	8.2
13	0.9	0.10	1.01	3.67	45.98	98.54	9.04	8.0
14	0.7	0.08	0.95	2.86	43.93	98.82	8.57	7.8
15	0.5	0.06	0.48	2.04	46.16	98.79	8.00	7.8
16	0.6	0.06	1.06	2.24	40.84	98.18	10.16	8.1
17	0.7	0.06	1.10	2.30	45.30	99.05	12.17	8.1
18	0.6	0.06	0.62	2.86	44.10	98.90	9.38	8.1
19	0.5	0.06	0.63	1.74	43.92	99.00	7.83	8.1
20	1.8	0.17	2.48	7.58	29.34	98.47	10.35	8.0
21	0.5	0.07	1.30	3.52	40.15	97.64	7.94	8.3
22	0.8	0.08	1.24	3.92	41.69	98.00	9.18	8.4
23	2.7	0.27	6.08	12.97	9.00	97.02	9.93	8.2
24	1.1	0.08	2.38	1.57	34.83	99.64	13.42	8.1
25	0.7	0.06	2.14	4.19	32.26	99.39	11.11	8.4
26	1.6	0.15	5.99	6.93	8.23	98.76	10.80	8.3
27	0.7	0.07	2.45	1.55	44.78	99.15	9.04	7.8
28	0.3	0.02	0.44	0.70	44.44	99.28	11.20	7.8
29	2.7	0.23	9.14	7.20	26.94	98.35	11.86	8.3
30	1.1	0.09	1.42	9.72	42.04	99.32	11.81	7.9
31	1.1	0.07	2.86	12.92	40.49	99.39	16.97	8.1
32	1.3	0.14	8.57	5.73	0.51	98.72	9.01	7.9
33	2.1	0.18	6.84	13.75	35.00	98.98	12.23	7.9
34	2.1	0.12	4.95	5.80	1.80	98.31	16.61	8.0
35	2.1	0.21	6.71	3.50	5.14	98.46	10.14	8.1
36	2.5	0.26	5.89	4.57	6.86	98.27	9.55	8.1
37	2.3	0.23	5.49	2.79	4.80	97.98	10.09	8.2
38	2.6	0.24	3.54	1.52	55.94	97.85	10.83	8.1
39	0.7	0.07	0.86	0.61	74.13	98.85	11.21	8.0
40	2.5	0.26	4.07	1.35	53.19	97.63	9.62	8.1
41	2.2	0.22	1.87	1.19	53.54	97.61	9.78	8.3
42	1.8	0.16	7.06	3.51	1.71	98.52	11.87	8.1
43	1.5	0.14	4.73	6.85	2.14	98.61	10.78	8.1
44	1.3	0.13	6.09	4.32	1.45	98.70	10.00	8.0
45	1.9	0.18	9.57	7.33	3.00	98.39	10.62	8.0
46	2.9	0.18	3.81	13.54	2.40	98.17	16.10	8.0
47	3.4	0.24	1.58	13.04	5.31	98.12	14.33	8.0
48	2.2	0.20	4.04	19.49	9.43	98.40	11.11	8.0
49	2.3	0.22	3.81	19.68	1.88	98.39	10.31	8.0
50	1.6	0.16	2.85	15.13	0.25	98.26	9.75	7.3
51	1.5	0.16	4.44	23.16	0.17	98.29	9.87	7.5
52	1.8	0.20	2.42	10.75	2.65	98.55	9.34	7.9
53	1.7	0.18	11.52	8.57	0.60	98.65	9.38	8.0
54	1.9	0.22	5.60	1.72	21.10	97.30	8.66	8.1
55	2.6	0.24	4.67	2.19	7.14	98.70	10.58	8.2
56	2.4	0.26	2.74	3.31	3.85	97.65	9.22	8.0
57	1.8	0.20	4.03	4.19	1.45	97.79	8.93	8.1
58	2.1	0.23	3.63	2.47	4.11	97.95	8.97	8.2
59	2.7	0.26	9.87	3.69	24.02	96.99	10.15	8.1
60	1.5	0.17	5.39	9.27	1.57	98.73	8.55	8.0
61	2.2	0.14	4.31	16.99	21.10	98.21	14.93	8.0
62	2.4	0.20	9.46	14.91	0.86	98.17	11.72	7.9
63	1.9	0.22	3.84	5.70	0.34	98.41	8.64	7.8
64	0.6	0.07	0.44	3.89	24.88	98.86	8.65	8.2
65	1.2	0.11	8.64	12.85	9.61	99.11	10.44	8.2
66	2.8	0.29	3.60	8.60	0.86	97.37	9.59	8.3
67	0.9	0.12	3.68	8.51	0.25	98.60	7.54	7.6
68	1.9	0.12	2.92	13.05	0.25	98.61	16.17	7.7
69	1.6	0.20	10.60	11.39	1.80	98.75	8.12	7.8
70	1.8	0.20	4.17	3.65	5.31	98.53	9.25	8.0
71	2.4	0.25	1.55	3.47	14.75	97.57	9.44	8.0
72	0.6	0.07	1.34	1.22	5.83	97.64	9.39	8.1
73	2.0	0.20	1.28	5.01	15.44	97.76	10.05	8.0
74	1.2	0.07	0.24	0.93	37.41	98.40	15.54	8.0
75	0.9	0.08	2.61	3.81	88.15	99.68	11.32	7.7
76	1.2	0.12	3.30	9.19	90.30	97.71	10.00	7.9
77	0.6	0.09	1.02	1.84	50.62	97.72	6.48	8.0

lationen haben der Kalk-Gehalt, der Trockengewichts- und Hemikryptophyten-Anteil. Aehnlich wie der Humus-Gehalt verhält sich vor allem der Stickstoff-Gehalt, teilweise auch der Blei- und Phosphat-Gehalt.

Die Faktoren, die mit dem Kalk-Gehalt negativ korrelieren (Stickstoff, Phosphat, Blei und Humus) sind untereinander stark positiv korreliert.

Eine zweite kleinere Gruppe bilden die Faktoren, die mit dem Alter der Böschungen korrelieren. Es sind dies der Blei-Gehalt und die Artenzahl pro Fläche, wobei diese beiden Faktoren untereinander nicht korrelieren.

In einer dritten Gruppe befinden sich die Faktoren Bleigehalt und Bewirtschaftungsart, welche mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.95 positiv korrelieren.

Die heutige Bewirtschaftung führt also dazu, dass Blei dort mehr angereichert wird, wo gemulcht wird, als dort wo gereicht wird, was auf den fehlenden Abtransport der Biomasse zurückzuführen ist. Die Faktoren, die mit der Lage der Böschung (oberhalb oder unterhalb der Fahrbahn) korrelieren, sind in einer vierten Gruppe zu finden. Der pH-Wert, der Humus- und Stickstoff-Gehalt sind mit grösster Wahrscheinlichkeit an Böschungen unterhalb der Autobahn höher als oberhalb.

In einer fünften Gruppe können die Faktoren zusammengefasst werden, die mit dem Therophyten-Anteil korrelieren. Eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine negative Korrelation liegt für die Faktoren Kalk-Gehalt, Holz-Pflanzen, Hemikryptophyten und Geophyten und zT. Deckung und Geologie vor. Eine positive Korrelation bildet der Faktor Artenvielfalt. Unabhängig davon korreliert der Chamaephyten-Anteil grösstenteils mit der Diversität positiv, während der Hemikryptophyten-Anteil eher negativ korreliert. Bei hoher Artenzahl pro Fläche ist somit der Hemikryptophyten-Anteil eher rückläufig und wird durch den Therophyten- und Chamaephyten-Anteil ersetzt.

5. Diskussion

Die vorliegende Diskussion soll auf folgende vier Fragen Antworten geben:

1. Wie ist die Vegetationszusammensetzung der südexponierten Böschungsrasen an den Nationalstrassen des Schweizer Mittellandes und des Juras?
2. Welche Ursachen führen zu der heutigen Zusammensetzung? (Kap. 5.1)
3. Inwiefern eignen sich die Böschungen der Nationalstrassen zur Ansiedlung

von schutzwürdigen trockenen Magerrasen?

4. Welche Gründe verhindern eine Entwicklung zu diesen Magerrasen? (Kap. 5.2)

5.1. Vegetationszusammensetzung

Die untersuchten Böschungsrasen im Schweizer Mittelland, Jura und Randen unterscheiden sich von anderen Grünlandbiotopen durch verschiedene typische Eigenschaften, die zT. auch von ausländischen Autoren für dortige Böschungsrasen bestätigt werden. Es seien hier vor allem die umfassenden Arbeiten von WAY (1969), (1973), (1974) und (1977) für England, von HANSEN und JENSEN (1972) und (1974) für Dänemark, von HOOGERKAMP (1971) und HOOGERKAMP und ZONDERWIJK (1977) für die Niederlande und HILLER (1976) für die Bundesrepublik Deutschland erwähnt.

Als typische Eigenschaften können bezeichnet werden:

- *Variabilität*: Wie schon in Kap. 4.1.1 dargelegt, variiert die Vegetationszusammensetzung von Böschung zu Böschung sehr stark. Dies drückt sich in den Schwierigkeiten mit dem Ordnen der Vegetationstabelle und auch in den Resultaten der Kapitel 4.1.3 und 4.3.3 aus. Auch WEGELIN (1979) hatte Mühe, seine an Weg- und Strassenböschungen gewonnenen Vegetationsaufnahmen zu ordnen, obwohl bei ihm die Standortverhältnisse einheitlicher gewählt und der Untersuchungsraum kleiner war. Auch bei ihm ist fast jede einzelne Aufnahme ein Spezialfall.

Die grosse Variabilität dürfte verschiedene Ursachen haben. Sicher spielt das junge Alter der Böschungen eine grosse Rolle. Auch die Tatsache, dass es sich meist um geschüttete und nicht natürlich gewachsene Böden handelt, dürfte zur Variabilität beitragen. Neben den in Kap. 3.1.2 aufgeführten methodischen Gründen ist es auch sehr wichtig, welche Pflanzen in der näheren und weiteren Umgebung vorkommen (STOCKHAMMER 1960). Da die verschiedensten Lebensgemeinschaften direkt an die Böschungen angrenzen oder in der Umgebung vorhanden sind, ist es nicht erstaunlich, dass auf diesen jungen konkurrenzschwachen Standorten Vertreter fast aller Pflanzengesellschaftsklassen vorkommen und somit eine reichhaltige Flora bilden, die sehr variabel ist.

- *Instabilität*: Aus Kap. 4.3.2 und 4.3.3 lässt sich erkennen, dass in den einzelnen Flächen die Vegetationszusammensetzung von Jahr zu Jahr erheblich schwankt. Diese Instabilität ist auf ein ganzes Wirkungsnetz (Abb. 12) von

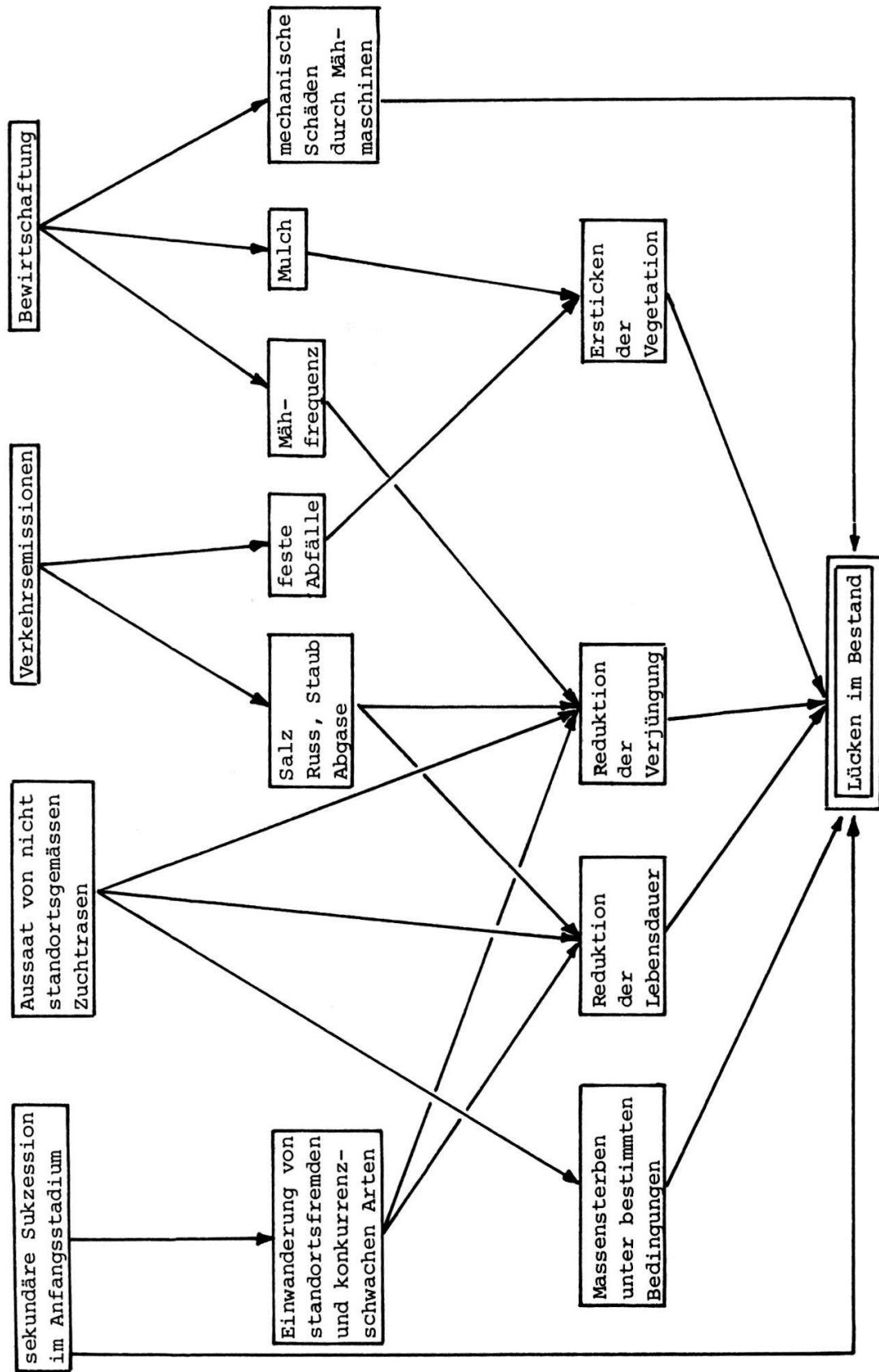


Abb. 12. Wirkungsnetz der verschiedenen Faktoren, die zu Lücken im Bestand führen

Ursachen zurückzuführen. Sie alle verursachen eine lückige Vegetationsdecke, welche letztlich als Hauptursache für die Vegetationsschwankungen angesehen werden kann. Diese Lücken sind ständige und immer wieder von Neuem konkurrenzarme Nischen, die Möglichkeiten zur Einwanderung neuer Arten bieten. Da so auch Arten die Möglichkeit zum einwandern haben, die nicht standortsgemäss sind, entstehen durch ihr rascheres Absterben bald wieder neue Lücken in der Vegetationsdecke. Die Gewichtung der einzelnen Ursachen ist recht schwierig, da vor allem Untersuchungen über die synergetischen Effekte der Verkehrsimmissionen fehlen.

- *Unkraut- und Ruderalpflanzen*: Einen sehr hohen Anteil von Unkraut- und Ruderalpflanzen an der Vegetation der Strassenböschungen konnten sowohl CHANCELOR (1969) in England, HANSEN und JENSEN (1972) in Dänemark, als auch WISTRAND (1976) in Schweden feststellen. Die starke Verunkrautung ist vor allem auf die lückige Vegetationsdecke zurückzuführen. Die Unkräuter leisten auch einen grossen Beitrag an die Instabilität und teilweise auch an die Variabilität, wie aus Tab. 9. gut ersichtlich ist. Unkräuter und Ruderalpflanzen sind von ihrer Verbreitungsbiologie her auf diesen lückigen und jungen Standorten besonders konkurrenzkräftig. Gerade im Schweizer Mittelland ist die triviale Unkrautflora weit verbreitet und somit immer in der Nähe von Nationalstrassen vorhanden. Wie aus Tab. 13. zu sehen ist, nehmen mehrere Unkräuter und Ruderalpflanzen in ihrer Verbreitung oder Deckung sogar zu, zT. trotz Bekämpfung mit Herbiziden (*Agropyron repens*, *Cardamine hirsuta*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Crepis capillaris*, *Convolvulus arvensis*, *Epilobium* sp., *Erigeron canadensis*, *Malva moschata*, *M. silvestris*, *Polygonum aviculare*, *P. convolvulus*, *Tripleurospermum inodorum* und *Vicia tetrasperma*).

- *Artenreichtum*: Auffallend ist auch der Artenreichtum in vielen der untersuchten Flächen, wobei die meisten Arten eine niedrige Deckung zeigen. Dieser Artenreichtum dürfte ebenfalls auf die lückige Vegetationsdecke und auf das geringe Alter der Böden zurückzuführen sein.

- *Deckungsdominanz der ausgesäten Arten*: Die starke Deckung durch die ausgesäten Arten scheint den obenstehenden Bemerkungen über die standortsfremden Rassen zu widersprechen. Doch können sich anscheinend gewisse ausgesäte Arten bis heute bei den üblichen Bewirtschaftungsmethoden gut halten. BOEKER (1970), TRAUTMANN und LOHMEYER (1978) und FISCHER (1979) stellen in ihren Arbeiten ebenfalls fest, dass einige wenige ausgesäte Arten den grössten Anteil an der

Deckung einnehmen. Einige wenige der ausgesäten Arten sind aber auch schon ganz, andere fast vollständig verschwunden. Nach SKIRDE (1978) ist der Anteil an der Deckung durch die verschiedenen Grassorten nicht konstant, sondern schwankt im Laufe eines Jahres beträchtlich.

5.2. Eignung der Böschungen für trockene Magerrasen

Betrachtet man die natürlichen Standortbedingungen der Böschungen an den Nationalstrassen, so kommt man bei rein theoretischen Ueberlegungen zum Schluss, dass sich vor allem die eher trockenen, besonnten südexponierten Böschungen ausgezeichnet für trockene Magerrasen eignen würden. Sowohl Klima, Neigung, Exposition, als auch Bodenfaktoren wären kein Hinderungsgrund. Doch wenn wir die Vegetation an den Böschungen heute betrachten, so sehen wir deutlich, dass an den wenigsten Orten etwas Magerrasenähnliches entstanden ist. Daher müssen einige Bedingungen das Aufkommen von Magerrasen verhindern oder die Entwicklung in diese Richtung stark verlangsamen.

- *Edaphische Faktoren*: Hier dürfte vor allem die teilweise starke Humusierung mit nährstoffreichem Boden die Entwicklung von Magerrasen verhindern. Rohböden, wie wir sie heute an den Böschungen auf Moränen und Jurakalk finden, sind an und für sich kein Hinderungsgrund zur Entstehung einer Sukzession in Richtung Magerrasen. Es ist offensichtlich, dass vor allem *Bromus erectus*, verschiedene *Carex* - Arten und auch weitere *Mesobromion* - Arten auf diesen jungen Rohböden sehr langsam gedeihen. Die Ergebnisse der Auspflanzversuche (Kap. 4.2) zeigen, dass auch auf den Regosolen einige Magerrasenarten sehr gut gedeihen können. *Dianthus carthusianorum*, *Scabiosa columbaria* und *Sanguisorba minor* haben sich sogar schon zwei Jahre nach der Auspflanzung an den Böschungen verjüngt. Auch weisen die beiden *Mesobromion* - Arten *Briza media* und *Sanguisorba minor* eine besonders hohe Ueberlebensquote auf.

- *Artenarmut der Umgebung*: Da in der näheren und zum Teil auch weiteren Umgebung vieler Böschungen keine Magerrasen mehr zu finden sind, ist die Wahrscheinlichkeit, dass Arten aus dieser Gesellschaft einwandern können, sehr gering. Eine Einwanderung der gewünschten Arten kann somit nur sehr langsam, wenn überhaupt stattfinden. Ueberall, wo in den Untersuchungsflächen Magerasen-Arten häufig auftreten, finden sich in der umgebenden Landschaft noch

einige trockene Magerwiesen oder artenreiche Säume. Auch STOCKHAMMER (1960) und WEGELIN (1979) konnten einen sehr grossen Einfluss der direkt angrenzenden Vegetation feststellen. FISCHER (1979) dagegen fand auf Lössböden im Kaiserstuhl, dass schon bei einer Distanz von 30 bis 50 m zwischen einem Altbestand und einer neuen Planie keine aktuelle Einwanderung von Arten mehr festgestellt werden konnte. Betrachtet man die Liste der häufigsten Böschungsarten in Kap. 4.1.2, so stellt man sofort fest, dass es sich vor allem um Arten handelt, die in der Landschaft noch sehr häufig und weit verbreitet sind und ein breites ökologisches Spektrum haben (*Dactylis glomerata*, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale*, etc.). Da die Flora in vielen Gegenden der Nordschweiz schon recht stark verarmt ist, ist die Aussaat von möglichst artenarmen Mischungen, wie sie vor allem bundesdeutsche Autoren (BOEKER 1970, TRAUTMANN und LOHMEYER 1975, HILLER 1976, RÜMLER 1978) empfehlen, nicht geeignet, wenn die Entwicklung zu artenreichen Magerrasen das Ziel ist.

- *Saatgut*: Das heute verwendete Saatgut, kombiniert mit der Bewirtschaftungsweise, bremst die Sukzession in Richtung Magerwiesen. Die ausgesäten Samen-sorten sind zT. auf hohe Erträge gezüchtet, gedeihen gut und verhindern dadurch das Einwandern der konkurrenzschwächeren einheimischen Magerwiesenarten. Dies dürfte vor allem bei den Rasenzuchtsorten von *Festuca rubra* und *F. ovina* s.l. der Fall sein. Auch dort, wo wir sehr dichte und hohe Bestände von *Onobrychis viciifolia* und *Medicago sativa* haben, wird die Einwanderung von Arten aus der Umgebung gebremst. Auch das Ansäen der standortsfremden Art *Bromus inermis* hat sich als ungünstig erwiesen.

Leider fehlen heute noch die Samen der typischen Magerrasen-Arten im Handel. Falls sie vorhanden sind, handelt es sich meist um Rassen oder Oekotypen, die aus ganz anderen Klimaregionen stammen oder auf anderen Standorten gedeihen. Vor allem bei den Leguminosen, bei *Festuca ovina* und bei *Poa pratensis* fehlen die standortsgemässen Oekotypen.

- *Bewirtschaftung*: Das häufige Mulchen bewirkt neben der Lückenbildung im Bestand auch eine Anreicherung der Nährstoffe und des Bleis im Boden, da keine Biomasse aus dem System weggeführt wird. Da meist sehr früh und relativ häufig gemäht wird, können sich die Pflanzen nicht versamen. Aus den Ergebnissen ist zu ersehen, dass die Verunkrautung, bedingt durch das Mulchen, im Zunehmen begriffen ist. In den Vergleichsflächen, wo nur einmal gemäht und gereicht wird,

ist dies nicht der Fall. Dort nimmt die Aehnlichkeit zum Vergleichsmagerassen zu. Das häufige Mähen fördert nach HOOGERKAMP (1971) und SKIRDE (1978) die schmalblättrigen Gramineen und schädigt die breitblättrigen Pflanzen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei der heutigen Bewirtschaftungsweise (mehrmaliges Mulchen) wohl artenreiche Böschungsrassen entstehen können, dass diese sich aber nicht zu trockenen Magerwiesen entwickeln, sondern zu verunkrauteten, instabilen und lückigen Beständen mit vielen Ubiquisten führen.

6. Schlussfolgerungen

Dieses Kapitel soll aufzeigen, welche Gemeinsamkeiten und welche Differenzen zwischen den Ansprüchen des Unterhaltsdienstes der Nationalstrassen und denen des Naturschutzes bestehen, wenn sich trockene Magerwiesen an den Böschungen entwickeln sollen. Es soll auch versucht werden, Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

6.1. Ziele

Die Ziele, die der Autobahnunterhalt heute hat, sind zum Teil mit denen des Naturschutzes identisch (keine Erosion, stabile Vegetationsdecke, wenig Biomasse und wenig Unkräuter). Ein wichtiger Unterschied besteht in der Forderung der Unterhaltsdienste nach dichtem Narbenschluss und gepflegtem Aussehen. Dies sind alles Ziele, die in Richtung "Golf-Rasen" gehen, und aus der Sicht des Naturschutzes, der in der verarmten Landschaft lieber vielfältige und artenreiche Biotope sähe, nicht begrüsst werden.

6.2. Standort

Die Ansprüche an den Standort sind für beide Seiten gleich. Es wird ein magerer, eher trockener, wenn möglich unhumusierter Standort gewünscht.

6.3. Samenmischung

Bei diesem Punkt ergeben sich grosse Differenzen. Von Naturschutzseite her dürfte konsequenterweise, um eine Florenverfälschung zu vermeiden, nur einheimisches Saatgut verwendet werden. Solches ist aber nicht im Handel erhältlich (SCHIECHTL 1973, DUNBALL 1974). Die meisten angebotenen Sorten stammen aus dem Ausland oder sind auf hohe Erträge gezüchtet worden.

Vom Nationalstrassenbau her steht die Preisgünstigkeit einer Samenmischung im Vordergrund. Weiter werden ein rasches Aufwachsen und ein niedriger Wuchs verlangt.

6.4. Bewirtschaftung

Die heutige Bewirtschaftung durch die Unterhaltsdienste der Nationalstrassen wird als die günstigste und sinnvollste angesehen. Es wird zwei- bis fünfmal gemulcht und verschiedene Unkräuter mit spezifischen Bioziden bekämpft. Trotzdem nehmen *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare* und die verschiedenen *Sonchus* - Arten zu.

Zur Ansiedlung von trockenen Magerrasen ist es notwendig, dass nach dem Mähen gerecht wird. Es sollte nicht mehr als ein- höchstens zweimal gemäht werden.

Die heutige übliche Bewirtschaftungsweise führt zu Resultaten, die den unter 6.1. genannten Zielen widersprechen. So sind die Vegetationsdecken keineswegs geschlossen, die Böschungen sind instabil, und die Verunkrautung nimmt zu. Langfristig reichern sich Blei und Nährstoffe im Boden an. Die vermehrten Nährstoffe führen zu grösserer Produktion und mehr Mulch, das Blei reduziert die Aktivität der Bodenorganismen und die Lebensdauer der Pflanzen.

Eine einmalige Mahd mit anschliessendem Rechen könnte aber zu einer stabilen, naturnahen Vegetation führen, einer Vegetation, die nicht mehr so stark verunkrautet ist. Abzuklären bleibt aber, wie weit die heutige Immissionsbelastung überhaupt eine stabile Pflanzengesellschaft zulässt.

6.5. Lösungsvorschläge

- Standort:

Die Böschungen sollen nicht mehr humusiert werden. Falls unbedingt nötig, soll die aufgebrachte Kulturerdeschicht nicht grösser als 5 cm sein.

- Saatgut:

Die Samenmischungen sollen unbedingt nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten zusammengestellt werden, wie es u.a. auch SCHIECHTL (1973) und HILLER (1976) fordern. Langfristig muss unbedingt angestrebt werden, nur noch einheimisches Saatgut für die Samenmischungen zu verwenden. Dafür ist eine Züchtung von einheimischem Saatgut notwendig.

Bis im Samenhandel einheimisches Saatgut vorhanden ist, sollen Mischungen zur Anwendung kommen, die möglichst viele Arten aus einheimischen Magerrasen enthalten.

Auf grosswüchsige Zuchtformen von Leguminosen, auf *Festuca rubra* und *Bromus inermis* soll ganz verzichtet werden. *Bromus erectus*, *Festuca ovina*, *Sanguisorba minor*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Trisetum flavescens* und als Pionierart *Lolium perenne* sollten als Hauptbestandteile in eine neue Mischung gehören, welche dem Entstehen von artenreichen Magerrasen förderlich sind. Als Ergänzung gehören unbedingt einige der folgenden Arten dazu: *Dianthus carthusianorum*, *Scabiosa columbaria*, *Hieracium pilosella*, *Knautia arvensis*, *Pimpinella saxifraga*, *Thymus pulegioides*, *Carex flacca*, *Hippocrepis comosa*, *Centaurea jacea*, *Silene vulgaris*, *Galium verum*, *Linaria vulgaris* oder andere Vertreter der trockenen oder wechsellückigen Magerwiesen.

- Bewirtschaftung:

Wenn die Verunkrautung gestoppt und damit der Einsatz von Bioziden reduziert werden soll, muss von der heutigen Bewirtschaftungsform des häufigen Mulchens auf Mähen und Rechen umgestellt werden. Dies wäre dann auch für die Ansiedlung von artenreichen Magerwiesen förderlich.

Ob diese Forderung aber durchgesetzt werden kann, hängt vor allem von den Kosten ab. Nur genaue Kosten-Abklärungen könnten hier aufzeigen, welche Bewirtschaftungsweise günstiger zu stehen kommt. Bei der geforderten Bewirtschaftungsart des Mähens und Wegführens entstehen zusätzliche Kosten für das Rechen und das Wegführen der Mahd und es ist möglich, dass in den Monaten August und September Bewirtschaftungsspitzen entstehen, die mehr Leute und Maschinen erfordern würden. Dafür könnten Kosten bei den Herbiziden und durch die Reduktion der Anzahl Schnitte eingespart werden. Zu prüfen wäre auch, ob nicht schon Maschinen erhältlich sind oder entwickelt werden können, die das Mähgut auch an Böschungen rationell aufnehmen können.

Weiter bleibt die Frage offen, ob sich nicht eine allfällige Mehrinvestition

in eine naturnähere Bewirtschaftung langfristig lohnt, nicht nur, weil die Landschaft um schützenswerte Biotope bereichert würde, sondern weil auch die Probleme mit der Verunkrautung, mit der Zunahme des Bleis und des Nährstoffgehaltes vermindert werden könnten.

Falls sich diese vorgeschlagene Lösung nicht sofort und überall verwirklichen liesse, käme unter Umständen eine zweite Lösung in Frage. Hier würden dann nur spezielle Abschnitte, die sich schon durch ihre Artenvielfalt oder das Vorkommen von seltenen Arten auszeichnen, mit einmaligem Mähen und Rechen bewirtschaftet. Auf den weitem Flächen würde weiterhin gemulcht, aber nur noch zweimal pro Jahr. STREETER (1969) hat diese Lösung auch für England vorgeschlagen und in einigen Distrikten wird sie auch praktiziert. Diese zweite Lösung würde aber voraussetzen, dass das gesamte Nationalstrassennetz inventarisiert und klassiert würde, damit anschliessend entschieden werden könnte, welche Strecken gemulcht und welche nur einmal gemäht werden müssten. Weiter müsste anschliessend dafür gesorgt werden, dass die einmal zu mähenden Flächen genau markiert und auch richtig bewirtschaftet werden.

- Kontrolle:

Um sicher zu sein, dass die empfohlenen Samenmischungen auch wirklich eingehalten werden, sollten ca. ein Jahr nach der Aussaat alle Flächen kontrolliert werden.

Zusammenfassung

1. Die Vegetation an den Böschungen der Nationalstrassen in der Nordschweiz zeichnet sich durch einige spezielle Eigenschaften aus:

- Variabilität, grosse Unterschiede in der Vegetationszusammensetzung von Böschung zu Böschung
- Instabilität, grosse Schwankungen von Jahr zu Jahr
- Artenvielfalt, die durchschnittliche Artenzahl liegt bei 40 Arten pro Aufnahmefläche
- grosser Anteil an Unkraut- und Ruderalpflanzen
- grosser Deckungsanteil einiger ausgesäter Arten (*Festuca rubra*, *Festuca ovina* s.l., *Poa pratensis*, und zT. auch von *Agrostis gigantea*, *Bromus erectus* und *Bromus inermis*).

2. Durch verschiedene Ursachen werden immer wieder neue offene Stellen an den Böschungsrassen geschaffen. Diese Lücken in der Vegetationsdecke können als eigentliche Ursache für die starke Verunkrautung angesehen werden.
3. Die heutige Bewirtschaftungsweise verhindert durch häufiges Mulchen eine Entwicklung in Richtung trockener Magerrasen, obwohl die edaphischen Faktoren dazu günstig sind.
4. Die Ergebnisse aus den Auspflanzversuchen von typischen Magerrasenarten und aus den Bewirtschaftungsversuchen (einmal Mähen und Rechen pro Jahr) weisen darauf hin, dass die südexponierten Böschungen sich zur Ansiedlung von Mager-
rasen eignen.
5. Durch die Verwendung von Saatgut einheimischer Rasen und Oekotypen, durch artenreichere Samenmischungen und durch eine Aenderung der Bewirtschaftungsweise könnte die Entstehung von schutzwürdigen Lebensgemeinschaften gefördert werden.

Résumé

1. La végétation des talus des routes nationales dans le nord de la Suisse se caractérise par quelques traits particuliers:
 - variabilité (grandes différences dans la composition de la végétation d'un talus à l'autre)
 - instabilité (grandes variations d'une année à l'autre)
 - diversité en espèces (en moyenne 40 espèces par relevé)
 - part importante de mauvaises herbes et de plantes rudérales; recouvrement important de quelques espèces semées (*Festuca rubra*, *F. ovina* s.l., *Poa pratensis* et en partie aussi d'*Agrostis gigantea*, *Bromus erectus* et *B. inermis*).
2. Pour plusieurs causes il se crée sans cesse des places ouvertes dans les talus gazonnés. Ces trous dans la couverture végétale peuvent expliquer en grande partie la forte invasion de mauvaises herbes.
3. Les méthodes d'exploitation actuelles empêchent par un mulching répété l'évolution en direction d'un gazon maigre et sec, bien que les facteurs édaphiques s'y prêtent.
4. Les résultats d'essais de transplantations d'espèces typiques de gazons

maigres et d'exploitation (une fauche et un ratissage annuels) suggèrent que les talus exposés au sud conviennent à la colonisation de gazons maigres.

5. On pourrait favoriser la création de biocénoses dignes d'être protégées en choisissant des semences des races indigènes; en diversifiant les mélanges des semences et en changeant les méthodes d'exploitation.

Summary

1. The vegetation on motorway verges in northern Switzerland can be characterised by the following particular features:
 - variability, marked differences in the composition of the vegetation cover occurring between particular verges
 - instability, vegetation cover greatly varying from year to year in its composition
 - species diversity, an average species number per relevé being about forty
 - large proportion of weeds and ruderal plants; high level of coverage by some of the sown species (*Festuca rubra*, *F. ovina* s.l., *Poa pratensis* and to some extent also *Agrostis gigantea*, *Bromus erectus* und *B. inermis*).
2. Owing to various causes, new open spaces are continually appearing in the vegetation cover of the verges; they can be considered as the principal reason for the high weed frequency.
3. In spite of favorable edaphic conditions, the developement of vegetation towards a dry mager grassland is hindered by the present management, in particular by a frequent mulching.
4. The management trials (moving and raking once a year) as well as experimental planting of species typical of mager grassland indicate the south-facing verges are suitable for introduction of this vegetation type.
5. The formation of protection worthy plant communities on motorway verges could be promoted by the use of a suitable seed material comprising local races, seed mixtures consisting a great variety of species as well as by change of the management.

Literatur

- AMERY, C., 1978: Natur als Politik. Zur ökologischen Chance des Menschen. Rowohlt, Reinbek, 222 S.
- ARMANSKI, G., 1979: Ueberlegungen zum Verhältnis von Mensch, Natur und Gesellschaft. Prokla 34, 109 - 124.
- BATES, G.H., 1937: The vegetation of wayside and hedgerow. J. of ecology, 37, 469 - 481.
- BAUER, L. und WEINITSCHKE, H., 1973: Landschaftspflege und Naturschutz. Fischer, Jena, (3. Auflage), 382 S.
- BOEKER, P., 1965: Einfache oder sehr vielseitige Mischung im Strassenbau. Mitt. Ges. für Rasenforschung, 1/2.
- 1970: Böschungsansaaten mit verschiedenen Mischungen. Rasen, Turf, Gazon, 1, 8 - 11.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. Springer, Wien, (3. Auflage), 865 S.
- und MOOR, M., 1938: Verband des *Bromion erecti*. Prodrum. d. Pfl. ges. 5, 64 S.
- BRENNEISEN, W., VOGEL, F., ODEBRECHT, G. und ZELLER, W., 1979: Erfahrungen der Unterhaltsdienste mit der Bepflanzung an den Nationalstrassen. Strasse und Verkehr, 65(8), 312 - 315.
- BRYCE-SMITH, D., MATHEWS, J. und STEPHENS, R., 1978: Mental Health effect of lead on children. Ambio, 7(5,6), 192-203.
- BÜCHER, M., ERBETTA, M., GRAU, J., ROLLIER, M. und WEBER, P., 1973: Nuisance de la route. Evaluation du site impact sur l'environnement. Nachdiplomarbeit, ETH-Lausanne, 130 S.
- BUNDESAMT FÜR STRASSENBAU, 1978: Monats- und Jahresmittel des 24-stündigen Verkehrs. Polykopie, 19 S.
- CHANCELLOR, R.J., 1969: Road verges - The agricultural significance of weeds and wild plants. In: J.M. WAY: Road verges - Their function and management. Monkswood experimental station, Huntingdon, 16 - 19.
- DÄSSLER, H.-G., 1976: Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Fischer, Jena, 189 S.
- DE SLOOVER, J., 1975: L'autoroute comme barrière écologique et voie de pénétration biotique. In: Autoroute et environnement, Comptes rendus du colloque tenu à Louvain -la-Neuve, 61 - 71.

- DUNBALL, A., P., 1974: The management and planting of Motorway verges. In: F. PERRING: The flora of a changing Britain. EW, Classey, Faringdon, 84 - 89.
- ELLENBERG, H., 1956: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: H. WALTER: Einführung in die Phytologie. Band IV(1), Ulmer Verlag, Stuttgart, 136 S.
- 1965: Zeigerpflanzen im Landwirtschaftsbereich. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 36, 121 - 176.
 - 1974: Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, 9, 97 S.
 - 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer Verlag, Stuttgart, (2. Auflage), 981 S.
 - und KLÖTZLI, F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schw. Anst. forstl. Versuchsw., 48, 388 - 930.
- ENGELS, F., 1845: Die Lage der arbeitenden Klasse in England. Dietz Verlag, Berlin (5. Auflage, 1972). 432 S.
- ENZENSBERGER, H.M., 1973: Kursbuch 33, Zur Kritik der politischen Oekologie. Rotbuch Verlag, Berlin, 187 S.
- EWALD, K., 1979: Der Landschaftswandel - Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. Tätigkeitsber. Natf. Ges. Basel-land, 30, 55 - 308.
- FISCHER, A., 1979: Erste Ergebnisse von Sukzessionsuntersuchungen an der Vegetation der künstlich begrüntem Lössböschungen in Grossumlegungsgebieten des Kaiserstuhls. Natur und Landschaft, 54(7,8), 227-232.
- GANSSEN, R., 1965: Grundsätze der Bodenbildung. BI-Taschenbücher, Mannheim, Wien, Zürich, Bd. 327, 135 S.
- GIGON, A., 1968: Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobromion*) im Jura bei Basel. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 38, 28 - 85.
- HAMANN, H., 1960: Faunistisch-floristische Studie über die wärmebegünstigten Hänge und deren Veränderung durch den Autobahnbau; unter Einschluss der umgrenzenden Wälder; insbesondere des Schiltberges. Naturk. Jb. Stadt Linz, 113-224.
- HANSEN, K. und JENSEN J., 1972: The vegetation on roadsides in Denmark. Dansk Bot. Ark., 28(2), 61 S.
- HANSEN, K. und JENSEN, J., 1974: Edaphic and plant-soil relationship on roadsides in Denmark. Dansk Bot. Ark., 29(3), 143 S.

- HESS, H.E., LANDOLT, E. und HIRZEL, R., 1967-1972: Flora der Schweiz. Birkhäuser Verlag, Basel, 3 Bde.
- LANDOLT, E. und HIRZEL, R., 1976: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Birkhäuser Verlag, Basel, 657 S..
- HILLER, H., 1973: Trockenrasen an Strassenrändern: Untersuchungen zur Ermittlung pflegeextensiver Ansaatmischungen. Rasen, Turf, Gazon 2, 31-36.
- 1976: Rasen im Landschaftsbau. Habilitationsschrift, Berlin, 220 S.
- HOOGERKAMP, M., 1971: Probleme bei Ansaaten an Strassenrändern. Rasen, Turf, Gazon, 3, 85-86.
- und ZONDERWIJK, P., 1977: De bonte bermen. In: De weg en zijn omgeving. Ver. het Ned. Wegenkongres, 67-88.
- HORAK, O. und HUBER, J., 1974: Verunreinigungen von Pflanzen und Böden durch Bleirückstände aus Benzinmotoren. Die Bodenkultur, 25(1), 34-47.
- HORSTMANN, K. und SCHIECHTL, H.M., 1979: Künstliche Schaffung von Oekozellen. Garten und Landschaft, 3, 175-178.
- IMPENS, R. und DEROANNE-BAUWIN, J., 1975: Pollution de l'air et du milieu à proximité des autoroutes. In: Autoroute et environnement, Comptes rendus du colloque tenu à Louvain-la-Neuve, 43-60.
- IRELAND, M., 1977: Heavy worms. New Scientist, 76, 486-487.
- KELLER, T., 1970: Der jetzige Bleigehalt in der Nähe schweizerischer Autostrassen. Zeitschr. f. Präventivmedizin, 15, 235-243.
- 1972: Auswirkungen der Motorfahrzeugabgase auf die Vegetation. Schw. Zeitschr. f. Forstwesen, 133(6), 372-381.
 - 1974: Verkehrsbedingte Luftverunreinigungen und Vegetation. Garten und Landschaft, 10, 547-551.
- KLAPP, E., 1958: Grünlandkräuter. Parey Verlag, Berlin, 95 S.
- 1965: Taschenbuch der Gräser. Parey Verlag, Berlin, (9. Auflage), 260 S.
- KLEIN, A., 1974: Artenreiche Rasen an Autobahnböschungen. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 55 S.
- 1977: Zum Inventar der Trockenstandorte im Kanton Zürich. Viertelj. schr. Natf. Ges. Zürich, 122(3), 349-355.
- KLÖTZLI, F., 1974: Technischer Naturschutz in Mooren. Verh. Schw. Natf. Ges., 87-88.
- 1977: Schlüssel zur Bestimmung der Gräser von Grünland- und Moor-Gesellschaften im sterilen Zustand. Polykopie, 2 S.

- und KEEL, A., 1976: Verpflanzung von Streu- und Moorzweiden im Raum des Klotener Riets bei Zürich. Polykopia, Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 17 S.
- KREB, K., 1979: Ökologie und menschliche Umwelt. UTB, Stuttgart, New York. 204 S.
- KUHN, U., LEUPI, E., OBERHOLZER, H. und TSCHÜTSCHER, B., 1978: Naturwissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung von Naturschutz- und Erholungsgebieten. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 236 S.
- LANDOLT, E., 1971: Bedeutung und Pflege von Biotopen. In: LEIBUNDGUT, H.: Schutz unseres Lebensraumes. Verlag Huber, Frauenfeld, 187-193.
- 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Flora der Schweiz. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 64, 208 S.
- LOHMEYER, W., 1968: Ueber die Aussaat niedrigbleibender Rasen an Strassen und Autobahnen. Natur und Landschaft, 43, 68-69.
- MARSH, G.P., 1864: Man and nature. The Belknap of Harvard University Press, Cambridge, (Neudruck von 1965), 472 S.
- MAURER, R., 1974: Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einflussbereich von Verkehrsimmissionen. Oecologia. 4(4), 327-352.
- MOOR, M., 1962: Einführung in die Vegetationskunde der Umgebung Basels. Lehrmittelverlag Basel, 464 S.
- MUDD, J.B. und KOZLOWSKI, T.T., (Hrsg.), 1975: Responses of plants to air pollution. Academic press, N.Y., San Francisco, London, 383 S.
- OBERDORFER, E., (Hrsg.), 1978: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, Fischer, Jena, 355 S.
- ODZUCK, W., 1978: Soziologische und ökologische Auswirkungen des Strassenverkehrs auf die Wiesenvegetation. Landsch. und Stadt, 10, 23-29.
- PERRING, F.H., 1969: The botanical importance of roadside verges. In: J.M. WAY: Road verges - Their function and management. Monkswood experimental station, Huntingdon, 4-7.
- PFEFFER, A., 1978: Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die freilebende Tierwelt. Schw. Zeitschr. f. Forstwesen, 129(5), 362-367.
- QUARLES, H.D., HANAWALT, R.B., und ODUM, W.E., 1974: Lead in small mammals, plants and soil at varying distances from a highway. J. of applied Ecology. 11(3), 937-950.

- RÜMLER, R., 1978: Zur Entwicklung von Rasensaat und ihre Bedeutung für die ingenieurbologische Sicherung von Strassenböschungen. *Rasen, Turf, Gazon*, 1, 9-21.
- SCHIECHTL, H. M., 1973: Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. Callwey, München, 244 S.
- SCHNEIDER, J., 1954: Ein Beitrag zur Kenntnis des *Arrhenatherum elatioris* in pflanzensoziologischer und agronomischer Betrachtungsweise. *Beitr. z. Geobot. Landesaufnahme d. Schweiz*, 34, 102 S.
- SCHOENICHEN, W., 1954: Naturschutz, Heimatschutz. Wiss. Verlagsanstalt, Stuttgart. 311 S.
- SCHROEDER, D., 1972: Bodenkunde in Stichworten. Verlag F. Hirt, Kiel, 144 S.
- SCHWÄR, C., FEYERABEND, G. und GOLTZ, H., 1970: 100 wichtige Ackerunkräuter. Fischer, Jena, 200 S.
- SCHWARZ, U., 1973: Naturschutz im Siedlungsraum. *Der Gartenbau*, 49, 2341-2347.
- SKIRDE, W., 1978: Vegetationstechnik-Rasen und Begrünung. Patzer, Berlin, 240 S.
- SNV (Schweizerische Normvereinigung): Gestaltung. 640660a - 640669.
- : Bepflanzung und Ausführung. 640671a - 640676.
 - : Unterhalt. 640725.
- STEUBING, L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Parey Verlag, Berlin, 262 S.,
- und KIRSCHBAUM, U., 1976: Immissionsbelastung der Strassenrandvegetation. *Natur und Landsch.*, 51(9), 239-244.
- STOCKHAMMER, G., 1960: Einige pflanzensoziologische Aufnahmen an der Autobahn im Mönchgraben bei Linz. *Naturk. Jb. Stadt Linz*, 105-112.
- STREETER, D.T., 1969: Road verges - A local responsibility for conservation. In: J.M. WAY: Road verges - Their function and management. Monkswood experimental station, Huntingdon, 8-10.
- STROHM, H., 1977: Umweltsch(m)utz. Associations Verlag, Hamburg, 138 S.
- SUCHODOLLER, A., 1967: Untersuchungen über den Bleigehalt in der Nähe von Strassen und über die Aufnahme und Translokation von Blei durch Pflanzen. *Ber. Schw. Bot. Ges.*, 77, 266-308.

- SUKOPP, H., TRAUTMANN, W. und KORNECK, D., 1978: Auswertung der roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der BRD für den Arten- und Biotopschutz. Schriftenreihe f. Vegetationskunde, Bad Godesberg, 12, 138 S.
- TRAUTMANN, W., 1973: Vegetation als lebender Bau- und Gestaltungsstoff an Verkehrswegen. Strasse und Autobahn, 8, 348-355.
- und LOHMEYER, W., 1975: Zur Entwicklung von Rasenansaaten an Autobahnböschungen. Natur und Landsch., 50(2), 45-48.
 - und LOHMEYER, W., 1978: Untersuchungen zur Entwicklung von Rasenansaaten an Autobahnböschungen. Rasen, Turf, Gazon, 7, 22-24.
- VANDIEST-WALLON, A., und DE SLOOVER, J.P., 1976: Autoroutes et aménagement paysager. Les naturalistes Belges, 57, 45-60.
- WARD, N.J., BROOKS, R.R. und REEVES, R.D., 1974: Effect of lead from motor-vehicle exhausts on trees along a major thoroughfare in Palmston north, New Zealand. Environm. Pollution, 6, 149-158.
- WAY, J.M., (Hrsg.), 1969: Road verges - Their function and management. Monkswood, experimental station, Huntingdon, 51 S.
- WAY, J.M., 1973: Road verges and rural roads. Monkswood experimental station, Huntingdon, 67 S.
- 1974: Co-operation for conservation of rural road verges. Monkswood experimental station, Huntingdon. 179 S.
 - 1977: Roadside verges and conservation in Britain: A review. Biological cons., 12(1), 65-74.
- WEGELIN, T., 1979: Sukzession auf offenen Böden im Schaffhauser Jura. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 113 S.
- WILDERMUTH, H., 1974: Naturschutz im Zürcher Oberland. Verlag AG Buchdruckerei Wetzikon, 211 S.
- WILDERMUTH, H., 1978: Naturschutz als Aufgabe. SBN, Basel, 298 S.
- WILDI, O., 1977: Beschreibung exzentrischer Hochmoore mit Hilfe quantitativer Methoden. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 60, 128 S.
- FEWSTER, P. und ORLOCI, L., 1978: Management and multivariate analysis of large data sets. Univ. of western Ontario, London, 99 S.
- WISTRAND, G., 1976: Nya iakttagelser över gräsin sanigarna vid silvervågen i arjeplog. Svensk Bot. Tidskrift, 70(2), 155-163.
- ZIMMERLI, E., 1975: Freilandlabor Natur. WWF, Zürich, 229 S.

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübél, in Zürich

- 1a. (Beiblatt). *Curvuletum***
Von E. RÜBEL. 1922 (vergr.)
- 2a. (Beiblatt). Betrachtung über einige pflanzensoziologische Auffassungsdifferenzen,
Verständigungsbeitrag Schweden-Schweiz**
Von E. RÜBEL. 1925. Fr. 1.—
- 3a. (Beiblatt). Vorschläge zur Untersuchung von Buchenwäldern**
Von E. RÜBEL. 1925 (vergr.)
- 4a. The present state of geobotanical research in Switzerland**
Von E. RÜBEL. 1928. Fr. 1.—
 - 1. Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch die Schweizer Alpen 1923**
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1924. Fr. 8.— (statt Fr. 12.—)
 - 2. Vegetationsstudien im Limmattal**
Von MAX SCHERRER. 1925 (vergr.)
 - 3. Festschrift Carl Schröter**
Redigiert von HEINRICH BROCKMANN-JEROSCH. 1925 (vergr.)
 - 4. Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Schweden und Norwegen 1925**
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1927. Fr. 8.— (statt Fr. 18.—)
 - 5. Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre florensgeschichtliche Deutung**
Von PAUL KELLER. 1928. Fr. 5.— (statt Fr. 9.—)
 - 6. Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch die Tschechoslowakei und Polen 1928**
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1930. Fr. 7.— (statt Fr. 16.50)
 - 7. Die Flora Graubündens**
Von JOSIAS BRAUN-BLANQUET und EDUARD RÜBEL. Fr. 48.— (statt Fr. 90.—)
 - 8. Die Buchenwälder Europas**
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1932. Fr. 10.— (statt Fr. 25.—)
 - 9. Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien**
Von PAUL KELLER. 1931. Fr. 4.— (statt Fr. 10.50)
 - 10. Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Rumänien 1931**
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1933. Fr. 3.— (statt Fr. 9.—)
 - 11. Das Grosse Moos im westschweizerischen Seeland und die Geschichte seiner Entstehung**
Von WERNER LÜDI. 1935. Fr. 8.— (statt Fr. 19.80)
 - 12. Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Mittelitalien 1934**
Redigiert von EDUARD RÜBEL. Fr. 4.— (statt Fr. 10.—)

[illegible]

<input checked="" type="checkbox"/> ausgesät, gut vertreten	<input checked="" type="checkbox"/> ausgesät, schlecht vertreten	<input type="checkbox"/> ausgesät, nicht vertreten
<input type="checkbox"/> keine Aufnahme in diesem Jahr	<input checked="" type="checkbox"/> nicht ausgesät, trotzdem vorhanden	