**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Luzern
**Band:** 30 (1988)

**Artikel:** Düngung an steilen Hängen vergrössert das Risiko von Erdrutschen
**Autor:** Wyl, Beat von
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-523838

**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:** 04.12.2025

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

# Düngung an steilen Hängen vergrössert das Risiko von Erdrutschen

BEAT VON WYL

*Zusammenfassung*

Im Sommer 1984 verursachten schwere Gewitter starke Schäden durch Rutsche und Überschwemmungen. In Gersau (Kanton Schwyz) und im Grossen Melchtal (Kanton Obwalden) sowie im Napfgebiet (Kanton Luzern) untersuchten wir besonders stark von Rutschen betroffene Steilhänge. Eine umfangreiche Bestandesaufnahme von 75 Erdrutschen zeigt eine klare Situation: 85 Prozent der Rutsche liegen auf mässig fetten bis fetten Standorten, davon treten drei Viertel bei einer Hangneigung von höchstens 70 Prozent auf. Die mässig mageren bis mageren Standorte weisen nur vereinzelte Rutsche auf (4 Stück), welche aber erst bei einer Hangneigung ab 75 Prozent anzutreffen waren.

Die Untersuchungen beschränken sich auf gut besonnte Steilhänge auf Nagelfluh oder Kalkmergeln, welche meist in einen Boden mit mittlerer Wasserbindigkeit verwittern. Die Resultate zeigen deutlich, dass mit zunehmender Hangneigung die (Stickstoff-)Düngung auf landwirtschaftlichen Grünflächen das Risiko von Erdrutschen erhöht.

Bezüglich der Ursache der Risikoerhöhung wurden einige Aspekte wie Bodenstruktur, Austrocknungsvorgang und Wurzelanatomie auf qualitativer Ebene studiert.

Als Schlussfolgerung ergibt sich die klare Forderung, Steilhänge nicht als produktionsstarke Flächen einzusetzen, sondern deren Hauptfunktion als Erosionsschutz durch eine geeignete Bewirtschaftung (keine Düngung, Schnitt, eventuell Weide) zu unterstützen. Gleichzeitig müssen die Flächenbeiträge für solche Lagen ausgebaut werden.

*Résumé*

Contribution de modes d'exploitation naturels à la stabilisation d'ecosystèmes, notamment en vue d'éviter l'érosion du sol.

En été 1984, de forts orages ont causé des dégâts énormes dans différentes parties de la Suisse, soit par des innondations, soit par des glissements. Dans les Préalpes de la Suisse centrale, nous avons étudié quelques pentes raides qui ont été touchées par les dégâts de façon particulièrement forte. Des relevés détaillés de 75 glissements de terre nous ont montré une situation bien claire: 85 pourcent des glissements se trouvent dans des stations plus ou moins riches en matières nutritives dont les trois quarts se rencontrent à une pente de 70 pourcent au maximum. Les stations plus ou moins maigres ne sont touchées par des glissements que très rarement (4 fois), et uniquement a une pente qui est supérieure ou égale à 75 pourcent.

Les résultats démontrent donc nettement qu'avec une pente accroissante, l'engraissement (surtout par de l'azote) des surfaces agricoles augmente le risque de glissements de terre. Sur

les pentes raides, c'est donc la protection contre l'érosion qui doit être assurée au dépens d'une production fourragère forte.

Le paysan qui assure la stabilité des pentes par une exploitation appropriée a le droit d'obtenir une somme élevée dans le cadre des contributions à la surface.

*Abstract*

Contribution of natural forms of agriculture to the stabilisation of ecosystems, especially to the prevention of soil erosion.

In the summer of 1984 heavy rain storms caused severe damage through landslides and floods. In the prealp region of central Switzerland we surveyed steep slopes which were extensively affected by landslides. An extensive inventory of 75 landslides revealed a clear situation, namely, that 85% of the landslides were found to be in sites with moderately rich to rich soil, three quarters of which were found at a maximum slope inclination of 70%. In areas with rather poor to poor soil there were only occasional slides (4) and there only beginning at a slope inclination of 75%.

This survey clearly points out that with an increasing slope inclination the use of (nitrogen) fertilizers on agriculturally productive land increases the risk of landslides. This is why on steep slopes erosion protection has priority over high yield farming. Thus the farmers service to the general good of the public has to be compensated for by a higher subsidy per acre.

Abb. 1: Gesamtansicht Gebiet Gersau von SE: Gurgeli (ganz links, oberhalb Mitte), Gibel/Ruoplis (links, untere Hälfte) und Rübi (rechts).

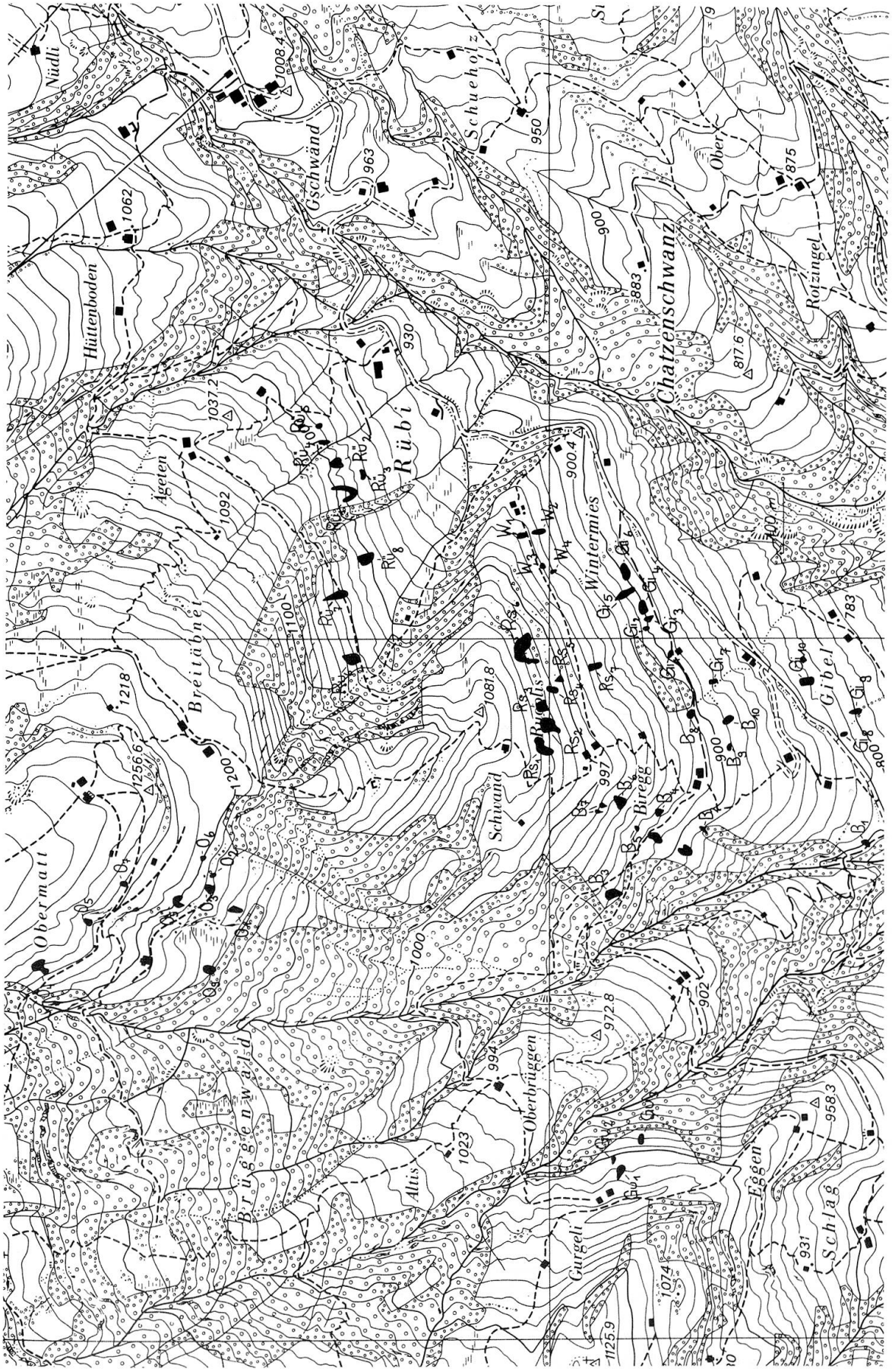


Abb. 2: Untersuchtes Gebiet Gersau. Massstab 1:5000. Lage der Erdrutsche.

*Einleitung*

Die Rigi als hoch aus der Umgebung hinausragende Felsmasse wird ringsherum von steilen Abhängen begrenzt. Vor allem auf der südlichen Hälfte werden diese durch ein mildes Klima begünstigt, weshalb oft auch steile Hänge landwirtschaftlich genutzt werden. Im Zuge der starken Intensivierung in den letzten Jahrzehnten machte die Düngung auch vor den steilen Lagen nicht halt. Als im Sommer 1984 nach schweren Unwettern in der Gemeinde Gersau eine Vielzahl von Erdrutschen losgingen, führte dies im Dorf Gersau zu verheerenden Überschwemmungen, da die Bäche gewaltige Geschiebemassen mit sich führten. Bald tauchte die Frage auf, ob nicht die starke Düngung für die schweren Schäden mitverantwortlich sei. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesamtes für Forstwesen und Landschaftsschutz versuchte diese Frage zu beantwor-

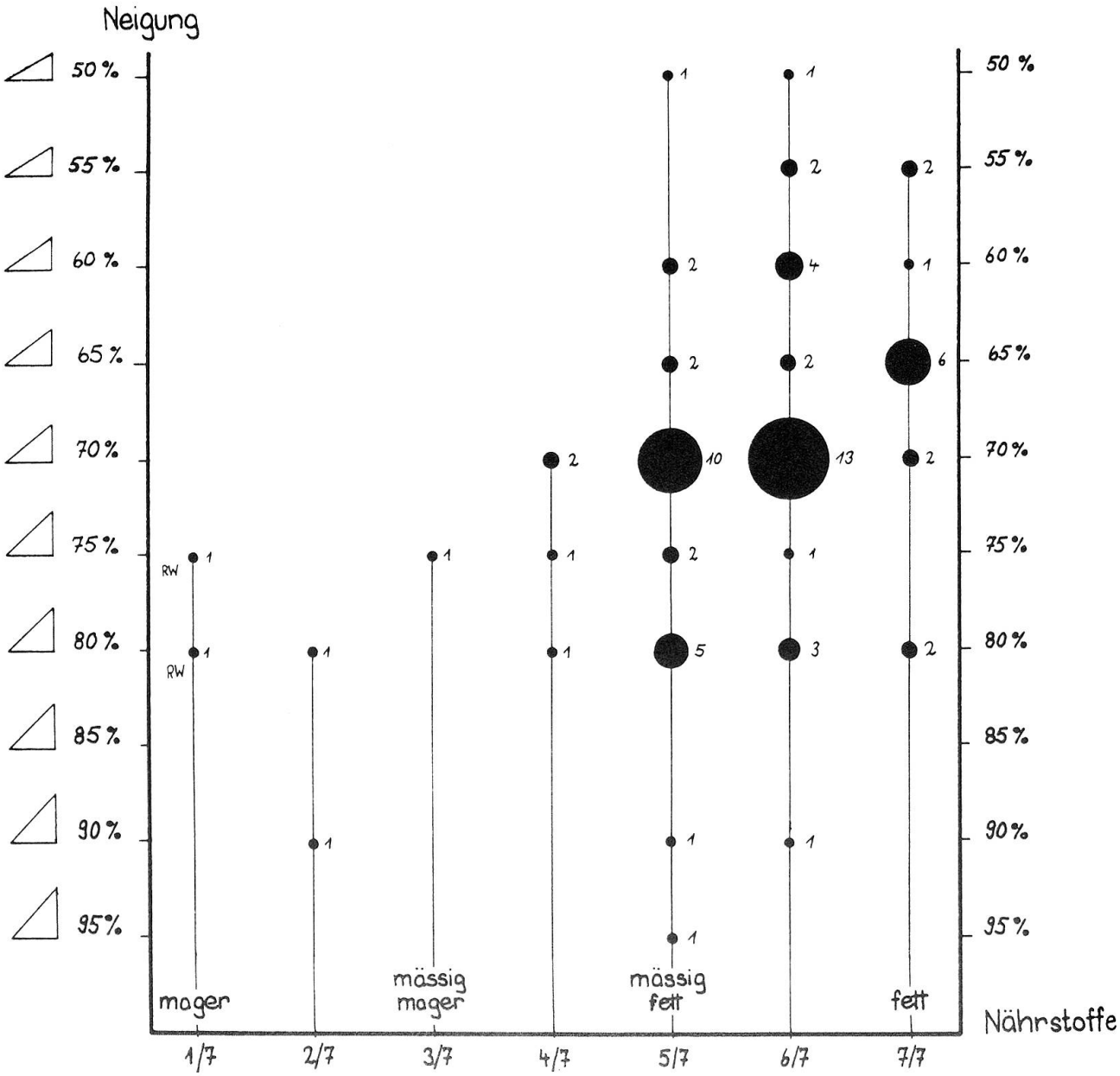


Abb. 3: Neigung/Nährstoff-Relation. Rutsche durch Kreise dargestellt. Anzahl Rutsche jeweils notiert und durch Kreisdurchmesser (in Millimetern) dargestellt.

ten, wobei Gebiete in Obwalden und im Napfgebiet in die Untersuchung einbezogen wurden.

Gewiss, es waren aussergewöhnliche Gewitter, die am 25. Juli 1984 über der Rigi niederbrachen: «Mehrere Gewitter kamen von verschiedenen Seiten auf uns zu und bremsten sich gegenseitig über unsern Köpfen und deshalb wütete das Unwetter viel länger als gewöhnlich. Vom Donner wurde der Boden richtiggehend zum Beben gebracht.» So erzählte ein Bauer am Gersauer Berg, dessen Heimet von mehreren Rutschen (Lokalname: Brächi) verwüstet worden war. Bei näherem Hinsehen tauchte die Frage auf, ob fette und magere Flächen nicht gleich stark von den Rutschen betroffen worden waren.

### *Untersuchung in zwei Schritten*

Eine genaue Untersuchung sollte nun zeigen, ob der aufgetauchte Verdacht, dass in gedüngten Flächen eher Erdrutsche auftreten, richtig sei. In einem ersten Schritt wurden möglichst viele Erdrutsche beschrieben und zwar im Gebiet unterhalb der Gersauer Alp. (Abb. 1 und 2)

Schon bei der einfachen Auflistung wurde klar, dass in mageren Flächen nur ganz vereinzelte Rutsche zu finden waren. Als wir zusätzlich noch die Hangneigungen an jedem Standort bestimmten, wurden die Aussagen noch wesentlich deutlicher. In fetten Wiesen waren bereits ab 50 Prozent Neigung zahlreiche Rutsche zu finden, in mageren jedoch erst ab 75 Prozent. Daneben gab es magere Hänge bis 90 oder sogar 100 Prozent Neigung, die von Rutschen unberührt geblieben waren. (Abb. 3)

Sollte dies reiner Zufall sein, obwohl wir im gesamten Untersuchungsgebiet über 70 Rutsche beschrieben hatten?

Um unsere Beobachtungen zu erhärten, verglichen wir im zweiten Arbeitsschritt je eine magere und eine nahegelegene fette Fläche, die beide auf einer möglichst gleichen geologischen Unterlage ruhten, und bei denen die Neigung der mageren Fläche mindestens so gross sein musste wie bei der fetten. Diese Beispiele wurden untermauert durch eine komplette Vegetationsaufnahme an beiden Standorten und durch ein einfaches Bodenprofil, das durch eine Stechsonde ermittelt wurde. Als Beispiel eines solchen Vergleichspaares zeigen wir den Standort Rübi. (Abb. 4a, b, c, d)

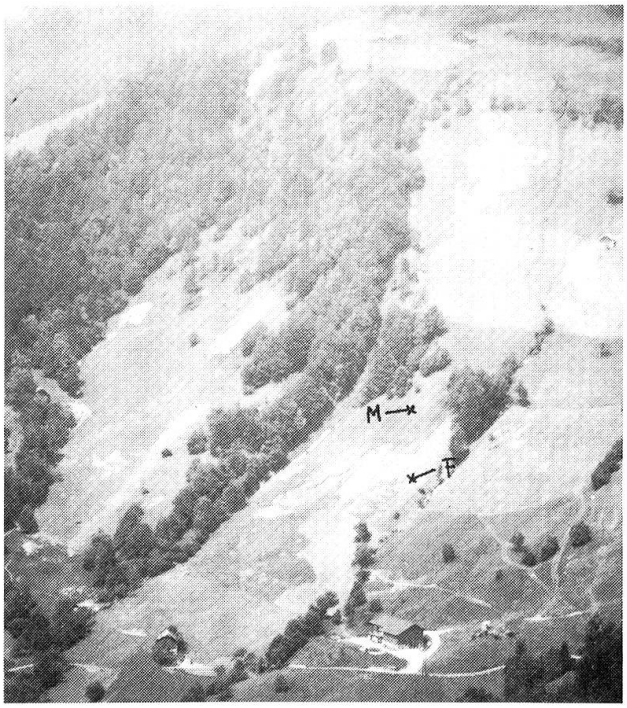


Abb. 4a: Übersicht Rübi. Untersuchter Rutsch markiert. Die geologische Grenze zwischen der Rigi-Hauptschuppe und der Teufibach-Schuppenzone verläuft dem bogenförmigen Waldrand entlang, welcher von unten links nach oben rechts diagonal durch das Bild verläuft.

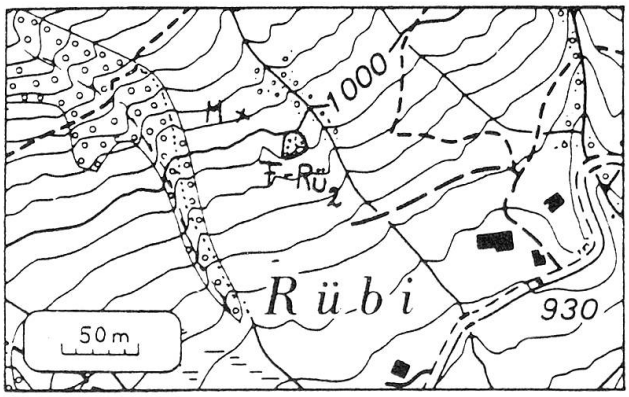


Abb. 4b.

Durch die Profile wird deutlich, dass sich die beiden Standorte nur in den Bereichen Bodenmächtigkeit und Säuregehalt im Oberboden (pH-Wert) wesentlich unterscheiden. Der Grundaufbau und vor allem die für die Wasserbewegungen entscheidenden Feinerdegehalte sind jedoch identisch. Ganz anders verhält es sich mit dem Vegetationsbestand, wo nur wenige Arten mit mittleren Ansprüchen beiden Standorten gemeinsam sind. Der Magerstandort wird von einer Vielzahl langsamwachsender Kräuter besiedelt, der Schwerpunkt in der Fettwiese liegt bei produktiven Wiesengräsern und nährstoffliebenden Kräutern.

*Vergleichspaar «Rübi»*

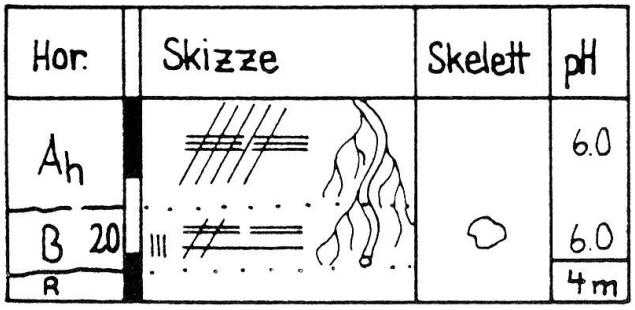


Abb. 4c.

*Magerwiese M*

Daten

| | | | |
|---|---|---|---|
| Name: | Rübi | H. ü. M.: | 1020 m |
| Gem.: | Gersau | Expos.: | SSE |
| LK Nr.: | 1151 | Geol.: | Nagelfluh |
| Koord.: | 683200 | Neig.: | 80–90% |
| | 207350 | Topogr.: | flach |

*Profilbeschrieb*
Flachgründiger, sehr reichdurchwurzelter Boden mit guter Basenversorgung. Schluffreiche Feinerde.

*Bewirtschaftung*
Nutzung: 1 Schnitt jährlich
Düngung: keine

*Bemerkungen*
Ausgesprochen reichhaltige und interessante Flora.

*Vegetationstabellen* ▶
*M:* Sehr schöne Ausbildung eines Halbtrockenrasens, mit reicher Auswahl an Magerzeigern, insbesondere aus Gruppe 4. Fettwiesenarten fehlen. Der Standort liegt knapp 100 Meter oberhalb *F.*

*F:* Die eindeutige Beschränkung auf Arten der Gruppen 1 und 2 sowie Bromus erectus zeigt, wie durch Intensivierung alle Magerzeiger verschwinden.

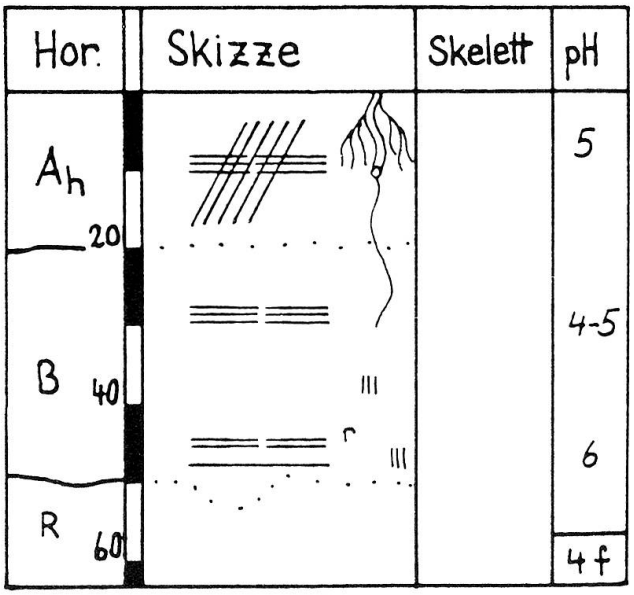


Abb. 4d.

*Fettwiese F*

Daten

| | | | |
|---|---|---|---|
| Name: | Rübi | H. ü. M.: | 1000 m |
| Gem.: | Gersau | Expos.: | SSE |
| LK Nr.: | 1151 | Geol.: | Nagelfluh |
| Koord.: | 683250 | Neig.: | 62/50% |
| | 207300 | Topogr.: | leicht hügelig |

*Profilbeschrieb*
Skelett- und sandarmer Boden mit starker Wasserbindigkeit und leichter Vergleyung im untersten Teil. Mässige Basenversorgung im Oberboden. Hauptwurzelraum sehr oberflächlich.

*Bewirtschaftung*
Nutzung: Mähwiese mit mehreren Schnitten jährlich
Düngung: am Hang zirka 1970 zum ersten Mal gegüllt, allmählich ausgedehnt. Manchmal auch Thomasmehl oder Volldünger.

*Bemerkungen*
1978 war ein erster Rutsch zu verzeichnen.

*Rutschdaten* Masse: 20x20 m. Querschnitt: schon ausgeebnet! Tiefe: schon ausgeebnet!

| M | | | F |
|---|---|---|---|
| 50 | Fläche ($m^2$) | | 20 |
| 80 | Bedeckung (%) | | 95 |
| | 1. *Dactylis glomerata* | Knaulgras | 1.2 |
| | *Geranium silvaticum* | Wald-Storchenschnabel | 3.3 |
| | *Heracleum sphondylium* | Wiesen-Bärenklau | + |
| | *Lolium perenne* | Englisches Raygras | +2 |
| | *Ranunculus acris* | Scharfer Hahnenfuss | 1.1 |
| | *Taraxacum officinale* | Löwenzahn | 2.1 |
| | *Trifolium repens* | Weiss-Klee | 1.1 |
| | 2. *Ajuga reptans* | Kriechender Günsel | 1.1 |
| | *Arrhenatherum elatius* | Fromental | 2.2 |
| +2 | *Festuca rubra* | Rot-Schwingel | 1.2 |
| | *Avenula pubescens* | Flaum-Wiesenhafer | 1.2 |
| | *Holcus lanatus* | Wolliges Honiggras | 2.2 |
| 1.1 | *Knautia arvensis* | Acker-Witwenblume | |
| | *Lathyrus pratensis* | Wiesen-Platterbse | + |
| 1.1 | *Picris hieracioides* | Bitterkraut | |
| + | *Plantago lanceolata* | Spitzwegrich | 2.1 |
| + | *Trifolium pratense* | Rot-Klee | 1.1 |
| | *Trisetum flavescens* | Goldhafer | 1.2 |
| | *Veronica chamaedrys* | Gamander-Ehrenpreis | 1.2 |
| + | 3. *Betonica officinalis* | Betonie | |
| 2.1 | *Bromus erectus* | Aufrechte Trepse | 1.2 |
| + | *Carduus defloratus* | Berg-Distel | |
| + | *Centaurea scabiosa* | Skabiosen-Flockenblume | |
| + | *Daucus carota* | Gewöhnliche Möhre | |
| + | *Gymnadenia conopsea* | Mücken-Handwurz | |
| + | *Leontodon hispidus* | Steifhaariger Löwenzahn | |
| +2 | *Ononis repens* | Kriechende Hauhechel | |
| + | *Phyteuma orbiculare* | Rundköpfige Rapunzel | |
| + | *Pimpinella saxifraga* | Kleine Bibernelle | |
| + | *Plantago media* | Mittlerer Wegerich | |
| + | *Rhinanthus alectorolophus* | Behaarter Klappertopf | |
| 2.2 | *Sanguisorba minor* | Kleiner Wiesenknopf | |
| 1.2 | 4. *Anthyllis vulneraria + montana* | Wundklee | |
| 2.2 | *Carex montana* | Berg-Segge | |
| +2 | *Carex sempervirens* | Immergrüne Segge | |
| 2.1 | *Globularia nudicaulis* | Nacktstengelige Kugelblume | |
| 1.2 | *Helianthemum grandiflorum* | Grossblütiges Sonnenröschen | |
| 2.2 | *Hippocrepis comosa* | Hufeisen-Klee | |
| 1.2 | *Polygala chamaebuxus* | Buchsblättrige Kreuzblume | |
| 1.1 | *Prunella grandiflora* | Grossblütige Brunelle | |
| 1.1 | *Scabiosa columbaria* | Gewöhnliche Skabiose | |
| + | *Spiranthes spiralis* | Herbst-Wendelähre | |
| 1.1 | *Trifolium montanum* | Berg-Klee | |
| 1.1 | *Viola hirta* | Behaartes Veilchen | |
| + | 5. *Carlina acaulis* | Silberdistel | |
| + | *Cirsium acaule* | Stengellose Kratzdistel | |
| + | *Hypochoeris radicata* | Wiesen-Ferkelkraut | |
| 1.2 | *Lotus corniculatus* | Horn-Klee | |
| 2.1 | *Dantonia decumbens* | Dreizahn | |
| +2 | 6. *Calluna vulgaris* | Besenheide | |
| + | *Hieracium murorum* | Wald-Habichtskraut | |
| 1.2 | 7. *Euphrasia montana + rostkoviana* | Rostkovs- + Berg-Augentrost | |
| + | *Gentiana verna* | Frühlings-Enzian | |
| + | *Linum catharticum* | Purgier-Lein | |
| 2.1 | *Potentilla erecta* | Blutwurz | |
| 1.1 | *Ranunculus nemorosus* | Hain-Hahnenfuss | |
| + | 8. *Carex flacca* | Schlaffe Segge | |
| + | *Gentiana germanica* | Deutscher Enzian | |
| + | *Succisa pratensis* | Abbisskraut | |
| 2.1 | 9. *Molinia litoralis* | Pfeifengras | |
| +2 | 10. *Salix caprea* | Sal-Weide | |

Ein weiteres Vergleichspaar im Kanton Obwalden, wo komplette Bodenprofile ausgehoben wurden, zeigte anschaulich, dass Magerwiesen an Steilhängen auch auf Böden mit grosser Mächtigkeit vorkommen und dabei die gleiche Stabilität zeigen.

*Voraussetzung: Vergleichbare Geologie*

Wasserströme, vor allem unterirdische, haben während starken Niederschlägen auf die Bildung von Erdrutschen einen entscheidenden Einfluss. Deshalb war es wichtig, Vergleichspaare nur an Standorten auszuwählen, welche möglichst ähnliche geologische Verhältnisse aufweisen.

Am Gersauer-Berg finden wir ausgesprochen komplizierte tektonische Verhältnisse, die jedoch durch STÜRM (1973) eingehend untersucht wurden.(Siehe auch BUXTORF 1913 und HANTKE 1961).

Die sogenannte Teufibach-Schuppenzone bildet die Kontaktzone zwischen der subalpinen Molasse und dem Helvetikum. Flyschschichten bilden verschiedene Zwischenlager. Im Gegensatz zu andern Bereichen des Alpenkontakts ist die subalpine Molasse hier dachziegelartig verschuppt.

Abb. 5 u. 6 zeigen uns, dass die untersuchten Gebiete drei verschiedenen tektonischen Bereichen zuzuordnen sind. Breitebnet liegt auf der Rigi-Hauptschuppe, Gurgeli auf der Rotflüelen-Schuppe und das Gebiet Biregg-Wintermies auf der Schwandeneggschuppe. Das Gebiet Rübi liegt beidseits der Grenze Schwandenegg-/ Rigi-Hauptschuppe. Trotz der verschiedenen Zuordnung zu tektonischen Einheiten, weisen alle drei Formationen eine sehr ähnliche Textur und mineralogische Zusammensetzung auf. Etwas mergelige Schichten wechseln ab mit grobkörniger Nagelfluh. Die petrographische Geröllanalyse zeigte für alle Probeentnahmen im Gebiet einen Hauptanteil von vorwiegend bräunlichen Sandkalken und Kalksandsteinen, daneben wurden kleinere Mengen an Sandsteinen, an hellen Mergelkalken sowie diversen andern Sedimenten gefunden. Kristalline Anteile fehlen in diesem Gebiet vollständig.

Die für die weitere Untersuchung bedeutsamen Punkte fassen wir zusammen:

Die Neigung der Nagelfluhschichten variiert von 15° bis 73°, was für die Wasserführung von Bedeutung sein kann. Die speziell gewählten Vergleichspaare (siehe unten) liegen jedoch immer auf der gleichen Schuppe und somit auf Schichten ähnlicher Neigung. Das Vergleichspaar Rübi liegt auf der Rigi-Hauptschuppe. Für die zwei Standorte der Vergleichspaare können wir von weitgehend identischen geologischen Verhältnissen ausgehen.

*Düngung erhöht Erosionsrisiko*

Aufgrund des umfangreichen Beobachtungsmaterials konnten klare Folgerungen gezogen werden: bei trockenen Hängen ab 50 Prozent Neigung erhöht die Düngung das Risiko von Hangrutschen. Ab etwa 65 Prozent Neigung wird das Risiko sehr gross. Magere Wiesen unter 75 Prozent Neigung werden kaum von Rutschen betroffen, und auch bei grösseren Neigungen ist das Schadenrisiko gering.

Falsch wäre nun der Schluss, die Düngung sei die eigentliche Ursache der Rutsche. Auslöser ist nach unseren Beobachtungen fast immer ein unterirdischer Wasserfluss, welcher auf den Boden starke Schubkräfte ausübt. Entscheidend ist nun, dass eine magere Wiese dieser Kraft einen viel stärkeren Widerstand entgegensetzen kann als die Fettwiese.

In einigen Beispielen betrachteten wir in unserer Untersuchung auch Weiden und stellten fest, dass dort grundsätzlich die gleichen Gesetzmässigkeiten auftreten, zusätzlich aber noch eine oberflächliche Erosion durch den Viehtritt dazukommt, die in gedüngten, lockeren Böden ebenfalls viel stärker ist als in mageren.

Das untersuchte Gebiet am Gersauerberg ist nicht das einzige im Rigigebiet, wo viele Rutsche aufgetreten sind. Am Gersauer Urmi und am Brunni- und Urmiberg in der Gemeinde Ingenbohl, konnten ebenfalls

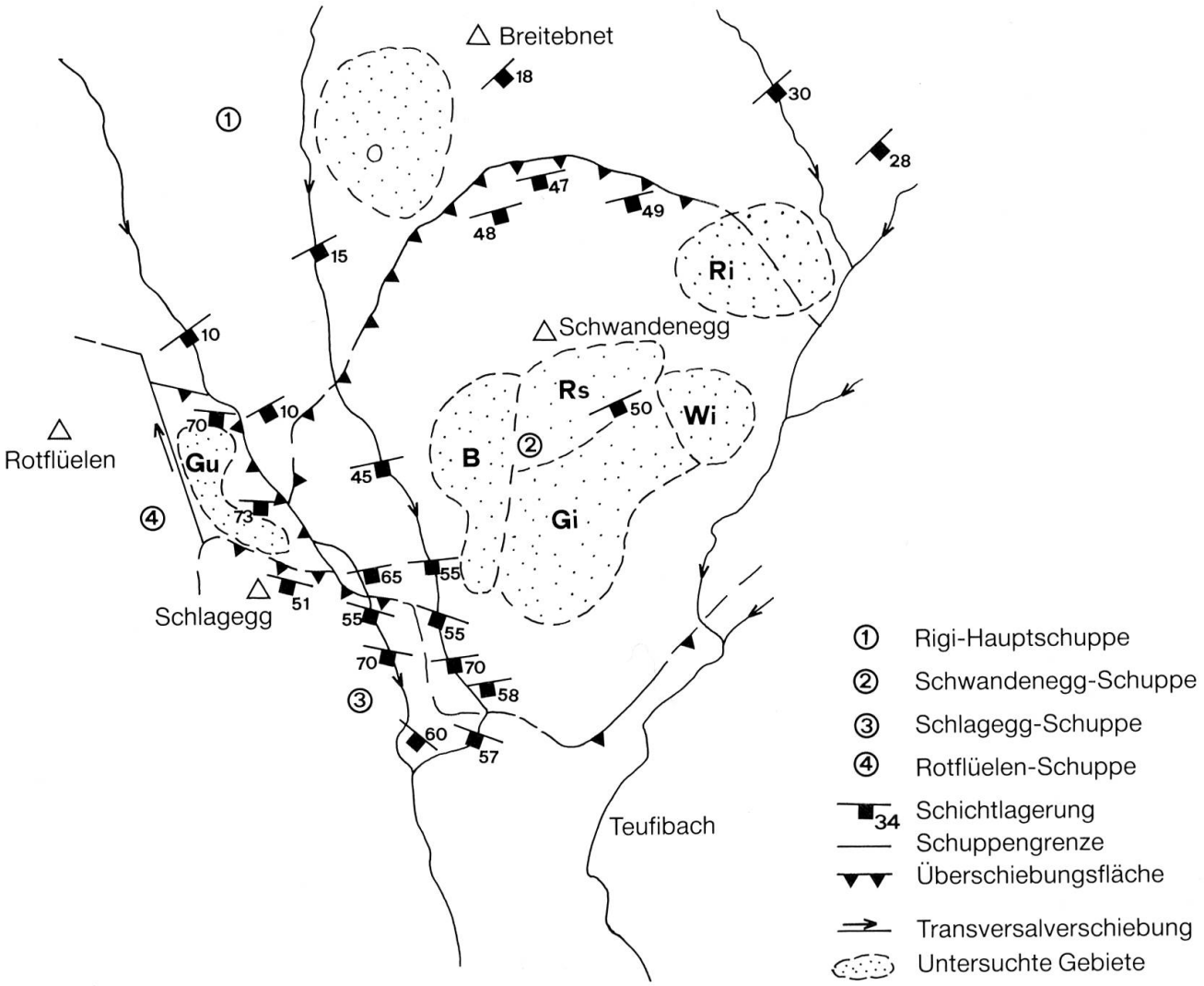


Abb. 5: Tektonische Gliederung am Gersauerberg, nach STÜRM, Massstab ca. 1:19000.

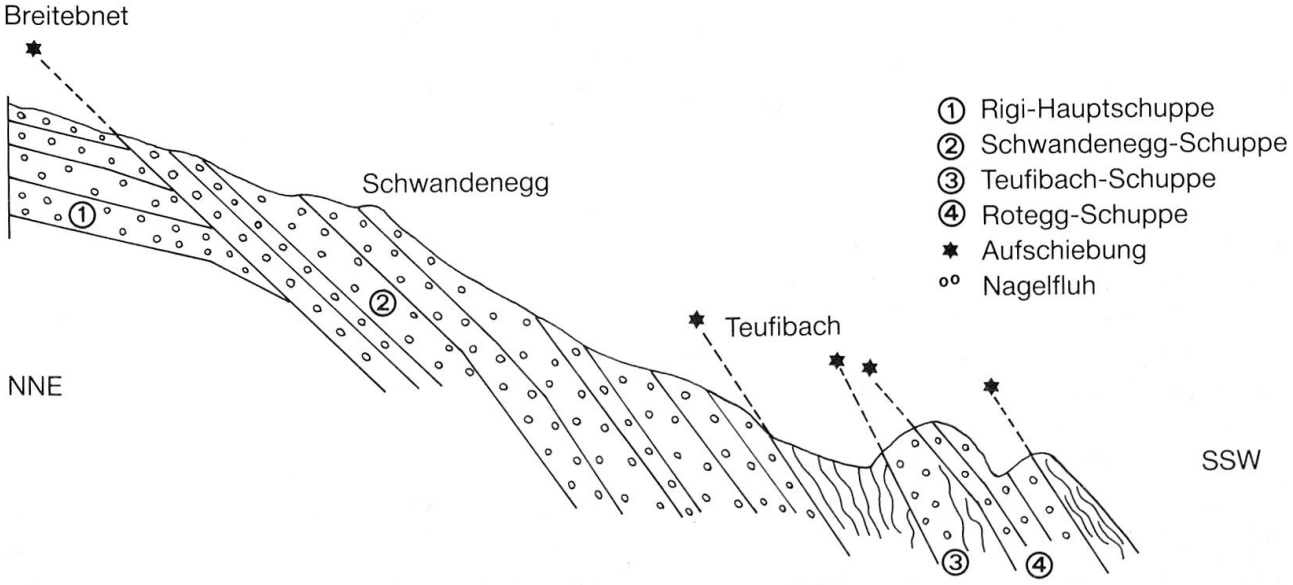


Abb. 6: Schnitt durch die Teufibach-Schuppenzone, nach STÜRM, Massstab ca. 1:18000.

zahlreiche Rutsche beobachtet werden. Vereinzelt findet man jedes Jahr neue Rutsche.

### *Welches sind die Gründe?*

Die Erosionsursachen insgesamt bilden ein sehr komplexes Problem, unsere Arbeit beschränkt sich nur auf einen Teilaspekt davon. Der Wert der Arbeit liegt darin, dass sie einen Faktor herausgreift, welcher vom Menschen positiv oder negativ beeinflusst werden kann, nämlich die Bewirtschaftungsart. Wir konnten eine Reihe von Veränderungen feststellen, welche auf die Düngung von Magerwiesen zurückgehen.

*Veränderungen des Pflanzenbestandes*
Aus den artenreichen Halbtrockenrasen entstehen bei starker Düngung Fettwiesen oder -weiden, welche mit der ursprünglichen Vegetation kaum mehr eine Art gemeinsam haben.

*Andere Durchwurzelung*
Das Massenverhältnis Spross/Wurzel liegt in der Fettwiese wesentlich höher als in der Magerwiese (Gisi & Oertli 1981). Das sehr feinverzweigte Wurzelsystem einiger Fettwiesenarten kann dieses Manko hinsichtlich Bodenstabilisierung nicht ausgleichen, da die Wurzelgewebe für eine rasche Nährstoffaufnahme aufgebaut sind. Die Wurzeln der meisten Magerwiesenarten hingegen verstärken durch das sekundäre Dickenwachstum oder andere Vorgänge den Holzanteil beträchtlich (Kutschera & Lichtenegger 1982). Dadurch erreichen sie eine Zugfestigkeit, welche jene der Fettwiesenarten um ein Vielfaches übertrifft.

Möglicherweise spielt für die Erosionsstabilität der Magerstandorte auch die Trokkenresistenz der Wurzeln eine bedeutende Rolle. Die Magerwiesenarten besitzen – hauptsächlich durch die Verholzung – die Fähigkeit, lange Trockenperioden ziemlich unbeschadet zu überstehen. Bei den Fettwiesenarten sterben vermutlich viele, vor allem feine Wurzeln ab.

*Struktur*
Die Profile am Rübi zeigen uns den Unterschied in der Bodenstruktur der verglichenen Standorte. Der organische Hauptwurzelhorizont zeichnet sich in der Fettwiese durch eine ausgesprochen krümelige Struktur aus. Dies erlaubt ein schnelles Pflanzenwachstum, führt aber anderseits auch zu einem schlechten Zusammenhalt des Bodens.

In den tieferen Schichten der Magerwiese sind die als Polyeder zusammenhängenden Bodenteile wesentlich kleiner als in der Fettwiese. Eine kompetente Erklärung dafür können wir nicht geben, doch ergibt sich daraus eine wichtige Folgerung für die Austrocknung des Bodens.

In der Magerwiese verläuft diese relativ langsam und gleichmässig von oben nach unten. In der Fettwiese hingegen geht sie rascher vor sich und schon bald bilden sich starke Schwundrisse. Als Endeffekt finden wir stark trockene Spalten, währenddem die spaltenfernen Bereiche noch weniger trokken sind. Insgesamt ergibt sich eine sehr ungleichmässige Verteilung der Austrocknung, was den Zusammenhalt des Bodens schwächt.

Bei heftigen Regenfällen füllen sich nach unserer Vorstellung die Spalten sehr schnell, wegen der extrem trockenen Oberfläche läuft jedoch die weitere Benetzung nur sehr gehemmt ab. Dies führt zu einer sehr ungleichmässigen Verteilung der mechanischen Belastbarkeit des Bodens, in welchem angerissene Stellen und vorgeformte Wasserwege günstige Voraussetzungen für Rutschungen bieten.

In Magerwiesen, welche nur kleine Risse und eine gleichmässige Benetzung aufweisen (auch wegen der geschlossenen Vegetationsdecke), bleibt der Boden nach starken Niederschlägen relativ kompakt und elastisch.

### *Die Funktion von Fett- und Magerstandorten*

Unsere Beobachtungen haben zweifelsfrei gezeigt, dass nährstoffreiche Wiesen und

Weiden anfälliger sind auf Erosion als magere. Magerstandorte beherbergen angepasste, artenreiche Lebensgemeinschaften, deren vordringliche Aufgabe in der Erhaltung eines Biotops mit dessen Lebensgrundlagen besteht. Der Bodenstabilisierung gebührt dabei der Vorrang. Ein dichtes Wurzelwerk von zugfesten, dauerhaften Wurzeln (SCHIECHTEL 1982, STINI 1947), eine grosse Vielfalt an Blütenpflanzen, Moosen, Insekten und Spinnentieren sowie eine konstant gute Bodenbedeckung bilden die Mittel dazu.

Die Fettwiese hingegen stellt in erster Linie eine Produktionsstätte von Tierfutter dar. Der Sicherheitsgedanke wird auf Kosten einer möglichst grossen Produktionsleistung vernachlässigt. Eine relativ kleine Zahl von düngerliebenden Blütenpflanzen gewinnt die Überhand, Moose, Schmetterlinge und andere Gliederfüssler verschwinden zusehends. Die Futtergräser entwickeln ein feinverzweigtes Wurzelwerk, welches eine rasche Wasser- und Nährstoffaufnahme erlaubt, hingegen nur kleinere Zugkräfte aushält und bei Trockenheit schnell Schaden leidet. In weniger steilen Lagen finden solche Wiesen die richtigen Voraussetzungen, um als Futterproduzenten ihre Dienste zu leisten, doch an stark geneigten Hängen wird die Aufgabe der Bodenstabilisierung wichtiger.

Magerwiesen beherbergen daneben durch ihre Artenvielfalt einen grossen Teil des noch verbliebenen genetischen Reichtums, und zwar in der Tierwelt ebenso wie in der Pflanzenwelt. Bei richtiger Bewirtschaftung kann dieser Reichtum auf einfache Art erhalten werden.

### *Naturnahe Nutzungsformen*

Wie wir gezeigt haben, sollten steile Hänge nährstoffarme Pflanzengemeinschaften beherbergen, um eine möglichst grosse Sicherheit vor Erdrutschen zu geben. Um fette Standorte in magere zurückzuführen, müssen mehr Nährstoffe weggeführt, als durch den Menschen oder die Natur zugeführt werden. Dazu muss in erster Linie die Stickstoffdüngung eingestellt werden; für eine richtige Magerwiese sind auch die anderen Dünger wegzulassen. Eine typische Magerwiese wird nur einmal im Jahr, möglichst nach der Samenbildung der meisten Arten (etwa ab anfangs Juli) geschnitten, jedoch weder gedüngt noch beweidet.

Eine zunehmende Bedeutung erlangen heute die Brachflächen, da immer grössere Flächen in Grenzertragslagen nicht mehr genutzt werden. Bezüglich der Anfälligkeit auf Erosion muss die Situation differenziert betrachtet werden. Handelt es sich bei den Brachflächen um früher mehr oder weniger intensiv genutzte Bereiche, so muss die Erosionsgefahr als etwa gleich gross wie zur Zeit der früheren Nutzung beurteilt werden. Die Nährstoffvorräte im Boden sowie die jährlich neu anfallende und sich zersetzende Streue garantieren einen lange Zeit anhaltenden Gehalt an Nährstoffen. Bei Standorten, die natürlicherweise durch Einschwemmung oder Laubfall gedüngt werden, liegt die Situation ähnlich. Anders verhält es sich mit Brachflächen, welche früher als Magerwiesen genutzt wurden. Vor allem an trokkenen Standorten ohne nennenswerte natürliche Nährstoffzufuhr, kann die Magerkeit über Jahre hinweg erhalten bleiben. In solchen Fällen weisen Brachflächen gegenüber Magerwiesen zumindest eine gleichbleibende Erosionsstabilität auf; wenn sie viele Zwergsträucher beinhalten, vermutlich sogar eine bessere. In den Voralpen der Zentralschweiz gelangt auf solchen Standorten das Pfeifengras *(Molinia litoralis)* zu starker Dominanz und verdrängt eine grosse Zahl lichtbedürftiger Arten. Wegen dieser floristischen (und gleichzeitig faunistischen) Verarmung erachten wir – wiederum im Sinne der Erhaltung von vielfältigen Lebensräumen – einen regelmässigen Schnitt als notwendig.[1]

[1] Aus andern Gegenden ist bekannt, dass auch die Vergandung von mageren Landwirtschaftsflächen die Erosion fördern kann.

Abb. 7: Emdernte im Riemenstalder-Tal: steile Lagen erfordern Handarbeit.

Schliesslich bedarf der Weidgang einiger spezieller Bemerkungen. Jede Weidenutzung zieht eine gewisse Eigendüngung durch das weidende Vieh nach sich. Bei extensiver Nutzung durch Rindvieh bleibt diese relativ bescheiden. Bei Schafen erreicht die Nährstoffanreicherung in den meisten Fällen ein grösseres Ausmass. Zudem wird durch das bodennahe Abbeissen der Assimilationsorgane auch das Wurzelwachstum gehemmt. Somit müssen wir, ohne konkrete Beispiele betrachtet zu haben, bei der Schafweide eine beträchtlich erhöhte Erosionsgefahr annehmen. Rindviehweiden auf gedüngten Flächen haben wir direkt untersucht. In allen Fällen zeigten sich als Folge der lockereren Humusschicht sehr starke Trittschäden, welche die Oberfläche durchlöchern und verdichten. Nach unserem Empfinden sind solche Weiden gegenüber Erdrutschen mindestens so stark gefährdet wie gedüngte Wiesen, doch lässt sich diese Aussage aufgrund der wenigen Beispiele nicht definitiv beweisen.

*Der Bergbauer und das Erosionsproblem*

Die intensivere Nutzung der untersuchten Gebiete hat seine Gründe. Die fehlenden Arbeitskräfte zwingen auch die Bergbauern zu einer gewissen Mechanisierung ihrer Betriebe. Zusammen mit dem stetig teurer werdenden Lebensunterhalt erfordert dies einen viel höheren finanziellen Ertrag aus dem landwirtschaftlichen Betrieb, welcher durch die nur langsam steigenden Produktepreise nicht erbracht werden kann. Somit muss die Produktionsmenge gesteigert werden, weshalb zusehends auch Grenzertragslagen intensiviert werden. Durch überaus harte Arbeit versuchen die Bauern, einen Weg in der wirtschaftlich schwierigen Lage zu finden, obwohl sie die Gefahren mehr oder weniger sehen: «Der Boden wird mürbe. Man darf nicht zu stark düngen, sonst können wir mit den Maschinen nicht mehr fahren.»

Indem durch die Intensivierung die Gefahr von Rutschen zunimmt, ergeben sich in

vielen Fällen betriebswirtschaftlich negative Folgen, da für die Wiederherrichtung von Unwetterschäden oft Zehntausende von Franken aufgewendet werden müssen.

Neben dem betriebswirtschaftlichen stellt sich das Problem auch für die Allgemeinheit. Die Schäden von Erdrutschen bleiben selten auf eine landwirtschaftliche Parzelle beschränkt, sondern übersaaren Nachbarheimwesen, Strassen und Wohngebiete. Somit hat die Öffentlichkeit ein materielles Interesse an erosionsstabilen Hängen, ebenso erwünscht sind diese aus Gründen des Landschaftsschutzes.

Durch die Entrichtung von Flächenbeiträgen hat die Landwirtschaftspolitik für das Berggebiet den richtigen Weg eingeschlagen. Insbesondere die erhöhten Beiträge für Steillagen (ab 35 Prozent Neigung) erlauben den Bauern, selbst bei bescheidener Produktionsmenge ein gesteigertes Einkommen zu erzielen. Dennoch ist eine zusätzliche Differenzierung für sehr steile Lagen (ab 60 Prozent) in Erwägung zu ziehen, wobei diese Massnahme nur bei extensiver Mähnutzung gerechtfertigt wäre. (Abb. 7)

## LITERATURVERZEICHNIS

BUXDORF, A., 1913: *Geologische Karte der Pilatus-Bürgenstock-Rigihochfluhkette.* Blatt 3: Rigihochfluh. 1 : 25 000. Geol. Spez. Karte, 29a.

GISI, U., OERTLI, J. J., 1981: *Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen.* I. Physikalisch-chemische Veränderungen im Boden. Öcol. Plant. 16. 7–21. – ... II. Veränderungen in der ober- und unterirdischen Pflanzenmasse. Öcol. Plant. 16, 79–86. – ... III. Mikrobiologische Entwicklung im Boden. Öcol. Plant. 16, 165–175. – ... IV. Veränderungen im Mikroklima. Öcol. Plant. 16, 233–249.

HANTKE, R., 1961: *Tektonik der helvet. Kalkalpen zwischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal.* Vjschr. -Naturf. Ges. Zürich, Jg. 106.

KUTSCHERA, L., LICHTENEGGER, E., 1982: *Wurzelatlas mitteleurop. Grünlandpflanzen.* Band I: Monocotyledonae. Fischer, Stuttgart.

SCHIECHTEL, H. M., 1983: *Pflanzen als Mittel zur Bodenstabilisierung.* Wurzelökologie und ihre Nutzanwendung / Root Ecology and its Practical Application. Int. Symp. 1982. 703–708.

STINI, J., 1947: *Zugfestigkeit von Pflanzenwurzeln.* Photokopie.

STÜRM, B., 1973: *Die Rigi-Schüttung.* Sedimentpetrographie, Sedimentologie, Paläogeographie, Tektonik. Diss. Uni Zürich.

Beat von Wyl
Weidweg
6074 Giswil