

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 132 (1981)

**Heft:** 4

**Artikel:** Zusammenhänge zwischen der flächenmässigen Verteilung von Wald und einigen Standortsfaktoren im hydrologischen Einzugsgebiet Rietholzbach

**Autor:** Germann, P. / Schädler, B. / Kuhn, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764404>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

# Zusammenhänge zwischen der flächenmässigen Verteilung von Wald und einigen Standortsfaktoren im hydrologischen Einzugsgebiet Rietholzbach

Von P. Germann<sup>1</sup>, B. Schädler und H. Kuhn

Oxf.: 181.3

(Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich)

*«Mitteleuropa wäre ein eintöniges Waldland, wenn nicht der Mensch das bunte Mosaik der Äcker und Heiden, Wiesen oder Weiden geschaffen und den Wald immer mehr zurückgedrängt hätte.»*

## 1. Einleitung

Dieses Zitat von *Ellenberg* (1963) umschreibt viele Jahrhunderte menschlicher Siedlungsgeschichte, in deren Verlauf eine stetige Auseinandersetzung mit dem Wald stattfand. Je nach wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten wurde seine Fläche zugunsten der landwirtschaftlichen Nutzung örtlich vermindert oder, wo diese eine geringere Fläche beanspruchte, wieder vermehrt. Das Ergebnis dieses sich über Generationen erstreckenden Vorganges ist die heutige Gliederung der Landschaft in forst- und landwirtschaftlich genutzte Flächen, sofern die Landoberfläche nicht anderweitig genutzt wird. Die konsequente Anwendung des Forstpolizeigesetzes lässt heutzutage in der Schweiz eine Ausdehnung des Landwirtschaftsareals auf Kosten des Waldes nur in Ausnahmefällen zu, wenn zum Beispiel eine längerdauernde Krise in der Versorgung mit Lebensmitteln droht. Dadurch ist diese Entwicklungsrichtung praktisch zum Stillstand gelangt. Eine Zunahme der Waldfläche, vor allem auf brachgefallenem Land, kann hingegen mancherorts beobachtet werden.

Es stellt sich nun die Frage, aufgrund welcher Kriterien der Wald an bestimmten Stellen belassen wurde oder wieder sich neu ausbreiten konnte.

Die dem Landwirt aus seiner Erfahrung bekannten Qualitätsunterschiede der einzelnen Flächen können aufgrund verschiedener Standortsfaktoren beurteilt werden: Steilheit des Geländes, Sonneneinstrahlung, Bodenbeschaffenheit.

<sup>1</sup> Zurzeit Department of Environmental Sciences, University of Virginia, Charlottesville, Virginia, Va. 22903 (USA)

Im Rahmen eines hydrologischen Forschungsprojektes im Einzugsgebiet des Rietholzbaches im unteren Toggenburg wurden die genannten Standortskriterien detailliert erhoben (Bodenkarte im Massstab 1:5000, Karte der Einstrahlung). Damit besteht die Möglichkeit zu untersuchen, auf welche Standortfaktoren die heutige räumliche Verteilung von Waldflächen und Nichtwaldflächen im Einzugsgebiet des Rietholzbaches zurückgeführt werden kann. Da die waldfreien Flächen ausschliesslich graswirtschaftlich genutzt werden, kann sich die Diskussion der Beobachtungen auf die Frage beschränken, welche Standortfaktoren hauptsächlich für das Auftreten des Graslandes von Bedeutung sind. In Gegenden mit Einzelhofsiedlungen, zu denen auch das Untersuchungsgebiet zu zählen ist, dürfte dieses Vorgehen angemessen sein, weil die Entfernungen zu den Höfen in der Regel klein sind und daher kaum für das Ausmass der landwirtschaftlichen Nutzung ins Gewicht fallen.

## 2. Das hydrologische Einzugsgebiet Rietholzbach

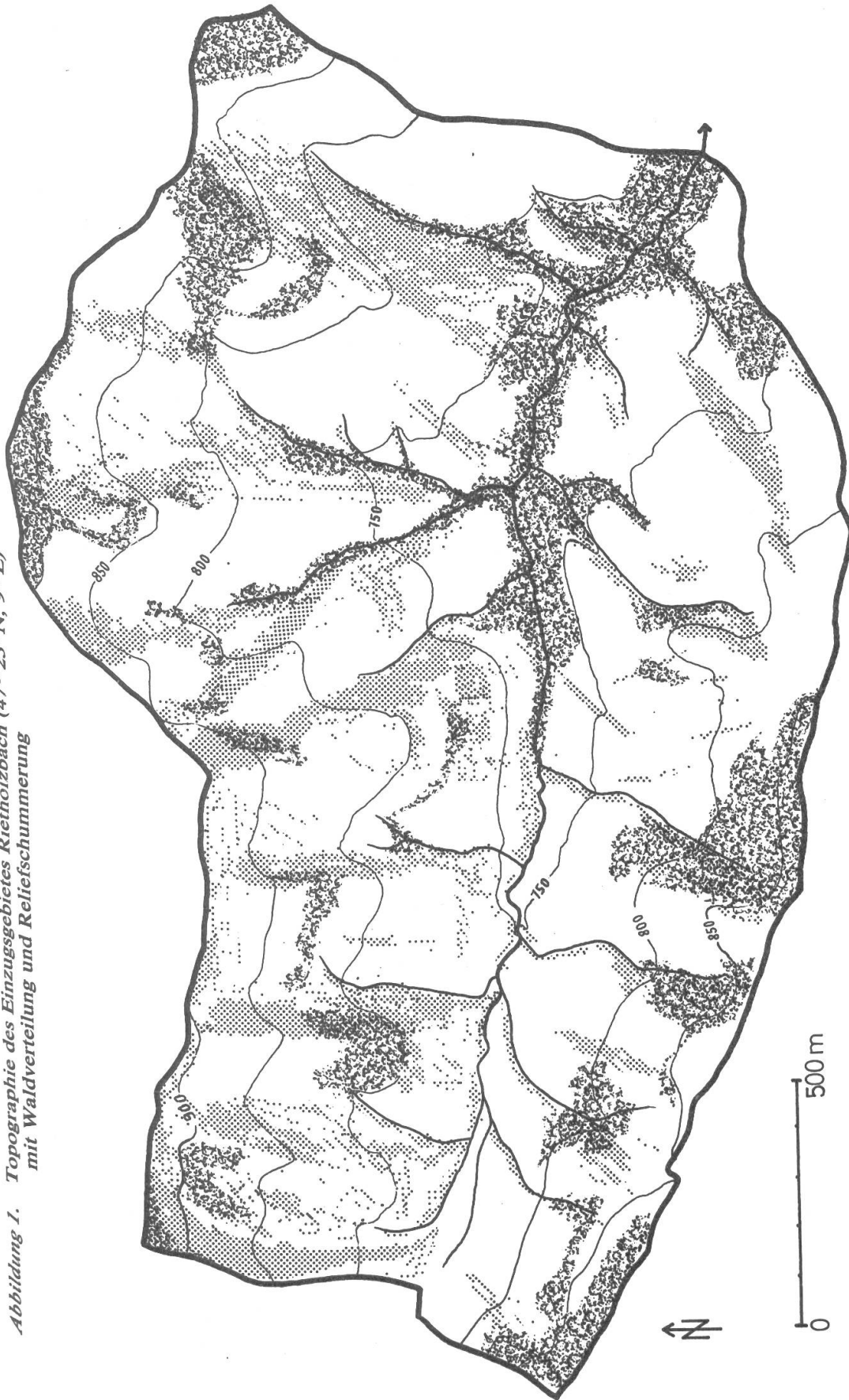
Das Einzugsgebiet Rietholzbach, Abb. 1, umfasst 318 ha und entwässert über den Gonzenbach zur Thur. Die Talachse verläuft von West nach Ost und trennt die ziemlich eindeutig nach Nord exponierte Talseite von einer weniger deutlich nach Süden exponierten Talflanke. Es reicht von 680 bis 950 m ü.M. und liegt auf dem Gebiet der Gemeinden Mosnang und Kirchberg (SG). Der Anteil der Waldoberfläche beträgt 20 %, welche zur Hauptsache mit Fichten-, Tannen- und mit Buchenbeständen bestockt ist. Gemäss dem geologischen Atlas der Schweiz (Blatt 1093, «Hörnli») liegt das Einzugsgebiet in den Tösswald-Schichten der Oberen Süsswassermolasse. Diese werden beschrieben als «kristallin führende Dolomit/Kalknagelfluh mit trennenden Mergel/Sandsteinhorizonten» (Nabholz, 1970). Im Talboden sind sie von Moränen der Würmvergletscherung überlagert. Das weite Spektrum des Muttergesteins — Kristallin, Dolomit, Kalk, Nagelfluh, Sandstein und Mergel — liessen ein ebenso breites Spektrum von Böden entstehen.

In diesem Einzugsgebiet betreibt die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH, Zürich, seit 1975 das hydrologische Forschungsprojekt HYDREX (siehe Lang, 1978). Im Zuge der Untersuchungen über die räumliche Variation der Verdunstung (Schädler, 1980) entstand eine Karte der Einstrahlung in das Einzugsgebiet, basierend auf Rasterflächen von 50 x 50 m. Für die Untersuchungen über den Bodenwasserhaushalt wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Kartierungsdienst der Versuchsanstalt für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, eine Bodenkarte im Massstab 1:5000 erstellt (Kuhn, 1980), die durch Germann (1981) hydrologisch interpretiert wurde.

## 3. Vorgehen

Die Steilheit des Geländes bewirkt auf der nordexponierten Talseite eine Verminderung der Einstrahlung, auf der südexponierten Talseite jedoch hat

Abbildung 1. Topographie des Einzugsgebietes Rietholzbach ( $47^{\circ} 23' N$ ,  $9^{\circ} E$ )  
mit Waldverteilung und Reliefschummerung



sie eine verstärkende Wirkung. Daher werden die folgenden Betrachtungen für die beiden Talseiten getrennt durchgeführt. Der unterschiedliche Flächenanteil des Waldes bestärkt dieses Vorgehen, beträgt er doch auf der südexponierten Seite 17,1 % und auf der nordexponierten Seite 24,6 %. (Siehe auch Tabelle 1.)

Tabelle 1. Flächenanteile von Wald und Grasland im Einzugsgebiet Rietholzbach

Typ	Flächenanteil	
	ha	%
Nordexponierte Talseite:		
Wald	29,0	9
Grasland	87,8	28
Südexponierte Talseite:		
Wald	34,5	11
Grasland	166,5	52
Total	317,8	100

Im übrigen werden die Standortsfaktoren «Geländeneigung», «Einstrahlung», «Bodentyp», «Durchlässigkeit» und «Gründigkeit des Bodens» der Verteilung von Wald und Grasland gegenübergestellt, wobei jeder Faktor in Stufen eingeteilt und für jede Stufe der prozentuale Flächenanteil von Wald und Grasland dargestellt wird. Die daraus resultierenden Histogramme sind von den Anteilen der einzelnen Stufen an der Fläche des gesamten Untersuchungsgebietes unabhängig. Dadurch werden die Aussagen von den speziellen Verhältnissen im Einzugsgebiet Rietholzbach etwas gelöst und ihre Übertragung auf ähnliche Gebiete wird erleichtert.

#### 4. Ergebnisse

a) Geländeneigung: Aus Abbildung 2 geht hervor, dass im allgemeinen der Waldanteil mit zunehmend steilen und mit verstärkt ungleichmässig ansteigendem Gelände (Stufen 21 bis 25) zunimmt. Ausnahmen davon bilden die Stufen 9 (insgesamt 1,99 ha) und 10 (insgesamt 0,28 ha) auf der nordexponierten und die Stufe 1 (insgesamt 0,45 ha) auf der südexponierten Talseite, die vergleichsweise einen geringen Anteil an der gesamten Untersuchungsfläche haben.

b) Einstrahlung: Gemäss Abbildung 3 nimmt auf der nordexponierten Talseite der Waldanteil mit zunehmender Einstrahlung ab. Auf der gegenüberliegenden, weniger homogenen Talseite üben offenbar andere Standortsfaktoren für die Verteilung von Wald einen grösseren Einfluss aus als die Einstrahlung. Die Stufen 1 und 4 sind je mit insgesamt 0,1 % an der untersuchten Fläche beteiligt und treten an steilen, nach Osten gerichteten Bachhängen auf. Der verhältnismässig hohe Waldanteil von 60 % in der Stufe 11 dürfte eine Folge der Kombination «hohe Einstrahlung» und «Flachgründigkeit» oder «Steilheit» sein. Die Stufe 11 ist jedoch mit 3 % der nach Süden exponierten Flächen vertreten.

## Stufen der Geländeneigung

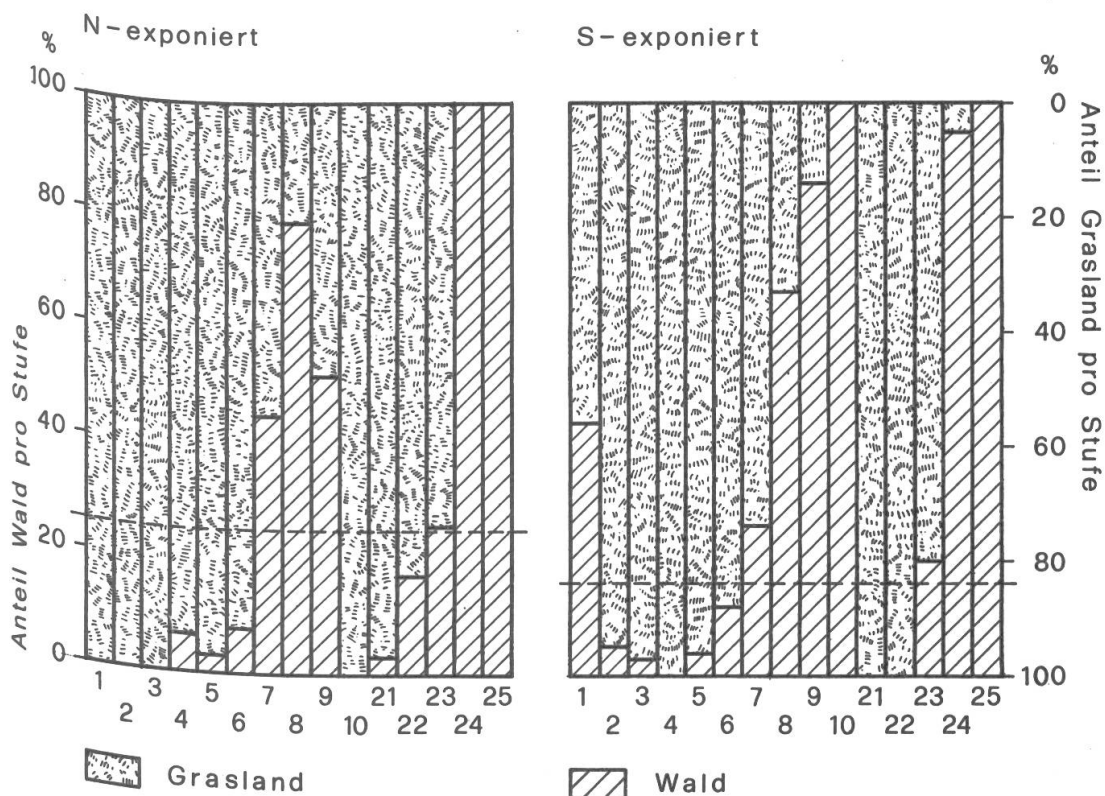


Abbildung 2. Prozentualer Flächenanteil von Wald und Grasland pro Stufe der Geländeneigung — Mittlerer Waldanteil auf der entsprechenden Talseite

1: 0—4 %	2: 5—10 %	3: 11—15 %	4: 16—20 %	5: 21—25 %
6: 26—35 %	7: 36—45 %	8: 46—55 %	9: 56—75 %	10: > 75 %
21: 0—10 %	22: 0—25 %	23: 0—45 %	24: 0—75 %	25: 0—> 75 %

## Stufen der Einstrahlung

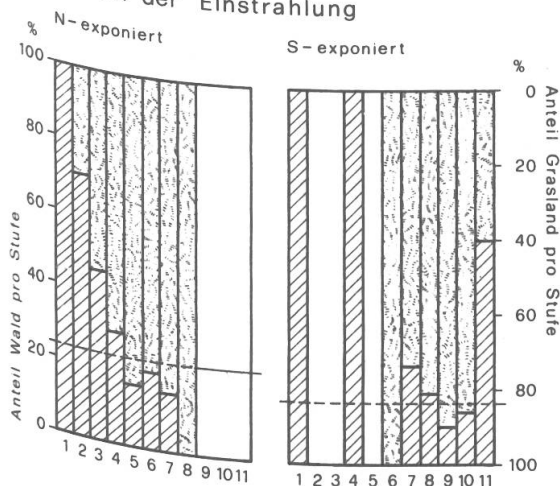


Abbildung 3. Prozentualer Flächenanteil von Wald und Grasland pro Stufe der relativen Einstrahlung (Gebietsmittel: 100 %)

1: 65—69 %	2: 70—74 %
3: 75—79 %	4: 80—84 %
5: 85—89 %	6: 90—94 %
7: 95—99 %	8: 100—104 %
9: 105—109 %	10: 110—114 %
11: 115—120 %	Leere Flächen: Stufe nicht vertreten

Die beiden Faktoren «Bodentypen» und «Durchlässigkeit» (die Interpretation des zweiten stützt sich auf den Grad der Vergleyung) stehen teilweise in einer Wechselbeziehung zur Vegetationsdecke. Es ist möglich, dass sich



im Laufe der Zeit ein ehemaliger normaldurchlässiger Waldboden als Folge der landwirtschaftlichen Nutzung zu einem Boden geringerer Durchlässigkeit entwickelt hat. Vor allem der Grad der Vergleyung dürfte als Folge der Verdichtung zugenommen haben.

c) Bodentyp: Wie Abbildung 4 zu entnehmen ist, stockt der Wald auf der nordexponierten Talseite hauptsächlich auf Regosolen, Saurer Braunerde und auf Braunerde, auf der südexponierten Seite ebenfalls auf Regosolen und auf Braunerde. Neben den oben erwähnten Gründen dürfte auch die Einstrahlung auf der nordexponierten und die flache Gründigkeit, vor allem der Regosole auf der südexponierten Seite zu diesem Ergebnis beigetragen haben.

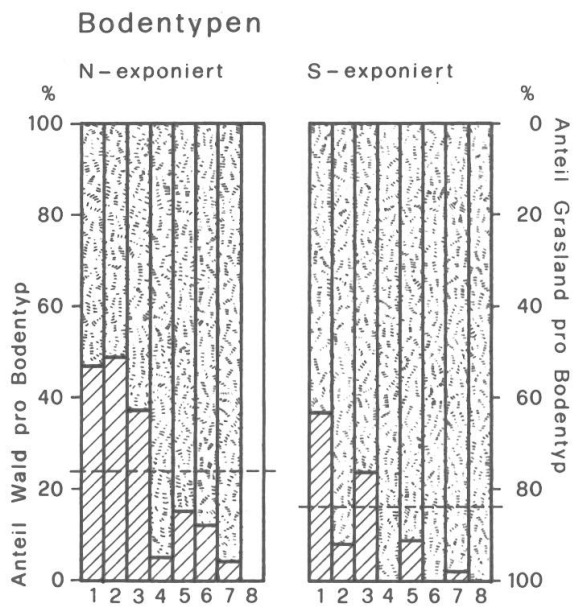


Abbildung 4. Prozentualer Flächenanteil von Wald und Grasland pro Bodentyp

- 1: Regosol
- 2: Saure Braunerde
- 3: Braunerde
- 4: Kalkbraunerde
- 5: Verbrannter Gley
- 6: Bunter Gley
- 7: Fahler Gley
- 8: Halbmoor
- Leere Fläche: Typ nicht vertreten

(Bezeichnung gemäss Bodenkartierungsdienst der Forschungsanstalt für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz)

d) Durchlässigkeit des Bodens: Aus Abbildung 5 kann für beide Talseiten die allgemeine Tendenz herausgelesen werden, dass der Waldanteil mit

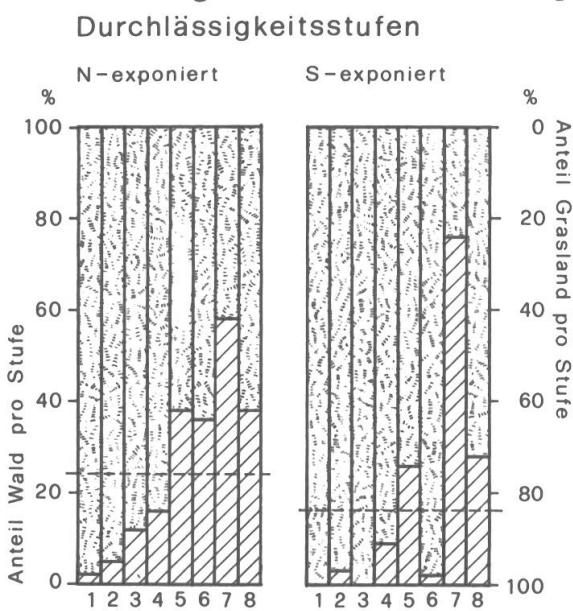


Abbildung 5. Prozentualer Flächenanteil von Wald und Grasland pro Stufe der Durchlässigkeit (die Durchlässigkeit nimmt mit zunehmender Stufe ebenfalls relativ zu, wobei der Grad der Vergleyung als Mass herangezogen wird)

- 1: stark fahler Gley
- 2: fahler Gley
- 3: bunter Gley
- 4: verbrannter Gley
- 5: ziemlich gleyig, stagnogleyig
- 6: schwach gleyig
- 7: grundfeucht
- 8: normal durchlässig

zunehmender Durchlässigkeit des Bodens zunimmt, mit Ausnahme der «normal durchlässigen Böden». Eine Ausnahme bildet lediglich die Stufe 6 auf der südexponierten Talseite: Die schwach gleyigen Böden werden hier fast ausschliesslich landwirtschaftlich genutzt. Ihr Anteil an der südexponierten Talseite beträgt insgesamt 10,1 % der Fläche. Von Bedeutung dürfte hier vor allem die Steilheit des Geländes sein, denn schwach gleyige Böden treten zur Hauptsache an Flachhängen und auf Terrassen auf.

e) Gründigkeit des Bodens: Abbildung 6 zeigt vor allem die überdurchschnittliche Vertretung des Waldes auf den flachgründigen Standorten (Stufe 5), wogegen die Stufen 2, 3 und 4 auf der nord- und die Stufen 3 und 4 auf der südexponierten Talseite etwa dem durchschnittlichen Waldanteil der Talseite entsprechend bewaldet sind. Der Einfluss der Exposition zeigt sich bei diesem Standortfaktor kaum. Die flachgründigen Böden sind entweder an Steilhängen zu finden oder weisen einen hohen Anteil an Steinen und Kiesen auf, beides Eigenschaften, die eine landwirtschaftliche Nutzung stark hemmen.

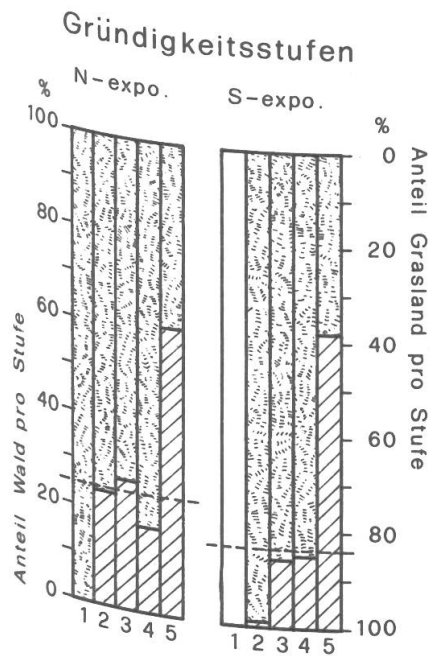


Abbildung 6. Prozentualer Flächenanteil von Wald und Grasland pro Stufe der Gründigkeit

- 1: sehr tiefgründig (101—150 cm)
- 2: tiefgründig (71—100 cm)
- 3: mässig tiefgründig (51—70 cm)
- 4: ziemlich flachgründig (31—50 cm)
- 5: flachgründig (11—30 cm)

Leere Fläche: Stufe nicht vertreten

### 5. Zusammenfassung und Folgerungen

Unter Verzicht auf statistische Signifikanzbeweise konnte gezeigt werden, dass der Anteil der Waldfläche auf der nach Norden exponierten Talseite deutlich höher ist als auf dem gegenüberliegenden Hang. Die Einstrahlung ist vor allem auf der nordexponierten Seite ein entscheidender Standortfaktor für die Verteilung von Wald und Grasland, da sie offenbar für die landwirtschaftliche Nutzung ein Minimumfaktor darstellt.

Von der Exposition mehr oder weniger unabhängig stockt der Wald vorzugsweise auf stark geneigtem, flachgründigem Boden mit relativ hohem Skelettanteil.



Zwischen dem Auftreten von Wald oder Grasland einerseits und dem Bodentyp und dem Grad der Vergleyung andererseits bestehen zum Teil sich gegenseitig bedingende Beziehungen. Durch die landwirtschaftliche Nutzung, vor allem durch die Beweidung und heutzutage durch den Einsatz von Maschinen, nahm die Bodenverdichtung zu, als deren Folge die Vergleyung zu- und die Durchlässigkeit abnahm. Zusätzlich ist hier auf Waldstandorten die Masse des sich im Umlauf befindlichen organischen Materials grösser als auf Grasstandorten. Dadurch wird die Entwicklung der Böden in Richtung Braunerde auf Waldstandorten gefördert oder, wo dieser Boden bereits vorhanden ist, eher erhalten. Auf saurem Muttergestein mit höherer Durchlässigkeit könnten sich allerdings Podsole herausbilden, ein Bodentyp, der im Einzugsgebiet Rietholzbach nirgends gefunden werden konnte.

Durch die höhere Interzeption ist die gesamte Verdunstung des Waldes grösser als jene der Grasvegetation, die sich vor allem dann auswirkt, wenn die Niederschläge wie im Untersuchungsgebiet häufig in vergleichsweise geringen Mengen fallen. Dadurch sickert weniger Wasser in den Boden ein, was einer Vergleyung ebenfalls entgegenwirkt. Es ist aber auch möglich, dass während der allmählichen Inanspruchnahme der Böden durch die Landwirtschaft die Faktoren «geringe Steilheit» und «tiefe Gründigkeit» wichtiger waren als der Grad der Vergleyung.

Allgemein kann festgestellt werden, dass durch die landwirtschaftliche Nutzung eine langsame und recht gezielte Auswahl von geeigneten Standorten stattgefunden hat. Gewissermassen auf der Restfläche konnte sich der Wald erhalten oder wieder neu einstellen. Aus der Analyse der heutigen Verteilung von Wald konnten einige Kriterien dargestellt werden, die die Entwicklung zum heutigen Zustand beeinflusst haben. Geht man davon aus, dass dieselben Kriterien auch in Zukunft für den an sich komplexen Entscheid von Bedeutung sind, ob ein Standort weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden oder brachfallen soll, dann kann angenommen werden, dass zuerst die flachgründigen und die steilen Böden nicht mehr bewirtschaftet werden, zu denen sich auf der nordexponierten Talseite noch jene mit der geringsten Einstrahlung gesellen werden. Der Grad der Vergleyung ist von untergeordneter Bedeutung.

Der Wasserhaushalt des Waldes kann nicht direkt und allgemein mit jenem des benachbarten Graslandes verglichen werden, weil die beschriebene Auslese der Standorte für die landwirtschaftliche Nutzung zu berücksichtigen ist. So kann zum Beispiel die festgestellte geringere Gründigkeit der Waldböden, die eine vergleichsweise geringere Wasserspeicherfähigkeit zur Folge hat, durch die erhöhte gesamte Verdunstung des Waldes und die grössere Durchlässigkeit der Böden teilweise oder ganz kompensiert werden. Bei einem derartigen Vergleich muss auch die zeitliche Verteilung der Niederschläge und der Verdunstung einbezogen werden.

Die Wiederbewaldung eines bestimmten Standortes dagegen dürfte die bekannten Folgen auf den Wasserhaushalt zeigen: Das Speichervermögen und die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser wird mit der Zunahme des Porenvolumens ebenfalls längerfristig zunehmen. Auch die erhöhte gesamte Verdunstung wird sich dämpfend auf die Abflussspitzen auswirken.

### Résumé

#### Relation entre la répartition de la forêt et quelques caractéristiques de l'habitat dans le bassin hydrologique du Rietholzbach

Au cours des recherches hydrologiques dans le bassin-versant du Rietholzbach situé dans le Bas-Toggenburg, parmi d'autres les données suivantes ont été relevées en détail: une carte des sols et de la pente et une du rayonnement solaire potentiel. En comparant ces caractéristiques de l'habitat avec la répartition de la forêt (environ un cinquième du bassin est boisé, l'autre partie est couverte de prairies), on examine les raisons probables de la sélection des surfaces non boisées par les générations successives d'agriculteurs.

### Literatur

- Ellenberg, H., 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 943 Seiten. Stuttgart.
- Germann, P., 1981: Untersuchungen über den Bodenwasserhaushalt im Einzugsgebiet Rietholzbach. Mitteilung der VAW, ETH Zürich. In Vorbereitung.
- Kuhn, H., 1980: Bodenkartierung HYDREX. Interner, unveröffentlichter Bericht VAW (64 Seiten, 3 Karten).
- Lang, H., 1978: Untersuchungen über den Wasserhaushalt und über Abflussprozesse im hydrologischen Forschungsgebiet Rietholzbach. Tagungsbericht Wasserhaushaltssysteme naturnaher kleiner Einzugsgebiete, Grafenau, Schriftenreihe des Bayrischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 108—117.
- Nabholz, W., 1970: (Herausgeber) Erläuterungen zum Geographischen Atlas der Schweiz, Blatt 1093 Hörnli. Schweiz. Geologische Kommission, Organ der SNG.
- Schädler, B., 1980: Die Variabilität der Evapotranspiration im Einzugsgebiet Rietholzbach bestimmt mit Energiebilanzmethoden. Mitteilung der VAW Nr. 46, ETH Zürich (115 Seiten).

