

# Interaktive Karte der Gesteinseigenschaften

Eine neue Substratgliederung bringt schnelle Übersicht und viele Informationen über die Böden der Bayerischen Alpen

Eckart Kolb

**Wo bodenkundliche Karten fehlen, liefern geologische Karten einfache, aber wesentliche standortkundliche Informationen. Eine Substratklassifizierung, die aus den geologischen Karten 1:25.000 und Bodenprofilaten des LfU für das Gebiet der Bayerischen Alpen erarbeitet wurde, ordnet die bodenbildenden Gesteine nach Entstehung, chemischer Zusammensetzung und Körnung einer überschaubaren Anzahl von Typen zu. Die Eigenschaften können einzeln oder in Kombination abgefragt und als GIS-Karte dargestellt werden.**

Wenn flächendeckende bodenkundliche Daten fehlen, so können aus geologischen Karten dennoch einfache standortkundliche Informationen abgeleitet werden – ein wichtiges Prinzip der Modellierung von Waldtypen in den Alpen. Die geologischen Karten der Nordalpen sind auf Grund der komplizierten Tektonik besonders bunt. Dem Standortkundler bietet das viel Information, gefährdet jedoch auch die Übersichtlichkeit, zumal wenn die Geologie mit anderen Faktoren wie Höhenlage und Hangsteilheit kombiniert werden soll. Im Waldinformationssystem Nordalpen (WINALP) wurde deshalb eine auf die ökologisch wesentlichen Eigenschaften zugeschnittene Karte der Ausgangsgesteine entwickelt. Ziel war, die »bunte« geologische Karte auf wenige, für die Waldbehandlung wesentlichen Farben zu reduzieren.

Geologische Karten werden von Geologen erstellt, um die Entstehung und die räumlich Anordnung der Gesteine an der Erdoberfläche zu verstehen. Aus Sicht des Standortkundlers und Waldbauers ist es jedoch gleichgültig, ob ein anstehender Kalk im Anis (vor 240 Millionen Jahren) oder im Rhät (vor 200 Millionen Jahren) abgelagert wurde. Vielmehr können alle geologischen Einheiten zusammengefasst werden, die zu Böden mit ähnlichen Eigenschaften führen. Die Geologische Karte wird so in eine Karte der Gesteinseigenschaften übersetzt.

## Ziele und Grundlagen

Die Karte sollte möglichst viele Informationen zu standörtlichen Fragestellungen liefern, auf verschiedene Fragestellungen zugeschnittene Darstellungen erlauben und durch Beschränkung auf maximal zehn Stufen pro Kriterium eine einfache, EDV-gerechte Verschlüsselung ermöglichen.

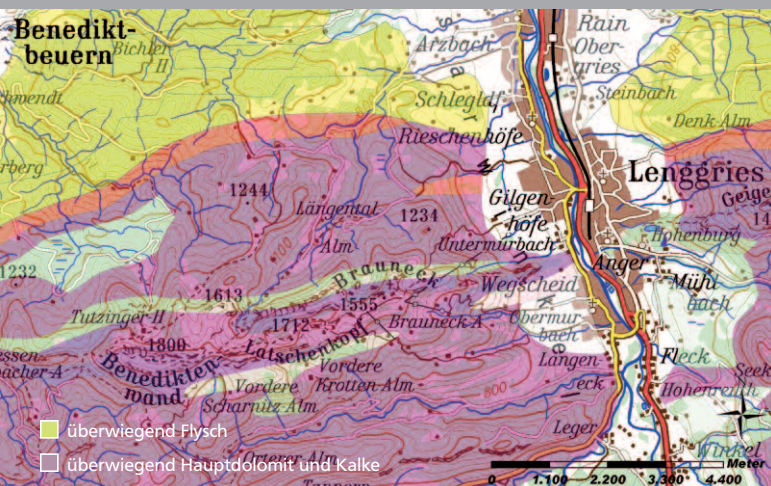
Grundlage waren die für das Wuchsgebiet 15 »Bayerische Alpen« digital vorliegenden geologischen Karten im Maßstab 1:25.000 und 1:200.000 sowie den Karteneinheiten zugeordnete Bodenprofile des Bodeninformationssystems des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU).

Wichtig für das Gelingen war auch die enge Zusammenarbeit mit den österreichischen WINALP-Partnern, Landesforstdirektion Tirol, Geologische Bundesanstalt in Wien und Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung (WLM) in Innsbruck. So konnte man zum einen auf ein umfangreiches Erfahrungswissen aufbauen, zum anderen soll die Substratgliederung auch für Nordtirol angewendet werden.

Tabelle 1: Gliederung von Geogenese, Substratchemie und Substratphysik

Ziffer	Geogenese (1. Stelle)	Substratchemie (2. Stelle)	Substratphysik (3. Stelle)
0		Moore, heterogene Substrate	sehr heterogen
1	Magmatite/Metamorphite	saure, quarzreiche Silikate	flachgründig, skelettreich, geringe Wasserhaltekraft
2	feste Sedimentgesteine	intermediäre Silikate	mittelgründig, mittlerer Skelettgehalt, mittlere Wasserhaltekraft
3	glaziale Lockersedimente	basenreiche Silikate	tiefgründig, skelettarm, hohe Wasserhaltekraft
4	gravitative Lockersedimente	Tone	
5	gravitativ-fluviatile Lockersedimente	Tonmergel	
6	fluviatile Lockersedimente	Sandmergel	
7	limnische Lockersedimente	Mergel	
8	äolische Lockersedimente	Kalke	
9	organische Lockersedimente	Dolomite	

## Flysch und Hauptdolomit – zwei ungleiche Nachbarn



Man muss kein Geologe sein, um am bayerischen Alpenrand die Grenze zwischen den weichgeschwungenen Flyschvorbergen und den nur wenig südlicher gelegenen schroffen Felsen des Hauptdolomits zu erkennen. So unterschiedlich wie diese Ausgangsgesteine sind auch der Landschaftscharakter, der Wald und seine Bewirtschaftung.

Der vor 130 bis 65 Millionen Jahren durch küstennahe Meeresrutschungen und anschließende Tiefseeablagerungen entstandene Flysch bildet heute sanft geschwungene Bergrücken mit teilweise steilen Hängen und tief eingeschnittenen Kerbtälern. Flysch verwittert zu sauren, aber nährstoffreichen und sehr gut wasserversorgten Lehmen. Diese bieten den Bergmischwald-Baumarten Fichte, Tanne und Buche ausgezeichnete Wuchsbedingungen. Die Tanne fühlt sich hier ganz besonders wohl. Ihr Holzzuwachs von etwa 20 Festmetern pro Jahr und Hektar auf günstigen Flyschstandorten liegt über dem der Fichte und mit ihrer tiefreichenden Pfahlwurzel erhöht die Tanne die Stabilität des Bergmischwaldes.

Doch während die Bäume von den durch gebremste Sickerwasserbewegungen feuchten feinkörnigen Lehmböden profitieren, verursacht die Befahrung mit ungeeigneten Forstmaschinen allzu leicht Bodenschäden. Sommergewitter führen zu Hangrutschungen und Forstwege können absacken oder weggeschwemmt werden. Dieser Neigung zu fließen verdankt der Flysch seinen aus dem »Schwizerdütsch« stammenden Namen.

Südlich der Flyschvorberge schließen sich die schroffen Felsen der Kalkalpen an. Ausgangsgestein ist hier meist der Hauptdolomit, der vor 220 Millionen Jahren in flachen Lagunen durch Kalkablagerung von Meeresalgen entstand. Hauptdolomit ist verwitterungsträge, aber spröde und tief zerklüftet. Er bricht kantig und bildet schroffe Felsgipfel und große Schuttkegel. Aus Hauptdolomit entstehen wasserdurchlässige flachgründige Böden. Ein Kalzium-Überangebot erschwert der Fichte die Stickstoff-Aufnahme. Insbesondere an Südhängen leiden die Bäume häufig an Wasser- und Nährstoffmangel. Insgesamt sind die Wuchsverhältnisse im Hauptdolomit deutlich schlechter als im Flysch. Die Waldbestände weisen Holzvorräte unter 800 Festmeter je Hektar auf, während im Flysch Vorräte über 1.200 Festmeter nicht selten vorkommen.

Paul Dimke, Wolfgang Falk

## Gliederung der geologischen Einheiten

Die geologischen Einheiten wurden hinsichtlich Entstehung (*Geogenese*), Zusammensetzung (*Chemie*) und Körnung der Verwitterungsprodukte (*Physik*) gegliedert (Tabelle 1 und Abbildung 1).

### Geogenese (1. Stelle des Gesteinstyps)

Diese Ziffer beschreibt, wie ein Gestein entstanden ist. Innerhalb der Festgesteine werden die Sedimente von den Magmatiten und Metamorphiten getrennt. Die Lockergesteine werden auf Grund ihrer größeren Heterogenität in glaziale, gravitative, fluviatil-gravitative, fluviatile, limnische, äolische und organische Sedimente unterschieden. Daraus können wichtige Informationen zur Festigkeit, zum Korngrößenpektrum und zur Korngrößenverteilung der Gesteine abgeleitet werden, die die beiden anderen Ziffern nicht abbilden.

### Chemismus (2. Stelle des Gesteinstyps)

Die geologischen Einheiten werden zunächst nach ihrem Carbonatgehalt in fünf Hauptgruppen aufgeteilt. Kalk und Dolomite weisen Carbonatgehalte über 65 Prozent auf, Mergel hat Gehalte zwischen 35 und 65 Prozent. Bei Carbonatgehalten von zehn bis 35 Prozent werden Sandmergel und Mergelton/Tonmergel unterschieden.

Die Gesteine mit Carbonatgehalten unter zehn Prozent werden vor allem durch die Zusammensetzung ihrer Silikate geprägt. Es werden basenreiche, intermediäre und saure Silikate sowie Tone ausgeschieden.

In die Gruppe der Sondersubstrate mit heterogenem oder nicht differenzierendem Carbonatgehalt fallen vor allem die Moore.

### Physik (3. Stelle des Gesteinstyps)

Die Substratphysik wurde vor allem im Hinblick auf die Wasserhaltekapazität typischer, aus dem jeweiligen Gestein gebildeter Mineralböden bewertet. Der Einfluss des Humusgehalts als leicht veränderbare Größe wurde nicht berücksichtigt.

Aus den für den Bayerischen Alpenraum vorliegenden Bodenprofildaten wurden Grenzwerte für die Parameter Mineralbodenmächtigkeit, Skelettgehalt und nutzbare Feldkapazität (nFK) des Oberbodensubstrats berechnet und eine gemittelte Bewertungsziffer errechnet. So wurden die flachgründig, skelettreich und mit geringer nutzbarer Feldkapazität verwitternden Substrate von solchen getrennt, die tiefgründig, skelettarm und mit hoher nutzbarer Feldkapazität verwittern; zwischen beiden Tyen vermittelt eine intermediäre Gruppe (Tabelle 1).

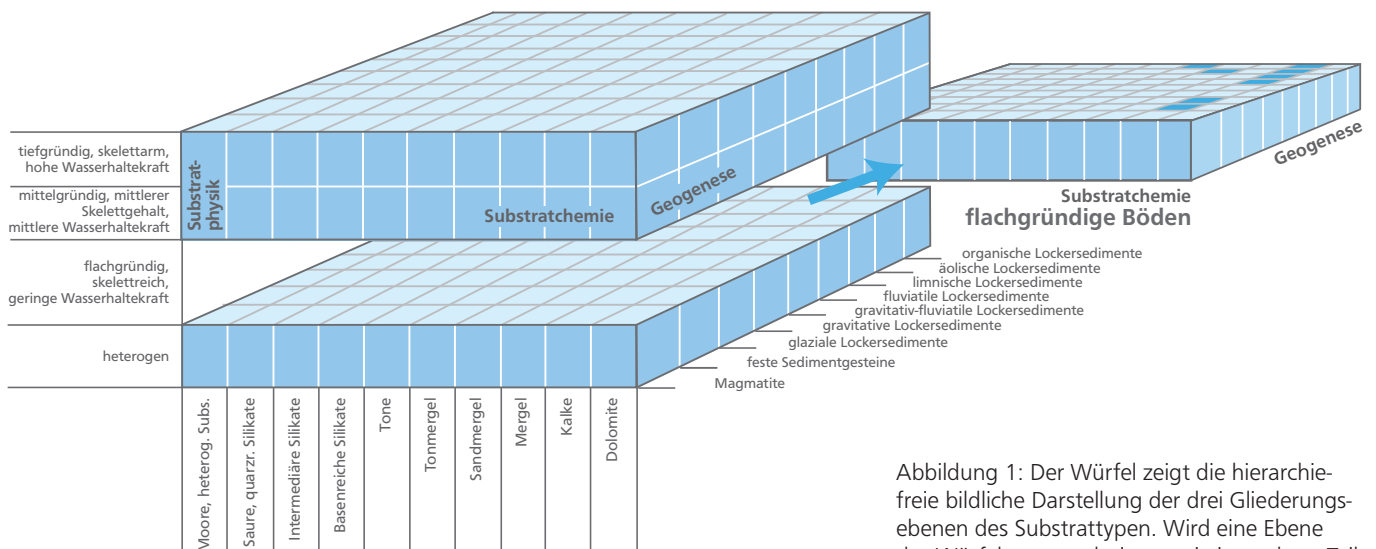


Abbildung 1: Der Würfel zeigt die hierarchiefreie bildliche Darstellung der drei Gliederungsebenen des Substrattyps. Wird eine Ebene des Würfels ausgeschnitten, wie im rechten Teil der Abbildung, so kann aus dieser Darstellung entnommen werden, welche Kombinationen aus Geogenese und Substratchemie überhaupt vorkommen. Das Ergebnis könnte aber auch räumlich als Karte dargestellt werden.

## Gesteinstypen

In der Verschlüsselung der Gesteinstypen werden die drei beschriebenen Parameter Geogenese, Chemie und Physik kombiniert.

Die drei Gliederungsebenen können wie in Abbildung 1 als Würfel dargestellt und frei kombiniert werden. Die hierarchiefreie Gliederung erlaubt das Suchen nach einzelnen wie nach beliebigen Kombinationen von Gesteinseigenschaften, indem Schnitte durch den Würfel gezogen werden. Im Gegensatz hierzu werden hierarchische Gliederungen, wie sie in der Boden- oder Pflanzensystematik üblich sind, meist in Baumstruktur dargestellt. Der Nutzer kann nun je nach Fragestellung rasch und einfach Abfragen ausführen. Interessiert zum Beispiel das Vorkommen der flachgründig und skelettreich verwitternden Gesteine, wie in Abbildung 1 dargestellt, so wird bildlich gesprochen die betreffende Ebene des Würfels herausgeschnitten, und die Verbreitung der betreffenden Gesteine in einem GIS dargestellt.

Der Gesteinstypschlüssel setzt sich aus den drei Ziffern der beschriebenen Gliederungsebenen zusammen. Beispielsweise wird der Hauptdolomit als flächenmäßig bedeutendster Gipfelbildner in den Bayerischen Alpen den »Hartdolomiten« mit dem Zifferncode »291« zugeordnet. Damit wird ausgedrückt, dass es sich um ein festes Sedimentgestein aus Dolomit handelt, welches sich bevorzugt zu flachgründigen, skelettreichen und tonigen Böden entwickelt.

Insgesamt wurden mit dieser Methode 289 Einheiten der geologischen Karten zu 32 Substrattypen aggregiert.

## Anwendungen

Die Informationen dieser Substratklassifizierung fließen als eine Datengrundlage zur Ausscheidung von Waldtypen sowie zur Charakterisierung dieser in das Handbuch zur Waldtypenkarte ein (siehe Reger und Ewald, S. 11–14 in diesem Heft).

Weiterhin bildet die Karte der Gesteinseigenschaften die Grundlage für die Ausscheidung von Karstplateaus in der Waldtypenkarte der Bayerischen Alpen. Diese Sonderstandorte sind geprägt durch anstehende verkarstungsfähige Hartkalke in schwach geneigter Lage.

In der Schutzwaldsanierung und beim Wegebau könnte die Karte die geologischen Grundlagen für eine differenzierte Beurteilung der Hanglabilität liefern.

Dr. Eckart Kolb ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt der TU München.  
kolb@wzw.tum.de