Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 64 (1977)

Artikel: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora

Autor: Landolt, Elias

Kapitel: Anleitung zum Gebrauch der Zeigerwerte

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308542

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

ANLEITUNG ZUM GEBRAUCH DER ZEIGERWERTE

A. Aussagevermögen der Zeigerwerte

Die physiologischen Möglichkeiten und die Konkurrenz der anderen Lebewesen gestatten es den Pflanzen in der Natur nur unter ganz bestimmten Umweltbedingungen zu gedeihen. Mit den Zeigerwerten soll versucht werden, diese Bedingungen zu charakterisieren. Der Vorteil der Zeigerwerte gegenüber wortmässigen Charakterisierungen beruht in der Kürze und in der numerischen Vergleichbarkeit. Ein Nachteil ist, dass eine Genauigkeit vorgetäuscht wird, die nicht immer gegeben ist. Auch lassen sich viele ökologische Besonderheiten durch die Zahlengebung nicht erfassen.

Zeigerwerte können im allgemeinen nicht gemessen werden. Sie beruhen weitgehend auf der Erfahrung und auf Beobachtungen von Feldbotanikern. Auch physiologisch mehr oder weniger einheitliche Arten verhalten sich in Bezug auf ihren Zeigerwert an verschiedenen Orten ihres Verbreitungsgebietes nicht immer ähnlich. Da in jedem Gebiet zum Teil andere Arten auftreten, ist die Konkurrenz nicht gleich. Oft sind auch die ökologischen Faktoren nicht unabhängig voneinander. So können etwa Pflanzen unter verschiedenem Wärmeklima einen anderen Feuchtezeigerwert besitzen. Im Zentrum ihrer Verbreitung ist manche Art nicht wählerisch in Bezug auf die Gesteinsunterlage; sie kommt sowohl auf Silikat wie auch auf Kalkböden vor. An der Nordgrenze ihrer Verbreitung trifft man sie aber nur über Kalk, weil Kalkböden oft wärmer sind als Böden über anderen Substraten und weil die Konkurrenz dort wegen den in der Regel über Kalk sehr trockenen Verhältnissen relativ gering ist. Man muss sich also im Klaren sein, dass die Zeigerwerte meist nicht einfach die physiologischen Möglichkeiten der Pflanzen wiedergeben. Besonders an konkurrenz-

armen Standorten (z.B. auf Schuttplätzen, an frischen Anrissstellen) kann sich die Pflanze anders verhalten, als es ihr Zeigerwert vermuten lässt. Für eine einigermassen sichere Beurteilung der Merkmale eines Standortes sollten deshalb die Zeigerwerte möglichst vieler der dort vorkommenden Arten herangezogen werden.

Die hier angegebenen Zeigerwerte gelten nur für das Gebiet der Schweiz und können in anderen geographischen Gegenden nicht mehr ohne weiteres angewendet werden. Auch ist zu berücksichtigen, dass viele Arten geographisch-ökologische Sippen ausbilden, die morphologisch oft schwierig unterscheidbar sind, aber verschiedene Zeigerwerte erhalten müssten.

Bei der Verwendung der Zeigerwerte muss man wissen, dass eine Art nur gerade über die Standortsfaktoren jener Schichten etwas aussagt, in der sie wächst. Moose sind im allgemeinen nur aussagekräftig für eine Schicht von höchstens 5 cm direkt über und unter der Bodenoberfläche. Auf der anderen Seite können Bäume die Standortsqualität bis zu mehreren Metern oberhalb und unterhalb der Bodenoberfläche anzeigen. Es kommt durchaus vor, dass etwa Moose und oberflächlich wurzelnde Zwergsträucher einen sauren mageren Boden anzeigen, während die tiefer wurzelnden Hochstauden und Sträucher Basen- und Nährstoffreichtum erkennen lassen.

Die hier bewerteten ökologischen Faktoren sind zum Teil die gleichen wie in ELLENBERG (1974). Nur die Schwermetallresistenz, die im Gebiet der Schweiz nur eine relativ geringe Rolle spielt und über die wenig Sicheres vorliegt, wurde weggelassen. Zusätzlich wurden dafür ein Wert für den Humusgehalt (H) und einen für die mittlere Korngrösse oder Dispersität und Durchlüftungsmangel des Bodens (D) eingeführt.

Alle Werte für ökologische Faktoren mit Ausnahme des Salzwertes, der nur mit + angegeben ist, variieren zwischen 1 und 5, ähnlich wie in ELLENBERG (1965), wobei stets ganze Zahlen verwendet wurden und die Feuchtezahl auch 5 und nicht 6 Stufen aufweist. Pflanzenarten, die fast über das ganze mögliche Spektrum vorkommen wurden mit x bewertet. Bei einzelnen Zeigerwerten wurden noch zusätzliche Zeichen eingeführt, um durch Zahlen nicht erfassbare ökologische Besonderheiten zu kennzeichnen, so besonders

bei der Feuchtezahl. Wie bei ELLENBERG (1974) wurde zur Bezeichnung der Lebensformen ein Buchstaben verwendet. Dagegen wird das soziologische Verhalten nicht erwähnt, weil bei vielen Arten gerade im Alpengebiet darüber zu wenig bekannt ist.

B. Erklärung der einzelnen Zeigerwerte

F 1. *Feuchtezahl*

Die Feuchtezahl kennzeichnet die mittlere Feuchtigkeit des Bodens während der Vegetationszeit. Niedere Zahlen zeigen geringe, hohe Zahlen grosse Bodenfeuchtigkeit an.

1 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf sehr trockenen Böden; auf nassen Böden nicht vorhanden, auf feuchten Böden nicht konkurrenzfähig. Ausgesprochene Trockenheitszeiger.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf trockenen Böden; sehr trockene und nasse Böden meist meidend; auf feuchten Böden im allgemeinen nicht konkurrenzfähig. Zeiger mässiger Trockenheit.

3 : Pflanzen auf mässig trockenen bis feuchten Böden, im allgemeinen mit breiter ökologischer Amplitude; trockene und nasse Böden meist meidend. Zeiger mittlerer ("nicht extremer", ± "frischer") Feuchtigkeitsverhältnisse.

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf feuchten bis sehr feuchten Böden; gelegentlich auch auf nassen Böden vorkommend; trockene Böden meidend. Feuchtigkeitszeiger.

5 : Pflanzen auf nassen, vom Wasser durchtränkten Böden; mittelfeuchte und trockene Böden meidend. Nässezeiger.

Neben diesen Zahlen werden zusätzliche Zeichen zur besseren Kennzeichnung der vielfältigen Feuchtigkeitsverhältnisse angewendet:

↑ : Pflanzen im Bereich von fliessendem Bodenwasser (z.B. an Bächen

und Flüssen, in Flussauen oder unter Hangwassereinfluss)

w : Pflanzen vorwiegend auf Böden mit wechselnder Feuchtigkeit; die Feuchtezahl zeigt die mittlere Bodenfeuchtigkeit an, das w bedeutet, dass der Boden nach Regenfällen bedeutend feuchter, nach Trockenperioden trockener werden kann, als es der Feuchtezahl entspricht;

u : Pflanzen in der Regel im Wasser untergetaucht (nur in Verbindung mit der Feuchtezahl 5).

v : Pflanzen mit untergetauchten und schwimmenden Organen (nur in Verbindung mit der Feuchtezahl 5).

s : Pflanzen mit Blattorganen, die auf dem Wasser schwimmen (nur in Verbindung mit der Feuchtezahl 5).

i : Pflanzen im Wasser stehend, aber mit den meisten Blättern darüber hinausragend (nur in Verbindung mit den Feuchtezahlen 5w und 4w).

Einige Beispiele von Kombinationen:

5↑ u : Pflanzen in fliessendem Wasser untergetaucht. Zeiger ständiger Ueberflutung.

5 wi : Pflanzen sehr oft im Wasser, zeitweise aber auch ausserhalb des Wassers stehend. Zeiger schwankender Wasserstände.

5 s : Pflanzen auf der Oberfläche des Wassers schwimmend. Zeiger für ruhiges Wasser.

3↑w : Pflanzen auf Böden, die zeitweise im Bereich des fliessenden Grundwassers liegen und zeitweise austrocknen können. Zeiger für trockenere Bereiche der Bach- und Flussauen.

2 w : Pflanzen auf eher trockenen Böden wachsend, die während längerer Regenperioden zeitweise vernässen, während warmer trockener Perioden stark austrocknen können. Zeiger wechseltrockener Böden.

Für die Pflanzen sind im allgemeinen mässig feuchte Böden am günstigsten, weil bei zu hoher Feuchtigkeit meist auch der Sauerstoffgehalt des Bodens gering ist und die Pflanze dann entweder nur oberflächlich wurzeln kann, um für die Wurzelatmung genügend Sauerstoff zu erhalten oder aber besondere Einrichtungen zur Sauerstoff-

versorgung der Wurzeln besitzen muss (z.B. Hohlraumsysteme). Pflanzen mit hohen Feuchtezahlen sind deshalb bereits Spezialisten. Umgekehrt müssen Pflanzen, die auf trockeneren Böden wachsen, besondere Einrichtungen zur Herabsetzung des Wasserverlustes besitzen ("xeromorphe" Merkmale). Je geringer im übrigen die Wasserzufuhr ist, desto geringer die Nährstoffaufnahme und desto geringer auch die Stoffproduktion (Unterbruch der Assimilation bei geschlossenen Spaltöffnungen). Da die mittelfeuchten (frischen) Böden am günstigsten sind, ist dort auch die Konkurrenz am grössten.

Die Feuchtezahl kann in folgenden Fällen von anderen Zeigerwerten abhängig oder mit ihnen gekoppelt sein:

- An nährstoffreichen Stellen mag eine Pflanze trockenere Böden besiedeln, als ihrer Feuchtezahl entsprechen würde, da sie dann bei gedrosselter stomatärer Transpiration doch noch genügend Nährstoffe erhält. Auf nährstoffarmen Böden ist es gerade umgekehrt. Falls eine Art also eine weite Amplitude in Bezug auf den Nährstoffgehalt des Bodens hat (N 3 oder x), muss man berücksichtigen, dass die Feuchtezahl für mittlere Nährstoffbedingungen gilt und die Art bei schlechter Nährstoffversorgung eher feuchtere, bei guter Nährstoffversorgung auch trockenere Böden besiedelt, als nach der Feuchtezahl zu erwarten ist.

- Eine gewisse umgekehrte Relation besteht zwischen der Feuchtezahl und der Kontinentalitätszahl, indem Pflanzen mit hoher Kontinentalitätszahl (K 4 oder 5) im allgemeinen eher trockene oder wechseltrockene Böden besiedeln, während Pflanzen mit niederer Kontinentalitätszahl (K 1 oder 2) eher auf feuchten Böden anzutreffen sind.

- Böden mit wechselnder Feuchtigkeit sind sehr oft verdichtet und besitzen die Dispersitätszahl D 5.

R 2. *Reaktionszahl*

Die Reaktionszahl ist charakteristisch für den Gehalt an freien H-Ionen im Boden. Niedere Reaktionszahlen zeigen saure, basenarme Böden an, hohe Zahlen entsprechen einem hohen Basengehalt (neutrale bis basische Böden).

1 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf sehr sauren Böden (pH 3 - 4,5); nie auf neutralen bis basischen Böden vorkommend. Ausgesprochene Säurezeiger.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf sauren Böden (pH 3,5 - 5,5); kaum auf neutralen bis basischen Böden vorkommend. Säurezeiger.

3 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf schwach sauren Böden (pH 4,5 - 7,5); nie auf sehr saure, dagegen gelegentlich auf neutrale oder schwach basische Böden übergehend.

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf basenreichen Böden (pH 5,5 - 8); auf sehr sauren Böden nicht vorkommend. Basenzeiger.

5 : Pflanzen fast nur auf basenreichen Böden vorkommend (pH über 6,5); saure Böden meidend. Ausgesprochene Basenzeiger (meist Kalkzeiger).

x : Pflanzen auf sehr sauren bis basischen Böden vorkommend; mittlere Verhältnisse oft meidend,da dort nicht konkurrenzkräftig.

Der Gehalt an freien H-Ionen beeinflusst die Pflanzen auf sehr verschiedenartige Weise. Saure Böden enthalten im allgemeinen wenig Ca, Mg und K; auch Mo ist kaum in löslicher Form vorhanden. Auf der anderen Seite liegen Fe, Al und Mn dann im Boden als gut lösliche Salze vor und wirken für bestimmte Arten giftig. Oberhalb pH 6,5 werden Fe und Mn schwer löslich und sind dann für viele Arten nur noch ungenügend erhältlich. In basischen Böden werden auch B, Cu und Zn für viele Arten zu Mangelelementen. Schwach saure Böden (pH 5,5 - 6,5) sind also für fast alle Pflanzenarten in Bezug auf die Nährstoffversorgung am günstigsten. In solchen Böden ist deshalb auch die Konkurrenz am grössten.

Die Reaktionszahl kann zu anderen Zeigerwerten die folgenden Beziehungen haben:

- Auf Böden mit fliessendem Wasser (Feuchtezahlen F 3↑, 4↑, 5↑) kann eine Pflanze auch auf basenärmeren Böden vorkommen, als ihrer Reaktionszahl entspricht, da sie die benötigten Basen (z. B. Ca-Salze) durch den Wasserstrom erhält.
- Saure Böden sind im allgemeinen auch nährstoffarm; Pflanzen mit der Reaktionszahl R 1 oder 2 haben deshalb meist auch eine niedere Nährstoffzahl (N 1 oder 2).

N 3. *Nährstoffzahl*

Die Nährstoffzahl kennzeichnet den Nährstoffgehalt (insbesondere Stickstoff) des Bodens. Niedere Zahlen zeigen wenig, hohe viel Nährstoffe an.

1 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf sehr nährstoffarmen Böden; auf nährstoffreichen Böden nicht vorkommend. Ausgesprochene Magerkeitszeiger.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf nährstoffarmen Böden; auf Böden mit guter bis übermässiger Nährstoffversorgung im allgemeinen nicht vorkommend oder nicht konkurrenzfähig. Magerkeitszeiger.

3 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf mässig nährstoffarmen bis mässig nährstoffreichen Böden; auf sehr nährstoffarmen und auf übermässig gedüngten Böden nicht vorkommend.

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf nährstoffreichen Böden; auf nährstoffarmen Böden kaum vorkommend. Nährstoffzeiger.

5 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf übermässig mit Nährstoffen (meist Stickstoff) versorgten Böden; nie auf nährstoffarmen Böden vorkommend. Ueberdüngungszeiger; in Gewässern Verschmutzungszeiger.

x : Pflanzen sowohl auf nährstoffarmen wie auch auf nährstoffreichen Böden vorkommend.

Für die Pflanzen sind im allgemeinen nährstoffreiche Böden günstig und erlauben das üppigste Wachstum. Wichtig ist dabei, dass die Nährstoffe in einem ausgewogenen Verhältnis vorliegen. Dies gilt insbesondere für die in grössten Mengen gebrauchten Stoffe N, P und K. Sobald eines dieser Elemente in ungenügender Menge vorhanden ist, verhält sich der Boden "nährstoffarm", und die Vegetation darauf ist kärglich. Da sehr oft der Stickstoffgehalt im Minimum vorhanden ist, kennzeichnet die Nährstoffzahl meist, aber nicht immer, den Stickstoffgehalt des Bodens. Ueberdüngte Böden enthalten einen der drei erwähnten Nährstoffe (meist ist es ebenfalls der Stickstoff) in für viele Pflanzenarten bereits zu hoher Dosis (z. B. auf Lägerstellen, um Misthaufen, an Wegrändern). Die Konkurrenz ist auf den mässig bis gut mit Nährstoffen versorgten aber nicht überdüngten Böden am grössten.

Die Nährstoffzahl hat zur Feuchtezahl die folgenden Beziehungen:

- Auf Böden mit fliessendem Grundwasser oder mit guter allgemeiner Wasserversorgung können Pflanzen auch auf nährstoffärmeren Böden gedeihen, als es ihrer Nährstoffzahl entsprechen würde, weil durch einen vermehrten Wasserstrom (hohe Transpirationsrate!) auch mehr Nährstoffe zugeführt werden.

H 4. *Humuszahl*

Die Humuszahl ist charakteristisch für den Humusgehalt des Bodens am Standort der Pflanze. Hohe Humuszahlen deuten auf einen hohen Humusgehalt im Wurzelraum der Pflanze hin, niedere Zahlen auf geringe oder fehlende Humusbeimischung.

1 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf Rohböden (ohne Humusbedeckung); Böden mit dicken Humusschichten meidend. Rohbodenzeiger.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf Böden mit geringer Humusbedeckung; auf Torf- und Moderböden nicht vorkommend. Mineralbodenzeiger.

3 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf Böden mit mittlerem Humusgehalt (meist als Mull vorhanden); nur selten auf Roh- oder Torfböden wachsend.

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf humusreichen Böden (Mull- oder Moderböden, gern auch auf Rohhumus), aber mit einem Teil der Wurzeln in den Mineralboden reichend. Humuszeiger.

5 : Pflanzen fast nur im humusreichen Boden wurzelnd; Mineralböden meidend. Rohhumus- oder Torfzeiger.

x : Pflanzen sowohl auf Roh- als auch auf Humusböden wachsend.

Der Humus ist für die Pflanzen ein wichtiger Nährstoffträger, indem er eine grosse Basenaustauschkapazität ausweisen und zudem beim Abbau Nährstoffe freigeben kann. Durch Auswaschen der Basen versauert er. Er bildet den Nährboden für Mykorrhizen und andere mit den Blütenpflanzen vergesellschafteten Mikroorganismen. Schliesslich erhöht er auch die wasserhaltende Kraft des Bodens, so dass im allgemeinen humusreiche Böden in Bezug auf die Wasserversorgung ausgeglichener sind.

Die Humuszahl zeigt die folgenden Beziehungen zur Dispersitäts- und Durchlüftungszahl:

- Böden mit sehr hohem Humusgehalt sind im humiden Klima meist verdichtet. Die Humuszahl H 5 ist deshalb gepaart mit der Dispersitätszahl D 5.

D 5. *Dispersitätszahl (und Durchlüftungsmangelzahl)*

Die Dispersitätszahl kennzeichnet die Teilchengrösse und die Durchlüftung (vor allem mit Sauerstoff) des Bodens am Standort der Pflanze. Niedere Zahlen charakterisieren

Wachstumsunterlagen mit sehr groben Teilen, hohe Zahlen solche mit sehr feinen Bodenpartikeln und/oder schlechter Sauerstoffversorgung.

1 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf Felsen, Felsblöcken und Mauern. Felspflanzen.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf mittlerem bis gröberem Schutt, Geröll oder Kies (Durchmesser eines Grossteils der Gesteinspartikel im Wurzelhorizont über 2 mm). Geröll-, Kies- und Schuttpflanzen.

3 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf durchlässigen, skelettreichen oder sandigen, sehr gut durchlüfteten Böden (mittlerer Durchmesser der Gesteinspartikel im Wurzelhorizont oft 0,05 - 2 mm).

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf skelettarmen, meist feinsandig-schluffigen (staubigen), ± gut durchlüfteten Böden (mittlerer Durchmesser der Feinerdepartikel meist 0,002 - 0,05 mm); auf Grobschutt und Felsen nicht vorkommend.

5 : Pflanzen mit Hauptverbreitung auf sehr feinkörnigen, tonigen oder torfigen, meist wasserundurchlässigen oder zumindest schlecht durchlüfteten (sauerstoffarmen) Böden (mittlerer Durchmesser der Feinerdepartikel meist weniger als 0,002 mm); sandige, kiesige oder felsige Böden meidend. Oft Tonzeiger (wenn Humuszahl H unter 5) oder Torfzeiger (bei Humuszahl H 5) oder allgemeiner Sauerstoffarmutszeiger.

x : Pflanzen auf felsigen sowie torfigen oder tonigen Böden wachsend.

↑ : Pflanzen im unstabilen Boden wachsend. Zeiger für beweglichen Schutt.

Die Dispersitätszahl zeigt den Grad der Bodendurchlässigkeit und der Bodendurchlüftung an. Böden mit groben Gesteinspartikeln enthalten im allgemeinen nur wenig pflanzenverfügbares Wasser, sind dagegen aber gut durchlüftet. Die Pflanzen können entsprechend tief wurzeln. Böden mit sehr feinen Partikeln sind wasserundurchlässig, schlecht durchlüftet und trocknen in niederschlags-

armen Zeiten aus. Auch Böden, die während längerer Zeit unter dem Einfluss von stehendem Wasser sind, enthalten wenig Sauerstoff.

Die Dispersitätszahl zeigt die folgenden Beziehungen zu anderen Zeigerwerten:

- Die Dispersitätszahl D 5 ist oft mit Wechselfeuchtigkeit (F 5 w, 4 w, 3 w oder 2 w) oder nassen Böden (F 5) gekoppelt.
- Eine niedere Dispersitätszahl geht meist, wenn kein Fremdwassereinfluss vorkommt, mit einer niederen Feuchtezahl parallel.

S 6. *Salzzeichen*

Das Salzzeichen gibt an, ob die Pflanze auch im salzhaltigen Boden gedeihen kann.

+ Pflanzen auch auf salzhaltigen Böden wachsend.

- Pflanzen salzhaltige Böden meidend.

L 7. *Lichtzahl*

Die Lichtzahl ist charakteristisch für die mittlere Beleuchtungsstärke, bei der die Pflanzen während ihrer Vegetationszeit noch gut wachsen können. Niedere Zahlen bedeuten ein geringes, hohe Zahlen ein grosses Lichtbedürfnis.

1 : Pflanzen noch in sehr schattigen Lagen wachsend (bis unter 3 % der relativen Beleuchtungsstärke); im Halbschatten und im Licht nur an konkurrenzarmen Stellen. Ausgesprochene Schattenzeiger.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in schattigen Lagen (kaum unter 3 %, aber oft unter 10 % relativer Beleuchtungsstärke); im Licht nur an konkurrenzarmen Stellen. Schattenzeiger.

3 : Pflanzen oft im Halbschatten aufwachsend (meist aber nicht unter

10 % relativer Beleuchtungsstärke); im vollen Licht weniger häufig anzutreffen.

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung im vollen Licht, aber zeitweise geringere Beschattung ertragend. Lichtzeiger.

5 : Pflanzen nur im vollen Licht wachsend und keine Beschattung ertragend. Ausgesprochene Lichtzeiger.

Volle Beleuchtungsstärke ist im allgemeinen auch für Schattenpflanzen günstiger als geringe Beleuchtungsstärke, und man kann auch Pflanzen mit niederen Lichtzahlen im vollen Licht antreffen, wenn dort die Konkurrenz nicht sehr gross und die Bedingungen sonst für die Pflanzen günstig sind. So wachsen das Ausdauernde Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) oder der Gewöhnliche Storchschnabel (*Geranium Robertianum*), beide mit der Lichtzahl L 2, auch gelegentlich in Kalkgeröllhalden, wo die Konkurrenz gering ist. Oft stellen Schattenpflanzen an die Luftfeuchtigkeit erhöhte Ansprüche und können deshalb in lufttrockenen Gegenden nicht unter direktem Sonnenlicht gedeihen. Baumpflanzen können im vollen Licht wachsen, auch wenn sie eine niedere Lichtzahl besitzen. Ihre Lichtzahl bezieht sich auf die Verhältnisse, unter denen Jungpflanzen noch aufzuwachsen imstande sind. So hat etwa die Rotbuche (*Fagus silvatica*) die Lichtzahl 2, weil ihre Jungpflanzen noch in relativ dichtem Schatten aufkommen können. Die ausgewachsenen Bäume stehen aber mit ihrer Krone meist an der Sonne. Aehnliches gilt für Fettwiesen- und Hochstaudenpflanzen, die häufig erst im ausgewachsenen Zustand in den Genuss des vollen Lichtes kommen, in der Jugend sich aber mit wenig Licht begnügen müssen und deshalb mit einer niederen Lichtzahl versehen wurden. Krautpflanzen im Walde, die ihre Hauptentwicklung im Frühjahr vor dem Blattaustrieb der Bäume durchmachen, werden als Waldpflanze dagegen eine relativ hohe Lichtzahl erhalten, weil sie, sobald das Blätterdach geschlossen ist, ihr Wachstum einstellen und die Blätter absterben lassen, z. B. der Winterling (*Eranthis hiemalis*) L 4, das Märzenglöckchen (*Leucojum vernum*) L 3, oder der Blaustern (*Scilla bifolia*) L 3. Andere Pflanzen dagegen,

die zwar früh blühen, aber ihre Blätter auch nach dem Laubaustrieb der Bäume behalten, haben niedere Zahlen. Zum Blühen brauchen viele Pflanzen mit niederen Zahlen ganz allgemein einen höheren Lichtgenuss, als es ihrer Lichtzahl entsprechen würde. So hat die Rotbuche (*Fagus silvatica*) die Lichtzahl L 2, braucht zum Blühen aber ebenso viel Licht wie eine Pflanze mit der Lichtzahl L 4. Saprophyten und Parasiten benötigen keine hohen Lichtintensitäten. Da sie in der Natur infolge ihrer Beziehungen zu bestimmten Bodentypen oder Wirtspflanzen Standorte mit meist gut umschreibbaren Lichtverhältnissen besiedeln, wird ihnen trotzdem eine Lichtzahl zugewiesen.

Die Lichtzahl zeigt zu anderen Zeigerwerten nur wenig Beziehungen.

- Belichtete Böden versauern weniger als beschattete Böden, weil sie stärker erwärmen und die organische Substanz sich deshalb schneller abbaut; ebenso werden sie besser von Bodentieren durchwühlt.

T 8. *Temperaturzahl*

Die Temperaturzahl ist charakteristisch für die mittlere Temperatur, die die Pflanze während der Vegetationszeit erhält. Sie richtet sich weitgehend nach der Höhenverbreitung der Pflanzen. Niedere Zahlen entsprechen einer Verbreitung in höheren Lagen, hohe Zahlen kennzeichnen Pflanzen tiefer Lagen.

1 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in der alpinen Stufe; an kühlen oder konkurrenzarmen Orten auch in tieferen Lagen vorkommend. Typische Hochgebirgspflanzen und arktische Pflanzen. In tiefen Lagen Kältezeiger.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in der subalpinen Stufe; an sonnigen Orten auch in die alpine Stufe steigend, an kühleren und konkurrenzarmen Stellen vereinzelt bis in die Tieflagen. Gebirgspflanzen und boreale Pflanzen.

3 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in der montanen Stufe; häufig auch noch in der kollinen und in der subalpinen Stufe vorkommend. Meist weit verbreitete Pflanzen.

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in der kollinen Stufe; an sonnigen Stellen auch höher hinaufsteigend. In tieferen Lagen Mitteleuropas verbreitete Pflanzen.

5 : Pflanzen nur an den wärmsten Stellen vorkommend. Pflanzen mit Hauptverbreitung im südlichen Europa.

Der Wärmegenuss einer Pflanze ist nicht nur von der Mitteltemperatur abhängig, sondern auch von der Sonneneinstrahlung. Deshalb steigen die Pflanzen an Südhängen und an windgeschützten Orten oft bedeutend höher hinauf als es ihrer Temperaturzahl entspricht; an Nordhängen und lokal kühlen Orten (z. B. an lange vom Schnee bedeckten Stellen, in Schluchten, in Kältelöchern) sind sie dagegen auch noch tiefer anzutreffen.

Die Temperaturzahl zeigt enge Beziehungen zur Kontinentalitätszahl. Pflanzen mit einer hohen Kontinentalitätszahl haben im allgemeinen eine grössere Amplitude in Bezug auf die Höhenverbreitung als jene mit niederen Kontinentalitätszahlen (siehe auch unter der Kontinentalitätszahl).

K 9. *Kontinentalitätszahl*

Die Kontinentalitätszahl kennzeichnet die Temperaturdifferenzen im Tages- und Jahresverlauf und die Luftfeuchtigkeit. Niedere Zahlen zeigen geringe Temperaturunterschiede und grosse Luftfeuchtigkeit, hohe Zahlen grosse Temperaturunterschiede und oft hohe Lufttrockenheit an.

1 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in Gegenden mit ozeanischem Klima; milde Winter, hohe Luftfeuchtigkeit notwendig; Pflanzen mit hohen Temperaturzahlen sind frostempfindlich, Pflanzen mit niede-

ren Temperaturzahlen bedürfen langer Schneebedeckung. Nur im insubrischen und im westlichsten Teil des Gebietes sowie in Hochmooren und Schneetälchen vorkommend.

2 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in Gegenden mit subozeanischem Klima; Spätfröste und grosse Temperaturextreme nicht ertragend. In Gegenden mit kontinentalem Klima (z. B. untere Lage der Zentralalpen) nicht oder nur an lokal günstigen Stellen vorkommend.

3 : Pflanzen mit Hauptverbreitung ausserhalb sehr kontinentaler Gegenden. Im Gebiet fast überall vorkommend.

4 : Pflanzen mit Hauptverbreitung in Gegenden mit relativ kontinentalem Klima; grosse Temperaturunterschiede, niedere Wintertemperaturen und geringe Luftfeuchtigkeit ertragend; Stellen mit langer Schneebedeckung meidend. Vorwiegend in den kontinentalen und niederschlagsarmen Gegenden des Gebietes verbreitet, sonst nur an exponierten Stellen.

5 : Pflanzen mit ausschliesslicher Verbreitung in Gegenden mit kontinentalem Klima; vorwiegend an wind- und sonnenexponierten Stellen vorkommend. Nur in den kontinentalsten Gegenden des Gebietes anzutreffen.

Die Kontinentalität zeigt Beziehungen zur Temperatur, zur Feuchtigkeit des Bodens, zur Länge der Vegetationszeit und zur Bodenreaktion. Besonders eng sind die Beziehungen zur Temperatur.

- Pflanzen mit hoher Kontinentalitätszahl unterscheiden sich im allgemeinen von solchen mit niederen Kontinentalitätszahlen aber gleicher Temperaturzahl,dadurch, dass sie im Alpeninnern höhersteigen. Pflanzen mit geringer Kontinentalitätszahl steigen in den Aussen- und Innenketten der Alpen fast gleich hoch. Die kontinentale Wald-Föhre (*Pinus silvestris*) mit T 3, K 4, steigt im Jura nur bis 1000 m, im Wallis in den inneren Alpen bis ca. 2000 m. Der Berg-Ahorn (*Acer Pseudoplatanus*) mit den Zahlen T 3, K 2, dagegen wächst im Jura noch bei 1500 m

und im inneren Wallis bei 1850 m. Diese Unterschiede hängen damit zusammen, dass in den ozeanischeren Gebieten die Einstrahlung zu wenig gross ist für ein Höhersteigen von kontinentalen Arten. In den inneren Alpen dagegen können ozeanischere Arten nur noch an nördlichen Hängen und lokal luftfeuchteren Lagen gedeihen und deshalb von der grösseren Einstrahlung nicht mehr profitieren.

- Pflanzen mit hohen Kontinentalitätszahlen weisen im allgemeinen eher geringe Feuchtezahlen auf, wogegen Pflanzen mit niederen Kontinentalitätszahlen oft mittlere oder höhere Feuchtezahlen zeigen (weniger starke Einstrahlung, weniger windexponiert, längere Schneebedeckung, grössere Luftfeuchtigkeit).
- Pflanzen mit niederen Kontinentalitätszahlen haben oft niedere Reaktionszahlen, während solche mit hohen Kontinentalitätszahlen oft hohe Reaktionszahlen aufweisen (Auswaschung der Basen im humiden Klima, Anreicherung der Basen an der Bodenoberfläche im ariden Klima).

W 10. *Wuchs- oder Lebensform*

Die Lebensformen im Sinne von RAUNKIAER umschreiben die Lage der Ueberdauerungsknospen während der ungünstigen Jahreszeit. Die Gruppen wurden ähnlich gefasst wie bei ELLENBERG (1974), lediglich 2 Gruppen wurden noch unterteilt (p und i statt p, n und j statt n) und eine neue Gruppe gebildet (u).

p : Sommergrüner Phanerophyt: Holzpflanze, die mehr als 4 m hoch wird, oft baumförmig auftritt und im Herbst die Blätter oder Nadeln abwirft.

i : Immergrüner Phanerophyt: Holzpflanze, die mehr als 4 m hoch wird, oft baumförmig auftritt und mit immergrünen Blättern oder Nadeln überwintert.

n : Sommergrüner Nanophanerophyt: Holzpflanze, die 0,4 bis 4 m hoch

wird, strauchförmig ist und im Herbst die Blätter oder Nadeln abwirft.

j : Immergrüner Nanophanerophyt: Holzpflanze, die 0,4 bis 4 m hoch wird, strauchförmig ist und mit immergrünen Blättern oder Nadeln überwintert.

z : Holziger Chamaephyt: Zwergstrauch, der mit Knospen über der Erdoberfläche überwintert, dessen Holzteile aber niedriger sind als 0,4 m.

c : Krautiger Chamaephyt: Krautige Pflanze ohne Holzteile, die mit Knospen über der Erdoberfläche überwintert.

e : Epiphyt: Pflanze die auf Bäumen wächst.

h : Hemikryptophyt: Pflanze, die mit Knospen auf oder direkt unter der Erdoberfläche überwintert.

g : Geophyt: Pflanze, die mit Knospen unter der Erdoberfläche überwintert (z. B. auf Rhizomen, Knollen, Zwiebeln, unterirdischen Ausläufern; im Schutt liegende Sprosse).

t : Therophyt: Pflanze, die höchstens während einer Vegetationsperiode lebt und die ungünstige Jahreszeit als Samen überlebt.

u : Therophyt/Hemikryptophyt: Pflanze, die in warmen Gegenden und günstigen Jahren sich wie ein Therophyt verhalten kann, bei uns aber meist 2-jährig ist und als Rosette überwintert, seltener in kühleren Lagen durch Bildung von seitlichen Rosetten während mehrerer Jahre leben kann.

a : Hydrophyt: Pflanzen, deren Knospen den Winter im Wasser überdauern; Pflanzen, die gelegentlich auch auf dem Land wachsen und Rhizome oder Knollen bilden, wurden zu den Geophyten gezählt, z. B. Schilf (*Phragmites communis*).

Es muss hier erwähnt werden, dass viele Pflanzen in mehr als einer Wuchsform angetroffen werden können, je nach dem Standort, an dem sie gedeihen. So wächst etwa der Efeu (*Hedera Helix*) in vielen Wäldern nur als holziger Chamaephyt (W z) auf dem Waldboden, in an-

deren klettert er als immergrüner Phanerophyt (W i) bis in die Baumkronen. In der Wuchsform W i ist er kennzeichnend für eher warmes subozeanisches Klima (T 4 K 2), als Spalier auf dem Boden (W z) würde er dagegen nur die Kontinentalitätszahl K 3 erhalten, weil er dort viel weniger exponiert ist und deshalb eine grössere Verbreitung besitzt. Da er aber im allgemeinen nur in der Wuchsform W i (allenfalls auch W j) zum Blühen und Fruchten kommt, wird nur diese erwähnt. Bei der Auswertung von pflanzensoziologischen Aufnahmen muss aber die Wuchsform, in der die Pflanze dort auftritt berücksichtigt werden. Eine Pflanzenart ist gelegentlich auch imstande, einen sehr strengen oder einen ausnehmend milden Winter in einer anderen Wuchsform als gewohnt zu überdauern. So können etwa immergrüne Phanerophyten (W i oder W j) oberirdisch abfrieren und dann aus unterirdischen Teilen neu austreiben (als Geophyt W g oder Hemikryptophyt W h), z. B. der nördlich der Alpen in Gärten wachsende Kirschlorbeer (*Prunus Laurocerasus*). Viele Hemikryptophyten und Geophyten (W h und W g) verhalten sich an geschützten Orten und in milden Wintern als Chamaephyten (W c), indem dort nicht alle oberirdischen Teile absterben, sondern teilweise im Frühjahr wieder austreiben können. Auch sonst sind Uebergänge zwischen 2 Klassen oft anzutreffen. Verschiedene Rosettenpflanzen wie etwa Steinbrech (*Saxifraga*)- oder Mannschild (*Androsace*)-Arten können den Hemikryptophyten (W h) oder den Chamaephyten (W c) zugewiesen werden, je nachdem, ob die Rosette dicht dem Boden aufliegt oder ob sie kurz gestielt ist und dann knapp über die Oberfläche herausragt. Pflanzen, die sich zum Teil als Hemikryptophyten (W h) und zum Teil als Therophyten (W t) verhalten, werden als W u bezeichnet. Sie sind 1 - 2-jährig (selten mehrjährig) und überdauern den Winter als Samen oder Rosetten. Wahrscheinlich verhalten sich viele hier noch als Therophyten (W c) bezeichneten Pflanzen ebenfalls ähnlich.

C. Einige Beispiele

1. *Fagus silvatica* (Rotbuche)

F 3 R x N 3 H 3 D 4 L 2 T 3 K 2 W p

Die Buche ist ein sommergrüner Laubbaum (W p). Sie wächst auf Böden mittlerer Feuchtigkeit (meidet sehr trockene und sehr feuchte Böden) (F 3) und kommt sowohl auf sauren, wie auch auf neutralen und basischen Böden vor (R x). Sie meidet überdüngte und sehr nährstoffarme Böden (N 3), ebenso Rohböden und Böden mit dicker Torf- oder Mörschicht (H 3). Sie ist weder auf Felsen, im feinerdearmen Geröll,auf Sand- und Kiesböden, noch auf sehr verdichteten und schlecht durchlüfteten Böden anzutreffen (D 4). Die Buche ist eine Schattenholzart, deren Jungwuchs auch im relativ geschlossenen Wald aufkommt (L 2). In der Höhenverbreitung hat sie ihr Zentrum in der montanen Stufe (T 3), kommt aber auch in der kollinen und subalpinen Stufe vor, wenn die übrigen Bedingungen günstig sind, d.h. ihren Zeigerwerten entsprechen. In Gebieten mit kalten Wintertemperaturen und häufigen Spätfrösten fehlt sie (K 2). Ihre Hauptverbreitung und die grösste Höhenverbreitung besitzt sie deshalb in den ozeanisch getönten Gebieten über mässig durchlässigen Böden (Jura, äusserste Nord- und Südalpen).

2. *Juniperus nana* (Zwerg-Wacholder)

F 2 R 2 N 2 H 3 D 3 L 4 T 2 K 4 W j

Der Zwerg-Wacholder ist ein Strauch mit immergrünen Assimilationsorganen, der meist höher als 0,4 m wird (W j). Er wächst auf eher trokkenen (F 2), gut durchlässigen (D 3), sauren bis schwach sauren (R 2) Böden mit wenig bis mittlerem Humusgehalt (H 3) und wenig bis mässigem Nährstoffgehalt (N 2). Der Zwerg-Wacholder ist vor allem an wenig beschatteten Lagen (L 4) in der subalpinen Stufe (T 2) verbreitet. An Orten mit intensiver Sonneneinstrahlung, z. B. an windgeschützten Südhängen der Zentralalpen, steigt er bedeutend höher (bis 3000 m);

er bevorzugt allgemein exponierte, nicht sehr lange vom Schnee bedeckte Lagen (K 4).

3. *Phragmites communis* (Schilf)

F 5wi R 3 N 3 H 3 D 4 S + L 3 T 3 K 3 W g

Der Schilf zeichnet sich fast in Bezug auf alle Faktoren ausser Bodenfeuchtigkeit durch mittlere Ansprüche mit weiter ökologischer Toleranz aus. Er ist ein Geophyt, seine Ueberwinterungsknospen liegen auf Rhizomen in der Erde oder sind vom Wasser überdeckt (W g). Die Feuchtezahl F 5wi deutet an, dass er meist an Orten mit ± stehendem Wasser (kein ↑), von verschieden hohem Stand (w) wächst, wobei er sowohl Ueberflutungen wie auch zeitweise trockene Böden ertragen kann. Auch bei Ueberflutung ragen die Pflanzen mit dem grössten Teil ihrer Assimilationsorgane über die Wasseroberfläche hinaus (i). Schilf meidet sehr nährstoffarme, übermässig mit Stickstoff versorgte und sehr saure Standorte (N 3 R 3). Böden mit mittlerem Humusgehalt werden bevorzugt; auf dicken Torfschichten verschwindet der Schilf (H 3). Felsige und grobschuttige, oft auch stark verdichtete Böden werden gemieden (D 4). Auch salzhaltige Böden können besiedelt werden (S +). Schilf wächst von der kollinen bis zur subalpinen Stufe (T 3) sowohl im ozeanischen wie auch im kontinentalen Klima; in Gebieten mit sehr kontinentalem Klima ist er allerdings auch selten (K 3). Er erträgt eine gewisse Beschattung, so dass er sich auch im dichten Verband durchsetzen kann (L 3).

4. *Carex curvula* (Krumm-Segge)

F 2 R 2 N 2 H 3 D 3 L 5 T 1 K 4 W h

Die Krumm-Segge überwintert mit direkt an der Erdoberfläche (im Horst) gelegenen Knospen (W h). Sie meidet nasse Böden und hat ihre Hauptverbreitung an mässig trockenen Stellen (F 2). Auf basenreichen (R 2) und stickstoffreichen (N 2) Böden ist sie nicht anzutreffen. Sie wächst kaum direkt auf Rohböden und meidet dicke Humusauflagen (H 3). Der Boden ist im allgemeinen skelettreich, gut durchlässig und nie verdich-

tet (D 3). Die Art erträgt keine Beschattung (L 5) und ist auf die alpine Stufe beschränkt (T 1). Dort besiedelt sie eher exponierte Standorte mit extremen Temperaturen und oft auch grosser Windeinwirkung (K 4).

5. *Vaccinium Myrtillus* (Heidelbeere)

F 3 R 1 N 2 H 5 D 4 L 2 T 3 K 3 W z

Die Heidelbeere ist ein Zwergstrauch (W z). Sie wächst vorwiegend auf Böden mit mittlerer Feuchtigkeit, meidet sehr trockene und nasse Böden (F 3), ist ein ausgesprochener Säurezeiger (R 1) auf mageren Böden (N 2) und wurzelt fast ausschliesslich im nicht allzu kompakten (D 4) Humus (H 5) (meist Rohhumuszeiger!). Sie erträgt ziemliche Beschattung (L 2) und wächst von der kollinen bis in die subalpine Stufe (T 3) sowohl unter ozeanischen wie unter eher kontinentalen Bedingungen (sehr exponierte Lagen allerdings meidend) (K 3).

6. *Brassica oleracea* (Gemüse-Kohl)

F 3 R 3 N 5 H 3 D 4 L 4 T 4 K 2 W u

Der Gemüse-Kohl ist eine 1 - 2jährige Pflanze, die bei uns im allgemeinen erst im zweiten Jahr blüht und dann als Rosette überwintert (W u). Gartenformen können allerdings auch mit hochgelegenen Knospen (Kohlkopf, Rosenkohl) als Chamaephyt (W c) überdauern. Sie verlangt Böden mittlerer Feuchtigkeit (F 3), aber mit sehr hohem Stickstoffgehalt (N 5) und kommt auf sehr sauren Böden nicht vor (R 3). Rohböden und Böden mit dicken mineralarmen Humusschichten werden gemieden (H 3), ebenso sehr durchlässige und stark verdichtete Böden (D 4). Sie erträgt keine grosse Beschattung (L 4) und braucht zu ihrer vollen Entwicklung relativ viel Wärme (T 4), meidet aber Gegenden mit hohen Temperaturextremen und tiefen Wintertemperaturen (K 2). In Kultur kann sie auch in kontinentaleren Gebieten gezogen werden, da sie dort vor Konkurrenz geschützt wird und keine Winter überdauern muss. Im Gebiet sind die Voraussetzungen für die Zeigerkombination N 5, T 4, K 2 nur relativ

selten ausserhalb von Gartenbeeten gegeben. Man trifft die Pflanze deshalb verwildert im allgemeinen nur in tieferen milden Lagen auf Schuttstellen.

D. Anwendungsmöglichkeiten

Die Zeigerwerte einzelner Pflanzen sagen, wie bereits betont, nur bedingt etwas aus, weil die einzelnen Arten je nach Konkurrenzbedingungen gelegentlich auch unter anderen Bedingungen gedeihen können, als es ihren Zeigerwertzahlen entsprechen würde. Dagegen lassen sich die Verhältnisse sehr gut charakterisieren, wenn wir alle Arten einer Lebensgemeinschaft berücksichtigen. Dabei ist es einleuchtend, dass Pflanzen, die am Standort zahlreich oder mit grosser Deckung auftreten, ein höheres Gewicht erhalten müssen, als seltene Arten. Am einfachsten ist es, Arten mit einem Deckungswert von + 1mal, solche mit 1 2mal, mit 2 3mal, mit 3 4mal, mit 4 5mal und mit 5 6mal zu gewichten. Der auf diese Weise erhaltene Mittelwert jeder pflanzensoziologischen Aufnahme kann nun mit dem einer anderen (zeitlich oder örtlich verschiedenen) verglichen und die Standortsunterschiede herausgearbeitet werden. Der Durchschnittswert für w (wechselfeucht) wird in einem Bruch angegeben. Wenn die wechselfeuchten Arten weniger als 1/8 stark vertreten sind, wird der w-Wert weggelassen.

a. *Vergleich von 9 Waldaufnahmen im Schweizerischen Mittelland*

Die folgenden 9 Aufnahmen wurden auf pflanzensoziologisch-bodenkundlichen Uebungen mit Forst- und Biologiestudenten gemacht. Zu den einzelnen Aufnahmen, die weiter unten näher beschrieben sind, wurden von Prof. F. RICHARD Bodenprofile aufgenommen. Die bodenkundlichen Angaben entstammen den von ihm abgegebenen Beschreibungen. Für die Aufnahmen wurden eingepflanzte Bäume nicht berücksichtigt. Auch so entspricht die Häufigkeit der einzelnen Baumarten kaum der natürlichen Zusammensetzung, da diese Wälder seit langen bewirtschaftet werden.

a.a *Vegetationstabelle*

Arten	Aufnahme-Nr.									Zeigerwerte							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F	R	N	H	D	L	T	K
Baumschicht (B)																	
Fagus silvatica	4		4	+	1	5	+	+		3	x	3	3	4	2	3	2
Quercus Robur		+		3						3w	x	3	4	4	3	4	3
Quercus petraea	3	2	2							2	x	2	3	3	3	4	3
Carpinus Betulus		3	+	4	1	+				3	3	3	4	4	2	4	3
Tilia platyph.		2	+	1		2				3	4	3	3	2	2	4	2
Ulmus scabra			+	+	2	+				4w	3	4	4	5	2	4	3
Acer Pseudopl.					2	+				3w	3	3	3	4	2	3	2
Acer platanoides			+			+				3	4	3	3	4	2	4	2
Prunus avium			+							3	3	3	3	4	3	4	3
Fraxinus exc. [1]				2	4					4w	4	4	3	5	3	4	2
Fraxinus exc. [2]						2				2	5	2	3	2	3	4	2
Sorbus Aucuparia	+							+		3	2	2	3	4	3	3	3
Abies alba					2		4	3		4w	3	3	4	5	1	3	2
Picea excelsa							2	2		3	x	3	4	x	1	2	3
Salix alba									4	4w	4	4	2	3	3	4	3
Salix purpurea									+	3w	3	3	2	3	4	3	3
Hedera Helix			+	+	1					3	3	3	3	4	2	4	2
Strauchschicht (S)																	
Fagus silvatica	+	+	+	+		1	+	+		3	x	3	3	4	2	3	2
Quercus Robur				+			+			3w	x	3	4	4	3	4	3
Quercus petraea	+									2	x	2	3	3	3	4	3
Carpinus Betulus		1		+						3	3	3	4	4	2	4	3
Tilia platyph.				+						3	4	3	3	2	2	4	2
Ulmus scabra						+				4w	3	4	4	5	2	4	3
Acer Pseudopl.						+			+	3w	3	3	3	4	2	3	2
Fraxinus exc. [1]				+						4w	4	4	3	5	3	4	2
Fraxinus exc. [2]						1				2	5	2	3	2	3	4	3
Sorbus Aucuparia							+			3	2	2	3	4	3	3	3
Abies alba							2	3		4w	3	3	4	5	1	3	2
Picea excelsa	+				+		+	+		3	x	3	4	x	1	2	3
Corylus Avellana		1		1	+					3	3	3	3	3	3	3	3
Hedera Helix		+				+				3	3	3	3	4	2	4	2
Prunus Padus				2					2	4w	4	3	3	5	2	4	2
Crataegus Oxyac.				+						3	3	3	3	4	3	3	3
Lonicera Xylost.						+				3	3	3	3	4	3	3	3
Ribes rubrum									+	4	3	4	3	4	2	3	2
Frangula Alnus							+			4w	3	2	4	5	3	4	3

[1] [2] *Fraxinus excelsior* (Esche) hat 2 Schwerpunkte in der Natur, die hier gesondert bewertet wurden: 1. in feuchten bis nassen Gesellschaften (Wasser-Esche) und 2. an eher trockenen Kalkhängen (Kalk-Esche).

Arten	Aufnahme-Nr.									Zeigerwerte							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F	R	N	H	D	L	T	K
Krautschicht (K)																	
Fagus silvatica	2	+	+	+	+	+	+	+		3	x	3	3	4	2	3	2
Quercus Robur				+			+			3w	x	3	4	4	3	4	3
Quercus petraea		+				+				2	x	2	3	3	3	4	3
Carpinus Betulus		3		1						3	3	3	4	4	2	4	3
Tilia platyph.				+		+				3	4	3	3	2	2	4	2
Ulmus scabra			+		+					4w	3	4	4	5	2	4	3
Acer Pseudopl.	+				2	+				3w	3	3	3	4	2	3	2
Acer platanoides			+			+				3	4	3	3	4	2	4	2
Prunus avium			+							3	3	3	3	4	3	4	3
Fraxinus exc. 1			+	+	2					4w	4	4	3	5	3	4	2
Fraxinus exc. 2						2				2	5	2	3	2	3	4	2
Sorbus Aucuparia	+							+		3	2	2	3	4	3	3	3
Abies alba							2	2		4w	5	3	4	5	1	3	2
Picea excelsa						+	1	1		3	x	3	4	x	1	2	3
Corylus Avellana				+				+		3	3	3	3	3	3	3	3
Hedera Helix		+	1	1	1					3	3	3	3	4	2	4	2
Prunus Padus				1						4w	4	3	3	5	2	4	2
Crataegus Oxyac.				+						3	3	3	3	4	3	3	3
Rubus fruticosus			+	+			1	1		3	3	4	3	4	3	4	3
Rubus idaeus					+					3	3	4	3	2	3	3	3
Rubus caesius									2	4w	3	4	3	4	2	4	3
Sambucus nigra					+					3	3	4	3	4	3	4	2
Vaccinium Myrtil.	2						4	3		3	1	2	5	4	2	3	3
Anemone nemorosa	2	2	+	2	1	2				3	3	3	4	4	2	3	2
Melampyrum prat.	+						+			3	1	2	4	4	3	3	3
Prenanthes purp.	+					+				3	3	3	4	4	2	3	3
Phyteuma spicat.	1		+	+	+	+				3	3	3	4	4	2	3	3
Galium odoratum		2	2		+	+				3	3	3	4	4	1	3	2
Viola silvestris		+		+	+					3	3	3	4	4	2	3	2
Ajuga reptans		+								3	3	3	3	4	3	3	2
Hieracium murorum		+								2	3	3	4	4	2	3	3
Lamium montanum			1	+	+	+				3	3	3	4	4	1	3	2
Oxalis Acetosella			2		2		+	+		3	3	3	4	4	1	3	3
Primula elatior			+		+					3	3	4	4	4	2	3	3
Circaea lutetiana			+		1					4w	3	4	4	5	2	4	3
Ranunculus Ficaria				1						3	3	4	3	4	3	3	2
Ranunculus auric.				+						4w	3	3	3	5	3	4	2
Cardamine prat.				+						4	3	4	4	4	3	3	2
Fragaria vesca				+	+					3	3	3	3	4	3	3	3
Mercurialis per.					3	3				3	4	3	3	4	1	3	2
Cirsium oleraceum					1					4w	4	4	4	5	3	3	3
Scrophularia nod.					+					3	3	4	3	4	2	3	3
Sanicula europaea					+					3	3	3	4	4	2	3	2
Stachys silvatica					+					4	3	4	4	4	2	4	3
Veronica montana					+					4w	3	4	3	5	2	4	2
Lysimachia nemor.					+					4w	3	3	4	5	2	3	2

Arten	Aufnahme-Nr.									Zeigerwerte							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F	R	N	H	D	L	T	K
Aegopodium Pod.					1					3w	3	4	4	4	2	3	3
Chrysosplenium alt.					+					5w	3	4	4	5	2	3	3
Cardamine pentaph.						2				3	4	4	4	4	2	3	2
Lathyrus vernus						1				3	4	3	3	4	2	3	3
Actaea spicata						+				4	3	4	4	3	1	3	3
Veronica officinal.							+			2	2	2	4	4	3	3	3
Vaccinium Vitis-id.								+		3w	2	2	4	4	3	2	3
Galium rotundifol.								+		3	2	2	5	4	1	3	3
Epilobium angust.								+		3	2	4	3	3	4	3	3
Impatiens parvifl.									2	3	3	4	3	4	3	4	2
Impatiens Noli-tan.									2	4w	3	4	3	5	2	3	2
Urtica dioeca									4	3w	3	5	4	4	3	3	3
Valeriana officin.									+	4w	4	4	3	5	3	4	3
Galium Aparine									+	3	3	5	3	4	3	4	3
Allariaria offic.									2	3	3	5	3	4	2	4	3
Solidago serotina									1	4w	3	3	x	x	3	4	3
Lysimachia vulgar.									+	4w	3	3	4	5	3	4	3
Deschampsia flex.	1	+								2	2	2	4	4	2	3	2
Luzula nemorosa	1	+								2	2	2	4	3	2	3	2
Luzula silvat.	1									3	2	2	4	4	2	4	2
Luzula pilosa	+	+					+			2	2	2	4	4	1	3	2
Carex pilosa	+	1	3	3						3	2	3	3	4	2	4	3
Carex montana	+									2	4	2	3	4	3	3	3
Melica nutans	+	+								2	3	2	3	4	2	3	3
Convallaria maj.		1								2	4	2	3	4	3	3	3
Majanthemum bif.		+					+			3	2	2	4	4	2	3	3
Carex alba		1								2	3	2	4	3	3	3	4
Milium effusum		+	+							2	3	3	4	4	2	3	3
Carex digitata		+				+				2	3	2	3	4	2	3	3
Polygonatum mult.			+			+				3	3	3	4	4	2	3	3
Paris quadrifol.				1	+					3	3	3	4	4	2	3	3
Deschampsia caes.				+	+					4w	3	4	3	5	3	3	3
Arum maculatum				+	+					4w	3	3	4	4	2	4	2
Allium ursinum					3					4w	4	3	4	5	2	3	2
Carex silvatica					2					3	3	3	4	4	1	3	3
Carex strigosa					2					4w	3	3	4	5	3	4	1
Carex remota					+					4w	3	3	4	5	2	4	3
Carex pendula					+					4w	3	4	4	5	2	4	2
Bromus ramosus					+					3w	3	3	3	4	3	4	2
Cephalanthera Dam.						+				2	4	2	4	4	2	3	3
Carex brizoides							+			4w	2	2	4	5	2	4	2
Carex pilulifera							+			3w	2	3	3	4	3	3	2
Juncus effusus							+			4w	2	3	3	5	3	3	3
Agrostis tenuis							+			3	2	2	3	4	3	3	3
Typhoides arund.									2	5↑wi	3	4	3	4	3	4	3
Festuca gigantea									2	4w	3	3	4	5	2	3	3
Dactylis glomer.									+	3	3	4	3	4	3	4	3

Arten	Aufnahme-Nr.									Zeigerwerte							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F	R	N	H	D	L	T	K
Pteridium aquilinum	+									3	2	2	4	4	3	3	3
Athyrium Filix-fem.			+	+	1		+			3	3	3	4	4	2	3	2
Dryopteris Filix-m.			+		1					3	3	3	4	4	2	3	3
Lastrea Oreopteris							+			4w	1	2	4	4	2	3	2
Dryopteris dilatata							+	+		4	2	3	5	4	2	2	2
Blechnum Spicant							+			3	2	2	4	5	2	2	3
Equisetum hiemale				+						4w	4	4	3	5	2	3	3
Moose (M)																	
Polytrichum form.	1	2					1	1		3	2	2	4		1	3	3
Dicranum scoparium	+	+					1	2		3	2	2	5		1	3	3
Pleurozium Schreb.		+					+			3w	2	1	4		1	3	3
Rhytidiadelphus triquetrus		+		+			+			3	3	2	4		2	3	3
Rhytidiadelphus loreus							2	4		3	1	2	4		1	2	3
Hylocomium splend.		+		+			+	2		3	2	2	4		1	3	3
Catharinaea undul.			+							3	3	3	4		2	3	3
Fissidens taxifol.			+	1	+				1	4	4	3	3		1	3	3
Eurhynchium Swart.			+	+					1	4	3	3	3		1	3	3
Eurhynchium striat.				+	1			+		3	3	3	3		2	4	2
Mnium undulatum					+				1	4	3	4	4		1	4	2
Sphagnum quinquef.							1			4w	2	1	5		2	2	4
Bazzania trilobata							3			4	2	3	5		1	3	2
Thuidium tamarisc.							+	1		3w	2	2	4		1	3	3
Plagiochila asplen.							+			3	2	3	4		2	3	3
Ptilium Crista-castrensis								1		3	1	2	4		1	2	3
Leucobryum glaucum								+		3w	1	1	4		2	3	3
Dicranella hetero-malla								1		2	1	1	4		2	3	3

Erklärungen zur Tabelle auf Seite 27.

B = Baumschicht
S = Strauchschicht
K = Krautschicht
M = Moosschicht

( ) = Schicht mit weniger als 10 % Deckung vertreten oder die nicht mitgezählten x-Werte mehr als 50 % ausmachend.

a.b *Mittlere Zeigerwerte der 9 Aufnahmen*

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	B	2,6	2,7	2,9	3,2 w/2	3,7 w/2	2,9	3,6 w/2	3,4 w/2	3,8 w
	S	2,7	3,0	(3,0)	3,4 w/2	(3,0)	(3,0)	(3,5) w/2	3,7 w/2	(3,8) w
	K	2,7	2,7	3,1	3,2 w/5	3,4 w/2	2,8	3,2 w/3	3,1 w/5	3,6 w
	M	(3,0)	(3,0)	(3,7)	(3,5)	(3,5)	-	3,3 w/4	2,9	(4,0)
R	B	(2,0)	3,4	(3,3)	3,3	3,3	4,0	3,0	2,8	3,8
	S	(3,0)	3,0	(x)	3,6	(3,0)	(3,6)	(2,8)	3,0	(3,6)
	K	2,3	2,8	2,9	3,0	3,3	3,6	2,0	2,1	3,0
	M	(2,0)	(2,0)	(3,3)	(3,2)	(3,3)	-	1,9	1,5	(3,3)
N	B	2,7	2,7	2,9	3,1	3,4	2,9	3,0	2,9	3,8
	S	(2,7)	3,0	(3,0)	3,1	(3,0)	(3,0)	(2,8)	3,0	(3,2)
	K	2,4	2,6	3,1	3,1	3,3	3,0	2,6	2,8	4,0
	M	(2,0)	(1,9)	(3,0)	(2,7)	(3,3)	-	2,1	1,9	(3,3)
H	B	3,0	3,5	3,1	3,5	3,4	3,1	3,9	3,8	2,0
	S	(3,3)	3,3	(3,0)	3,1	(3,0)	(3,0)	(3,7)	3,8	(3,0)
	K	3,8	3,6	3,6	3,3	3,6	3,5	4,0	4,0	3,3
	M	(4,5)	(4,1)	(3,3)	(3,3)	(3,3)	-	4,4	4,1	(3,3)
D	B	3,6	3,2	3,7	4,1	4,6	3,3	4,8	4,7	3,0
	S	(3,5)	3,7	(3,0)	3,9	(3,0)	(3,6)	(4,6)	4,8	(4,6)
	K	3,9	3,8	4,0	4,1	4,3	3,7	4,2	4,1	4.2
L	B	2,5	2,4	2,3	2,4	2,1	2,2	1,1	1,3	3,2
	S	(2,0)	2,3	(2,0)	2,5	(2,0)	(2,2)	(1,9)	1,2	(2,0)
	K	2,2	2,1	1,8	2,3	2,0	1,9	2,1	2,0	2,4
	M	(1,0)	(1,1)	1,3	(1,3)	(1,5)	-	1,2	1,2	(1,0)
T	B	3,4	4,0	3,6	4,0	3,6	3,6	2,7	2,7	3,8
	S	(3,0)	3,5	(3,0)	3,6	(2,5)	(3,5)	(3,0)	2,8	(3,6)
	K	3,2	3,3	3,4	3,4	3,3	3,2	3,0	2,9	3,6
	M	(3,0)	(3,0)	(3,0)	(2,8)	(2,3)	-	2,9	2,9	(3,3)
K	B	2,5	2,7	2,4	2,6	2,2	2,1	2,3	2,4	3,0
	S	(2,7)	2,7	(2,0)	2,5	(3,0)	(2,2)	(2,5)	2,3	(2,0)
	K	2,5	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,6	2,7	2,6
	M	(3,0)	(3,0)	(3,0)	(2,8)	(2,3)	-	2,9	2,9	(2,7)

a.c *Auswertung*

Bei der Auswertung der mittleren Zeigerwerte muss berücksichtigt werden, dass die Mittel immer weniger weit von der Mitte abweichen, als es den Standortseigenschaften entsprechen würde, da sehr viele Pflanzen mit mittleren Zeigereigenschaften auch unter extremeren Verhältnissen noch vorkommen. So bedeutet etwa eine 3,5 als F-, R-, N- oder H-Zahl bereits einen recht feuchten, basenreichen, nährstoffreichen bzw. humusreichen Boden, eine 2,5 einen entsprechend recht trockenen, sauren, mageren bzw. humusarmen Boden. Bei der Dispersitätszahl (D) hat der normal durchlüftete Boden die Zahl 4, eine kleine Abweichung nach oben oder unten zeigt deshalb Sauerstoffarmut bzw. gute Durchlüftung an. Bei der Temperaturzahl entsprechen Werte zwischen 2,7 und 3,3 der montanen Stufe, höhere Werte bereits der kollinen Stufe. Die Durchschnittswerte für die Kontinentalität betragen im Mittelland zwischen 2 und 3, wobei Werte gegen 2 bereits auf lokal ausgeglicheneres Klima (hohe Luftfeuchtigkeit, Nordlage), Werte gegen 3 extremere Klimaverhältnisse (Süd- und Kuppenlage) anzeigen.

Die F-, R-, N- und D-Werte für die Baumschicht charakterisieren vor allem den Unterboden, jene für die Krautschicht den Oberboden. Der H-Wert für Bäume gilt für den Oberboden. Innerhalb einer Schicht kann allenfalls noch nach Wurzeltiefe der Pflanzen gegliedert werden, sofern dieses Merkmal bekannt ist. Schachtelhalme (*Equisetum*) sind z. B. ausgesprochene Tiefwurzler und kennzeichnen deshalb eine tiefere Schicht als Flachwurzler (z. B. viele Gräser). Die entsprechenden Werte für die Moosschicht sind nur für die obersten 5 cm der Bodenschicht charakteristisch. Die T- und K-Werte charakterisieren das Klima der entsprechenden Schichten. Die L- Werte zeigen, welche Lichtverhältnisse am Boden der Gesellschaft herrschen. Sind die Lichtwerte der Baumschicht wesentlich höher als jene der Krautschicht, muss angenommen werden, dass der Wald sich nicht in der vorliegenden Zusammensetzung verjüngen kann. Die Zusammensetzung des Waldes muss offenbar durch besondere Bewirtschaftung ermöglicht worden sein, oder die Verhältnisse haben sich seit der Bewaldung sonstwie verändert (Sukzession). Schichten, die schlecht ausgebildet sind (beispielsweise

weniger als 10 % Deckung) sind in der Regel nicht zur Beurteilung heranzuziehen.

In Bezug auf die Feuchtigkeit des Oberbodens variieren die Aufnahmen zwischen ziemlich trocken (Nr. 1, 2) und wechselnass (Nr. 5, 9), in Bezug auf die Bodenreaktion zwischen sehr sauer (Nr. 7, 8) und sehr basenreich (Nr. 6), in Bezug auf die Nährstoffe zwischen ziemlich mager (Nr. 1) und sehr nährstoffreich (Nr. 9), in Bezug auf den Humusgehalt zwischen mässig (Nr. 4, 9) und sehr humusreich (Nr. 7, 8), in Bezug auf Durchlüftung des Bodens zwischen sehr gut (Nr. 1, 2, 6) und ziemlich schlecht (Nr. 5). Die Lichtverhältnisse sind für alle Aufnahmen eher dunkel, wobei Aufnahme-Nr. 4 und 9 mit etwas höheren Lichtzahlen in der Nähe des Waldrandes liegen und deshalb seitliches Licht erhalten. Die Temperaturzahlen schwanken zwischen 2,9 (Nr. 8) und 3,6 (Nr. 9) und entsprechen hier der höchsten bzw. tiefsten Lage des Aufnahmeortes. Nord- und Schattenlagen wirken sich im allgemeinen in einer geringfügigen Erniedrigung der Temperaturzahl gegenüber Aufnahmen vergleichbarer Höhe über Meer aus (z. B. Nr. 5, 6). Die Kontinentalitätszahlen schwanken nur wenig zwischen 2,4 (Nr. 5, 6 in Schatten- und Nordlagen) und 2,7 (Nr. 8) in Südlage.

a.d *Beschreibung der einzelnen Aufnahmeorte*
(Namen der Pflanzengesellschaften nach ELLENBERG und KLÖTZLI, 1972)

Nr. 1 : *Luzulo-Fagetum typicum*; Buechemer Irchel, 680 m, Exp. NNW, Neigung 5 %; saure Braunerde über Deckenschotter mit Löss (pH in 5 cm: 4,5; pH in 160 cm: 5,5); Wurzeln bis 140 cm. Deckung: Bäume 80 % (3 Arten), Sträucher 5 % (3 Arten), Kräuter 30 % (16 Arten), Moose 1 - 5 % (2 Arten). Zeigerwerte: Der Oberboden ist eher trocken (2,7; 5 Zeiger mässiger Trockenheit), ziemlich sauer (2,3; 2 ausgesprochene Säurezeiger, 7 Säurezeiger, 1 Basenzeiger), mager (2,4; 10 Magerkeitszeiger), humusreich (3,8; 1 Rohhumuszeiger, 10 Humuszeiger) und gut durchlüftet (3,9). Der Unterboden ist eher trocken (2,6), nährstoffarm (2,7) und gut durchlüftet (3,6).

Die relativ grosse Wurzeltiefe gewährleistet trotz des eher mageren und trockenen Bodens eine mittlere Wasser- und Nährstoffversorgung. Die Lichtzahlen deuten auf einen geschlossenen Wald, die relativ hohe Lichtzahl der Baumschicht auf eine Uebervertretung von Lichtbaumarten (durch Bewirtschaftung). Die Temperaturzahl (3,2) weist auf die untere montane Stufe hin; es sind 3 kolline Arten vertreten. Die Kontinentalitätszahl entspricht den mittleren Verhältnissen im Mittelland (2,5).

Nr. 2 : *Galio-Carpinetum luzuletosum*; Winzelerboden/Rheinau, 360 m, Exp. -, Neigung 0 %; schwach saure Braunerde über Niederterrassenschotter (pH in 5 cm: 4,5; pH in 160 cm: 7,0; Wurzeln bis 90 cm. Deckung: Bäume 80 % (4 Arten), Sträucher 10 % (4 Arten), Kräuter 40 % (9 Arten), Moose 0 - 30 % (5 Arten). Zeigerwerte: Der Oberboden ist eher trocken (2,7; 9 Zeiger mässiger Trockenheit), mässig sauer (2,8; 5 Säurezeiger, 1 Basenzeiger), eher mager (2,6; 9 Magerkeitszeiger), ziemlich humusreich (3,6; 14 Humuszeiger,und gut durchlüftet (3,8). Der Unterboden ist eher trocken (2,7), basenreich (3,4), eher nährstoffarm (2,7) und sehr gut durchlüftet (3,2). Die relativ geringe Tiefe des Wurzelraums akzentuiert die Trokkenheit und weist auf eher knappe Nährstoffverhältnisse hin. Die Lichtzahlen deuten auf einen geschlossenen Wald (2,2). Die Temperaturzahl der Bäume (4,0) und Kräuter (3,3) lässt die kolline Stufe erkennen (6 kolline Arten). Die Kontinentalitätszahl (2,6) entspricht den mittleren Verhältnissen im Mittelland.

Nr. 3 : *Galio-Fagetum typicum*: Buechberg/Marthalen, 425 m, Exp. NW, Neigung 5 %; typische Braunerde auf Niederterrassenschotter mit Lössauflage (pH in 5 cm: 5,0; pH in 160 cm: 7,0); Wurzeln bis 160 cm. Deckung: Bäume 90 % (8 Arten), Sträucher 0 % (1 Art), Kräuter 50 % (19 Arten), Moose 0 - 5 % (3 Arten). Zeigerwerte: Der Oberboden ist mittelfeucht (3,1; 3 Wechselfeuchtigkeitszeiger), schwach sauer (2,9; 1 gut

vertretener Säurezeiger, 1 Basenzeiger), Nährstoffgehalt (3,1; 5 Nährstoffzeiger), ziemlich humusreich (3,6; 14 Humuszeiger) und normal durchlüftet (4,0). Der Unterboden ist mittelfeucht (2,9), basenreich (3,3), von mittlerem Nährstoffgehalt (2,9) und gut durchlüftet (3,7). Die grosse Tiefe des Wurzelraumes bietet den Bäumen einen guten Wasser- und Nährstoffvorrat. Die Lichtzahlen (1,8) lassen einen gut geschlossenen Wald erkennen. Die Temperaturzahl der Bäume (3,6) und Kräuter (3,4) weisen auf die kolline Stufe (8 kolline Arten). Die Kontinentalitätszahl (2,5) entspricht den mittleren Verhältnissen im Mittelland.

Nr. 4 : *Ulmo-Fraxinetum listeretosum*; Abist/Marthalen, 410 m, Exp.-, Neigung 0 %; vergleyte Braunerde über Würmmoräne (pH in 5 cm: 5; pH in 160 cm: 7,0); Wurzeln bis 160 cm. Deckung: Bäume 90 % (7 Arten), Sträucher 10 % (8 Arten), Kräuter 50 % (24 Arten), Moose 5 % (5 Arten).
Zeigerwerte: Der Oberboden ist ziemlich feucht (3,2; 7 Feuchtigkeitszeiger),mit deutlich wechselnder Feuchtigkeit (w/5; 7 Wechselfeuchtigkeitszeiger), mit mittlerem Basengehalt (3,0; 1 gut vertretener Säurezeiger, 4 Basenzeiger), mit mittlerem Nährstoffgehalt (3,1; 4 Nährstoffzeiger), mässig humusreich (3,3; 10 Humuszeiger) und normal bis eher schlecht durchlüftet (4,1; 3 Zeiger schlechter Durchlüftung). Der Unterboden ist ziemlich feucht, mit ausgeprägter wechselnder Feuchtigkeit (w/2 ; besonders die tiefer wurzelnden Kräuter wie *Equisetum hiemale* und Sträucher wie *Prunus Padus* zeigen zeitweise Vernässung an), basenreich (3,3) von ziemlich hohem Nährstoffgehalt (3,1) und zumindest im Hauptwurzelraum normal durchlüftet (3,8). Die grosse Tiefe des Wurzelraumes in Verbindung mit dem recht hohen Feuchtigkeits- und Nährstoffwert erlauben den Bäumen eine ausgezeichnete Wasser- und Nährstoffversorgung. Die Lichtzahlen deuten auf einen geschlossenen Wald (2,3). Die gegenüber anderen Aufnahmen etwas grössere Lichtzahl dürfte durch seitliches Licht vom Waldrand her bedingt sein. Die Temperaturzahl der Bäume

(3,4) und Kräuter (3,4) weisen auf die kolline Stufe (9 kolline Arten). Die Kontinentalitätszahl (2,5) entspricht den mittleren Verhältnissen im Mittelland.

Nr. 5 : *Aceri-Fraxinetum*; Chatzerugge-Sihlwald, 520 m, Exp. E, Neigung 25 %; mineralischer Nassboden über Würmmoräne (pH in 5 cm: 6,5; pH in 160 cm: 6,5); Wurzeln bis 140 cm. Deckung: Bäume 60 % (7 Arten), Sträucher 2 % (2 Arten), Kräuter 90 % (36 Arten), Moose 5 % (3 Arten).
Zeigerwerte: Der Oberboden ist sehr feucht (3,7; 1 Nässezeiger, 12 Feuchtigkeitszeiger), mit ausgesprochen wechselnder Feuchtigkeit (w/2; 16 Wechselfeuchtigkeitszeiger), was bei der hohen Feuchtezahl zeitweilige Vernässung bedeutet, mit guter Basenversorgung (3,3; 5 Basenzeiger) und guter Nährstoffversorgung (3,3; 14 Nährstoffzeiger), ziemlich humusreich (3,6; 24 Humuszeiger), schlecht durchlüftet (4,3; 11 Zeiger schlechter Durchlüftung). Der Unterboden ist feucht bis nass (3,7) mit ausgesprochen wechselnder Feuchtigkeit (Wechselnässe; w/2), basenreich (3,3), nährstoffreich (3,4) und schlecht durchlüftet (4,3). Der hohe Wasser- und Nährstoffgehalt des Bodens in Verbindung mit der grossen Wurzeltiefe bieten den Bäumen eine ausgezeichnete Versorgung. Die Lichtzahl deutet auf einen normalerweise geschlossenen Wald (2,0; die relativ geringe Deckung der Bäume von 60 % ist vorübergehend und durch die Bewirtschaftung bedingt).
Die Temperaturzahl der Bäume (3,6) und der Kräuter (3,3) entspricht der kollinen Stufe (12 kolline Arten), wobei die relativ geringe Temperaturzahl der Kräuter durch die schattige Lage (Ostlage) und den kühlenden Einfluss der hohen Bodenfeuchtigkeit bedingt ist. Die Kontinentalitätszahl (2,4) entspricht den mittleren Verhältnissen im Mittelland (1 ozeanische Art, die ihre Existenz wohl dem ausgeglichenen luftfeuchten Mikroklima verdankt).

Nr. 6 : *Cardamino-Fagetum tilietosum*; Oberwilerberg/Baden,430 m, Exp. NNW, Neigung 45 %; Kalkrendzina über Malmkalk (pH in 5 cm:

6,5; pH in 160 cm: 7,5); Wurzeln bis 160 cm. Deckung: Bäume 90 % (7 Arten), Sträucher 5 % (7 Arten), Kräuter 25 % (19 Arten), Moose 0 % (keine Art).
Zeigerwerte: Der Oberboden ist mittelfeucht (3,0; 3 Zeiger mässiger Trockenheit, 1 Feuchtigkeitszeiger), basenreich (3,6; 6 Basenzeiger, 1 Kalkzeiger), von mittlerem Nährstoffgehalt (3,0; 4 Magerkeitszeiger, 3 Nährstoffzeiger), ziemlich humusreich (3,5; 10 Humuszeiger) und sehr gut durchlüftet (3,7). Der Unterboden ist mittelfeucht bis eher etwas trocken (2,9), kalkreich (4,0), von mittlerem Nährstoffgehalt (2,9) und sehr gut durchlüftet. Dass die Bodenverhältnisse auf dem durchlässigen Malmkalk nicht trocken sind, hängt mit der Nordlage zusammen. Berücksichtigt man die grosse Wurzeltiefe, darf die Wasser- und Nährstoffversorgung als mittel bis gut bezeichnet werden. Die Lichtzahl von 1,9 entspricht einem geschlossenen Wald. Die Temperaturzahl der Bäume (3,6) weist auf die kolline Stufe. Die für die Höhe von 430 m eher tiefe Temperaturzahl der Kräuter (3,2) ist durch die Nordlage bedingt. Die Kontinentalitätszahl von 2,4 ist für die Mittellandverhältnisse normal.

Nr. 7 : *Bazzanio-Abietetum*; Schmidwald/Gondiswil, 670 m, Exp. -, Neigung 0 %; saurer Pseudogley über Rissmoräne (pH in 5 cm: 4,0; pH in 160 cm: 5,0); Wurzeln bis 110 cm. Deckung: Bäume 60 % (3 Arten), Sträucher 5 % (6 Arten), Kräuter 60 % (19 Arten), Moose 95 % (10 Arten).
Zeigerwerte: Der Oberboden ist feucht (3,6; 9 Feuchtigkeitszeiger, 3 Zeiger mässiger Trockenheit) mit ausgesprochen wechselnder Feuchtigkeit (w/3; 6 Wechselfeuchtigkeitszeiger; auch unter den Moosen sind 3 Wechselfeuchtigkeitszeiger), sehr sauer (2,0 für Kräuter, 1,9 für Moose; 3 ausgesprochene Säurezeiger und 9 weitere Säurezeiger unter den Kräutern und 1 ausgesprochener Säurezeiger und 8 weitere Säurezeiger unter den Moosen), mager (2,1 für Moose; 2,6 für Kräuter; 8 Magerkeitszeiger unter den Kräutern und 8 unter den Moosen),

sehr humusreich (4,0 für Kräuter; 4,4 für Moose; 2 Rohhumuszeiger und 12 Humuszeiger unter den Kräutern, 3 Rohhumuszeiger und 7 Humuszeiger unter den Moosen), schlecht durchlüftet (4,2; 4 Zeiger für schlechte Durchlüftung). Der Unterboden ist feucht (3,6) mit ausgesprochener Wechselnässe (w/2), schwach sauer (3,0), von mittlerem Nährstoffgehalt (3,0) und sehr schlechter Durchlüftung (4,8). Berücksichtigt man die relativ geringe Wurzeltiefe, so ist die Wasserversorgung gut, die Nährstoffversorgung mittel; begrenzend dürfte die Sauerstoffarmut sein. Die Lichtzahl (2,1) zeigt einen geschlossenen Wald an (die Baumdeckung von lediglich 60 % ist durch die Bewirtschaftung bedingt). Die Temperaturzahl von 3,0 ist charakteristisch für die montane Stufe (4 kolline und 3 subalpine Arten). Die starke Bodenfeuchtigkeit und die damit verbundene Kühle des Bodens dürfte die gegenüber der gleich hoch gelegenen Aufnahme Nr. 1 etwas geringere Temperaturzahl bedingen. Die Kontinentalitätszahl von 2,6 ist typisch für Mittellandsverhältnisse.

Nr. 8 : *Bazzanio-Abietetum*; Guberwald/Schwarzenberg, 970 m, Exp. SSW, Neigung 40 %; Podsol über Molassesandstein (pH in 5 cm: 3,5; pH in 160 cm: 5); Wurzeln bis 160 cm. Deckung: Bäume 60 % (4 Arten), Sträucher 30 % (3 Arten), Kräuter 40 % (12 Arten), Moose 90 % (9 Arten).

Zeigerwerte: Entsprechend dem gleichen Gesellschaftsnamen unterscheiden sich die Zeigerwerte nur wenig von jenen der Aufnahme Nr. 7. Die Wechselfeuchtigkeit im Oberboden ist etwas geringer (w/5; 2 Wechselfeuchtigkeitszeiger). Die Feuchtezahl ist nur unwesentlich geringer und dies vor allem in der Moosschicht (2,9 statt 3,3). Obwohl das Podsol über dem Sandstein durchlässig ist, versorgen offenbar die hohen Niederschläge den Boden überreichlich mit Wasser, so dass auch die Durchlüftung des Bodens gesamthaft kaum besser ist als bei der Aufnahme Nr. 7. Die grössere Wurzeltiefe verhilft aber dem Standort Nr. 8 zu einer guten Nährstoffversorgung für die

Bäume. Die, trotz der um 300 m höheren Lage, nur unwesentlich tiefere Temperaturzahl gegenüber Nr. 7 verdankt Nr. 8 ihrer Südlage.

Nr. 9 : *Salicetum albae*; Aareinsel/Brugg, 330 m, Exp. -, Neigung 0 %; Aueboden über alluvialer Aufschüttung (pH in 5 cm: 6,0; pH in 160 cm: 7,0); Wurzeln bis 120 cm. Deckung: Bäume 60 % (2 Arten), Sträucher 5 % (3 Arten), Kräuter 100 % (12 Arten), Moose 0 % (3 Arten).
Zeigerwerte: Der Oberboden ist im Mittel feucht (3,6; 7 Feuchtigkeitszeiger, 1 Nässezeiger), wobei allerdings die meisten Krautpflanzen Tiefwurzler sind. Die Wechselfeuchtigkeit ist sehr ausgeprägt; fast alle Pflanzen (8 von 12) zeigen wechselnde Feuchtigkeit an. Der Oberboden ist schwach sauer (3,0; 1 Basenzeiger), nährstoffreich (4,0; 5 Nährstoffzeiger, 3 Ueberdüngungszeiger), von mittlerem Humusgehalt (3,3; nur 3 Humuszeiger) und eher schlechter Durchlüftung (4,3; 4 Zeiger schlechter Durchlüftung). Die schlechte Durchlüftung hängt hier nicht mit der Bodendichte sondern mit der während der Vegetationszeit zeitweisen Ueberschwemmung zusammen. Die für den Unterboden charakteristischen Baumpflanzen weichen in verschiedenen Zeigerwerten von den Krautpflanzen ab, da sie als typische Pionierpflanzen zuerst den kiesig-sandigen Boden besiedeln und nachher ständig mit dem Grundwasser in Berührung stehen. Sie zeigen einen humusarmen (2,0), basenreichen (3,8) Boden mit guter Durchlüftung (3,0) an. Auch sind sie wenig schattenertragend (3,2 gegenüber 2,4 bei den Kräutern, unter denen 8 starke Beschattung ebenfalls nicht ertragen; beim Weidenauewald fällt immer seitliches Licht vom nahen Ufer her in den Bestand). Die Temperaturzahl von 3,6 entspricht der kollinen Stufe (9 kolline Arten). Die Kontinentalitätszahl von 2,6 ist für Mittellandsverhältnisse normal.

b. *Vergleich von 2 Grünlandaufnahmen, die 50 m voneinander entfernt liegen*

Die beiden Aufnahmen wurden von KLöTZLI (1969) in der Boppelser Weid (585 m) über Gehängelehm gemacht. Sie unterscheiden sich fast nur in der Lage (Nr. 1 Südhang, Nr. 2 flache Mulde).

Nr. 1 : *Betonico (Stachyo)-Brometum equisetetosum;* Exp. S, Neigung 40 %. Deckung: Kräuter 85 % (44 Arten), Moose 15 % (3 Arten).

Nr. 2 : *Caricetum Davallianae bryetosum, Carex elata*-Variante. Flache Mulde. Deckung: Kräuter 80 % (29 Arten), Moose 60 % (4 Arten).

b.a *Vegetationstabelle*

Arten	Aufnahme-Nr.		Zeigerwerte							
	1	*2*	*F*	*R*	*N*	*H*	*D*	*L*	*T*	*K*
Kräuter (K)										
Salvia pratensis	*1*		*2*	*4*	*2*	*3*	*4*	*4*	*4*	*4*
Helianthemum ovatum	*+*		*2*	*4*	*2*	*3*	*3*	*4*	*4*	*3*
Hieracium Pilosella	*1*		*2*	*3*	*2*	*3*	*3*	*4*	*4*	*3*
Sanguisorba minor	*2*		*2*	*4*	*2*	*3*	*4*	*4*	*3*	*3*
Carex verna	*1*		*2*	*3*	*2*	*3*	*4*	*3*	*3*	*3*
Knautia arvensis	*1*		*2*	*3*	*3*	*3*	*4*	*4*	*4*	*3*
Hypericum perforatum	*+*		*2w*	*3*	*3*	*3*	*5*	*3*	*4*	*3*
Polygala vulgaris	*+*		*2*	*3*	*2*	*3*	*3*	*4*	*4*	*4*
Daucus Carota	*+*		*2*	*3*	*2*	*3*	*3*	*4*	*4*	*3*
Asperula Cynanchica	*1*		*1*	*4*	*2*	*3*	*4*	*5*	*3*	*4*
Equisetum arvense	*1*		*3w*	*3*	*3*	*2*	*5*	*4*	*3*	*3*
Scabiosa Columbaria	*+*		*2*	*4*	*2*	*3*	*4*	*4*	*4*	*3*
Viola hirta	*+*		*2*	*4*	*2*	*3*	*3*	*3*	*4*	*3*
Prunella grandiflora	*1*		*2*	*4*	*2*	*3*	*4*	*4*	*3*	*4*
Trifolium pratense	*+*		*3*	*3*	*3*	*3*	*4*	*3*	*3*	*3*
Listera ovata	*+*		*3w*	*3*	*3*	*4*	*5*	*3*	*3*	*3*
Carex montana	*3*		*2*	*4*	*2*	*3*	*4*	*3*	*3*	*3*
Galium verum	*1*		*2w*	*4*	*2*	*3*	*5*	*4*	*4*	*3*
Brachypodium pinnatum	*1*		*2*	*4*	*3*	*3*	*4*	*3*	*3*	*3*
Trifolium medium	*1*		*2*	*3*	*3*	*3*	*3*	*3*	*4*	*3*
Dactylis glomerata	*1*		*3*	*3*	*4*	*3*	*4*	*3*	*4*	*3*
Poa pratensis	*+*		*3*	*3*	*3*	*4*	*4*	*4*	*3*	*3*
Thymus pulegioides	*+*		*2*	*3*	*2*	*3*	*3*	*4*	*3*	*3*

Arten	Aufnahme-Nr.		Zeigerwerte							
	1	2	F	R	N	H	D	L	T	K
Plantago media	+		2	4	2	3	4	4	3	3
Koeleria pyramidata	1		2	3	2	3	3	4	3	4
Hippocrepis comosa	1		2	4	2	3	3	4	3	4
Ononis repens	2		2w	3	2	3	5	4	3	2
Pimpinella saxifraga	+		2	3	2	3	4	4	3	4
Tragopogon orientalis	+		2	3	3	4	5	4	4	3
Bromus erectus	2		2	4	2	3	4	4	4	3
Trifolium montanum	1		2w	3	2	3	4	4	3	3
Festuca ovina	2		2	3	3	3	3	4	3	4
Betonica officinalis	2		3w	3	3	4	5	4	4	3
Molinia litoralis	1		3w	4	3	3	5	3	4	3
Lathyrus pratensis	1		3	3	3	3	4	3	4	3
Briza media	1		2w	3	2	3	4	4	3	3
Linum catharticum	1	1	3w	3	1	3	5	3	3	3
Gymnadenia conopea	+	+	3w	4	2	4	5	4	3	3
Potentilla erecta	1	1	3w	x	2	4	5	4	3	3
Centaurea angustifolia	+		3w	3	2	4	4	3	4	4
Ranunculus nemorosus		1	3w	3	2	3	5	3	3	3
Prunella vulgaris	1		3	3	3	3	4	4	3	3
Carex flacca	2		3w	4	2	2	5	3	3	3
Lotus corniculatus	1		2	4	3	3	4	4	3	3
Festuca rubra		+	3	3	3	3	4	4	x	3
Molinia coerulea		1	4w	x	2	5	5	4	3	3
Lysimachia vulgaris		1	4w	3	3	4	5	3	4	3
Carex panicea		2	4w	3	2	4	5	4	3	3
Carex Hostiana		2	4w	4	2	4	5	4	3	2
Equisetum maximum		1	4w	4	3	3	5	3	3	3
Schoenus nigricans		+	4↑w	4	2	4	5	4	4	3
Epipactis palustris		1	4w	4	2	5	5	4	3	3
Selinum Carvifolia		1	4w	3	2	4	5	4	4	3
Polygala amarella		+	3w	4	2	4	5	4	4	3
Equisetum palustre		1	4w	3	2	4	5	4	3	3
Phragmites communis		2	5wi	3	3	3	4	3	3	3
Carex Davalliana		2	5w	4	2	4	4	5	3	2
Parnassia palustris		1	4w	4	2	3	5	4	2	3
Crepis paludosus		1	4w	3	3	4	5	3	3	2
Valeriana dioeca		2	4w	3	3	4	5	3	3	3
Mentha aquatica		2	5w	3	3	4	5	3	4	3
Lythrum Salicaria		1	4w	3	3	4	5	3	4	3
Eriophorum latifolium		+	5w	4	2	4	5	4	3	3
Carex elata		3	5wi	3	3	4	5	4	3	2
Orchis incarnata		1	5w	3	2	5	5	4	3	3
Cirsium palustre		+	4w	3	3	4	5	3	4	3
Ajuga reptans		+	3	3	3	3	4	3	3	2
Platanthera bifolia	1		3w	4	2	4	5	3	3	3
Galium uliginosum		1	4w	3	2	5	5	3	3	3
Eupatoria Cannabinum		+	4w	4	4	3	4	3	4	3

Arten	Aufnahme-Nr.		Zeigerwerte							
	1	*2*	*F*	*R*	*N*	*H*	*D*	*L*	*T*	*K*
Moose (M)										
Scleropodium purum	*1*		*3*	*3*	*2*	*4*	-	*2*	*3*	*3*
Thuidium Philibertii	*2*		*3w*	*4*	*2*	*4*	-	*3*	*4*	*3*
Ctenidium molluscum	*2*		*x*	*4*	*2*	*2*	-	*2*	*3*	*4*
Chrysohypnum stellatum		*2*	*5*	*4*	*2*	*3*	-	*4*	*3*	*2*
Acrocladium cuspidatum		*2*	*4w*	*3*	*3*	*4*	-	*3*	*3*	*3*
Drepanocladus intermedius		*2*	*5*	*4*	*2*	*5*	-	*3*	*3*	*2*
Bryum pseudotriquetrum		*2*	*5w*	*4*	*2*	*4*	-	*3*	*3*	*3*

b.b *Mittlere Zeigerwerte*

		F	R	N	H	D	L	T	K
Nr. 1	K	2,3 w/3	3,5	2,4	3,1	4,1	3,7	4,3	3,2
	M	3,0	3,7	2,0	3,3		2,3	3,2	3,3
Nr. 2	K	4,1 w	3,3	2,5	3,9	4,8	3,6	3,2	2,8
	M	4,7	3,7	2,2	4,0		3,2	3,0	2,5

b.c *Auswertung*

Die beiden Aufnahmen unterscheiden sich nicht in der Reaktionszahl R für Kräuter und Moose. Beide Böden sind im gesamten Wurzelbereich basenreich. Ebenso sind die Nährstoffverhältnisse (N) sehr ähnlich mager (2,4 bzw. 2,5). Bei beiden Aufnahmen sind die Kräuter relativ wenig schattenertragend (3,7 bzw. 3,6), dagegen unterscheiden sich die Moosschichten (2,3 für Nr. 1, 3,2 für Nr. 2). Das zeigt, dass offenbar die Lichtverhältnisse an der Oberfläche bei Aufnahme Nr. 2 besser sind, weil die Kräuter erst später aufwachsen. Die Temperaturzahl weist ebenfalls nur geringe Unterschiede auf. Der austrocknende Südhang hat einleuchtenderweise etwas höhere Zahlen (3,4; 18 kolline Arten) als die feuchte und deshalb eher kühle Mulde (3,2; 8 kolline Arten). Gross sind die Unterschiede in den Feuchtezahlen. Aufnahme Nr. 1 ist recht trocken (2,3), während Nr. 2 sehr feucht ist (4,1). Beide Aufnahmen zeigen eine sehr ausgesprochen wechseln-

de Feuchtigkeit (w/3 und w). Die höhere Feuchtigkeit der Moose kommt daher, dass die Feuchtezahlen der Moose mehr die mittlere Luftfeuchtigkeit am Standort angeben als die Feuchtigkeit der obersten Bodenschicht. Deutliche Unterschiede sind in der Humuszahl zu beobachten, für Nr. 1 weist sie auf einen nur mässig humusreichen, für Nr. 2 aber auf einen sehr humusreichen Boden hin. Die Durchlüftung des Bodens ist bei beiden Aufnahmen nicht günstig, bei Nr. 2 aber erheblich schlechter (4,1 und 4,8). Schliesslich ergeben sich noch in der Kontinentalitätszahl deutliche Unterschiede, ist doch Nr. 1 kontinental getönt (3,2), während Nr. 2 nur unwesentlich von den mittleren Verhältnissen im Mittelland abweicht. Dies hängt mit der Südlage der Aufnahme Nr. 1 zusammen, die bedeutend extremere Temperaturverhältnisse mit sich bringt.