

# Ermittlung spezifischer Zeigerwerte für die Gefäßpflanzen der linksrheinischen Niederwälder

Erwin Manz

## Synopsis

Along the tributaries left of the Rhine, large areas of coppices have been preserved. Due to short cycles of exploitation (every 15 - 30 years) forest communities changed: on rich soils from the *Asperulo-Fagetum* into the *Galio-Carpinetum*, on acid soils from the *Luzulo-Fagetum* into the *Quercetalia robori-petraeae*. Rarely has *Fagus sylvatica* been able to resist frequent cutting. The *Tilio-Acerion* can be found in gorges with high atmospheric humidity, and the *Aceri monspessulani-Quercetum petraeae* on sites being extremely dry in summer. Using Canonical Correspondence Analysis (TER BRAAK 1988) four ordination axes have been calculated. Axis 1 is closely correlated with base saturation, axis 2 as well with climate as with depth of soils (i. e. with moisture) and axis 3 with exposure to sunlight (mesoclimate). On the basis of species scores specific indicator values have been computed for the coppices investigated. These are correlated with ELLENBERG's reaction figure (axis 1 = base axis) and moisture figure (axis 2 = moisture axis). Due to their close correlation to the plant communities and the terrain investigated, specific indicator values refine ELLENBERG's values as to:

- distinguished description of water supply
- introduction of an air moisture figure

canonical correspondence analysis (CCA), coppicing, *Galio-Carpinetum*, indicator values of vascular plants, ordination, *Quercetalia robori-petraeae*

## 1. Einleitung

Die Niederwälder entstanden durch eine besondere forstliche Betriebsform, bei der die Bestände in ca. 20jährigen Turnus auf den Stock gesetzt wurden und eine Regeneration des Waldes aus den Stockausschlägen erfolgte. Im Rahmen einer Mehrfachnutzung waren die Flächen zum Zwecke der Brennholz-Lohgewinnung sowie des Ackerbaus, der Beweidung u. a. bis Ende des letzten und teilweise bis in die Mitte unseres Jahrhunderts von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

Im Rahmen einer Doktorarbeit am Lehrstuhl für Geobotanik der Universität Trier wird die Vegetation der linksrheinischen Niederwälder in Abhängigkeit ausgewählter Standortparameter untersucht. Nachfolgend wird ein Teilergebnis dieser Arbeit wiedergegeben, in dem die Daten über eine direkte Ordination mit Hilfe der Kanonischen Korrespondenzanalyse ausgewertet wurden.

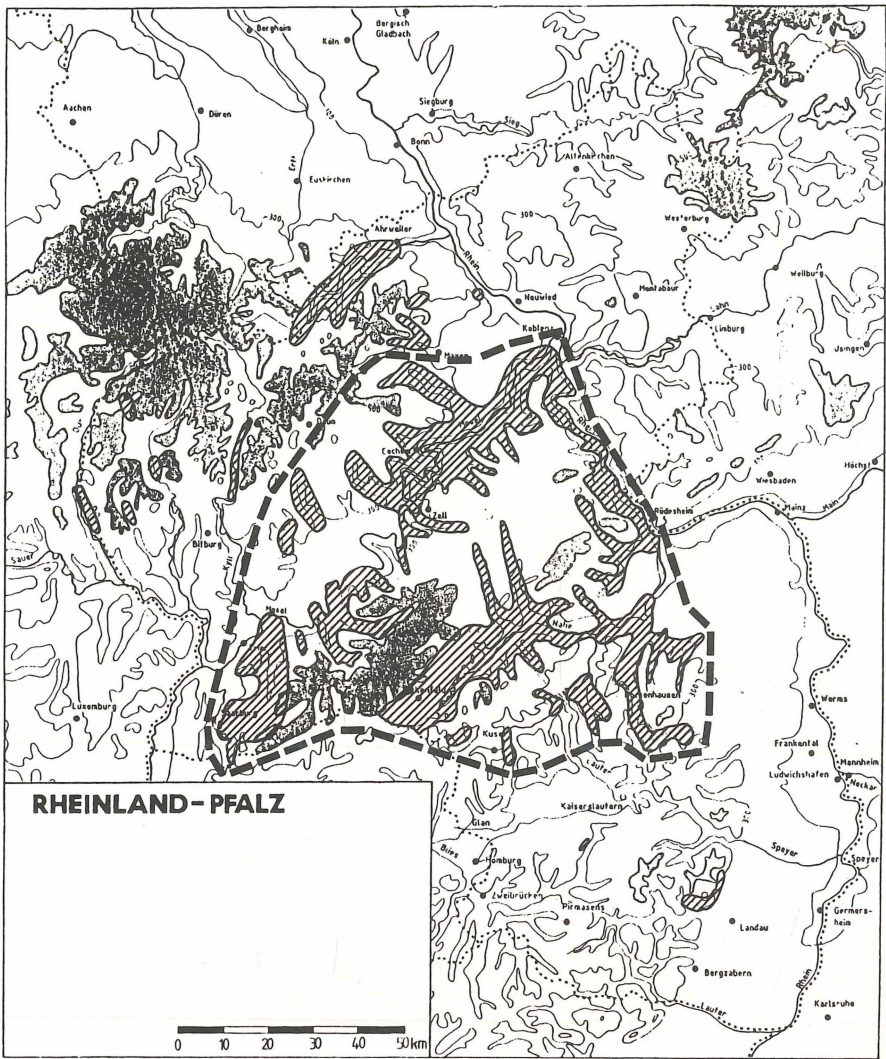
ELLENBERG (1991) betont, daß seine Zeigerwerte nicht allgemein gelten, sondern für besondere Vegetations- bzw. Bewirtschaftungseinheiten und auch geographische Regionen spezifiziert werden müssen. Dies gilt besonders für einige Arten, die als indifferent eingestuft wurden und regional nachgeeicht werden können. Im folgenden wird versucht, aufgrund der Ergebnisse der Ordination für die Aufgabenstellung spezifische Zeigerwerte zu ermitteln.

## 2. Untersuchungsgebiet und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfaßt die linksrheinischen Teile von Rheinland-Pfalz (Abb. 1). Dort sind die Niederwälder in den Steilhängen der Bach- und Flußtäler vor allem wegen der Unwegsamkeit des Geländes und der besonderen Eigentumsstrukturen z. T. großflächig erhalten geblieben. Allerdings sind die meisten derzeit im

Durchwachsen begriffen. Es wurden überwiegend Bestände untersucht, die in den vergangenen 50 Jahren noch (meist zur Brennholzgewinnung) genutzt worden sind.



**Abb. 1:** Verbreitung der Niederwälder im Untersuchungsgebiet.

Die Untersuchungen erstreckten sich schwerpunktmäßig auf den südlichsten Teil des Rheinischen Schiefergebirges, ferner auf das Saar-Nahe-Bergland und einzelne Gebiete des Pfälzerwaldes. Für die Bodenbildung sind in erster Linie Devonschiefer, mehr oder weniger basenreiche Eruptivgesteine, Sedimente des Rotliegenden und Buntsandsteins, ebenso Decklehme und Löß wichtig. In den Steillagen sind überwiegend Syrosem, Ranker, Braunerden und kolluviale Braunerden, in den Höhenlagen teilweise auch pseudovergleyte Böden von Bedeutung. Durch den einstigen Raubbau hat eine Degradation der Böden stattgefunden.

Die Bestände siedeln überwiegend zwischen 100 und 500 m und verteilen sich damit auf die kolline und submontane Stufe. Das Untersuchungsgebiet weist einen starken Klimagradienten auf: während in Leelagen an der unteren Nahe nur ca. 500 mm Jahresniederschlag fallen und die mittlere Julitemperatur 18°C beträgt, sind es in den Höhenlagen des Hunsrücks 1000 mm und nur 14°C. In den Hanglagen wird das Allgemeinklima der betreffenden Höhenstufe zudem stark durch das Relief abgewandelt.

2.2 Methoden

In den Jahren 1988 und 1989 wurden 379 Bestände mit Vegetationsaufnahmen (BRAUN-BLANQUET 1951) dokumentiert und anschließend tabellarisch verarbeitet. Zu jeder Aufnahme wurden eine Reihe von standortkundlichen Parametern ermittelt (vgl. Tab. 1). Einige bodenchemische Parameter, mit Ausnahme der pH-Werte, wurden nur an ausgewählten Aufnahmeflächen (134 Flächen) erfaßt.

Tab. 1: Methoden zur Ermittlung der Standortparameter.

Abb.	Parameter	Maßeinheit	Methode	pH <sub>s</sub>	pH-Wert in Im KCl-Lösung	[H] <sub>s</sub>	Konz. der H <sup>+</sup> -Ionen in Im KCl-Lösung	mmol/l	Berechnung	Einstichglaselktrode
1	Fläche	m <sup>2</sup>	Karte 1:25.000							
2	Exp. Exposition	Grad	Kompaß							
3	Neig. Hangsteigung	Grad	Schätzwert, Hypsometer							
4	F. potentielle Sonneneinstrahlung	kJ/cm <sup>2</sup> ·h	Überschlag <sup>1</sup>							
5	NE. pot. Sonneneindr. (korrigiert)	kJ/cm <sup>2</sup> ·h	Überschlag <sup>2</sup>							
6	Geg. Höhe des Gegenhangs in einer Schlucht	m	Klima-Atlas							
7	T <sub>1</sub> r mittlere Jahres-Lufttemperatur	°C	Klima-Atlas							
8	Nied. mittlere Jahres-Lufttemperatur	°C	Klima-Atlas							
9	T <sub>1</sub> l mittlere Luft-Temperatur	°C	Klima-Atlas							
10	Quot. Klima-Quotient	°C*1000/mm	Berechnung <sup>4</sup>							
11	TicA Mächtigkeit des A-Horizontes	cm	Mefw. nach AG; Budenk. (1982)							
12	Skel Skelettanteil im A-Horizont	Vol.-%	Schätzw. n. AG; Budenk. (1982)							
13	Tief Tiefe des durchwurzelbaren Bodens	mm	Mef/Schätzw. "							
14	SWW. Nutzhare Wasserkapazität	mm	Mefw. nach AG; Budenk. (1982)							
15	OF. Mächtigkeit des O <sub>1</sub>	mm	Überschlag n. AG; Budenk. (1982)							
16	OFH Mächtigkeit von O <sub>1</sub> und O <sub>2</sub>	mm	Schätzw. n. AG; Budenk. (1982)							
17	OH Mächtigkeit des O <sub>3</sub>	mm	Schätzw. n. AG; Budenk. (1982)							
18	pH <sub>w</sub> pH(120)-Wert		Einstichglaselktrode							
19	[H] <sub>w</sub> Konzentration der H <sup>+</sup> -Ionen in Wasser	mmol/l	Entfernter pH							

Um die Beziehung zwischen den pflanzensoziologischen Aufnahmen und den standortkundlichen Parametern zu erkennen, wurde als Auswertungsmethode eine "Kanonische Korrespondenzanalyse" (TER BRAAK 1988) angewendet und die Ergebnisse in Form eines Ordinations-Diagramms (biplot) dargestellt. Im folgenden werden die Ergebnisse diskutiert, die sich aus der Auswertung der 134 Aufnahmen ergeben, für die umfangreiche

Bodenanalysen vorlagen. Die Kanonische Korrespondenzanalyse wurde mit dem Programm CANOCO (TER BRAAK 1988) berechnet. Bei der Berechnung wurden nur die Präsenz-Absenz-Werte der Arten berücksichtigt. Die Achsenwerte der Aufnahmen (sample scores) wurden aus den gewichteten Mitteln der Achsenwerte der Arten (species scores) errechnet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Kanonische Korrespondenzanalyse

Wegen der kurzen Umtriebszeiten hat das Ausschlagsvermögen der Baumarten einen wesentlichen Einfluß auf das Baumartengefüge (Gefüge = Artenzusammensetzung + Artmächtigkeit). Eine Veränderung im Baumartengefüge führt zu einem Wandel der Licht-, Wärme- und Wasserhaushaltsbedingungen und schafft somit neue Standortbedingungen für die Krautschicht (SEIBERT 1966). Ebenso wird indirekt die Streuzersetzung beeinflusst, was sich wiederum auf den Nährstoffhaushalt auswirkt.

Im einzelnen haben sich verschiedene Ersatzgesellschaften ausgebildet (vgl. Tab. 2). Auf basenreichen Böden sind aus den Hochwäldern des *Asperulo-Fagetum* als Ersatzgesellschaft Niederwälder des *Galio-Carpinetum* hervorgegangen und auf sauren Standorten aus *Luzulo-Fagetum* Bestände der *Quercetalia robori-petraeae*. Nur in wenigen Ausnahmefällen konnte *Fagus sylvatica* den kurzen Umtriebszeiten standhalten. Auf besonders sommerwarmen Sonderstandorten siedeln Bestände des *Aceri monspessulani-Quercetum petraeae* und in luftfeuchten Schluchten die des *Tilio-Acerion*.

Die Kanonische Korrespondenzanalyse erbrachte folgende Ergebnisse:

Die Eigenwerte als Maß für die Abspaltung der Artverteilung entlang der Ordinationsachse betrug für die einzelnen Achsen:

Achse 1	0.47	Achse 3	0.26
Achse 2	0.34	Achse 4	0.20.

Die berechnete Korrelationsmatrix (Tab. 3) zeigt enge Korrelationen der Achsen mit folgenden Umweltfaktoren:

- Die erste Ordinationsachse weist einen deutlichen Bezug zur Basensättigung auf. Sie ist mit hohen Basensättigungen, die sich vor allem aus hohen Ca-Anteilen ergeben, negativ und mit Al-Gehalten positiv korreliert.
- Die zweite Achse zeigt sowohl eine enge Korrelation mit den klimatischen Parametern mittlerer Jahresniederschlag, mittlere Julitemperatur, mittlere Jahrestemperatur und Klimaquotient als auch mit der Tiefgründigkeit des Bodenprofils, wobei die Niederschlagswerte und die Tiefgründigkeit unabhängig voneinander sind ( $r = 0,093$ ). Der engste Zusammenhang ergab sich zu dem Produkt aus einem klimatischen (Niederschlagssumme) und einem edaphischen Faktor (Tiefgründigkeit). Da beide Größen entscheidend den Wasserhaushalt des Bodens (seine Speicherkapazität und dessen Auffüllung) prägen, spiegelt die zweite Achse sehr gut den Feuchtegradienten der Böden wider.
- Als dritte Komponente wurde eine Achse ermittelt, die mit der potentiellen Sonneneinstrahlung in Verbindung steht. Es zeigte sich eine enge Korrelation mit der Exposition, den aus ihr ermittelten Größen der potentiellen Sonneneinstrahlung (Energiegewinn und Nettoenergiegewinn) und den davon unabhängigen Werten aus der Lage der Bestände in einer Schlucht (ausgedrückt durch den Winkel zur Hangkante des Gegenhangs). Das Produkt aus beiden Komponenten zeigte die engste Korrelation ( $r = 0.68$ ).
- Achse 4 zeigt nur sehr geringe Beziehungen zu den berücksichtigten Umweltvariablen. Die höchsten Korrelationen haben die effektive Austauschkapazität, die Gehalte an Gesamtstickstoff bzw. an Mangan. Hieraus ergibt sich ein - allerdings sehr schwacher - Hinweis auf Beziehungen zur Nährstoffversorgung der Bestände.

Tab. 2: Liste der Pflanzengesellschaften.

Ordination	Symbol
Verband / Assoziation	
Subassoziation	
geographische Rasse / Höhenform	
Variante	
<b>Fagetalia sylvaticae Pawl. 1928</b>	◆
<i>Asperulo-Fagetum</i> H. May, 1964	◇
<i>Luzulo-Fagetum</i> Meusel 1937	◐
<b>Tilio-Acerion Kilkka 1955</b>	◑
<i>Aceri-Fraxinetum</i> W. Koch 1928 em. Möller 1966	◒
<i>Acer pseudoplatanus</i> -Gesellschaft	◓
<i>Aceri-Tilietum</i> Faber 1936	◔
<b>Quercetalia pubescenti Br.-Bl. 1931</b>	◕
<i>Aceri monspessulanti-Quercetum</i> petr. Oberd. 1957	◖
<i>Corydalis solida</i> -Subassoziation	◗
Typische Subassoziation	◘
<i>Taurinum scorodonia</i> -Subassoziation	◙
<i>Buxus sempervirens</i> -Subassoziation	◚
<b>Quercetalia robori-petraeae (Tx. 1931) Tx. 1937</b>	◛
<i>Quercetum robori-petraeae</i> Br.-Bl. 1932	◜
<i>Luzulo-Quercetum</i> Noirf. et Soug. 1958	◝
<i>Luzulo-Quercetum</i> typicum	◞
<i>Melampyrum pratense</i> -Variante	◠
Typische Variante	◡
<i>Luzulo-Quercetum</i> vaccinietosum	◢
<i>Luzulo-Quercetum</i> luzuletosum sylvaticae	◣
<i>Luzulo-Quercetum</i> sphagnetosum	◤
<i>Luzulo-Quercetum</i> silenietosum	◥
<i>Luzulo-Quercetum</i> cladonietosum	◦
<b>Vilolo-Quercetum Oberd. 1957</b>	◧
<i>Frangula alnus</i> -Variante	◨
<i>Anemone nemorosa</i> -Variante	◩
Typische Variante	◪
<b>Alnetea glutinosae Br.-Bl. et Tx. 1943</b>	◥
<i>Sphaerocarpum</i> Lemes 1937 n. Inv. Oberd. 1987	◦

Mit Hilfe der Ordination können durch

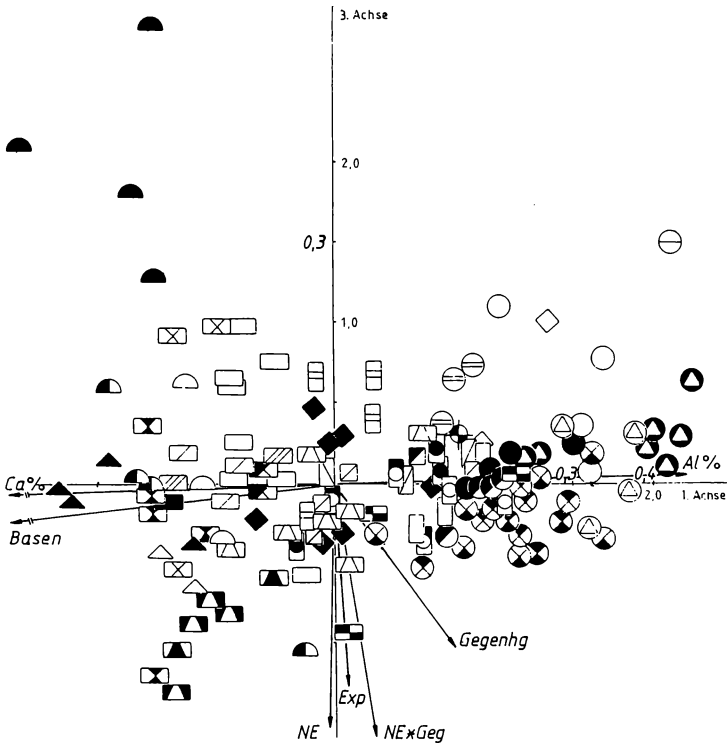
- die erste Achse 4,0 %, die zweite Achse 10,2 %, die dritte Achse 7,9 % und die vierte Achse 5,9 % (insges. 38%) der Gesamtvarianz erklärt werden.

Die Summe aller kanonischen Eigenwerte beträgt 3.93.

Die graphische Darstellung der Ordination der 134 ausgewählten Vegetationsaufnahmen (sample scores) (Abb. 2) zeigt eine deutliche Aufteilung von *Fagetalia*-Beständen auf basenreiche Standorte und Eichenwäldern auf saure Böden. Die Grenze wird durch das Lot auf den Vektor der Basensättigung bei einer Entfernung von 1,5 Skaleneinheiten vom Ursprung des Koordinatensystems relativ genau festgelegt. Innerhalb des *Gallio-Carpinetum* ist eine Feindifferenzierung entlang des Basengradienten (*G.-C. lamietosum* auf basenreichen, *G.-C. luzuletosum* auf basenarmen Standorten) abzulesen. Dagegen erfolgt die Feindifferenzierung des



In Abb. 3 ist die Lage der Aufnahmepunkte als Ordination der 1. (Basenversorgung) und der 3. Achse (Geländeklimafaktoren) wiedergegeben. Innerhalb des *Luzulo-Quercetum* heben sich auf luftfeuchten Standorten die Bestände der *Leucobryum glaucum*-Variante des *L.-Qu. vaccinietosum* sowie das *L.-Qu. luzuletosum sylvaticae* von der Masse der Aufnahmen ab. Die Aufnahmen basenreicher Standorte werden dagegen viel weiter entlang dieser Achse aufgefächert. Das *Aceri-Fraxinetum* wird erwartungsgemäß im Achsenbereich der Schatt-hänge und das *Aceri monspessulani-Quercetum* auf der gegenüberliegenden Seite (Sonnenhänge) abgebildet.



**Abb. 3:** Ordinations-Diagramm der Aufnahmen (sample scores), Achse 1 u. 3.

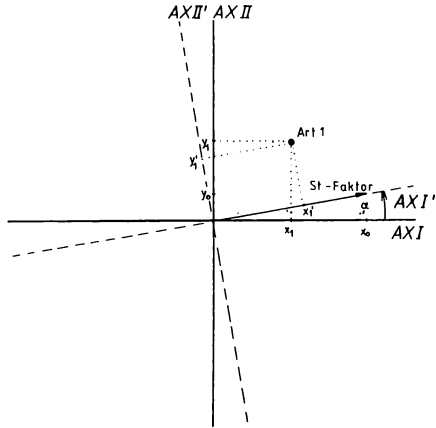
Die Aussagekraft der aufgrund von 134 Datensätzen ermittelten Achsen wurde durch eine erneute Berechnung mit 379 Datensätzen (jedoch einer geringeren Zahl an Standortparametern) überprüft. Für die ersten beiden Achsen ergab sich eine große Übereinstimmung (Rangkorrelationskoeffizient von SPEARMAN  $r_s=0,902$  bzw.  $-0,905$ ), für die dritte Achse eine wesentlich schlechtere ( $r_s=0,782$ ).

Vergleichbar den Aufnahmen können auch die Arten (species scores) in Ordinationsdiagrammen abgebildet werden. In einem solchen "biplot" werden die Näherungswerte der gewichteten Mittel der Arten unter Berücksichtigung der Standortvariablen angezeigt. Durch die Lage des Vektors der Standortfaktoren zur Achse wird das Maß der Korrelation mit der Artachse ausgedrückt.

Aus der Größe eines Art-Achsenwertes kann entsprechend auf die ökologischen Ansprüche einer Art geschlossen werden. Durch die Drehung des Koordinatensystems bis zur Deckungsgleichheit mit dem jeweiligen Standortvektor kann der betreffende Wert leicht korrigiert und noch spezifischer auf den jeweiligen Standortfaktor ausgerichtet werden.

Das Koordinatensystem wurde um den Winkel  
 $\tan \alpha = y_0 / x_0$

gedreht (vgl. Abb. 4).



**Abb. 4:** Korrektur der Achsenwerte.

Durch die Drehung werden die Koordinaten der Art 1 ( $x_1, y_1$ ) nach Art 1 ( $x_1', y_1'$ ) verschoben. Die neuen Koordinaten errechnen sich durch folgende Gleichung:

$$x' = x \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha$$

$$x' = x \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (y_0 \div x_0)^2}} + y \cdot \frac{y_0 \div x_0}{\sqrt{1 + (y_0 \div x_0)^2}}$$

Auf diese Weise wurde die 1. Achse (AX1) bis zum Basenvektor (AX(Basengehalt)), die 2. Achse (AX2) bis zum Niederschlagsvektor (AX(Niederschlag)) und die 3. Achse (AX3) bis zum Strahlungsvektor aus NE\*Geg (AX(NE\*Geg)) gedreht. Da der Niederschlagsvektor ungefähr entgegengesetzt den Vektoren der Juli- bzw. der Jahrestemperatur ausgerichtet ist, steht er stellvertretend für das Allgemeinklima.

Die aus den ursprünglichen und den korrigierten Achsen ermittelten Koordinaten für die Arten werden im Anschluß mit den Zeigerwerten nach ELLENBERG verglichen. Die Berechnung der Rangkorrelation nach SPEARMAN (Tab. 4) ergibt erwartungsgemäß für folgende Paare eine relativ enge Korrelation:

Reaktionszahl	- AX1	-0,65
Reaktionszahl	- AX (Basengehalt)	-0,67
Feuchtezahl	- AX2	0,62

Da die nach den Niederschlagswerten bzw. der Tiefgründigkeit ausgerichteten Achsen nur Komponenten der von einem Wirkungsgefüge abhängigen Wasserversorgung darstellen, sind diese Einzelgrößen auch schwächer mit der komplexen Feuchtezahl korreliert. Auffällig ist der geringe Zusammenhang zwischen Niederschlags-Achse und Kontinentalitätszahl. Im Gegensatz zur Kontinentalitätszahl, in der die thermische Kontinentalität im Vordergrund steht (ELLENBERG 1991), verbirgt sich hinter der Niederschlagsachse mehr die hygrosche Kontinentalität. Arten mit niedrigen Werten auf der Niederschlagsachse sind an Sommertrockenheit angepaßt und zeichnen sich überwiegend durch subkontinentale bzw. submediterrane Areale aus.

Die dritte Achse bzw. die nach dem Geländeklima korrigierte Achse zeigt keinerlei Beziehungen zu einem ELLENBERG'schen Zeigerwert.



**Tab. 4:** Beziehung zwischen den ELLENBERG'schen Zeigerwerten und den species scores (Rangkorrelation nach SPEARMAN)

	Zeigerwerte					Ordinationsachsen					Korrigierte Achsen			
	L	T	K	F	R	N	AX1	AX2	AX3	AX4	Bas	Nie	Tie	Str
L	1.00	0.24	0.07	-0.23	0.07	-0.24	0.15	-0.18	-0.11	0.16	0.10	-0.12	0.24	0.18
T		1.00	0.27	-0.08	0.43	0.00	-0.02	-0.17	0.15	0.16	-0.06	-0.18	0.37	0.08
K			1.00	0.07	0.33	0.06	-0.16	-0.04	-0.15	0.11	-0.16	-0.15	-0.00	0.20
F				1.00	-0.11	0.70	-0.03	0.62	0.28	0.15	0.06	0.50	-0.48	-0.16
R					1.00	0.31	-0.65	-0.24	-0.23	0.13	-0.67	-0.53	-0.02	0.14
N						1.00	-0.49	0.34	0.20	0.03	-0.44	0.06	-0.47	-0.26

3.2 Ermittlung spezifischer Zeigerwerte

Schließlich wurden aus den Achsenwerten bzw. korrigierten Achsenwerten spezifische Zeigerwerte (Tab. 5) für die linksrheinischen Niederwälder abgeleitet, indem für die einzelnen Achsen gleichgroße Werteintervalle (bei BaZ, StZ je 10 Skaleneinheiten für einen Zeigerwertschritt, bei FeZ, KIZ je 15) in Zeigerwertklassen zusammengefaßt wurden:

- AX (Basengehalt) --> spezifische Basenzahl (BaZ)
- AX2 --> spezifische Feuchtezahl (FeZ)
- AX (Niederschlag) --> spezifische Klimazahl (KIZ)
- AX (NE\*Geg) --> spezifische Strahlungszahl (StZ)

Ebenso wie die ELLENBERG'sche Feuchtezahl steht auch die spezifische Feuchtezahl in enger Beziehung zum Jahresgang der Saugspannung des Bodenwassers. Da diese entscheidend vom Boden (Tiefe und Textur) und dem Klima (Niederschläge) abhängt, ist sie in einem gewissen Maß (rs=0,87) mit der spezifischen Klimazahl korreliert.

Im allgemeinen sind die Abweichungen der spezifischen Zeigerwerte von den ELLENBERG'schen relativ gering. Arten, die um zwei und mehr Einheiten abweichen, sind in Tab. 5 entsprechend markiert.

**Tab. 5:** Achsenwerte (species scores) und Zeigerwerte der Arten.

Artname	Stet n	ELLENB.1979						Species cores				korr.Achsenw.				Spez.Zeigerwerte			
		L	T	K	F	R	N	AX1	AX2	AX3	AX4	Bas	Nie	Tie	Str	BaZ	KIZ	FeZ	StZ
Acer campestre (B)	16	8	7	4	5	7	6	20	-2	2	7	20	-13	9	5	7	3	<5	5
Acer monspessulanum (B)	8	8	8	4	3	8	4	20	-16	-8	6	22	-24	-3	-5	7	3	4	6
Acer platanoides (B)	5	8	6	4				24	2	48	13	23	-12	14	51	7	3	<5	2
Acer pseudoplatanus (B)	9	8		4	6		7	17	19	16	35	14	6	25	18	6	5	6	5
Alnus glutinosa (B)	5	8	5	3	9	6		-8	37	-9	47	-14	35	27	10	41	7	71	6
Betula pendula (B)	26		8					-12	26	-3	5	-16	28	16	-5	3	6	7	6
Carpinus betulus (B)	67	8	6	4				6	0	3	-5	6	-3	3	4	6	4	5	6
Fagus sylvatica (B)	32	8	5	2	5			-7	5	5	-6	-8	8	1	4	4	5	5	6
Fraxinus excelsior (B)	8	8	5	3		7	7	27	-1	20	24	27	-16	13	24	8	3	<5	4
Populus tremula (B)	5	8		5	5	5		-12	32	-16	4	-17	33	21	-18	3	6	7	7
Prunus avium (B)	15	8	5	4	5	7	5	9	14	-9	-2	7	7	17	-7	6	5	6	6
Quercus petraea (B)	101	8		6	2		5	-7	-2	0	-3	-7	2	-5	-1	4	4	5	6
Quercus robur (B)	31	8	6					-5	7	-3	-2	-6	9	3	-4	4	5	5	6
Tilia cordata (B)	9	8	5	4			5	9	-4	4	-12	10	-8	1	5	6	4	5	5
Tilia platyphyllos (B)	8	8	5	2	5	7		21	0	19	-8	21	-12	11	22	7	3	<5	4
Ulmus glabra (B)	2	8	5	3	7		7	34	14	87	48	31	-7	30	91	8	4	<7	1
Corylus avellana (S)	40	6	5	3				0	11	-1	5	-2	9	9	-1	5	5	6	6
Cotoneaster integerrimus (S)	2	8		4	3	7	2	-24	-41	2	27	-17	-21	-47	-2	31	3	>11	6
Crataegus laevigata (S)	41	6	5	4	5	7		12	0	-7	7	12	-7	6	-5	6	4	5	6
Frangula alnus (S)	9	6		5	7	2		-18	21	-14	12	-21	27	8	-17	3	6	6	7
Lonicera periclymenum (S)	12	6	5	2	3	4		-14	20	-2	-7	-17	24	10	-4	3	6	6	6
Lonicera xylosteum (S)	6	5	5	4	5	7		18	-15	-7	0	20	-22	-3	-4	7	3	4	6
Ribes alpinum (S)	19	5	4	4		8		21	-6	9	7	22	-17	6	12	7	3	4	5
Ribes uva-crispa (S)	5	4	5	2			6	22	2	9	4	21	-11	13	12	7	3	5	5
Rosa canina (S)	10	8	5	3	4			9	-14	-20	-1	11	-17	-7	-18	6	3	4	7
Sorbus aria (S)	22	6	5	2	4	7	3	-6	-13	4	-6	-4	-7	-14	3	51	4	4	6
Sorbus aucuparia (S)	7	6				4		-23	23	1	11	-26	32	7	-3	21	6	6	6
Sorbus torminalis (S)	13	4	6	4	4	7	4	11	-13	-17	-7	13	-17	-5	-15	6	3	4	7

Tab. 5: Achsenwerte (species scores) und Zeigerwerte der Arten (Fortsetzung).

Artname	Stet n	L	ELLENB.1979					Species cores				korr.Achsenw.				Spez.Zeigerwerte				
			T	K	F	R	N	AX1	AX2	AX3	AX4	Bas	Nie	Tie	Str	BaZ	KiZ	FeZ	SiZ	
Agrostis tenuis	4	7			3		3	3	-16	27	-16	3	20	31	14	-18	3	6	7	7
Alliaria petiolata	27	5	6	3		5	7	9	18	-4	1	4	18	-13	6	4	7	3	<5	6
Anemone nemorosa	37				3				2	10	-6	-7	0	7	10	-6	5	5	6	6
Anthericum liliago	7	7	5	4		3	5	2	-8	-31	-16	22	-3	-21	-31	-17	5	3	3	7
Anthoxanthum odoratum	6				3		5		-11	9	-10	1	-12	14	2	-12	4	5	5	7
Arum maculatum	16	3	6	2		7	7	8	18	8	3	17	17	-3	16	6	7	4	5	1
Asplenium ruta-muraria	3	8	3		3	8	2		31	7	74	38	30	-11	22	78	8	3	<15	1
Athyrium filix-femina	5	4		3		7		6	-13	30	-4	-3	-18	32	19	-6	3	6	7	6
Avenella flexuosa	71	6	5	2		2	3		-17	-2	4	-2	-16	8	-11	1	3	5	5	6
Bromus benekenii	6	5	5	4		5	8	5	16	10	-10	11	14	-1	17	-7	6	4	<6	6
Calluna vulgaris	5	8	3			1	1		-36	-38	8	45	-30	-11	-51	2	2	3	2	6
Campanula persicifolia	11	5	5	4		4	8	3	9	-11	-16	-2	11	-14	-5	-14	6	3	4	7
Campanula rotundifolia	10	7			4	2			-9	-16	-3	3	6	-8	-18	-4	4	4	4	6
Campanula trachelium	10	4	5	3	5	8	8		18	-3	-11	0	18	-13	7	-8	7	3	<5	6
Cardamine impatiens	7	5	5	4		6	7	8	15	1	16	-18	15	-8	9	18	7	4	5	5
Cardamine pratensis	7								12	11	14	5	10	2	16	16	6	4	<6	5
Carex digitata	6	3	5	5	4		4	3	13	6	-3	-19	12	-2	12	-1	6	4	5	7
Carex humilis	1	7	5	5	3		8	3	10	-32	-29	8	15	-32	-22	-27	7	2	3	8
Chaerophyllum temulum	5	5	6	3	5		8		16	-13	-5	5	18	-20	-3	-2	7	3	4	6
Convallaria majalis	21	5			3	4		4	5	0	-5	-11	5	-3	3	-4	6	4	5	6
Corydalis solida	6	3	6	5	5		7	7	27	-2	16	7	27	-17	13	20	8	3	<5	4
Cytisus scoparius	21	8	5	2	4		3	3	-14	-8	1	0	-13	1	-14	-1	4	4	4	6
Dactylis polygama	14	5	5	4	5		5	5	7	-2	-18	-2	7	-6	2	-17	6	4	5	7
Dentaria bulbifera	17	3	5	4		5	7	6	11	2	17	-2	11	-4	8	19	6	4	5	5
Deschampsia cespitosa	6	6				7	3		-13	49	-18	25	-20	48	35	-20	3	7	8	7
Digitalis purpurea	11	7	5	2	5		3	6	-19	16	1	-6	-21	24	4	-2	3	6	6	6
Dryopteris carthusiana	19	5		3		4	3		-10	16	4	6	-12	19	8		2	4	5	6
Dryopteris filix-mas	35	3		3	5	5	6	11	4	14	-5	10	-3	9	16		6	4	5	5
Epilobium montanum	8	4	4	3	5		6	6	1	7	14	-10	0	5	6	14	5	5	5	5
Fallopia dumetorum	11	6	5	4	5		6	6	10	-6	-5	-4	11	-11	0	-3	6	3	4	6
Festuca altissima	8	3	5	3	5		3	6	14	6	28	-5	13	-3	13	30	16	4	5	4
Festuca heterophylla	14	5	5	4		4	5	4	9	-3	-13	-10	9	-8	2	-11	6	4	5	7
Festuca ovina agg.	7								-23	-33	3	20	-18	-15	-40	-1	3	3	3	6
Galeopsis tetrahit	35	7		3	5		7		-6	8	-1	-9	-7	10	4	-2	4	5	5	6
Galium aparine	22	7	5	3			6	8	-18	-6	-2	9	19	-15	4	5	7	3	4	5
Galium hircynicum	8	7	5	2	5		2	3	-22	21	-12	8	-25	30	6	-15	3	6	6	7
Galium odoratum	10	2	5	2	5		5	11	10	18	-2	9	2	14	20		6	4	<6	4
Galium sylvaticum	16	5	5	4		4	7	5	6	-1	18	-8	6	-4	2	19	6	4	5	5
Genista pilosa	4	7	5	4			2	1	-27	-40	-5	27	-20	-18	-48	-9	3	3	2	6
Geranium robertianum	15	4	5	3			7		-19	-6	9	4	20	-16	5	12	7	3	4	5
Geum urbanum	5	4	5	5		5		7	19	10	-8	16	17	-2	19	-5	7	4	<6	6
Hedera helix	16	4	5	2	5				16	-10	-10	-1	17	-17	0	-7	7	3	4	6
Helleborus foetidus	12	5	6	2	4		8	3	20	-11	-3	6	21	-20	1	0	7	3	4	6
Hieracium glaucinum	7	5	7	3	4		3	2	-11	-28	-4	9	-7	-17	-30	-6	4	3	3	6
Hieracium lachenalii	12	5			5	4	2		-16	-18	-1	4	-13	-6	-24	-4	4	4	4	6
Hieracium laevigatum	9	7	5	3	5		2	2	-24	-14	4	5	-22	2	-25	0	3	4	4	6
Hieracium sylvaticum	23	4	5	3	5		5	4	-7	-7	-8	4	-6	-2	-10	-9	4	4	4	6
Holcus mollis	32	6	5	2	5		2	3	-16	10	-5	-7	-17	17	0	-7	3	5	6	6
Hypericum perforatum	6	7	5	5	4				8	-23	-24	2	11	-24	-15	-22	6	3	3	7
Hypericum pulchrum	5	4	6	2	5		3	2	-19	29	-7	5	-23	35	15	-10	3	7	17	6
Jasione montana	2	7	5	3	3		3	2	-35	-43	2	42	-28	-16	-55	-4	2	3	>11	5
Lamiasium galeobdolon	32	3	4	5	6		7	6	15	8	3	7	14	-2	15	5	6	4	4	5
Lapsana communis	9	5			3	5		7	1	-9	1	-12	2	-8	-7	1	5	4	4	6
Lathyrus linifolius	9	6	5	2	5		3	2	-4	-5	-6	-11	3	-2	-6	-7	15	4	5	6
Lonicera periclymenum	16	6	5	2			3	4	-17	18	-1	-2	-20	24	6	-4	3	6	6	6
Lunaria rediviva	2	4	5	4		6	7	8	32	5	59	25	31	-14	21	63	8	3	<5	2
Luzula luzuloides	27	4		4		3	4		-12	1	3	-10	-12	8	-6	1	4	5	5	6
Luzula pilosa	5	2	3			6	5	4	-3	15	4	-2	-5	14	11	3	5	5	6	6
Luzula sylvatica	6	4	4	2		6	2	5	-12	-5	17	-22	-11	3	-11	15	14	4	5	5
Melampyrum pratense	23	3				3	3		-24	-8	5	6	-22	7	-19	1	3	5	>4	6
Melica uniflora	49	3	5	2		5	6	7	9	-8	-5	-4	10	-12	-2	-4	6	3	4	6
Mercurialis perennis	21	2	5	3			7	7	17	1	13	-3	17	-9	10	16	7	4	5	5
Milium effusum	13	4	5	3	5		5	5	7	8	-10	-10	6	3	10	11	6	4	5	5
Moehringia trinervia	28	4	5	3	5		6	7	4	-1	-2	-10	4	-3	1	-1	5	4	5	6
Mycelis muralis	8	4	5	2	5		6	8	8	-10	-4	-3	9	-13	-4	-3	6	3	4	6
Myosotis sylvatica	4	5			3	6	7		10	-4	5	-22	11	-9	2	7	6	4	5	5
Narcissus pseudo-narcissus	3	7	4	2	6		4	4	-9	54	-23	41	-17	50	4	-24	3	8	18	7
Neottia nidus-avis	4	2	5	3	5		7	5	15	-1	-6	-19	15	-9	7		7	4	5	6
Orchis mascula	4	7		3	4	8	3		25	-10	-12	31	26	-22	5	-8	8	3	4	6
Oxalis acetosella	7	1	3		3	6	4	7	-8	37	-5	18	-14	35	27	-6	4	7	7	6
Paris quadrifolia	6	3			6	7	7		12	32	-12	29	7	20	34	-10	6	6	7	6
Phyllitis scolopendrium	2	4	6	2	5		8	6	32	5	59	25	31	-14	21	63	8	3	<5	2
Phyteuma nigrum	7	7	4	4	6		5	4	15	9	13	-18	13	-1	16	15	6	4	5	5
Poa chaixii	6	6	5	4	5		3	4	-7	12	4	-17	-9	14	6	3	4	5	6	6
Poa nemoralis	47	5	5	5	5		3	3	3	-6	-4	-7	4	-7	-4	-3	5	4	4	6
Polygonatum multiflorum	38	2	5	5	5		6	4	9	5	-2	7	8	-1	9	-1	6	4	5	6
Polygonatum verticillatum	4	4	4	2	5		4	5	-11	53	-19	38	-19	50	39	-21	3	8	18	7
Polypodium vulgare	19	5			3		2	7	-3	-5	28	-5	-2	-2	-6	27	15	4	5	4
Polystichum aculeatum	4	3	6	2		6	7		22	2	21	23	21	-11	13	24	7	3	<5	4
Potentilla erecta	3	6	3					2	-19	44	-14	11	-26	47	27	-17	2	7	8	7
Potentilla sterilis	10	5	5	2		5	6	6	10	-12	-13	-8	12	-16	-5	-11	6	3	4	7
Primula veris ssp. canescens	12								15	-6	-16	0	16	-13	3	-13	7	3	4	7
Pteridium aquilinum	2	6	5	3	6		3	3	-23	31	-22	22	-28	39	14	-25	2	7	7	7
Pulmonaria officinalis	7	5	6	5	5		8	6	14	2	-10	-5	14	-6	9	-8	6	4	5	6

Tab. 5: Achsenwerte (species scores) und Zeigerwerte der Arten (Fortsetzung).

Artname	Stet n	ELLENB.1979						Species cores				korr.Achsenw.				Spez. Zeigerwerte			
		L	T	K	F	R	N	AX1	AX2	AX3	AX4	Bas	Nie	Tie	Str	BaZ	KiZ	FeZ	StZ
Ranunculus ficaria	4	4	5	3	7	7	7	12	14	-5	8	10	5	18	-3	6	5	6	6
Scilla bifolia	13	5	6	5	6	7	6	22	-1	7	7	22	-13	11	10	7	3	<5	5
Senecio fuchsii	1	17		4	5		8	-5	31	-16	5	-10	29	24	-17	4	6	17	7
Silene vulgaris	5	8			4	7	2	-10	-20	-6	-11	-7	-11	-22	-8	4	1	3	4
Solidago virgaurea ssp.virg.	5	5			5		5	-13	15	-8	-4	-15	20	6	-10	4	6	6	6
Stellaria holostea	42	5	6	3	5	6	5	2	-2	-5	-7	2	-3	-1	-5	5	4	5	6
Tanacetum corymbosum	15	7	6	5	3	8	4	11	-16	-14	1	13	-19	-8	-12	6	1	3	4
Teucrium scorodonia	45	6	5	2	4	2	3	-16	-5	-1	-4	-15	5	-13	-4	14	5	5	6
Vaccinium myrtillus	16	5		5		2	3	-24	22	1	0	-27	32	6	-3	2	6	6	6
Veronica officinalis	8	5		3	4	2	4	-4	-5	-4	-10	-3	-2	-6	-5	15	4	5	6
Vicia sepium	18			5	5	7	5	15	-3	-14	5	15	-11	5	-11	7	3	<5	7
Viola reichenbachiana	13	4	5	4	5	7	6	14	10	-14	9	12	1	16	-12	6	4	<6	7
Viola riviniana	25	5		3	5	3		5	6	-13	0	4	2	8	-12	15	4	5	7

4. Diskussion

Während indirekte Ordinationsverfahren (WHITTAKER 1967), wie die Hauptkomponentenanalyse, sich auf die Auswertung reiner Vegetationsdaten, wie sie z. B. in pflanzensoziologischen Vegetationsaufnahmen gewonnen werden, beschränken, ist mittels der direkten Ordination die gleichzeitige Berücksichtigung von erhobenen Standortfaktoren möglich.

Selbst mit einem relativ kleinen Datensatz von 134 repräsentativen Aufnahmen können deutlich 3 Faktorenkomplexe ermittelt werden, die einen großen Teil der vorliegenden Varianz erklären und eine enge Korrelation zu den erhobenen Standortfaktoren zeigen.

Die aus den Achsenkoordinaten der Arten berechneten spezifischen Zeigerwerte weisen eine, wenn auch nur begrenzte, Übereinstimmung mit der ELLENBERG'schen Reaktionszahl (Basenachse) und der Feuchtezahl (Feuchteachse) auf. Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten spezifischen Zeigerwerte zeichnen sich durch einen engen Bezug zu der untersuchten Vegetation in einem abgegrenzten Bearbeitungsgebiet aus. Insbesondere spezifizieren sie die Basenzeiger und ermöglichen ferner eine differenzierte Darstellung des Wasserhaushaltes durch die Trennung von edaphisch und klimatisch bedingter Wasserversorgung. Darüber hinaus wird mit der Strahlungszahl ein neuer Standortfaktor mit Indikatorwerten belegt.

Größere Abweichungen von den Werten ELLENBERG's ergeben sich bei einigen Arten flachgründiger Standorte, z. B. *Cotoneaster integerrimus*, *Silene vulgaris*, *Tanacetum corymbosum*, bei denen die spezifischen Basenzahlen und z. T. auch die spezifischen Feuchtezahlen wesentlich niedriger liegen. Einige hauptsächlich in den Höhenlagen verbreitete Arten, z. B. *Hypericum pulchrum*, *Polygonatum verticillatum*, *Senecio fuchsii* zeigten dagegen größere spezifische Feuchtezahlen. Die meisten der stark abweichenden Arten besiedeln Extremstandorte und sind im Gesamtmaterial relativ selten. Ihre Werte haben deshalb nur eine beschränkte Aussagekraft. Traubeneiche und Hainbuche als die Baumarten, die am stärksten durch die Niederwaldnutzung gefördert wurden, weichen nicht von den ELLENBERG'schen Feuchtezahlen ab.

Auffällig sind die erhöhten spezifischen Basenzahlen bei einer Reihe von Arten der bodensauren Eichenwälder, z. B. *Lathyrus linifolius*, *Luzula sylvatica*, *Polypodium vulgare*, *Veronica officinale* und *Viola riviniana*. Offensichtlich wurden diese Arten durch die nutzungsbedingte Änderung der Baumschicht und die günstigeren Lichtbedingungen gefördert.

Beim Vergleich der spezifischen Klima- und Feuchtezahl fallen eine Reihe subkontinental (*Bromus benekenii*, *Cardamine pratensis*, *Corydalis solida*, *Scilla bifolia*) und submediterran getönter Arten (*Tilia platyphyllos*, *Ulmus glabra*, *Galium odoratum*, *Geum urbanum*, *Polystichum aculeatum*) mit geringen Niederschlagswerten, jedoch verhältnismäßig frischen Böden auf. Bei *Melampyrum pratense* und *Jasione montana* ist die Relation umgekehrt (höhere Niederschläge, trockene Böden).

Schließlich zeigen Schluchtwald- und Schatthangarten niedrige und Trockenwaldarten hohe spezifische Strahlungszahlen auf.

Da die gewählte Methode keine Angaben über die Treue einzelner Arten zu bestimmten Standortverhältnissen liefert, kann im mittleren Zeigerwertbereich nicht in Arten mit einem indifferenten Verhalten und solchen mit streng mittleren Ansprüchen unterschieden werden. Dieser Sachverhalt ließe sich durch eine statistische Auswertung der Artvorkommen entlang der jeweiligen Standortgradienten klären.

## **Literatur**

- AG BODENKUNDE, 1982: Bodenkundliche Kartieranleitung. - 3.,verb.Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Hannover.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1951: Pflanzensoziologie. - 2. Auflage, Wien.
- ELLENBERG, H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica 9, 2. Aufl., Göttingen: 122 S.
- ELLENBERG, H., 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - 3., verb. Aufl., Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- ELLENBERG, H. et al., 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica 18, Göttingen: 248 S.
- GITTINS, R., 1985: Canonical Analysis. - Springer Verlag Berlin.
- JONGMAN, R. H. G., TER BRAAK, C. J. F. & O. F. R. VAN TONGEREN, 1987: Data Analysis in Community and Landscape Ecology. - Pudoc Wageningen: 299 S.
- MANZ, E., 1993 (in Vorbereitung): Vegetation und standörtliche Differenzierung der Niederwälder im Nahe- und Moselraum. - Pollichia-Buch, Bad Dürkheim.
- MEIWES et al., 1984: Chemische Untersuchungsverfahren für Mineralboden, Auflagehumus und Wurzeln zur Charakterisierung und Bewertung der Versauerung in Waldböden. - Ber. Forsch. Waldökos./Waldst. 7: 1-67, Göttingen.
- MOORE, P. (Hrsg.), 1986: Methods in Plant Ecology. - 2nd Ed. Oxford: 589 S.
- OBERDORFER, E., 1987: Süddeutsche Wald- und Gebüschgesellschaften im europäischen Rahmen. - Tuexenia 7: 459-468, Göttingen.
- SEIBERT, P., 1966: Der Einfluß der Niederwaldwirtschaft auf die Vegetation. In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Anthropogene Vegetation. - Ber.Intern.Symp., Den Haag.
- TER BRAAK, C. J. F., 1988: CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1.). - Wageningen.
- WHITTAKER, R. H., 1967: Gradient Analysis of Vegetation. Biol.Rev. 42: 207-264

## **Danksagung**

Frau Prof. Dr. B. Ruthsatz und Herrn Dr. W. Werner sei herzlich für die kritische Durchsicht und die wertvollen Anregungen gedankt.

## **Adresse**

Erwin Manz  
Forstmeister-Gräff-Str. 9

6550 Bad Kreuznach

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [21\\_1992](#)

Autor(en)/Author(s): Manz Erwin

Artikel/Article: [Ermittlung spezifischer Zeigerwerte für die Gefäßpflanzen der linksrheinischen Niederwälder 309-320](#)