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

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 127 (1996)

Artikel: Zur Indikation von Bodennährstoffen in Streuwiesen : Vitalitätsmerkmale ausgewählter Arten und floristischer Parameter als Nährstoffindikatoren in Streuwiesen des Zürcher Voralpengebietes = Indication of soil nutrients in litter meadows : vitality parameters of selected species and floristic parameters as indicators of soil nutrients in litter meadows in the Pre-Alps of the cant...

Autor: Graf, Ulrich Hans

Kapitel: 3: Resultate

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308991

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: 01.07.2025

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

3. RESULTATE

3.1. VEGETATION

3.1.1. Übergänge zu den Heuwiesen / Hochstaudenfluren

Die Hochstaudenfluren im Neuthal in Bäretswil (Tab. 65 in der Beilage, Aufnahmen 203, 205, 206, 207) und im Neuriedtli in Samstagern (Tab. 65, siehe Beilage, Aufnahmen 301, 306, 308, 317, 319, 337, 339) lassen sich dem *Valeriano-Filipenduletum* zuordnen. Aspektbestimmend ist in beiden Fällen *Filipendula ulmaria*, im Neuthal zusammen mit *Helictotrichon pubescens* und *Rhinanthus alectorolophus*, im Neuriedtli zusammen mit *Holcus lanatus*. *Angelica silvestris* und *Cirsium oleraceum* weisen hohe Stetigkeiten auf, bestimmen den Aspekt jedoch nicht. Die durch MAYER (1939, zit. in KLÖTZLI 1969) vorgenommene Abgrenzung des *Filipenduletum* zum *Molinietum* aufgrund des Vorkommens von *Primula elatior*, *Arrhenatherum elatius* und des Fehlens von *Briza media*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Centaurea jacea*, *Potentilla erecta* und *Ranunculus nemorosus* im *Filipenduletum* deckt sich fast vollständig mit den Beobachtungen im Spierstaudenried im Neuthal und im Neuriedtli.
Das hochstete Auftreten trockenheitsertragender Arten (*Cerastium caespitosum*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Helicotrichon pubescens*, *Trifolium pratense*, *Colchicum autumnale* und *Dactylis glomerata*) lässt bei den Hochstaudenfluren im Neuthal eine gewisse Ähnlichkeit zur trockenen Variante des *Valeriano-Filipenduletum* erkennen. Demgegenüber weist das *Filipenduletum* im Neuriedtli etwas mehr Nässezeiger auf wie *Ranunculus aconitifolius*, *Carex acutiformis*, *Caltha palustris* und *Lythrum salicaria*. Unter den Nässezeigern ist das vollständige Fehlen von *Phragmites communis* im Neuriedtli erwähnenswert. Seine Stelle wird von *Typhoides arundinacea* eingenommen, welches am Bachufer ausserhalb der Vegetationsaufnahmen stellenweise mit Wuchshöhen von über 2 m nahezu bestandsbildend wird. Die Hochstaudenfluren im Neuriedtli fallen weitgehend zusammen mit der Ausdehnung des kolluvial-alluvialen Braunerdegleys. Eine Aufnahme liegt auf anthropogenem Fahlgley (vgl. Fig. 4).
In beiden Objekten finden sich nebst den erwähnten trockenheitsertragenden Arten Vertreter der intensiv genutzten Wiesen wie *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense*, *Anthoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*,

Galium album , *Vicia cracca* und *Rumex acetosa*. Im Neuthal kommen noch *Taracaxum officinale, Veronica chamaedrys, Lolium perenne, Glechoma hederaceum* und *Plantago lanceolata* hinzu. Im Neuthal nimmt der Übergang von der Futter- zur Streuwiese so wenig Raum in Anspruch, dass zur Erfassung der Hochstaudenflur Aufnahmeflächen mit einer Breite von 8 m und einer Tiefe von 3 m gewählt werden mussten. Ihre äusseren Ränder fallen mit der Bewirtschaftungsgrenze zusammen. Ihre inneren Ränder kommen bereits in die Übergänge zu den Pfeifengraswiesen zu liegen.
Im Rod fehlt die Ausbildung einer eigentlichen Hochstaudenflur.

3.1.2. Pfeifengraswiesen

In den Untersuchungsgebieten existieren drei Formen von Pfeifengraswiesen, z.T. mit Übergangsformen.
Die Aufnahmen vom Neuriedtli, die am Rand an weniger vernässten Stellen liegen, dürften am ehesten der *Filipendula*-Variante des *Saturejo-Molinietum (arundinaceae)* zuzuordnen sein (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Aufn. 307, 310, 311, 312, 314, 316, 318, 335, 340, 341). Dazu gehören auch die Adlerfarnbestände am südlichen Abhang. Im Schatten des Adlerfarns finden sich Arten, die sonst eher in Wäldern vorkommen, z.B. *Polygonatum multiflorum* oder *Phyteuma spicatum*. Die Klassierung dieser Bestände bedarf einer Anmerkung: *Molinia* wird als *Molinia coerulea* angesprochen, wobei diese Ansprache unsicher bleibt. In den Beständen fehlen mit Ausnahme von *Scirpus silvaticus* fast sämtliche Arten, welche nach KLÖTZLI (1969) die Hangausbildungen der Pfeifengraswiesen von den Alluvionenausbildungen unterscheiden. *Satureja vulgaris* wächst im Gebiet nur verstreut. Eine andere Möglichkeit wäre auch die Zuweisung zur *Carex-acutiformis*-Variante des *Stachyo-Molinietum typicum*. Jedoch fehlen mit Ausnahme von *Luzula campestris* fast sämtliche Arten, welche die Alluvionenausbildungen der Pfeifengraswiesen von den Hangausbildungen unterscheiden. Vom *Gentiano-Molinietum* im Neuriedtli lassen sich die obengenannten Bestände durch die Arten-Gruppe 25, welche eher mesische Böden anzeigt, unterscheiden (*Festuca pratensis, Carex pallescens, Potentilla sterilis, Trifolium medium*... vgl. Tab. 65 in der Beilage). Gruppe 26, die auf etwas feuchtere und nährstoffreichere Böden hinweist, vermittelt zum *Valeriano-Filipenduletum* (*Silene flos-cuculi, Cynosurus cristatus, Geranium pratense, Typhoides arundinacea*... vgl. Tab. 65 in der Beilage). Die Aufnahmen 304, 305, 309 und 326 leiten durch das Vorkommen von Gruppe 7 (*Carex*

davalliana, Parnassia palustris, Eriophorum latifolium usw.) und aufgrund der schwach vertretenen Gruppen 25 und 26 zum *Gentiano-Molinietum* über.
Gegenüber dem *Saturejo-Molinietum* ist das *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae* durch das Auftreten von Magerkeitszeigern (Gruppe 6: *Polygala amarella, Orchis traunsteineri, Gentiana pneumonanthe* usw.) bzw. Wechselnässe/Magerkeitszeigern (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Gruppe 7) erkenntlich. Es findet sich in allen drei Untersuchungsgebieten. Die Aufnahmen im Rod zeigen durch das Fehlen von Gruppe 18 eine gewisse Ähnlichkeit zum *Caricetum davallianae*. Die trockensten Teile des Rod (Aufnahmen 126, 133, 136, 138) setzen sich durch die Gruppe 23 und einzelne Arten der Gruppen 5 und 22 (vgl. Tab. 65 in der Beilage, u. a. *Festuca ovina*, *Primula veris, Bromus erectus, Ononis repens*) von den übrigen Teilen des *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae* ab und vermitteln bereits zum *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae*. Im Rod können die an die Intensivwiese anschliessenden Bestände und zwei Aufnahmen in leichter Kuppenlage dem *Gentiano-Molinietum caricetum montanae* zugewiesen werden. Im Neuthal sind es drei unmittelbar an den Hochstaudensaum anschliessende Aufnahmen. Die Nachbarschaft zu den intensiv genutzten Wiesen zeigt sich floristisch durch das Vorkommen einiger Wiesenarten (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Gruppe 20: *Dactylis glomerata, Rumex acetosa, Cardamine pratensis*), Trockenheitszeiger (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Gruppen 21 und 22) sowie durch das Fehlen der Wechselnässe anzeigenden Gruppen 6 und 7 (z.B. *Gentiana pneumonanthe, Parnassia palustris* usw.). Im Neuriedtli finden sich keine Aufnahmen, die dieser Einheit zugewiesen werden können.

3.1.3. Kleinseggenrieder

Die Kleinseggenrieder im Rod lassen sich zwei Ausbildungen des *Caricetum davallianae* zuordnen. Die etwas nährstoffärmeren und trockeneren Bestände können der typischen Subassoziation zugeteilt werden. Diese zeichnet sich im Rod durch die Präsenz der Trockenheitszeiger/Magerkeitszeiger *Koeleria pyramidata*, *Festuca ovina* und des Wechselfeuchtezeigers/Magerkeitszeigers *Tofieldia calyculata* (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Artengruppe 5) aus. Dem *Caricetum davallianae typicum* können auch die Aufnahmen 328, 329, 344 aus dem Neuriedtli zugeteilt werden.
Die etwas feuchtere und nährstoffreichere Ausprägung der Kleinseggenbestände im Rod können dem *Caricetum davallianae bryetosum* zugeordnet

werden. Die augenfälligste Differenz zum *Caricetum davallianae typicum* sind die Knotenbinsenbestände. Das *Caricetum davallianae bryetosum* weist einige Wechselfeuchtigkeitszeiger auf, welche z.T. auf nährstoffreichere Verhältnisse hinweisen und welche im *Caricetum davallianae typicum* weitgehend fehlen (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Gruppen 13–15, z.B. *Angelica silvestris, Cirsium palustre, Crepis paludosa, Lythrum salicaria* sowie *Eupatorium cannabinum*). Im Rod fehlt *Equisetum palustre* in der typischen Subassoziation und kann zur Differenzierung der beiden Ausprägungen verwendet werden. Auf einzelnen Flächen wird *Juncus subnodulosus* so mächtig (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Aufnahme 128: Deckung 5, Aufnahmen 119, 132: Deckung 4), dass es einige Arten des *Caricetum davallianae* verdrängt, sogar *Carex davalliana* selbst. Die Frage, ob Flächen ohne *Carex davalliana* dem *Caricetum davallianae* zugeordnet werden können, sei dahingestellt. Eine Abtrennung der verarmten von den anderen Knotenbinsenbeständen ist jedoch nicht zwingend. Als Gruppe lassen sich die Knotenbinsenbestände ohne Schwierigkeiten der von KLÖTZLI (1969) vor dreissig Jahren im selben Gebiet gemachten Aufnahme zuordnen.
Ein Teil der Kleinseggenbestände im Neuriedtli (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Aufnahmen 302, 303, 322, 323, 331, 338, 343) kann dem *Caricetum davallianae stachyetosum* zugeteilt werden. Vom *Caricetum davallianae typicum* (Aufnahmen 328, 329, 344) unterscheidet es sich durch die Artengruppen 17 und 18 der frischen bis feuchten Böden, welche eine mässige bis gute Nährstoffversorgung anzeigen: *Primula elatior, Anemone nemorosa, Veratrum lobelianum* und *Scirpus silvaticus.* Weiter unterscheidet es sich durch das Auftreten der namengebenden Art *Betonica (= Stachys) officinalis* und durch die Wechselfeuchte- bzw. Wechselnässezeiger *Juncus articulatus* und *Carex elata* vom *Caricetum davallianae typicum* bzw. *bryetosum.*
Die Aufnahmen 321, 325, 330 und 324 im Neuriedtli lassen sich nur schwer einordnen. Sie stammen von meist recht artenarmen Beständen (13, 15, 16 und 28 Arten), welche von Feuchte- und Nässezeigern dominiert werden. Sie zeichnen sich durch das Vorkommen von *Heleocharis pauciflora, Menyanthes trifoliata* und *Pinguicula vulgaris* sowie durch das Fehlen der meisten Arten der übrigen Davallseggenbestände aus. Diese Ausprägung des Kleinseggenrieds ist der bei KLÖTZLI (1969) beschriebenen *Carex-elata*-Variante des *Caricetum davallianae bryetosum* noch am ähnlichsten, obwohl *Carex elata* fehlt. Eine andere Möglichkeit wäre die Zuweisung zum *Primulo-Schoenetum pinguiculetosum*. Vor allem Aufnahme 330 zeigt in diese Richtung (*Schoenus ferrugineus* hat hier Deckung 4). *Schoenus* fehlt allerdings bei den anderen drei Aufnahmen

der Gruppe.
Die Kleinseggenbestände im Neuthal werden zum grössten Teil dem *Primulo-Schoenetum stachyetosum* zugeordnet. Sie heben sich durch Magerkeitszeiger (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Gruppe 4) von allen anderen Beständen der drei Untersuchungsgebiete ab: die trockenheitsertragenden *Thymus pulegioides* und *Scabiosa columbaria*, die Wechselfrische anzeigenden *Aquilegia atrata* und *Phyteuma orbiculare* sowie die Wechselfeuchtezeiger *Pinguicula vulgaris* und *Schoenus ferrugineus*. Die Bestände werden zusätzlich durch die hohen Deckungen von *Festuca ovina* s.l., *Carex hostiana, Carex panicea, Carex davalliana, Molinia coerulea,* vereinzelt auch *Carex pulicaris, Centaurea angustifolia* und *Lotus corniculatus* gekennzeichnet. Die Bestände kommen der bei KLÖTZLI (1969) beschriebenen *Lotus-corniculatus*-Variante recht nahe. Einige verschilfte Flächen (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Aufnahmen 201, 216, 217, 218, 219, 223, 233) scheinen etwas nährstoffreicher, was am Aufreten von *Primula elatior, Colchicum autumnale, Cirsium oleraceum* und am Fehlen von *Pinguicula vulgaris* erkennbar ist.
Eine zweite Ausprägung der Kleinseggenrasen im Neuthal kann nicht mit Sicherheit einer in KLÖTZLI (1969) beschriebenen Gesellschaft zugeordnet werden (vgl. Tab. 65 in der Beilage, Aufnahmen 222, 224, 225, 226, 229). Die Mächtigkeit von *Schoenus ferrugineus* lässt eine Verwandtschaft zum *Primulo-Schoenetum* als sicher erscheinen, jedoch fehlen die meisten übrigen Magerkeitszeiger, die für das *Primulo-Schoenetum* im Neuthal typisch sind (Artengruppen 4 und 5). Dafür enthalten sie eine Gruppe von Nässe- bis Wechselfeuchtezeigern, welche eine gewisse Ähnlichkeit zu den Formen des Davallseggenrieds (Artengruppe 14: *Crepis paludosa, Juncus subnodulosus, Lythrum salicaria*) bzw. zum Grossseggenried im Neuthal erkennen lassen (Artengruppe 3: *Menyanthes trifoliata, Carex elata, Carex fusca, Juncus articulatus*). Blutweiderich, Fieberklee und Steife Segge sind Arten, die im allgemeinen in Kopfbinsenriedern auch zu finden sind, in der lokalen Form dieser Gesellschaft im Neuthal jedoch nur mit geringer Stetigkeit auftreten. Man könnte die Bestände also zwischen der *Carex-fusca*-Variante des *Caricetum davallianae caricetosum elatae* und dem *Primulo-Schoenetum* einordnen.

3.1.4. "Landröhrichte"

Im Neuriedtli bildet sich kein eigentliches Landröhricht aus, da *Phragmites communis* fehlt.

Im untersuchten Teil des Rod befindet sich nur an einem Ort ein Röhricht. Es liegt am oberen Rand des Gebietes und ist vom intensiv genutzten Landwirtschaftsland durch ein kleines Feldgehölz getrennt. Es besteht praktisch nur aus Schilf. Eine nennenswerte Deckung weisen nur noch *Poa pratensis* s.l. (2), *Agrostis stolonifera* (1) und *Galium aparine* (1) auf. Die Zuordnung zu einer bestimmten Gesellschaft erübrigt sich.
Die Schilfbestände im Neuthal sind stark vernässt. Sie stehen in einer von einem Wassergraben durchzogenen Mulde. Das Schilf bedeckt nicht den ganzen tiefliegenden Bereich des Gebiets. Nur aus Distanz gewinnt man den Eindruck eines terrestrischen Röhrichtes. Das Schilf erreicht nur an einer einzigen Stelle mehr als die Hälfte der Gesamtdeckung. Der Aspekt wird von zahlreichen Gross-Seggen bestimmt. *Carex elata* und *Carex paradoxa* bilden z.T. Bulte aus. Mit hoher Deckung (3–4) sind auch *Carex gracilis, Carex fusca* und *Carex acutiformis* zu finden. Nach KLÖTZLI (1969) könnte das Röhricht im Neuthal einem *Caricetum elatae typicum* oder einem *Caricetum elatae comaretosum* zugeteilt werden. Die Zuweisung bleibt jedoch unsicher. MARTI (1994) empfiehlt, wegen der ungenügenden ökologischen Differenzierung auf eine soziologische Unterteilung der Grossseggenbestände zu verzichten und sie gesamthaft als *Magnocaricetum* zu bezeichnen.

3.2. BODENKUNDLICHE GRADIENTEN

3.2.1. Allgemeines

In den Gebieten Rod und Neuthal handelt es sich beim Boden aller Transekte um Bunt- oder Fahlgley. Im Neuriedtli liegt ein Teil der Proben auf Braunerde, einer auf Braunerdegley und ein dritter auf Bunt- oder Fahlgley (vgl. Fig. 4).
Die Ordination zeigt für die gewichts- und die volumenbezogenen Werte zwar verschobene, aber in der Form sehr ähnliche Bilder (vgl. Fig. 5). Die volumenbezogenen Werte weisen in der ursprünglichen Korrelationsmatrix meistens mehr Varianz auf als die entsprechenden gewichtsbezogenen Werte (vgl. Tab. 45 im Anhang). Daher werden für die weiteren Analysen nur noch die volumenbezogenen Werte berücksichtigt. Sie sind das Produkt aus der scheinbaren Dichte und den gewichtsbezogenen Werten. Die scheinbare Dichte ist somit in die volumenbezogenen Werte voll integriert und muss für die weitere Analyse nicht mehr beachtet werden.

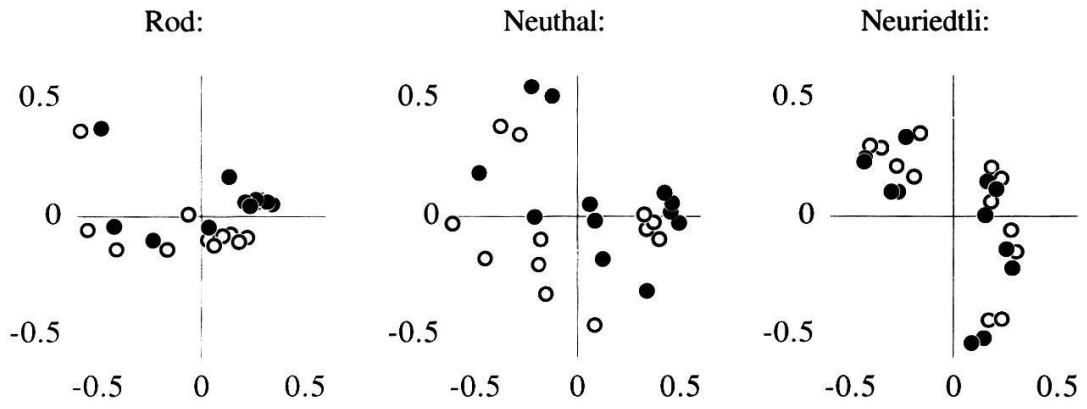


Fig. 5. Ordinationen der Bodenfaktoren (ohne H_2O, Dichte und C/N). Helle Punkte: gewichtsbezogene Werte; schwarze Punkte: volumenbezogene Werte.
Ordinations of soil factors (without H_2O, density and C/N). White points: weight based values; black points: volume based values.

3.2.2. Der Nährstoffversorgungsgrad in den Untersuchungsgebieten

Zum Niveau der Nährstoffversorgung siehe Tab. 3, bzw. Tab. 46–48 im Anhang.

Die Versorgung des Intensiv-Kulturlandes mit mineralisierbarem Stickstoff ist mit 12–30 mg/l etwas geringer als die Werte, welche BOLLER-ELMER (1977) für die Fettwiesen angibt (20–40 mg/l akkumulierten Stickstoff). Aktuell verfügbarer Stickstoff im Intensiv-Kulturland ist mit Gehalten von 3.5–4.5 mg/l sogar bedeutend weniger vorhanden als bei BOLLER-ELMER (1977), welche Werte von 10–20 mg/l für Nitrat und 5–15 mg/l für Ammonium findet. Die in der vorliegenden Arbeit festgestellten Werte liegen leicht über jenen, welche von PETERS (1988) für den A-Horizont von Feuchtwiesen im Frühling (ca. 2 mg/l) gefunden wurden. Vielmehr entsprechen sie seinen Angaben für Quellwald. Die Stickstoffversorgung der am stärksten oligotrophen Teile der Transekte ist mit bis zu durchschnittlich 8 mg/l vergleichbar den Befunden von BOLLER-ELMER (1977), deren Werte sich im Riedinnern zwischen Null und 10 mg/l bewegen. Die aktuellen Ammoniumgehalte im Riedinnern sind höher als am Riedrand, was ebenfalls mit ihren Beobachtungen übereinstimmt.

Die Gesamtphosphorversorgung der Untersuchungsgebiete beläuft sich in den oligotrophen Bereichen der Transekte auf 190 bis 250 mg/l, was von PREISS (1982) und von RUTHSATZ (1990) für *Molinieten* als ausgesprochen phosphor-

Tab. 3. Nährstoffversorgung in den Untersuchungsgebieten: nach Gebieten berechnete mittlere Maximal- und Minimalwerte der Bodenvariablen mit Standardabweichung. Für sämtliche Messwerte vgl. Tab. 46–48 im Anhang.
Nutrient supply of the sites: averages and standard deviations of maxima and meansof the soil varialbes for every site. For the complete data set see appendix, tables 46–48.

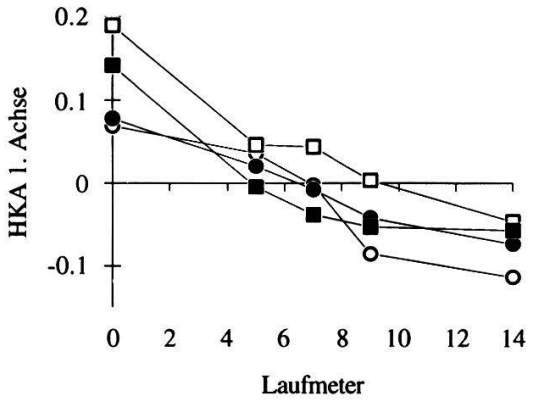
	Wasser-gehalt (Ge-wicht)	NH_4-N aktuell (mg/l)	NO_3-N inkubiert (mg/l)	Gesamt-Phos-phor (g/l)	Ortho-PO_4 (mg/l)	K (mg/l)	C-N-Verhältnis
Rod Minimum	38.0% ±6.9%	1.321 ±0.795	8.209 ±5.381	0.191 ±0.032	0.796 ±0.315	19.362 ±2.442	10.855 ±0.366
Rod Maximum	62.2% ±3.6%	4.446 ±2.534	24.187 ±5.632	0.497 ±0.079	2.125 ±0.290	55.373 ±23.076	17.664 ±4.059
Neuthal Minimum	41.8% ±1.2%	1.109 ±0.561	1.966 ±1.916	0.232 ±0.042	0.531 ±0.098	19.752 ±7.882	10.580 ±0.062
Neuthal Maximum	62.3% ±6.5%	3.542 ±1.732	30.152 ±6.393	0.648 ±0.057	2.120 ±0.457	60.240 ±10.269	12.904 ±0.725
Neuriedtli Minimum	45.9% ±7.9%	1.143 ±0.581	0.946 ±0.832	0.247 ±0.035	0.789 ±0.189	17.414 ±3.413	10.906 ±0.636
Neuriedtli Maximum	73.8% ±7.5%	3.353 ±1.227	12.931 ±10.462	0.418 ±0.077	1.213 ±0.195	46.020 ±22.503	14.683 ±1.053

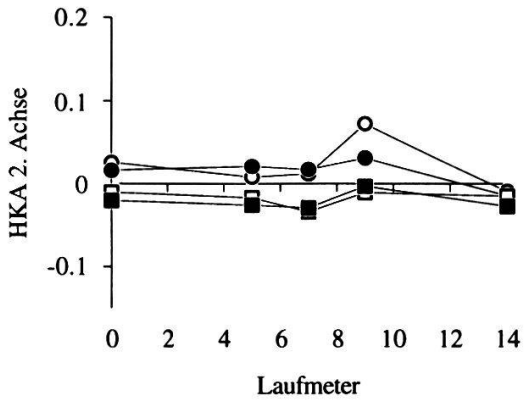
arm bezeichnet wird. Die durchschnittlichen Maximalwerte entsprechen mit 400–650 mg/l den von BRÜNE (1948) angegebenen Werten für das Niedermoor, fallen bei RUTHSATZ (1990) in die Bereiche "normale Werte" (400–500 mg/l) bis "auffallend hohe Werte" (ab ca. 600 mg/l). Die Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphat reichen von ca. 0.5–2.1 mg/l, was 0.84–5 ppm Trockensubstanz (TS) bzw. 0.2–0.4% des Gesamtphosphors entspricht. PREISS (1982) gibt als pflanzenverfügbaren Phosphor 3–10% des Gesamtphosphors an. ANDRES et al. (1987) nennen für das oligotrophe Flachmoor P_2O_5-Gehalte von 1–7 ppm TS. RUTHSATZ (1990) weist mit Ammonium-Lactat-Essigsäure extrahierte minimale Phosphatgehalte von 6–12 mg/l aus. Aufgrund der abweichenden Methodik in der vorliegenden Arbeit (Bikarbonatextraktion nach Olsen) ist ein direkter Vergleich schwierig.
Die mittleren minimalen K-Gehalte bewegen sich mit 17–19 mg/l leicht unter den von PREISS (1982) für *Primulo-Schoeneten* (34–35 mg/l) und *Gentiano-Molinieten* (27–37 mg/l) angegebenen Werten. RUTHSATZ (1990) nennt für Regenerationsflächen auf Niedermooren Werte von 20–30 mg/l "auffallend niedrig" und Werte über 60 mg/l "auffallend hoch". Mit 46–60 mg/l dürften sich die mittleren Maximalwerte der Transekte in der vorliegenden Arbeit im

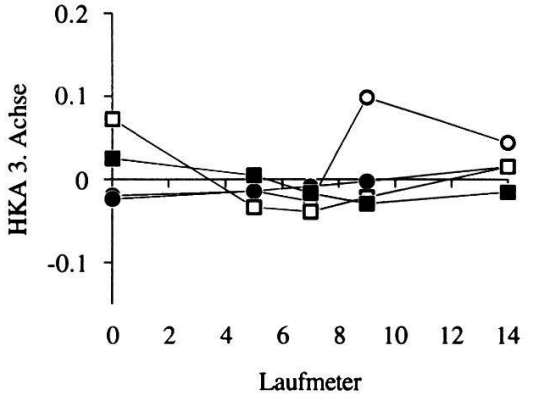
Bereich "normaler" Werte befinden. Im Vergleich mit durchschnittlich gedüngten, landwirtschaftlich genutzten Böden in der Schweiz sind auch die maximalen K-Gehalte auffallend tief: KESSLER (1994) nennt Vorräte von 30'000 bis 60'000 kg K_2O pro Hektare in den obersten 20 cm des Bodens. Nach Angabe von PREISS (1982), dass davon ca. 2–10% pflanzenverfügbar seien, ergibt dies einen K-Gehalt von mindestens 240 mg/l, d.h. einen um 4–5 mal grösseren als die maximalen Gehalte in den Untersuchungsgebieten.
Das C-N-Verhältnis weist mit Werten zwischen 10 und 18 nur geringe Unterschiede zwischen den eher eutrophen und den eher oligotrophen Teilen der Transekte auf. Sie entsprechen den von PREISS (1982) gefundenen Werten für Flachmoorbiotope in Süddeutschland. Nach der Bewertung von KLÖTZLI (1987) sind Sümpfe mit Werten kleiner als 20 als eutroph einzustufen. RUTHSATZ (1990) bezeichnet für Regenerationsflächen auf Niedermooren Werte kleiner als 17 als "auffallend hoch" und Werte grösser als 22 als "auffallend niedrig". Die C-N-Verhältnisse in den untersuchten Gebieten liegen in einem Bereich, welcher für den mikrobiellen Abbau noch günstig ist (vgl. SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1982, S. 229).

3.2.3. Bodenverhältnisse im Rod

Die Nährstoffgehalte auf den Transekten im Rod nehmen mit zunehmender Entfernung vom Wirtschaftsland fast linear ab (vgl. Fig. 6). Die 1. Achse der Hauptkomponentenanalyse bildet 68.9% der Gesamtvarianz ab und steht für Gesamt-P, Wassergehalt, Ortho-PO_4 und NO_3-N. Alle Faktoren der 1. Achse weisen eine sehr ähnliche räumliche Verteilung auf und korrelieren gut miteinander: Die Korrelation des Gesamt-P mit dem Wassergehalt beträgt $r = 0.934$, jene mit NO_3-N: $r = 0.886$ und jene mit Ortho-PO_4: $r = 0.874$.
Die 2. Achse bildet noch 15.0% der Gesamtvarianz ab und steht für das C-N-Verhältnis. Es zeigt bei Laufmeter 9 auf allen vier Transekten einen Maximalwert, über die gesamten Transektlängen aber keine eindeutige Tendenz. Das C-N-Verhältnis korreliert mit keiner der restlichen Variablen. Die beste Korrelation besteht mit dem Wassergehalt ($r = -0.108$).
Die übrigen Bodenfaktoren NH_4-N und K zeigen auf den 4 Transekten unterschiedliche Verläufe (vgl. Fig. 6, dritte Achse). Die beiden Faktoren sind kaum miteinander korreliert ($r = -0.392$). NH_4-N korreliert am besten mit Ortho-PO_4 ($r = 0.761$), K am besten mit dem Gesamt-P ($r = 0.799$).
Wie die Rangierung der Variablen nach ihrem Anteil an der Varianz zeigt







	Achse 1	Achse 2	Achse 3
Varianz	68.9%	15.0%	9.0%
Wassergehalt	**-0.441**	-0.044	-0.107
NH_4-N	-0.353	0.232	**0.619**
NO_3-N	**0.409**	-0.005	-0.213
Gesamt-P	**0.443**	0.133	0.056
Ortho-PO4	**0.433**	-0.091	-0.042
K	0.359	0.024	**0.722**
C/N	0.038	**0.958**	-0.185

Fig. 6. Nährstoffgradient im Rod: Faktorenwerte der Bodenproben der Transekten auf der 1., 2. und 3. Achse der Hauptkomponentenanalyse der Bodenvariablen, aufgetragen gegen den Abstand zum Wirtschaftsland. Die Faktorenladungen stehen rechts in der Tabelle.
Nutrient gradient in Rod: soil sample scores of the transects on the 1st, 2nd and 3rd axis of the principle component analyses. The Fator loadings are in the table beside.

-o- Transekt 1 -●- Transekt 2 -□- Transekt 3 -■- Transekt 4

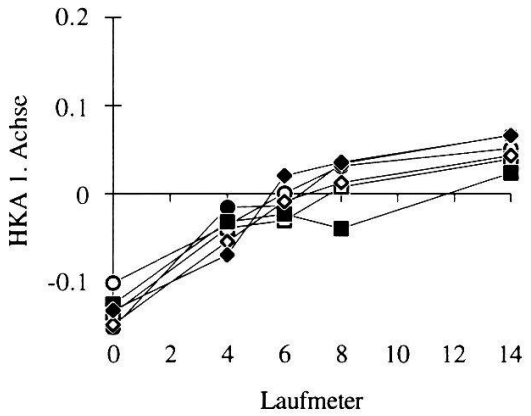
Tab. 4. Rod: Rangierung der Bodenfaktoren nach erklärter, unabhängiger Varianz. Die Rangierung erfolgt nach der RANK-Prozedur (ORLOCI 1973). Die Grenze der erklärten Gesamtvarianz beträgt 95%. nr = nicht rangiert.
Rod: ranking of the soil factors according to explained, independent variance. Ranking follows the RANK-procedure (ORLOCI 1973). The limit of explained total variance is 95%. nr = not ranked.

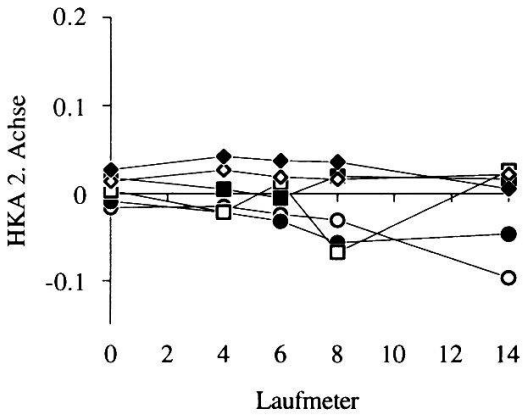
Bodenfaktor	Rang	relative Varianz	kumulative Varianz
Wassergehalt	nr	–	–
NH_4-N	3	8.2%	89.3%
NO_3-N	nr	–	–
Gesamt-P	1	65.6%	65.6%
Ortho-PO_4	5	3.5%	97.6%
K	4	4.9%	94.2%
C/N	2	15.4%	81.0%

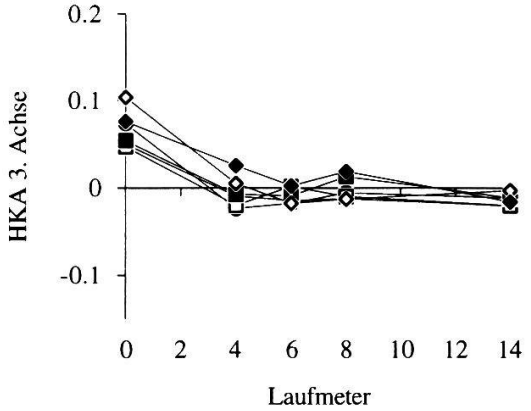
(Tab. 4), ist der Bodengradient im Rod in erster Linie ein Gradient des Gesamtphosphors. Die übrigen Faktoren der 1. Achse der HKA weisen nur noch wenig unabhängige Varianz auf. Zu den einzelnen Messwerten der Bodenfaktoren im Rod siehe Tab. 46 im Anhang.

3.2.4. Bodenverhältnisse im Neuthal

Auch im Neuthal nehmen die Nährstoffgehalte als Ganzes auf den Transekten fast linear mit der Entfernung vom Intensivgrünland ab (vgl. Fig. 7). Die 1. Achse der Hauptkomponentenanalyse bildet 66.5% der Gesamtvarianz der Bodenmatrix ab und steht für Gesamt-P, NO_3-N, K und den Wassergehalt. Die







	Achse 1	Achse 2	Achse 3
Varianz	66.5%	14.7%	11.9%
Wassergehalt	**0.409**	0.238	0.303
NH_4-N	0.163	**-0.903**	-0.109
NO_3-N	**-0.438**	0.034	0.032
Gesamt-P	**-0.449**	-0.038	0.061
Ortho-PO4	-0.371	0.028	**0.606**
K	**-0.415**	-0.291	0.160
C/N	0.321	-0.198	**0.706**

Fig. 7. Nährstoffgradient im Neuthal: Faktorenwerte der Bodenproben der Transekten auf der 1., 2. und 3. Achse der Hauptkomponentenanalyse der Bodenvariablen, aufgetragen gegen den Abstand zum Wirtschaftsland. Die Faktorenladungen stehen rechts in der Tabelle.
Nutrient gradient in Neuthal: soil sample scores of the transects on the 1st, 2nd and 3rd axis of the principle component analyses. The Fator loadings are in the table beside.

-o- Transekt 1 -●- Transekt 2 -□- Transekt 3 -■- Transekt 4 -◇- Transekt 5 -◆- Transekt 6

Tab. 5. Neuthal: Rangierung der Bodenfaktoren nach erklärter, unabhängiger Varianz. Die Rangierung erfolgt nach der RANK-Prozedur (ORLOCI 1973). Die Grenze der erklärten Gesamtvarianz beträgt 95%. nr = nicht rangiert.
Neuthal: ranking of the soil factors according to explained, independent variance. Ranking follows the RANK-procedure (ORLOCI 1973). The limit of explained total variance is 95%. nr = not ranked.

Bodenfaktor	Rang	relative Varianz	kumulative Varianz
Wassergehalt	nr	–	–
NH_4-N	2	14.4%	77.0%
NO_3-N	nr	–	–
Gesamt-P	1	62.7%	62.7%
Ortho-PO_4	5	3.5%	96.7%
K	4	5.2%	93.1%
C/N	3	11.0%	88.0%

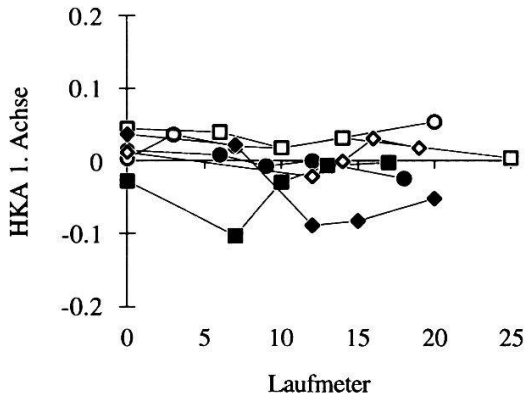
Rangierung der Bodenfaktoren nach ihrem Anteil an der Varianz der gesamten Bodenmatrix zeigt, dass auch im Neuthal der Nährstoffgradient in erster Linie ein Gesamtphosphorgradient ist (vgl. Tab. 5). Er alleine macht über 62% der Gesamtvarianz aus. Mit dem Gesamt-P sehr eng korreliert ist das Nitrat (r = 0.938). Der K-Gehalt (r = 0.84) und der Wassergehalt (r = –0.831) sind mit dem Gesamt-P ebenfalls gut korreliert, weisen aber nur noch wenig unabhängige Varianz auf.
Die 2. Achse der Hauptkomponentenanalyse repräsentiert NH_4-N. Als Faktor mit der zweitgrössten unabhängigen Varianz korreliert er mit keinem der anderen Faktoren. Die grösste Korrelation besteht mit Nitrat (r = –0.342). Das C-N-Verhältnis als drittrangierter Bodenfaktor korreliert mässig stark mit dem Wassergehalt (r = 0.684) und mit dem Gesamt-P (r = – 0.681). NH_4-N weist eine zu den übrigen Faktoren eher gegenläufige Tendenz auf, zeigt aber auf den verschiedenen Transekten kein so geschlossenes Bild wie die Faktoren der 1. Achse.
Die dritte Achse der Hauptkomponentenanalyse steht in erster Linie für das C-N-Verhältnis. Ortho-PO_4, welches ebenfalls eine starke Faktorladung aufweist, trägt nur noch wenig zur Varianz dieser Achse bei. Das C-N-Verhältnis als drittrangierter Bodenfaktor korreliert mässig stark mit dem Wassergehalt (r = 0.684), mit NO_3 (r = –0.621) und mit dem Gesamt-P (r = 0.618). Mit Ortho-PO_4 korreliert das C-N-Verhältnis nur schwach (r = –0.253). Die Faktoren der 3. Achse weisen einen ähnlichen Verlauf auf wie jene der 1. Achse (zu beachten sind die umgekehrten Vorzeichen der Faktorladungen).
Zu den einzelnen Messwerten der Bodenfaktoren im Neuthal vgl. Tab. 47 im Anhang.

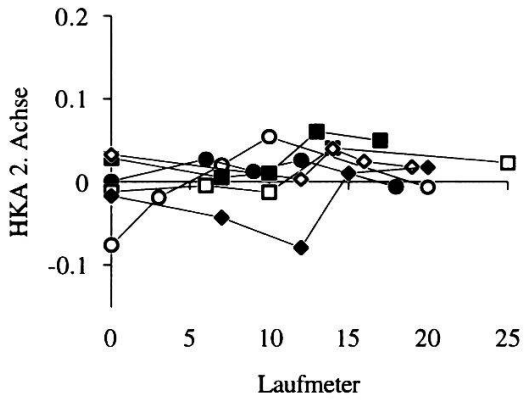
3.2.5. Bodenverhältnisse im Neuriedtli

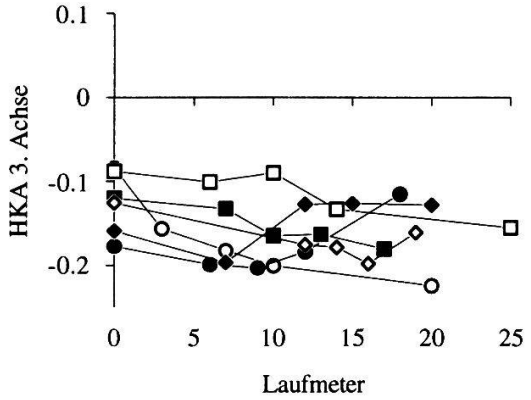
Die Nährstoffverhältnisse im Neuriedtli zeigen kein so einfaches Bild wie in den anderen beiden Gebieten. Bei der Rangierung nach der erklärten Varianz fällt auf, dass keine deutliche Dominanz eines einzelnen Bodenfaktors auftritt (vgl. Tab. 6). Wie im Rod und im Neuthal rangiert der Gesamtphosphorgehalt an erster Stelle, aber mit vergleichsweise wenig erklärter Varianz. Diese erreicht nur 27.5% im Vergleich zu mehr als 62% im Rod oder Neuthal. Der Gesamt-Phosphor weist als einziger Faktor einen grösseren Unterschied zu den anderen Faktoren bezüglich der durch ihn erklärten Varianz auf. Die Rangierung der übrigen Faktoren ergibt lediglich Differenzen von maximal 3.4% der erklärten Varianz. Somit ist eine weitere Gewichtung der Variablen nicht eindeutig möglich.
Auch die Hauptkomponentenanalyse ergibt kein so klares Bild, wie dies bei den beiden andern Untersuchungsobjekten der Fall ist (Fig. 8). Die starke Verteilung der Varianz im Falle des Neuriedtli ist Ausdruck von allgemein schwächeren Korrelationen zwischen den Bodenparametern (vgl. Tab. 49 im Anhang). Die stärkste Korrelation weist das Nitrat mit dem Gesamtphosphor (r = 0.635) bzw. mit dem Orthophosphat auf (r=0.492). Ebenfalls mässig starke Korrelationen zeigt der Gesamtphosphor mit dem Orthophosphat (r = 0.48) bzw. mit dem C-N-Verhältnis (r = –0.45). Die 1. Achse der Hauptkomponentenanalyse steht für diese vier genannten Faktoren. Die 2. Achse bildet NH_4-N und K ab. Diese beiden Faktoren sind ebenfalls mässig stark miteinander korreliert (r = 0.439). Der deutlichste Trend ist beim Wassergehalt zu beobachten (vgl.

Tab. 6. Neuriedtli: Rangierung der Bodenfaktoren nach erklärter, unabhängiger Varianz. Die Rangierung erfolgt nach der RANK-Prozedur (ORLOCI 1973). Die Grenze der erklärten Gesamtvarianz beträgt 95%. nr = nicht rangiert.
Neuriedtli: ranking of the soil factors according to explained, independent variance. Ranking follows the RANK-procedure (ORLOCI 1973). The limit of explained total variance is 95%. nr = not ranked.

Bodenfaktor	Rang	relative Varianz	kumulative Varianz
Wassergehalt	3	14.3%	59.5%
NH_4-N	2	17.7%	45.2%
NO_3-N	7	7.6%	100.0%
Gesamt-P	1	27.5%	27.5%
Ortho-PO4	6	9.7%	92.4%
K	5	11.3%	82.7%
C/N	4	12.0%	71.4%







	Achse 1	Achse 2	Achse 3
Varianz	34.1%	21.3%	14.3%
Wassergehalt	-0.005	0.047	**-0.992**
NH_4-N	0.178	**-0.694**	-0.019
NO_3-N	**-0.509**	-0.101	0.064
Gesamt-P	**-0.567**	0.051	0.036
Ortho-PO4	**-0.460**	-0.287	-0.035
K	0.030	**-0.648**	-0.046
C/N	**0.420**	-0.028	0.088

Fig. 8. Nährstoffgradient im Neuriedtli: Faktorenwerte der Bodenproben der Transekten auf der 1., 2. und 3. Achse der Hauptkomponentenanalyse der Bodenvariablen, aufgetragen gegen den Abstand zum Wirtschaftsland. Die Faktorenladungen stehen rechts in der Tabelle.
Nutrient gradient in Neuriedtli: soil sample scores of the transects on the 1st, 2nd and 3rd axis of the principle component analyses. The factor loadings are in the table beside.

-o- Transekt 1 -●- Transekt 2 -□- Transekt 3 -■- Transekt 4 -◇- Transekt 5 -◆- Transekt 6

Fig. 7, dritte Achse): Vier der sechs Transekte weisen zum Riedinnern hin eine zunehmende Vernässung auf, zwei eher eine leichte Austrocknung. Die Vernässung bleibt bei allen sechs Transekten mit mindestens 48% Wassergehalt hoch. Die Unregelmässigkeit der Achsenwerte der HKA auf den Transekten könnte auf die unterschiedlichen Bodentypen zurückzuführen sein. Der Vergleich der einzelnen Transekte untereinander in bezug auf die Bodentypen kann einen Hinweis darauf geben (Fig. 9): Transekt 1 liegt auf Fahlgley, der im Riedinnern stärker vermoort ist als gegen den Rand. Transekt 2 beginnt auf kolluvialem Braunerdegley und wechselt ungefähr bei Laufmeter 12 auf kolluviale Braunerde. Transekt 3 verläuft bis ca. Laufmeter 16 auf kolluvialer Braunerde, dann

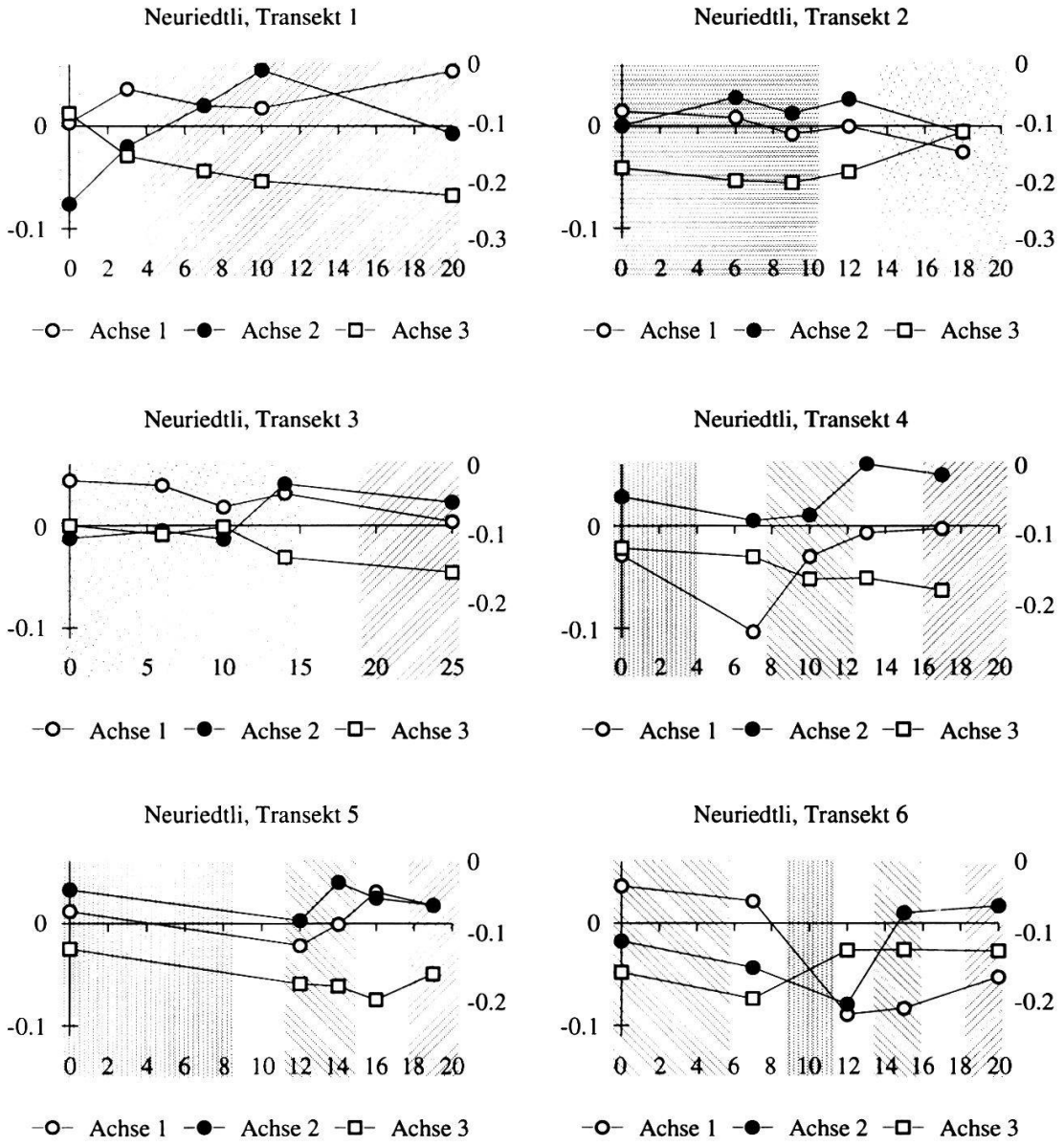
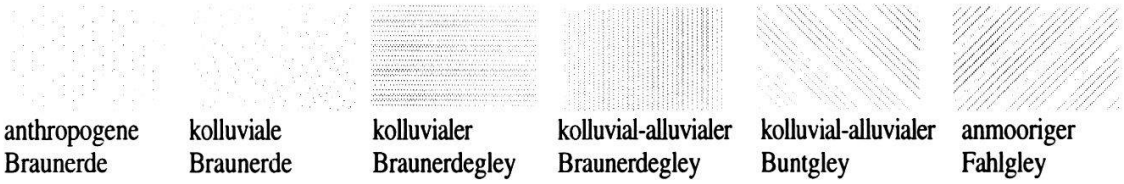


Fig. 9. Neuriedtli: Gradienten der Bodenparameter auf den einzelnen Transekten (Hauptkomponentenanalyse) in Beziehung zu den Bodentypen. Die Erfassung der Bodentypen erfolgte ungefähr alle 5 m. Die X-Achse entspricht dem Laufmeter, die Y-Achse auf der linken Seite dem Faktorwert der Bodenproben auf der 1. und 2. Achse, auf der rechten Seite dem Faktorwert auf der 3. Achse. Zu den Faktorladungen vgl. Fig. 8.
Neuriedtli: gradients of the soil factors on every single transect (pca) in relation to the soil types. The soil types were recorded every 5 m. The x-axis is the distance on the transect.The y-axis on the left side is the factor score of the soil samples on the 1st and 2nd axis, the y-axis on the right side is the factor score on the 3rd axis. Loadings see fig. 8.



auf Fahlgley. Die Transekte 4 und 5 wechseln von alluvial-kolluvialem Braunerdegley über alluvial-kolluvialen Buntgley zu Fahlgley. Transekt 6 beginnt auf alluvial-kolluvialem Buntgley, folgt nachher dem Muster von Transekt 4 und 5. Zur Lage der Transekte bezüglich der Bodentypen vergleiche man die Bodenkarte (Fig. 4).
Bemerkenswert sind die Übergänge zwischen verschiedenen Bodentypen. Zwischen Braunerde und Gleyformen finden sich Minima der 1. und in zwei Fällen auch der 2. Achse der HKA (vgl. Fig. 9). Dagegen zeigen drei von vier Übergängen zwischen Braunerdegley und Buntgley bezüglich allen Bodenparametern ausser dem Wassergehalt einen Maximalwert. Diese Beobachtungen sind mit Vorbehalt zu betrachten, da die Bodenkartierung nur auf etwa 3 Meter genau erfolgen konnte. Aufgrund des topographischen Verlaufes des alluvial-kolluvialen Braunerdegleys und des Buntgleys sowie verschütteter Bodenhorizonte vermute ich, dass der Braunerdegley hier das ehemalige Bachbett darstellt. Die Topographie des Rieds ist in diesem Teil mit Unterschieden im dm-Bereich extrem flach, und der Zeitpunkt der Bachbegradigung ist nicht mehr zu eruieren.
Die einzelnen Messwerte der Bodenfaktoren stehen in Tab. 48 im Anhang.

3.2.6. Der limitierende Bodenfaktor

Der F-Wert der Jancey-Rangierung ist das Verhältnis der Varianzen innerhalb und zwischen den floristischen Gruppen. Er ist ein Mass dafür, wie stark ein Faktor für die Gruppenzugehörigkeit verantwortlich ist. Die F-Werte der einzelnen Bodenfaktoren stehen in Tab. 7. Es fällt auf, dass ausser dem Wassergehalt im Neuriedtli sämtliche gemessenen Bodenfaktoren in allen drei Objekten eine eindeutige Wirkung auf die Vegetation zeigen.
Der Gesamt-Phosphor- oder der Ortho-Phosphat-Gehalt zeigen in allen drei Objekten den stärksten Einfluss auf die Zusammensetzung der Vegetation. Der Wassergehalt spielt im Rod und im Neuthal eine wichtige Rolle, im Neuriedtli dagegen ist er nahezu bedeutungslos. Stickstoff in Form von Ammonium spielt eine untergeordnete Rolle. Das Nitrat ist sehr wichtig für die Ausbildung der Vegetation im Neuthal, mässig wichtig im Neuriedtli und unwichtig im Rod. Der Kaliumgehalt und das C-N-Verhältnis spielen in allen drei Objekten eine untergeordnete Rolle. Daraus folgt, dass von den gemessenen Nährstoffen der Gesamtphosphorgehalt die Ausbildung der Transektvegetation in allen drei Gebieten am meisten begrenzt.

Tab. 7. Janceys Rangierung der Bodenfaktoren: Der F-Wert ist das Verhältnis der Varianz zwischen den Gruppen zur Varianz innerhalb der Gruppen. Je grösser der F-Wert, desto grösser der Einfluss der Variablen auf die Zusammensetzung der Gruppen. Ausser dem Wassergehalt im Neurietli sind alle Werte signifikant. Kritische F-Werte für p=1‰ :
Jancey's ranking of the soil factors: the f-value is the quotient of the varianz between the groups and the group internal variance. A big f-value means a great influence of the variable on thegroup structure. All values are significant with exeption of the water content. Critical values for p= 1‰:
Rod: $F_{krit.}$= 4.87; Neuthal: $F_{krit.}$= 4.64; Neuriedtli $F_{krit.}$= 4.64.

	Rod		Neuthal		Neuriedtli		mittlerer Rang für alle Gebiete
	F-Wert	Rang	F-Wert	Rang	F-Wert	Rang	
Wassergehalt	110.980	2	214.910	3	0.338	7	4.00
NH_4-N aktuell	47.387	6	17.023	7	11.056	5	6.00
NO_3-N inkubiert	58.755	5	215.890	2	29.285	3	3.33
Gesamtphosphor	99.115	3	238.500	1	85.582	1	1.67
PO_4	111.670	1	83.453	5	73.267	2	2.67
K	74.865	4	149.360	4	8.802	6	4.67
C/N	23.137	7	42.345	6	12.969	4	5.67

Dies deckt sich mit der Beobachtung von VERHOEVEN (1995, mündl. Mitt.) in niederländischen und polnischen Flachmooren. Er stellte eine Abhängigkeit des Minimumfaktors von der Dauer der Bewirtschaftung fest: Nach ca. 30 Jahren ununterbrochenen Schnittes wird das Nitrat als Mangelelement von Phosphor abgelöst. Er erklärt dies mit der Wegfuhr von Nährstoffen mit dem Heu oder der Streue, mit der Möglichkeit der Stickstoffnachlieferung aus der Atmosphäre durch Nitrifikation und mit der gegenüber dem Phosphor höheren Mobilität des Nitrates im Boden. Der Phsophor werde zur Hauptsache durch Verwitterungsprozesse nachgeliefert. Bereits in einer früheren Arbeit stellten VERHOEVEN et al. (1983) fest, dass in Niedermooren Kalium für die Vegetation eine untergeordnete Bedeutung hat. Auch PEGTEL (1983) stellt fest, dass der Phosphorversorgung auf oligotrophen Standorten eine dominierende Rolle für die Vegetation zukommt. Eine ausführliche Diskussion zum primär limitierenden Bodenfaktor findet sich in EGLOFF (1986). Dieser kommt ebenfalls zum Schluss, dass auf Mineralböden liegende Streuwiesen und flachgründige Niedermoore primär durch den Phosphor limitiert werden.

3.3. FLORISTISCHE GRADIENTEN

Da das Verfahren zur Beschreibung floristischer Gradienten durch die Gruppenzugehörigkeitsgrade nach FEOLI und ZUCCARELLO (1986) noch nicht gut bekannt ist, soll in der Folge die Wirkung einzelner Arten auf die Gesellschaftszugehörigkeiten der Transektabschnitte illustriert werden. Zur Methodik und zur Bestimmung der zum Verfahren nötigen Referenzflächen vgl. Kap. 2.1.5.

3.3.1. Floristische Gradienten im Rod

Wie bereits erklärt (vgl. Kap. 3.1.2.), lassen sich die 25-m^2-Aufnahmen am Rand des Riedes nicht einer eigenen Gesellschaft zuordnen. Sie müssten nach traditioneller pflanzensoziologischer Zuordnung wie der weitaus grösste Teil aller vier Transekten dem *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* zugewiesen werden.
Der im Vergleich zu den anderen Transektabschnitten üppigere Wuchs der Abschnitte beim Riedrand lässt sich durch den floristischen Einfluss der gedüngten Mähwiese erklären (vgl. Fig. 10 unter "Anteil weiterer Gesellschaften/unerklärt"; zu den Arten, die diesen Einfluss ausmachen vgl. Tab. 8). In den äussersten Abschnitten beträgt der Anteil der intensiv genutzten Mähwiesen ca. 55–100%. In den beiden höher gelegenen Transekten 1 und 2 sinkt er innerhalb ca. 5–6 m auf Null ab, im tiefer gelegenen Transekt 3 bleibt ein Anteil von ca. 10–25% auf der ganzen Länge des Transekts bestehen. Im Transekt 4 sinkt der Anteil der Mähwiese innerhalb 5 m auf ca. 20% ab und steigt ab ca. 10 m wieder auf ca. 40% an. Auf diesen tiefer gelegenen Transekten finden sich *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina* und *Plantago*

Tab 8. Rod: Arten verschiedener Vegetationstypen.
Rod: species of different vegetation types.

Mähwiesen und Weiden	Mähwiesen und Streuland	Trockene Wiesen
Arrhenatherum elatius	*Anthoxanthum odoratum*	*Bromus erectus*
Bromus mollis	*Dactylis glomerata*	*Trisetum flavescens*
Lolium perenne	*Holcus lanatus*	
Phleum pratense	*Poa pratensis*	
Poa trivialis	*Cardamine pratensis*	
Glechoma hederaceum	*Plantago lanceolata*	
Medicago lupulina	*Rumex acetosa*	
Ranunculus friesianus	*Taraxacum officinale*	
Trifolium repens	*Trifolium pratense*	
Veronica chamaedrys		

lanceolata über die ganze Länge verteilt.
Im Randbereich zur Mähwiese haben zudem die folgenden Arten ihre Hauptverbreitung: *Carex acutiformis, Carex hirta* und *Equisetum maximum.* Weiter verbreitet, aber am Rand mit höchster Deckung wachsen *Filipendula ulmaria* und *Agrostis stolonifera*. Der floristische Zugehörigkeitsgrad zum *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* steigt von 0–50% am Rand des Rieds innerhalb 3–5 m auf einen Maximalwert von 30–65% an und sinkt anschliessend wieder auf 0–10% ab. *Cirsium palustre* beschränkt sein Vor-

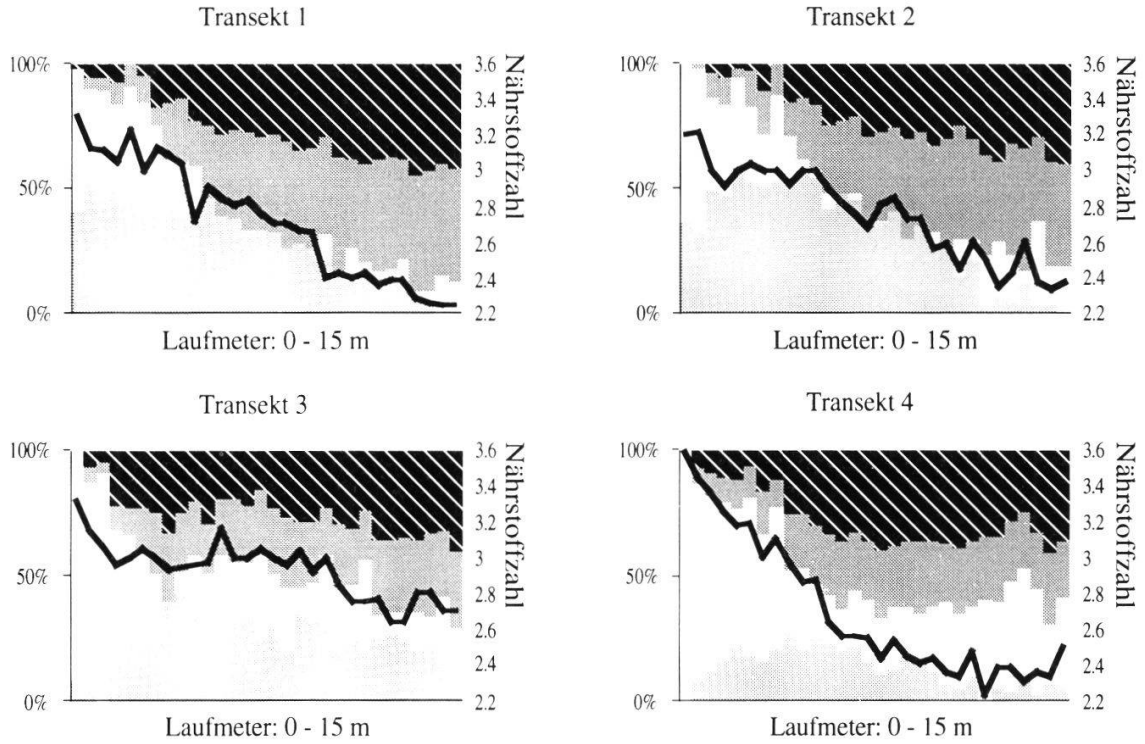


Fig. 10. Rod: floristischer Gradient
– Relative Zugehörigkeiten der Transektaufnahmen zu den pflanzensoziologischen Einheiten. "Weitere Gesellschaften": keine Referenzaufnahmen zur Verfügung; eine Zuordnung zu einer Einheit deshalb nicht möglich.
– Nach Deckungen gewichteter Zeigerwert für die Nährstoffversorgung (Nährstoffzahl)
Rod: floristic gradient
– *Relative belongings of the transect relevés to the phytosociological unities."Weitere Gesellschaften": there were no reference relevés available; a classification to a unit is therefore not possible.*
– *Indicator value for nutrient supply (Nährstoffzahl), weighted to the covering of the species.*

Gentiano-Molinietum caricetosum montanae — *Caricetum davallianae typicum*
Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae — weitere Gesellschaften/unerklärt
Nährstoffzahl

kommen auf den Bereich, wo die genannte Gesellschaft am stärksten ausgeprägt ist. Das gleiche gilt mit Ausnahme von Transekt 3 auch für *Lotus corniculatus*. Die höchsten Deckungsgrade von *Galium album* fallen in den Randbereich. Das gleiche gilt für *Koeleria pyramidata* und für *Cirsium oleraceum*. Die Kohldistel kommt auf Transekt 3 auf der ganzen Länge vor.
Das etwas feuchtere *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae* ist in den Transektabschnitten am Rand nicht oder kaum vertreten und nimmt nach dem Riedinnern hin zu. Auf den etwas höher gelegenen Transekten 1 und 2 erreicht es bei 15 m einen Anteil von etwas über 45%. In den tiefer gelegenen Transekten 3 und 4 weist es ab etwa 4–5 m einen mehr oder weniger konstanten Anteil von 25–30% auf.
Beginnend bei Null steigt der Zugehörigkeitsgrad zum *Caricetum davallianae* in allen Transekten gegen das Riedinnere. Auf den bergwärts gelegenen Transekten 1 und 2 verlaufen die Zunahmen fast linear bis zu maximalen Anteilen von ca. 45% bei Laufmeter 15. Auf dem untersten Transekt (4) steigt der Zugehörigkeitsgrad zu Beginn etwas rascher und erreicht ab ca. 7 m einen mehr oder weniger konstanten Wert um 50%. Die Referenzaufnahmen am Ende von Transekt 4 werden bei der soziologischen Klassierung dem Davallseggenried zugewiesen. Die fast stetige Zunahme der Zugehörigkeitsgrade dieser beiden Gesellschaften erlaubt keine Illustration anhand einzelner Arten: Ihre Aufzählung ergäbe fast die gesamte Artengarnitur auf den Transekten.
Generell fällt auf, dass die höher gelegenen Transekte höhere Zugehörigkeitsgrade zum *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* aufweisen als die tiefer gelegenen.

3.3.2. Floristische Gradienten im Neuthal

Die Grenze zum intensiv bewirtschafteten Wirtschaftsland wird der traditionellen Pflanzensoziologie gemäss dem *Valeriano-Filipenduletum* zugeordnet. Der floristische Einfluss der Heuwiese auf die Streulandvegetation lässt sich noch ca. 2–4 m weit ins Ried hinein nachweisen. Auf den äussersten Abschnitten beträgt die Zugehörigkeit zur Heuwiese ca. 45–65% (vgl. Fig. 11 unter "Anteil weiterer Gesellschaften / unerklärt"). Es sind im wesentlichen dieselben Arten wie im Rod (vgl. Tab. 9), die diesen Einfluss ausmachen. Dazu kommen *Agropyron repens*, *Alopecurus pratensis*, *Cynosurus cristatus*, *Lolium perenne*, *Ajuga reptans*, *Alchemilla xanthochlora* und *Rhinanthus alectorolophus*. Nur am äussersten Rand zur Heuwiese auf Stellen mit offenem Boden unter der höchsten Vegetationsschicht wächst zusätzlich *Galeopsis tetrahit*.

Tab. 9. Neuthal: Arten, die auf hohe Zugehörigkeiten hinweisen zum
Neuthal: species which indicate high belongings to

Valeriano-Filipenduletum (bei maximaler Deckung)	*Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* (Vorkommen)	*Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae* (Vorkommen)
Agrostis stolonifera	*Colchicum autumnale*	*Briza media*
Festuca rubra	*Hypericum perforatum*	*Carex davalliana*
Phragmites communis	*Lysimachia vulgaris*	*Carex flava*
Angelica silvestris	*Plantago lanceolata*	*Carex hostiana*
Filipendula ulmaria	*Polygala amarella*	*Carex pulicaris*
Galium album	*Ranunculus bulbosus*	*Centaurea angustifolia*
Hypericum perforatum	*Scabiosa columbaria*	*Parnassia palustris*
Lysimachia vulgaris	*Valeriana dioeca*	*Thymus pulegioides*
Plantago lanceolata		

Die ersten 4–6 m der Transekte weisen einen Gruppenzugehörigkeitsgrad zum *Valeriano-Filipenduletum* von 40–55% auf, der nach innen hin erst schnell, dann langsamer abfällt. Nach 8-15 m nehmen die Zugehörigkeiten nur noch wenig ab. Bei Transekt 2, 3 und 6 bleiben die Werte ab Laufmeter 10–16 konstant bei ca. 5–15%. Arten, die diesen Bereich charakterisieren, sind aus Tab. 8 ersichtlich. Der Übergang des *Valeriano-Filipenduletum* zum *Molinietum* zeichnet sich durch die höchsten Deckungen von *Helictotrichon pubescens*, *Cirsium oleraceum* (bis 4) und *Lotus corniculatus* (bis 2) aus. Dieser Übergangsbereich kann bei der pflanzensoziologischen Klassierung bereits den Pfeifengraswiesen zugeordnet werden.

Die Zugehörigkeiten zum *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* bewegen sich zwischen 10–20% in den Abschnitten maximaler Ausprägung des *Valeriano-Filipenduletum*, zwischen 20–30 % in den oben beschriebenen Randbereichen des *Valeriano-Filipenduletum* und zwischen 10–20 % in den innersten Bereichen der Transekte. Auf Transekt 1 und 6, wo Werte von 20–25% nie übertroffen werden, können nach der soziologischen Zuordnung keine Abschnitte dieser Gesellschaft zugewiesen werden. Die Zugehörigkeiten zum *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae* steigen von 0–5% mit zunehmendem Abstand zur intensiv genutzten Mähwiese stetig bis auf Werte um 40%. In den Transekten 2 und 3 erreichen sie ab ca. 10 m konstante Werte um 25–30%.

Es ist nur bedingt möglich, den Transektabschnitten mit verschieden grossen Zugehörigkeiten zu diesen beiden Einheiten bestimmte Arten zuzuordnen. Zum einen ist deren floristische Differenzierung im Neuthal gering. Absolut zu-

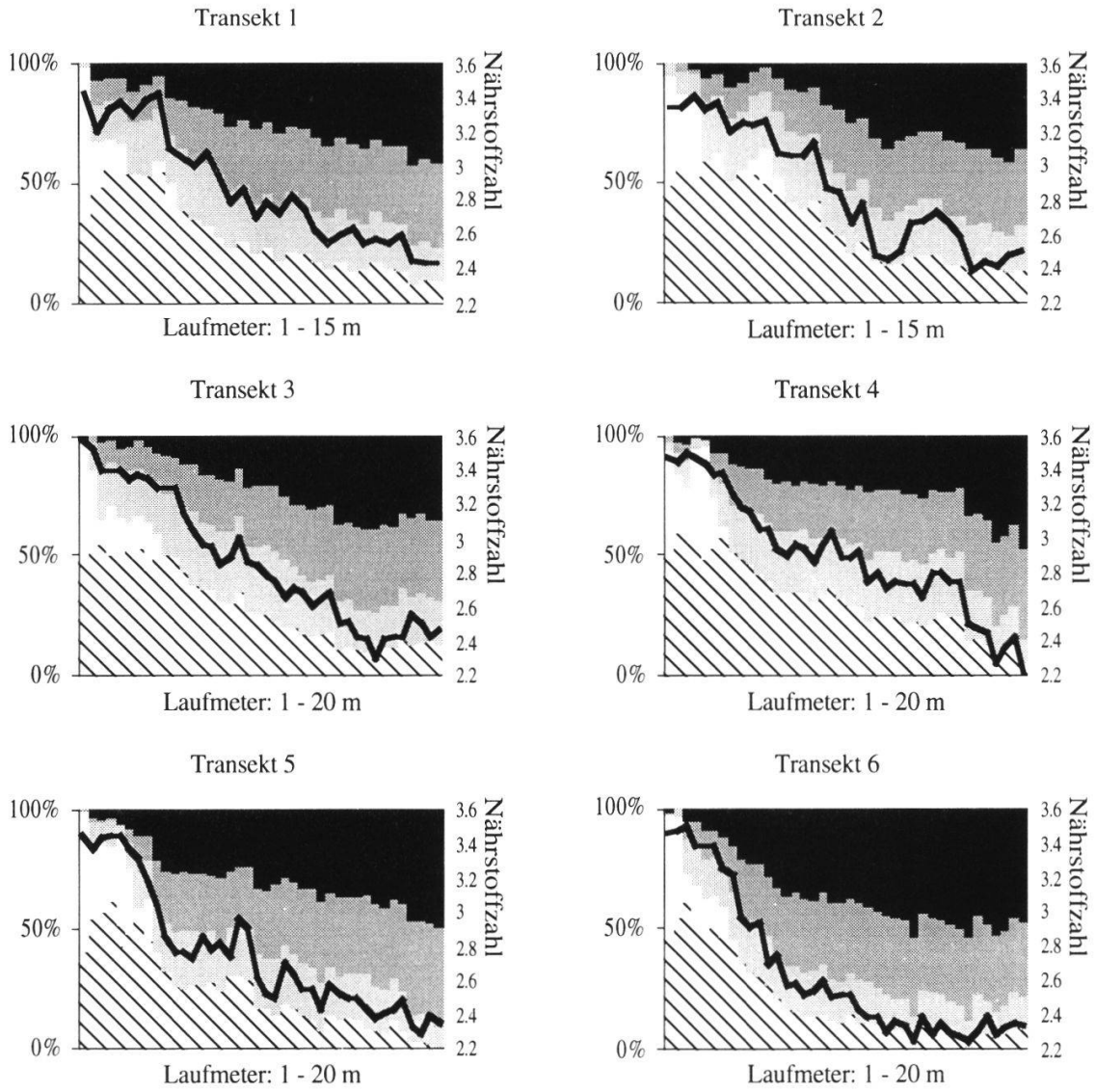


Fig. 11. Neuthal: floristischer Gradient
– Relative Zugehörigkeiten der Transektaufnahmen zu den pflanzensoziologischen Einheiten. "Weitere Gesellschaften" deshalb, weil dafür keine Referenzaufnahmen zur Verfügung stehen und eine Zuordnung deshalb nicht möglich ist.
– Nach Deckungen gewichteter Zeigerwert für die Nährstoffversorgung (Nährstoffzahl).
Neuthal: floristic gradient
– Relative belongings of the transect relevés to the phytosociological unities. "Weitere Gesellschaften": there were no reference relevés available; a classification to a unit is therefore not possible.
– Indicator value for nutrient supply (Nährstoffzahl), weighted to the covering of the species.

Valeriano-Filipenduletum
Gentiano-Molinietum caricetosum montanae
Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae
Primulo-Schoenetum stachyetosum
weitere Gesellschaften/unerklärt
Nährstoffzahl

verlässige Trennarten bei den 25-m^2-Aufnahmen sind nur *Carex davalliana*, *Carex hostiana*, *Epipactis palustris*, *Veronica chamaedrys* und *Hypericum perforatum*. Zum andern sind die Zugehörigkeitsgrade zu beiden Gesellschaften immer recht ähnlich und die Änderungen von Abschnitt zu Abschnitt nur gering. Einige Unterschiede lassen sich trotzdem erkennen: Einige Arten des *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* wachsen nur im Randbereich zum *Valeriano-Filipenduletum* oder haben hier ihren Schwerpunkt. Es sind *Colchicum autumnale*, *Aquilegia atrata*, *Hypericum perforatum*, *Scabiosa columbaria* und *Valeriana dioeca*. Die steigende Zugehörigkeit zur feuchteren Pfeifengraswiese zeigt sich zudem floristisch mit einer Anzahl von Arten, welche auch im *Caricetum davallianae* und im *Primulo-Schoenetum* häufig sind (vgl. Tab. 9, rechte Spalte). Dagegen fehlen verschiedene Arten der Mähwiese, die auf Transektabschnitten mit hoher Zugehörigkeit zum *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* noch vorkommen, auf jenen Abschnitten mit grösserer Zugehörigkeit zum *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae* vollständig.
Die Zugehörigkeiten der Transektabschnitte zum *Primulo-Schoenetum stachyetosum* nehmen nach dem Riedinnern hin regelmässig zu. Sie erreichen an den Transektenden Werte von ca. 35–50%. Die Abschnitte ab 13 m auf Transekt 6 und ab 19 m auf den Transekten 4 und 5 lassen sich soziologisch dieser Einheit zuordnen. Hohe Zugehörigkeitsgrade zum Kopfbinsenried sind bedingt durch das Vorkommen von *Eriophorum latifolium*, *Schoenus ferrugineus* und *Gentiana pneumonanthe*.

3.3.3. Floristische Gradienten im Neuriedtli

Entsprechend den komplexen Bodenverhältnissen zeigen sich im Neuriedtli nicht dieselben einfachen Muster wie in den beiden anderen Untersuchungsgebieten (vgl. Fig. 12). Dass nicht alle Gesellschaften auf allen Transekten vertreten sind, täuscht. Dies hängt mit der Wahl der Referenzaufnahmen zusammen. Da alle Gesellschaften einige bis zahlreiche gemeinsame Arten aufweisen, erhalten die meisten Transektabschnitte zu allen durch Referenzgruppen vertretenen pflanzensoziologischen Einheiten Zugehörigkeitswerte grösser als 0. Es scheint mir jedoch wenig sinnvoll, Gruppenzugehörigkeiten zu Einheiten zu berechnen, die weder in der beidseitigen Verlängerung der Transekte noch seitlich von ihnen zu finden sind. Deshalb stehen nicht für alle Transekte dieselben Gesellschaften zum Vergleich an.
Die Hochstaudenfluren im Neuriedtli zählen zum *Valeriano-Filipenduletum*.

Tab. 10. Neuriedtli: Arten, die auf hohe Zugehörigkeiten hinweisen
Neuriedtli: species, which indicate high belongings to

zum *Valeriano-Filipenduletum*	zu "weitere Gesellschaften / unerklärt"
Carex acutiformis	*Anthoxanthum odoratum*
Carex pallescens	*Holcus lanaus*
Angelica silvestris	*Dactylis glomerata*
Caltha palustris	*Cerastium caespitosum*
Cirsium oleraceum	*Festuca rubra*
Convolvulus sepium	*Filipendula ulmaria*
Geum urbanum	*Trisetum flavescens*
Primula elatior	*Galium album*
Ranunculus aconitifolius	*Arrhenatherum elatius*
Scirpus silvaticus	*Rumex acetosa*
Veratrum lobelianum	

Hohe Zugehörigkeitsgrade finden sich nur auf den vom Bach ausgehenden Transekten 4–6 und am Anfang von Transekt 1. Auf Transekt 1 betragen die Werte auf den ersten 2 m 40–50% und fallen anschliessend rasch ab. Ab 4 m schwanken sie um ca. 25%. Transekt 4 weist bis Laufmeter 9 konstant hohe Werte von ca. 50% auf, die anschliessend linear bis gegen Null abnehmen. Transekt 5 weist die höchsten Zugehörigkeitsgrade überhaupt auf: Beginnend mit 45–50% steigen die Werte nach 2.5 m sprunghaft auf 70% und sinken im Hochstaudensaum wieder gegen 45% ab. Auf diesem Transekt fallen die hohen Zugehörigkeiten mit hohen Deckungswerten von 2–5 zusammen. Die Arten dieser Hochstaudenflur treten in folgender Reihenfolge auf: *Galium album* und *Carex acutiformis* nur an beiden Randbereichen, *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Filipendula ulmaria*, *Angelica silvestris*, soweit die Hochstaudenflur ausgebildet ist. Nur im Übergang zur Pfeifengraswiese wächst *Lysimachia vulgaris*.

Auffällig ist der hohe unerklärte Anteil der Vegetation auf den Abschnitten mit den höchsten Zugehörigkeiten zum *Valeriano-Filipenduletum*. Durch die enge räumliche Kopplung sind getrennte Aussagen über die Auswirkungen einzelner Arten auf die Zugehörigkeitsgrade zu diesen beiden Gruppen nur mit Vorbehalt möglich. Auf den Abschnitten mit hoher Zugehörigkeit zum *Valeriano-Filipenduletum* finden sich zahlreiche allgemein verbreitete Arten (vgl. Tab. 10, rechte Spalte) und einzelne Arten der Pfeifengraswiesen wie *Inula salicina*, *Hypericum perforatum* und *Ononis repens*.

Besonders hervorzuheben ist der Zusammenhang zwischen dem Bodentyp (vgl.

Tab. 11. Neuriedtli: Arten, die auf hohe Zugehörigkeiten hinweisen zum
Neuriedtli: species, which indicate high belongings to

Gentiano-Molinietum	*Caricetum davallianae typicum*	*Gentiano-Molinietum* **und** *Caricetum davallianae*
Carex flacca *Colchicum autumnale* *Chrysanthemum leucanth.* *Euphrasia rostkoviana* *Galium uliginosum* *Rhinanthus alectorolophus* *Trifolium pratense* *Vicia cracca*	*Carex lepidocarpa* *Mentha aquatica*	*Carex davalliana* *Carex hostiana* *Carex panicea* *Carex pulicaris* *Molinia coerulea* *Succisa pratensis* *Potentilla erecta*

Fig. 9) und den hohen Zugehörigkeitsgraden zum *Valeriano-Filipenduletum.* Auf den Transekten 4–5 befinden sich hohe Zugehörigkeiten auf dem kolluvial-alluvialen Braunerdegley. Auf dem kolluvial-alluvialen Buntgley sind die Zugehörigkeiten z.T. noch hoch, fallen aber mit zunehmender Distanz zum Braunerdegley ab. Auf dem torfigen Fahlgley sind sie auf Transekt 4 und 5 tief, auf Transekt 6 mit 40–50% immer noch recht hoch. Dabei fallen offenbar weniger die Wasserverhältnisse bzw. der Vergleyungsgrad oder der Sauerstoffmangel ins Gewicht als vielmehr der Einfluss des Baches: Die beiden Transekte 2 und 3 liegen ebenfalls zu grossen Teilen auf Braunerde und Braunerdegley, ohne dass das *Valeriano-Filipenduletum* besonders stark ausgebildet wäre. Der hohe Zugehörigkeitsgrad am Anfang von Transekt 1 fällt mit der anthropogenen Braunerde zusammen. Bei den eben gemachten Aussagen ist zu berücksichtigen, dass die Bodenkarte nur eine Genauigkeit von ca. ±3 m aufweist.
Das *Saturejo-Molinietum* tritt nur auf den Transekten 2, 3 und 6 mit grösseren Zugehörigkeiten in Erscheinung. Für Transekt 2 weist es über die ganze Länge Werte um 30% ohne grosse Schwankungen auf. Auf Transekt 3 schwanken die Werte zwischen 30% und 40%, wobei die Zugehörigkeiten ab Laufmeter 17 ganz leicht sinken. Die Zugehörigkeiten zum *Saturejo-Molinietum* auf Transekt 6 schwanken um 25% bis Laufmeter 11 und steigen anschliessend auf Werte um 30% in jenen Bereichen, wo das *Valeriano-Filipenduletum* am stärksten entwickelt ist. Bei Transekt 5 dagegen steigen die Zugehörigkeiten zum *Saturejo-Molinietum* mit sinkenden Zugehörigkeiten zum *Valeriano-Filipenduletum.* Sie überschreiten Werte von 20% jedoch nicht. Auf Transekt 4 ist die maximale Ausbildung des *Saturejo-Molinietum* mit Zugehörigkeiten zwischen 15 und 20% am Rand des *Valeriano-Filipenduletum.* Relativ hohe Zugehörigkeiten zum *Saturejo-Molinietum* sind Ausdruck des Vorhandenseins von *Tri-*

folium medium und wahrscheinlich von *Pimpinella major*, *Helictotrichon pubescens* und *Lotus corniculatus*. Weitere Zuordnungen von Arten lassen sich wegen der geringen Differenzen zwischen den Zugehörigkeiten nicht machen. Die Zugehörigkeiten zum *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae* und zum *Caricetum davallianae typicum* zeigen auf den Transekten 4–6, auf denen beide Gesellschaften vertreten sind, einen ungefähr parallelen Verlauf. Tabelle 11 zeigt die Arten, welche in diesen beiden Gesellschaften die hohen Zugehörigkeiten verursachen.
Auf den Transekten 1–3 nimmt die Übergangsgesellschaft zum *Primulo-Schoenetum* die Stelle des *Caricetum davallianae typicum* ein. Transekt 1 und 2 weisen mehr oder weniger konstante Zugehörigkeitswerte zwischen 20 und 30% bzw. 25 und 35% auf. Auf Transekt 3 schwanken die Zugehörigkeitswerte zur Übergangsgesellschaft wellenförmig mit je 3 Minima und 3 Maxima. Die Minimalwerte betragen zwischen 10 und 25%, die Maximalwerte ca. 30%. Die Übergangsgesellschaft wird weitgehend durch die Absenz von Arten und nur durch eine kleine Artengruppe (vgl. Tab. 65 in der Beilage) vom *Caricetum davallianae typicum* differenziert. Die Arten, die die hohen Zugehörigkeiten zur Übergangsgesellschaft verursachen, sind deswegen dieselben wie beim *Caricetum davallianae typicum*. Zusätzlich ist *Menyanthes trifoliata* auf Transekt 1 zu erwähnen (sichtbar in der kleinen Spitze bei den letzten 1.5 Laufmetern). Die anderen differenzierenden Arten fehlen auf diesen drei Transekten. Die Zugehörigkeiten zum *Caricetum davallianae stachyetosum* auf den Transekten 1 und 2 verlaufen nahezu parallel zur Übergangsgesellschaft. Auf Transekt 1 steigen die Werte auf den ersten 4 Laufmetern von Null auf 50% und bleiben anschliessend mehr oder weniger konstant bis hin zu den letzten 1.5 m. Die Werte auf Transekt 2 bewegen sich auf der ganzen Länge zwischen 15 und 20%. In den Zuordnungen auf Transekt 1 zeigt sich eine Schwäche der gewählten Methode: In seiner Verlängerung finden sich nur die Gesellschaften *Valeriano-Filipenduletum*, *Caricetum davallianae* und die Übergangsgesellschaft zum *Schoenetum*. Es stehen also auch nur diese als Vergleiche zur Verfügung. Es ist somit möglich, dass Arten auf diesem Transekt zu einer bestimmten Gesellschaft die höchste Affinität zeigen, obwohl sie sonst in einer anderen, hier nicht vertretenen Gesellschaft typisch sind. Die Arten, die auf Transekt 1 im wesentlichen zu den hohen Zugehörigkeitsgraden zum *Caricetum davallianae stachyetosum* führen, sind solche, die normalerweise dem *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae* zugezählt werden: *Betonica officinalis*, *Potentilla erecta*, *Briza media*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus nemorosus* und *Lotus corniculatus*.

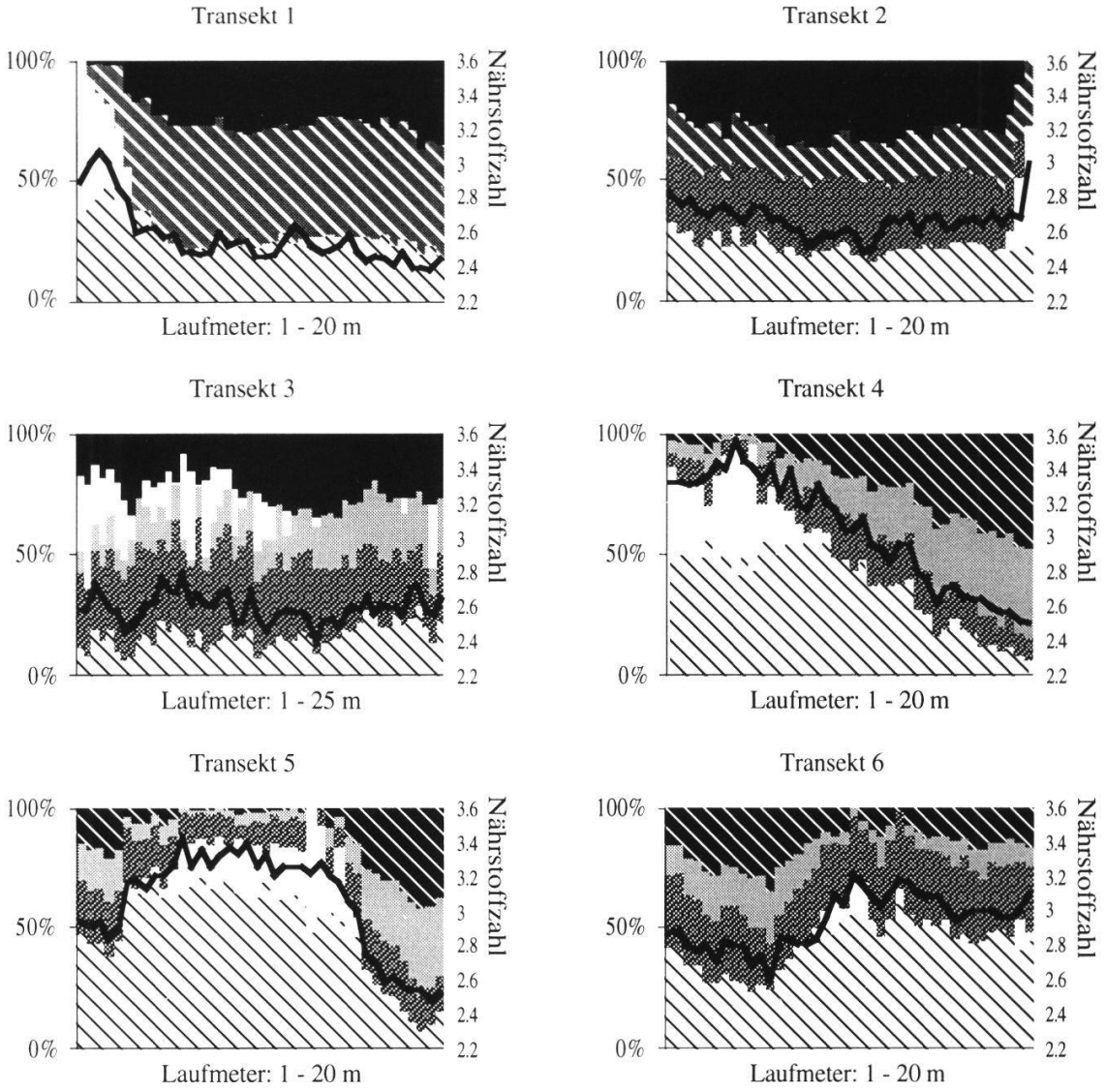


Fig. 12. Neuriedtli: floristischer Gradient
– Relative Zugehörigkeiten der Transektaufnahmen zu den pflanzensoziologischen Einheiten. "Weitere Gesellschaften" deshalb, weil dafür keine Referenzaufnahmen zur Verfügung stehen und eine Zuordnung deshalb nicht möglich ist.
– Nach Deckungen gewichteter Zeigerwert für die Nährstoffversorgung (Nährstoffzahl).
Neuriedtli: floristic gradient
– Relative belongings of the transect relevés to the phytosociological unities. "Weitere Gesellschaften": there were no reference relevés available; a classification to a unit is therefore not possible.
– Indicator value for nutrient supply (Nährstoffzahl), weighted to the covering of the species

Valeriano-Filipenduletum
Caricetum davallianae typicum
Saturejo-Molinietum equisetetosum
Übergang Caricetum davallianae / Schoenetum
Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae
weitere Gesellschaften/unerklärt
Caricetum davallianae stachyetosum
Nährstoffzahl

Die Verbreitung der Adlerfarnfluren lässt sich mit Hilfe der Gruppenzugehörigkeiten nicht darstellen. Sie finden sich an Orten mit hoher und mit niedriger Zugehörigkeit zum *Valeriano-Filipenduletum* als auch an Orten mit hoher bis niedriger Zugehörigkeit zum *Saturejo-Molinietum*. Ihre Verbreitung beschränkt sich auf die Braunerden und z.T. auf Braunerdegley.
Die Transekte 2 und 3 zeigen ebenfalls die Grenzen der gewählten Darstellungsart für die floristischen Gradienten. Auf Transekt 2 ist zwar eine floristische Abfolge zu erkennen. Er weist Arten auf, die nur am oberen Ende auftreten wie *Mentha aquatica*, *Phleum pratense*, *Juncus inflexus*, *Juncus effusus*, Arten, die nur im mittleren Bereich auftreten wie *Juncus articulatus*, *Epipactis palustris* und Arten, die nur im unteren Bereich auftreten wie *Holcus lanatus*, *Festuca pratensis*, *Galium album*, *Ononis repens*, *Polygonatum multiflorum*, *Convolvulus sepium*. Die Differenzen sind jedoch gering. Der ganze Transekt wird nach der pflanzensoziologischen Klassierung derselben Einheit, dem Übergang vom *Saturejo-Molinietum* zum *Gentiano-Molinietum* zugewiesen. Selbst die Wahl je einer Referenzaufnahme an jedem Ende des Transektes erbrachte keine Abfolge von Gruppenzugehörigkeiten.
Transekt 3 verläuft von einem Abhang aus in den flachen Bereich des Neuriedtli (vgl. Fig. 4). Der Übergang vom Hang zum flachen Teil bei Laufmeter 17 fällt mit dem Wechsel des Bodens von kolluvialer Braunerde zu torfigem Fahlgley zusammen. Die Adlerfarnflur verschwindet mit dem Wechsel des Bodentyps. Die Sparte "andere Gesellschaften/unerklärt" weist im Bereich des Adlerfarns bzw. der Braunerde unter starken Schwankungen ziemlich hohe Werte bis über 40% auf. Am untersten Teil der Braunerde und auf dem torfigen Fahlgley nehmen die Zugehörigkeiten zum *Gentiano-Molinietum* und zur Übergangsgesellschaft *Caricetum davallianae/Primulo-Schoenetum* etwas zu. Auf der ganzen Transektlänge weist das *Saturejo-Molinietum* mit relativ starken Schwankungen Zugehörigkeiten um 30–40% auf (vgl. Fig. 12).

3.4. REAKTION DER VEGETATION AUF DIE NÄHRSTOFFVERSORGUNG

3.4.1. Indikation der Bodenparameter durch floristische Daten

Die Nährstoffzahl weist mit einem Koeffizienten von $r = 0.868 \pm 0.227$ von den berechneten, nach Deckungen gewichteten Zeigerwerten die beste mittlere Korrelation mit der Bodenmatrix auf, gefolgt von der Humuszahl mit $r = 0.761$

± 0.218 (vgl. Tab. 12). Die Zeigerwerte für Bodenfeuchtigkeit, fliessendes Bodenwasser und Bodenreaktion vermögen die Bodenvariablen in den untersuchten Gebieten nicht sehr gut darzustellen. Die Nährstoffzahlen erweisen sich auch für die einzelnen Untersuchungsgebiete als gute Indikatoren der Bodenmatrix. Lediglich auf den Transekten 2 und 3 im Neuriedtli werden mit r = 0.312 bzw. r = –0.243 keine signifikanten Zusammenhänge ersichtlich. Der nächstkleinste Wert liegt für Transekt 3 im Rod bei r = –0.792. Die übrigen Werte bewegen sich für das Neuriedtli um r = 0.85 und für Rod und Neuthal bei r = 0.95.

Alle Zusammenhänge der Gruppenzugehörigkeiten nach FEOLI und ZUCCARELLO (1988) mit der Bodenmatrix sind signifikant (vgl. Tab. 12). Die Zugehörigkeiten zum *Primulo-Schoenetum* sind mit r = 0.949 ± 0.021 die beste Indikation für die Bodenmatrix. Ebenfalls sehr gute Korrelationen mit kleiner Streuung zeigen die Zugehörigkeiten zum *Caricetum davallianae stachyetosum* und zum *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae*. Die Zugehörigkeit zum *Valeriano-Filipenduletum* korreliert ebenfalls gut mit der Bodenmatrix, weist aber eine erhebliche Streuung mit r = 0.801 ± 0.259 auf. Die eine Hälfte dieser Streuung wird durch den Wert von Transekt 2 im Neuriedtli verursacht (r = –0.053), zur anderen Hälfte durch die Werte der Transekte 1 und 3 ebenfalls aus dem Neuriedtli (r = –0.662 bzw. r = 0.5). Auf diesen drei Transekten sind die Nährstoffgradienten schwach ausgebildet, und der Verlauf der 1. und 2. Achse der HKA ist z.T. unterschiedlich (vgl. Fig. 8 und Fig. 9). Daher ist der floristische Gradient mit Ausnahme der ersten 5 m von Transekt 1 auf diesen Achsen unklar ausgebildet (vgl. Fig. 12).

Die mittleren, nach einzelnen Transekten berechneten Korrelationskoeffizienten stimmen mit jenen, die über alle Transekte gemeinsam berechnet wurden, nur bedingt überein. Sehr gut stimmen sie für die Zugehörigkeiten zum *Primulo-Schoenetum* überein, sowie für die Nährstoffzahl, die Humuszahl und bedingt für die Zugehörigkeit zum *Valeriano-Filipenduletum*. Die Grösse und die geringe Streuung eines Korrelationskoeffizienten geben keinen Hinweis darauf, dass die gemeinsame Auswertung aller Transekte das gleiche Resultat liefert wie ein mittlerer Wert der Auswertungen einzelner Transekte (vgl. Tab.12 Zugehörigkeiten zum *Gentiano-Molinietum caricetosum davallianae*). Eine mögliche Erklärung dafür liegt in den unterschiedlichen Nährstoffniveaus auf den Transekten (vgl.Tab. 48 im Anhang). Es ist möglich, dass dadurch auf den einzelnen Transekten klar ausgeprägte Gradienten bei einer Gesamtauswertung verdeckt werden. Das Umgekehrte, dass ein Korrelationskoeffizient

bei der Gesamtauswertung grösser wird als der gemittelte Korrelationskoeffizient aus den Einzeltransektauswertungen, tritt nur bei der Humuszahl auf. Dabei ist die Differenz sehr gering.

Eine alternative Auswertung zur indirekten Ordination der floristischen Daten, d.h. der Korrelation mit der ersten Achse der HKA der Bodenfaktoren, ist die direkte "fuzzy ordination" nach ROBERTS (1986). Auch in diesem Verfahren werden jeweils die mittleren Zeigerwerte oder die nach FEOLI und ZUCCHARELLO (1988) berechneten Gesellschaftszugehörigkeiten der Aufnahmen als y-Achsen

Tab. 12. Mittlere Korrelationen und Standardabweichung verschiedener floristischer Masse mit der 1. Achse der HKA der Bodenfaktoren. Berechnung nach Einzeltransekten. Bei den Zugehörigkeiten zu pflanzensoziologischen Einheiten sind im mittleren Wert nur jene Transekte berücksichtigt, auf denen die maximale Zugehörigkeit zur entsprechenden Einheit > 0 ist. Stichprobenumfänge: N=30 oder n=40 auf den Einzeltransekten. Kritische Werte für r:
Average correlations and standarddeviations with the 1st axis of the pca for different floristic parameters. Calculation based on single transects. In case of belongings to phytosociological units, only those transects are taken for calculation which have a maximum belonging to the unit in question > 0.
Sample sizes: N=30 od n=40 on the single transects. Critical values of r:
n=30: bei p=1%: r_{krit}=0.456, bei p=1‰: r_{krit}=0.562
n=40: bei p=1%: r_{krit}=0.308, bei p=1‰: r_{krit}=0.495

	mittlerer Korrelationskoeffizient	s	Korrelationskoeffizient über alle Transekte gerechnet
Varianz auf 1. Achse der HKA (Mittelwert)	70.8%	±15.7%	43.7%
Zeigerwerte:			
Feuchtezahl	0.644	±0.274	0.433
Reaktionszahl	0.455	±0.244	0.300
Nährstoffzahl	**0.868**	±0.227	-0.847
Humuszahl	0.761	±0.218	0.778
fliessendes Bodenwasser	0.565	±0.259	0.246
Zugehörigkeiten zum:			
Valeriano-Filipenduletum	**0.801**	±0.259	-0.731
Gentiano-Molinietum caric. montanae	0.504	±0.283	0.102
Gentiano-Molinietum caric. davallianae	**0.872**	±0.067	0.030
Saturejo-Molinietum	0.422	±0.218	-0.338
Caricetum davallianae stachyetosum	**0.850**	±0.068	-0.564
Übergang *Caricetum davall./ Primulo-Schoenetum*	0.704	±0.182	-0.398
Caricetum davallianae typicum	0.783	±0.189	-0.433
Primulo-Schoenetum	**0.949**	±0.021	0.930

der Ordinationen eingesetzt (entspricht Fuzzy set A, vgl. Kap. 2.1.5.). Für die x-Achse werden aufgrund der gemessenen Bodennährstoffgehalte Erwartungswerte für diese Gruppenzugehörigkeiten bzw. Zeigerwerte als scheinbare Variable berechnet (entspricht Fuzzy set E). Die Korrelation zwischen den beiden Achsen kann als Mass betrachtet werden, wie stark die Zeigerwerte bzw. die Gesellschaftszugehörigkeiten von der Bodenmatrix abhängen.
Die Korrelationskoeffizienten bei dieser Auswertung sind generell viel niedriger und die Streuungen sehr viel grösser als bei der indirekten Ordination (vgl. Tab.13). Die beiden Verfahren werten die floristischen Variablen nicht genau gleich: Die Nährstoffzahl ist von den Zeigerwerten bei beiden Verfahren der beste Indikator für die Bodenmatrix. Die Humuszahl jedoch, die bei der indirekten Ordination den zweitbesten Zeigerwert darstellt, wird durch die direkte Ordination als schlechtester Zeigerwert ausgewiesen. Auch bei den Zugehörigkeitsgraden zu den pflanzensoziologischen Gruppen sind Differenzen vorhanden: Die Zugehörigkeiten zum *Primulo-Schoenetum* ergeben mit der indirekten Ordination die beste Korrelation überhaupt, mit der direkten Ordination bloss die zweitschlechteste. Bei der direkten Ordination korreliert die Zugehörigkeit zum *Caricetum davallianae stachyetosum* am besten, welche bei der indirekten Ordination bloss die drittstärkste Korrelation aufweist.
Die mittleren, nach einzelnen Transekten berechneten Korrelationskoeffizienten stimmen sowohl bei der indirekten als auch bei der direkten Ordination nur bedingt mit den über alle Transekte berechneten überein. Sie stimmen sehr gut für die Zugehörigkeiten zum *Saturejo-Molinietum*, zum Übergang *Caricetum davallianae/Primulo-Schoenetum*, zum *Primulo-Schoenetum* und bedingt für die Nährstoffzahl überein. Es kommt vor, dass über alle Transekte berechnete Korrelationskoeffizienten grösser sind als die mittleren, nach einzelnen Transekten berechneten. Dies kommt auch bei Variablen vor, deren Korrelationen im Verfahren der indirekten Ordination bei der Auswertung über alle Transekte stark vermindert wird (vgl. Tab. 12 und Tab. 13: Zugehörigkeit zum *Gentiano-Molinietum caricetosum montanae*).
Die direkte Ordination wertet alle Variablen gleich stark. Durch die Korrelation mit der 1. Achse der HKA erfolgt hier bereits eine Gewichtung bezüglich der Faktorladungen. Dies ist ein Vorteil der direkten gegenüber der indirekten Ordination, und zwar dann, wenn alle Variablen ungefähr gleich stark zur Varianz beitragen. Dieser Vorteil fällt weniger ins Gewicht, wenn bei der HKA sehr viel Varianz auf die erste Achse fällt. In der vorliegenden Arbeit ist dies für die Bodenmatrix mit durchschnittlich 70% der Fall.

Tab. 13. Roberts "direct ordination": mittlere Korrelationen und Standardabweichung verschiedener floristischer Masse mit entsprechenden scheinbaren Variablen der Roberts Ordination. Die Berechnung erfolgt nach Einzeltransekten. Bei den Zugehörigkeiten zu pflanzensoziologischen Einheiten sind im mittleren Wert nur jene Transekte berücksichtigt, auf denen die maximale Zugehörigkeit zur entsprechenden Einheit > 0 ist. Ein Signifikanzniveau oder kritische Werte können nicht angegeben werden.
Robert's direct ordination: average correlation and standard deviation of different floristic parameters with the corresponding apparent variables of the Robert's ordination. The calculation is based on single transects. In case of belongings to phytosociological units only those transects are taken for calculation, which have a maximum belonging to the unit in question > 0. A level of signigicance or critical values can not be given.

	mittlerer Korrelations-koeffizient	Streu-ung s	Korrelations-koeffizient über alle Transekte gerechnet
Zeigerwerte:			
Feuchtezahl	0.387	±0.201	-0.017
Reaktionszahl	0.364	±0.215	0.189
Nährstoffzahl	**0.485**	±0.222	0.414
Humuszahl	0.362	±0.168	0.372
fliessendes Bodenwasser	0.446	±0.182	0.371
Zugehörigkeiten zum:			
Valeriano-Filipenduletum	0.476	±0.274	0.628
Gentiano-Molinietum caric. montanae	0.341	±0.193	0.464
Gentiano-Molinietum caric. davallianae	**0.496**	±0.223	0.304
Saturejo-Molinietum	0.443	±0.254	0.429
Caricetum davallianae stachyetosum	**0.593**	±0.213	0.689
Übergang Caricetum davall./ Primulo-Schoenetum	**0.533**	±0.176	0.528
Caricetum davallianae typicum	**0.557**	±0.237	0.335
Primulo-Schoenetum	0.347	±0.141	0.364

Die Interpretation der Ergebnisse aus der direkten Ordination wird dadurch erschwert, dass kein Signifikanzniveau angegeben werden kann und bis jetzt noch wenig Erfahrungen über die Aussagekraft der so berechneten Korrelationskoeffizienten vorhanden sind. Die Streuung für die starken Korrelationen fällt bei der indirekten Ordination sehr viel geringer aus, und das Verfahren ist für meine Vorstellung leichter interpretierbar. Ich halte aus diesen Gründen die indirekte Ordination für die vorliegende Arbeit für geeigneter.

3.4.2. Indikation der Bodenparameter durch Vitalitätsparameter einzelner Arten

3.4.2.1. Nährstoffzeigende Arten (Zeigerwert 4)

Filipendula ulmaria

Filipendula ulmaria ist nur auf den Transekten im Neuthal und im Neuriedtli für eine Auswertung häufig genug vorhanden. Neun der insgesamt sechzehn Transekte können ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge liegen zwischen sechs und dreissig Abschnitten pro Transekt. *Filipendula ulmaria* wächst auf den riedwärts gelegenen Transektabschnitten z.T. nur noch in der Form von bodenständigen Blättern.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:

Die Korrelationen der erhobenen Vitalitätsparameter untereinander variieren kaum zwischen den Untersuchungsgebieten. Eine Ausnahme ist die Ausbildung von Blütenknospen, welche im Neuthal praktisch keinen Zusammenhang mit einem anderen Merkmal hat ($0.025 \leq r \leq 0.200$), im Neuriedtli jedoch mit Stengel- und Blattmassen höhere Korrelationen aufweist ($-0.536 \leq r \leq -0.699$). Die Korrelationsmatrix für alle Gebiete befindet sich im Anhang (Tab. 50). Die Zusammenhänge der Deckung von *Filipendula ulmaria* mit den anderen Merkmalen sind schwach bis mittelstark: $r_{min} = 0.141$ mit der mittleren Rispenlänge, $r_{max} = 0.609$ mit der Anzahl Stengel.

Die vegetativen Merkmale weisen unter sich relativ starke positive Zusammenhänge auf. Am stärksten ist die Beziehung zwischen Stengeldurchmesser und Wuchshöhe mit einem Korrelationskoeffizienten von $r \geq 0.902$. Es fällt auf, dass die mittlere Blattbreite mit allen anderen Merkmalen bis zu doppelt so grosse Korrelationskoeffizienten bildet wie die maximale Blattbreite. Die Präsenz von roten Blattspitzen ist von allen anderen Merkmalen unabhängig ($r_{max} = 0.203$ mit der Ausbildung von Blütenknospen).

Bei den generativen Merkmalen fallen die Unabhängigkeiten der Rispengrösse ($r_{max} = 0.272$) und der Anzahl blühender Pflanzen ($r_{max} = 0.282$) von allen anderen Merkmalen auf. Die Anzahl Rispen dagegen weist mässig enge bis enge Zusammenhänge mit Stengelmassen und Blattlänge auf ($0.590 \leq r \leq 0.827$).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:

Die Art reagiert mit ihrem Wachstum am stärksten auf den Gesamtphosphorgehalt im Oberboden (vgl. Tab. 14). Der zweitwichtigste Faktor für die Vitalität

Tab. 14. *Filipendula ulmaria*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für das Neuthal, das Neuriedtli und beide Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Filipendula ulmaria: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Neuthal, Neuriedtli and for both sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Neu-thal 6	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 9	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.586	0.555	0.576±0.197		7 / 9	5 / 9
NH_4-N	0.543	0.173	0.455±0.235		4 / 9	0 / 9
NO_3-N	0.574	0.557	0.568±0.153		8 / 9	5 / 9
Phosphor	0.621	0.607	0.617±0.180		7 / 9	5 / 9
PO_4	0.560	0.526	0.549±0.170		8 / 9	4 / 9
K	0.537	0.397	0.494±0.218		5 / 9	4 / 9
C/N	0.587	0.539	0.571±0.245		7 / 9	4 / 9

von *Filipendula ulmaria* ist der Feuchtegradient, gefolgt vom C-N-Verhältnis. Die Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten sind mit Ausnahme des Ammonium-Stickstoffs und des Kaliums relativ gering. Wie die relativ grossen Standardabweichungen der Korrelationskoeffizienten von 27–51% zeigen, bestehen jedoch zwischen den einzelnen Transekten erhebliche Unterschiede.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Die Korrelationen der einzelnen Merkmale von *Filipendula ulmaria* mit der ersten Achse der HKA der Bodenmatrix unterscheiden sich von Transekt zu Transekt und von Gebiet zu Gebiet erheblich. Die Streuung zwischen den Transekten liegt zwischen 30% und 64% der Korrelationskoeffizienten. Die Anzahl signifikant mit der 1. Achse der Bodenmatrix korrelierender Merkmale hängt nicht vom Stichprobenumfang auf den Transekten ab. Auch vom Anteil der Abschnitte, in welchen das interessierende Merkmal ausgeprägt ist, sind die Korrelationskoeffizienten unabhängig.
Die vegetativen Merkmale zeigen die Nährstoffversorgung besser an als die generativen. Die maximale Wuchshöhe hat den engsten Zusammenhang mit der Bodenmatrix, gefolgt von der maximalen Blattlänge (vgl. Tab. 15). Die Korrelationen sind für beide Merkmale bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 5\%$ auf 7 von 9 Transekten signifikant. Die Differenzen zwischen den sieben stärksten Korrelationen sind gering. Die etwas geringere Standard-

Tab. 15. *Filipendula ulmaria*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Neuthal, im Neurietli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Filipendula ulmaria: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlation of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Neu-thal 6	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 9	s	Rang des Gesamt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.591	0.439	0.545	±0.275	5	6/9	4/9
Anzahl Triebe	0.470	0.433	0.458	±0.157	13	4/9	4/9
maximale Wuchshöhe	0.579	0.522	0.561	±0.223	2	7/9	3/9
mittlere Wuchshöhe	0.576	0.480	0.546	±0.206	4	7/9	2/9
maximaler Stengeldurchmesser	0.574	0.411	0.526	±0.242	8	7/9	2/9
mittlerer Stengeldurchmesser	0.549	0.353	0.492	±0.236	11	5/9	2/9
maximale Blattlänge	0.528	0.604	0.555	±0.168	3	7/9	4/9
mittlere Blattlänge	0.519	0.571	0.537	±0.175	6	6/9	4/9
maximale Blattbreite	0.498	0.583	0.528	±0.193	7	7/9	4/9
mittlere Blattbreite	0.510	0.551	0.524	±0.158	9	7/9	4/9
Blattspitzen rot	0.435	0.312	0.393	±0.253	15	4/8	1/8
Blütenknospen vorhanden	0.307	0.326	0.317	±0.153	17	2/6	1/6
Anzahl fertile Triebe	0.507	0.124	0.420	±0.246	14	3/9	3/9
maximale Anzahl Infloreszenzen	0.468	0.583	0.509	±0.222	10	5/9	4/9
mittlere Anzahl Infloreszenzen	0.455	0.483	0.465	±0.278	12	4/9	3/9
maximale Infloreszenzlänge	0.410	0.105	0.340	±0.186	16	2/9	1/9
mittlere Infloreszenzlänge	0.321	0.102	0.269	±0.157	18	1/9	1/9
Gesamtvitalität	0.598	0.725	0.643	±0.217	1	8/9	5/9

abweichung von 30% gegenüber 40% macht deutlich, dass die maximale Blattlänge die Bodenwerte am zuverlässigsten anzeigt. Die Deckung weist die viertgrösste mittlere Korrelation mit der Bodenmatrix aus, die Werte streuen jedoch sehr stark. Die Standardabweichung dieser Korrelation ist halb so gross wie der Koeffizient. Von allen generativen Merkmalen korreliert die Anzahl Blütenstände mit Rang 9 noch am besten mit der Bodenmatrix ($r = 0.509 \pm 0.222$). Die Korrelationen der Maximalwerte der Vitalitätsparameter mit der Bodenmatrix sind, verglichen mit jenen der Mittelwerte, durchwegs höher.
Besser als irgendein einzelnes Merkmal vermag die Gesamtvitalität (Korrelation der 1. Achse der HKA der Vitalitätsparameter mit der 1. Achse der HKA der Bodenvariablen) die Bodenmatrix abzubilden ($r = 0.643 \pm 0.217$). Obwohl die Streuung auch in diesem Fall recht hoch ist, sind auf acht der neun ausgewerteten Transekte signifikante Zusammenhänge zu sehen ($p \leq 5\%$).

3.4.2.2. Arten, die mittlere Nährstoffgehalte anzeigen (Zeigerwert 3)

Holcus lanatus

Die Verbreitung von *Holcus lanatus* in den Untersuchungsgebieten erlaubt eine Auswertung von zehn der sechzehn Transekten. Die Stichprobenumfänge belaufen sich auf 5 bis 21 Abschnitte pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:

Wuchshöhen und Rispenlängen korrelieren in allen drei Untersuchungsgebieten gut miteinander (r = 0.756). Es bestehen kaum Unterschiede zwischen den Gebieten. Die Beziehung dieser beiden Parameter zur Anzahl blühender Pflanzen ist zwischen den Untersuchungsgebieten ebenfalls konstant, jedoch nur von geringer Stärke (r = 0.303).

Die Deckung korreliert mit der Anzahl Pflanzen in allen Gebieten gut (r = 0.632), die Korrelationen mit allen anderen Merkmalen sind im Neuriedtli um etwa einen Faktor 10 kleiner als in den beiden anderen Gebieten. Die Korrelationsmatrix befindet sich im Anhang (Tab. 51).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:

Das Wachstum von *Holcus lanatus* reagiert in den untersuchten Gebieten am direktesten auf die Versorgung mit Orthophosphat bzw. Gesamtphosphor (vgl. Tab. 16). In zweiter Linie wird die Vitalität der Art vom C-N-Verhältnis und vom Wassergehalt bestimmt. Die Versorgung mit Stickstoff scheint eine untergeordnete Rolle zu spielen, wobei der Einfluss von Ammonium noch geringer ist als jener des Nitrats.

Diese Zusammenhänge sind nur schwach bis mässig stark ausgeprägt. Wegen der grossen Streuungen (zwischen 49% und 68%) sowie des geringen Anteils an Transekten, welche signifikante Korrelationen aufweisen, können die Zusammenhänge nicht als gesichert betrachtet werden. Etwas zuverlässiger ist einzig die Korrelation zwischen der Gesamtvitalität und dem Gesamtphosphor. Die Streuung zwischen den Transekten beträgt hier 36.6%, und die Zusammenhänge sind auf vier der zehn Transekte signifikant (p=5%).

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:

Die grossen Streuungen der mittleren Korrelationskoeffizienten von 35–62% zeigen, dass es bei den Reaktionen der einzelnen Vitalitätsparameter von *Holcus*

Tab. 16. *Holcus lanatus*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Holcus lanatus: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 3	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 10	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.508	0.472	0.265	0.433	±0.240	2/10	2/0
NH_4-N	0.332	0.421	0.299	0.362	±0.244	1/10	1/10
NO_3-N	0.506	0.385	0.298	0.403	±0.199	2/10	1/10
Phosphor	0.599	0.452	0.264	0.458	±0.247	4/10	2/10
PO_4	0.453	0.486	0.444	0.464	±0.170	2/10	1/10
K	0.541	0.371	0.351	0.424	±0.273	3/10	1/10
C/N	0.601	0.442	0.112	0.436	±0.245	2/10	2/10

lanatus auf die Bodenmatrix erhebliche Unterschiede zwischen den Transekten gibt. Die Zusammenhänge sind schwach bis mässig ausgeprägt ($0.359 \leq r \leq 0.505$, vgl Tab.17).
Die vegetativen Vitalitätsparameter geben die Bodenverhältnisse besser wieder als die generativen. Die Indikatoreigenschaft der Anzahl Pflanzen pro Tran-

Tab. 17. *Holcus lanatus*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Holcus lanatus: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlation of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod, Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 3	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 10	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.486	0.564	0.161	0.440	±0.250	3	3/9	1/9
Anzahl Pflanzen	0.399	0.474	0.034	0.371	±0.229	6	2/10	0/10
Anzahl blühende Pflanzen	0.325	0.465	0.182	0.359	±0.184	8	1/8	0/8
maximale Wuchshöhe	0.559	0.539	0.386	0.505	±0.227	1	3/10	2/10
mittlere Wuchshöhe	0.504	0.510	0.388	0.474	±0.170	2	3/10	2/10
maximale Rispenlänge	0.544	0.449	0.212	0.428	±0.260	5	3/10	2/10
mittlere Rispenlänge	0.413	0.402	0.211	0.359	±0.210	7	3/10	1/10
Gesamtvitalität	0.546	0.452	0.218	0.431	±0.257	4	3/10	2/10

sektabschnitt liegt dazwischen. Die beste Bodenindikation erfolgt durch die Wuchshöhen (r = 0.505), gefolgt von der Deckung (r = 0.440). Die maximale Wuchshöhe streut mit 35% des Korrelationskoeffizienten am wenigsten von allen Parametern. Auch bei *Holcus lanatus* weisen die Maximalwerte der Vitalitätsparameter die grösseren Korrelationen auf als ihre Mittelwerte.
Auf dem grössten Teil der Transekte sind die Zusammenhänge der Vitalitätsparameter mit der Bodenmatrix nicht signifikant. Daraus muss geschlossen werden, dass *Holcus lanatus* keine zuverlässigen Aussagen über die Nährstoffversorgung des Bodens machen kann.

Phragmites communis

Phragmites communis wächst nur im Rod und im Neuthal. An diesen beiden Orten ist die Art auf allen Transekten gut vertreten. Somit können Daten von zehn der sechzehn Transekte ausgewertet werden. Die Stichproben umfassen zwischen 10 und 26 Abschnitte pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die Korrelationen der Vitalitätsparameter untereinander ergeben z.T. erhebliche Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsorten. So sind im Rod die Zusammenhänge zwischen der Ausbildung von Knospen und den anderen Vitalitätsparametern auf noch schwach bis mittelstark ($0.153 \leq r \leq 0.658$) zu taxieren. Im Neuthal zeigt dieses Merkmal nur eine einzige nennenswerte

Tab. 18. *Phragmites communis*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal und beide Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Phragmites communis: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal and for both sites together. s = standard deviation ot total average.

	Rod	Neu-thal	Gesamt-mittel s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen	
Anzahl Transekte	4	6	10	p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.121	0.265	0.219±0.144	0/10	0/10
NH_4-N	0.213	0.380	0.324±0.201	2/10	0/10
NO_3-N	0.241	0.264	0.255±0.120	0/10	0/10
Phosphor	0.156	0.235	0.207±0.117	0/10	0/10
PO_4	0.130	0.286	0.236±0.112	0/10	0/10
K	0.076	0.255	0.203±0.131	0/10	0/10
C/N	0.327	0.347	0.339±0.127	1/01	0/10

Korrelation mit einem Koeffizienten von r ≥ 0.1 auf, und zwar jene mit der maximalen Rispenlänge (r = 0.300). Ein anderes Beispiel ist die mittlere Stengeldicke, die im Rod mit immerhin 3 anderen Merkmalen sehr hohe Korrelationen aufweist (r ≥ 0.9), während im Neuthal die entsprechenden Werte 0.29 nicht überschreiten.
Die Korrelationen von Stengelzahl, Blattlängen, Rispengrössen und Wuchshöhen untereinander weisen weniger grosse Unterschiede zwischen dem Rod und dem Neuthal auf.
Für beide Orte ist der engste Zusammenhang zwischen der mittleren Blattlänge und der mittleren Wuchshöhe zu finden (r = 0.942), gefolgt vom Verhältnis zwischen maximaler Wuchshöhe und maximaler Stengeldicke (r = 0.831).
Schwache Zusammenhänge existieren noch zwischen der Deckung und der maximalen Wuchshöhe und (r_{max} = 0.459), sowie zwischen der mittleren Stengeldicke und der mittleren Blattlänge (r_{max} = 0.307). Weitere Zusammenhänge sind nicht erkennbar. Die vollständige Korrelationsmatrix findet sich im Anhang (Tab. 52).

Tab. 19. *Phragmites communis*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels. • = uniforme Merkmalsausprägung oder Merkmal nicht ausgebildet, weshalb keine Korrelation gerechnet werden kann.
Phragmites communis: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlation of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod, Neuthal and total average. s = standard deviation of total average.

	Rod	Neu-thal	Gesamt-mittel	s	Rang des Gesamt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen	
Anzahl Transekte	4	6	10			p≤5%	p≤1%
Deckung	0.420	0.441	0.433	±0.258	1	2/10	1/10
Anzhl Stengel	0.192	0.277	0.246	±0.127	9	0/10	0/10
Knospen vorhanden	0.139	0.463	0.261	±0.184	8	0/4	0/4
Anzahl blühender Stengel	0.091	•	0.091	±0.083	13	0/2	0/2
mittlere Wuchshöhe	0.132	0.252	0.212	±0.114	11	0/10	0/10
maximale Wuchshöhe	0.346	0.448	0.411	±0.270	2	4/10	1/10
mittlere Stengeldicke	0.173	0.232	0.210	±0.113	12	0/10	0/10
maximale Stengeldicke	0.214	0.417	0.350	±0.240	3	2/10	1/10
mittlere Rispenlänge	0.265	0.306	0.289	±0.140	6	1/7	0/7
maximale Rispenlänge	0.269	0.327	0.309	±0.182	5	2/9	1/9
mittlere Blattlänge	0.175	0.321	0.272	±0.154	7	1/10	0/10
maximale Blattlänge	0.068	0.430	0.336	±0.245	4	3/10	2/10
Gesamtvitalität	0.156	0.259	0.224	±0.132	10	0/10	0/10

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Die Vitalität des Schilfes scheint in den untersuchten Gebieten weitgehend unabhängig vom Wassergehalt des Bodens und der Nährstoffversorgung zu sein. Keiner der erfassten Bodenparameter korreliert auf mehreren Transekten signifikant mit der Gesamtvitalität (vgl. Tab. 18). Das C-N-Verhältnis und der aktuelle Ammonium-Gehalt des Bodens weisen mit Koeffizienten von $r = 0.339 \pm 0.234$ bzw. $r = 0.324 \pm 0.341$ die stärksten Korrelationen mit der Gesamtmorphometrie auf. In beiden Fällen ist die Streuung zwischen den Transekten mit 85% bzw. 97% des Koeffizienten sehr gross, und nur auf einem bzw. zwei Transekten ist der Zusammenhang signifikant.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Die Zusammenhänge der einzelnen Vitalitätsparameter mit der Bodenmatrix sind schwach ausgeprägt. Auch hier sind die Streuungen zwischen den Transekten ungefähr halb so gross bis gleich gross wie die Korrelationskoeffizienten selbst (vgl. Tab. 19). Einzig für die Deckung ($r = 0.433 \pm 0.258$, bei zwei von zehn signifikanten Korrelationen) oder die maximale Wuchshöhe ($r = 0.411 \pm 0.270$ bei vier von zehn signifikanten Korrelationen) kann ein Zusammenhang mit der Bodenmatrix angenommen werden.

Angelica silvestris
Angelica silvestris wächst auf insgesamt neun der sechzehn Transekte genügend häufig für eine Auswertung. Im Neuthal kommt sie auf den auswertbaren Transekten lediglich mit grundständigen Blättern vor. Die Stichprobenumfänge betragen zwischen fünf und sechzehn Abschnitte pro Transekt.
Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die grössten Unterschiede zwischen den Untersuchungsobjekten zeigen sich in den Korrelationen der Anzahl Pflanzen mit allen anderen Vitalitätsparametern sowie in den Korrelationen der Ausbildung von Knospen mit Wuchshöhen und Doldengrössen. Die übrigen Vitalitätsparameter unterscheiden sich in ihren Verhältnissen zueinander kaum zwischen den Untersuchungsobjekten.
Die Deckung weist mit allen anderen Parametern nur schwache bis mässig starke Zusammenhänge auf ($0.216 \leq r \leq 0.441$). Der engste Zusammenhang besteht zwischen den Doldengrössen und der Wuchshöhe mit $r = 0.984$ für die Mittelwerte, gefolgt von der Korrelation zwischen Doldengrösse und Anzahl Dolden mit $r = 0.850$ für die Maximalwerte. Die Längen der grundständigen Blätter korrelieren ebenfalls sehr stark mit deren Fiederungsgrad ($r = 0.842$ für

Tab. 20. *Angelica silvestris*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Angelica silvestris: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 3	Neu-thal 3	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 9	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.334	0.410	0.267	0.342	±0.198	0/9	0/9
NH_4-N	0.353	0.745	0.273	0.501	±0.234	1/9	0/9
NO_3-N	0.272	0.330	0.363	0.324	±0.174	0/9	0/9
Phosphor	0.313	0.426	0.312	0.355	±0.208	0/9	0/9
PO_4	0.404	0.711	0.295	0.502	±0.297	4/9	1/9
K	0.213	0.598	0.074	0.369	±0.279	1/9	1/9
C/N	0.282	0.352	0.402	0.349	±0.231	1/9	0/9

die Maximalwerte). Die für alle Gebiete gemeinsam berechnete Korrelationsmatrix findet sich im Anhang (vgl. Tab. 53).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:

Zuverlässige Aussagen zur Reaktion der Gesamtvitalität von *Angelica silvestris* auf einzelne Bodenfaktoren lassen sich kaum machen. Die stärkste Reaktion zeigt die Art gleichermassen auf den Ammonium- und den Orthophosphatgehalt (vgl. Tab. 20). Obwohl diese Korrelationen wenigstens mässig stark sind, muss ihre Aussagekraft aufgrund der grossen Streuung von 47–75% der Koeffizienten eingeschränkt werden. Die Korrelation mit dem Orthophosphat ist wenigstens auf vier der neun Transekte bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit signifikant und kann als mässig zuverlässig betrachtet werden.

Alle anderen Zusammenhänge sind nur auf einem oder gar keinem Transekt signifikant und müssen deshalb als zufällig betrachtet werden.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:

Entsprechend den Zusammenhängen zwischen Gesamtvitalität und einzelnen Bodenfaktoren sind auch die Zusammenhänge zwischen einzelnen Vitalitätsparametern und der Bodenmatrix bestenfalls mässig stark ausgeprägt, und ihre Aussagekraft relativ schwach.

Die generativen Merkmale wie Doldenzahl und -grösse sowie die Ausbildung von Knospen sind von der Bodenmatrix unabhängig (r_{max} = 0.266, Signifikanz wird auf keinem Transekt erreicht, vgl. Tab. 21).

Tab. 21. *Angelica silvestris*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.• = uniforme Merkmalsausprägung oder Merkmal nicht ausgebildet, weshalb keine Korrelation gerechnet werden kann.
Angelica silvestris. indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlation of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod, Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.• = uniform expression of the parameter or parameter not present. Therefor correlations can not be calculated.

Anzahl Transekte	Rod 3	Neu-thal 3	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 9	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.490	0.546	0.669	0.573	±0.234	1	3/9	3/9
Anzahl Pflanzen	0.243	0.664	0.174	0.379	±0.236	4	0/8	0/8
Knospen	0.255	•	0.229	0.240	±0.166	14	0/5	0/5
Wuchshöhe	0.300	•	0.424	0.367	±0.161	7	1/6	0/6
maximale Anzahl Grundblätter	0.182	0.325	0.354	0.297	±0.183	10	0/9	0/9
mittlere Anzahl Grundblätter	0.200	0.287	0.504	0.354	±0.252	8	2/9	1/9
maximale Blattlänge	0.433	0.647	0.492	0.532	±0.259	2	4/9	2/9
mittlere Blattlänge	0.500	0.630	0.263	0.489	±0.274	3	3/9	1/9
maximaler Fiederungsgrad	0.069	0.497	0.276	0.331	±0.232	9	0/9	0/9
mittlerer Fiederungsgrad	0.207	0.553	0.270	0.375	±0.239	5	1/9	0/9
Anzahl Dolden	0.307	•	0.216	0.266	±0.126	11	0/6	0/6
maximale Doldengrösse	0.296	•	0.225	0.263	±0.109	12	0/6	0/6
mittlere Doldengrösse	0.296	•	0.216	0.259	±0.081	13	0/6	0/6
Gesamtvitalität	0.348	0.467	0.280	0.373	±0.217	6	1//9	0/9

Die engsten Zusammenhänge zur Bodenmatrix zeigen die Deckung (r = 0.573) und die Blattlängen (r = 0.532 bzw. r = 0.489 für Maximal- und Mittelwerte). Die Korrelation der Deckung mit der Bodenmatrix streut am wenigsten (s = 41% des Koeffizienten gegenüber 49% bzw. 56%). Die Zuverlässigkeit dieser Korrelationen ist eingeschränkt. Lediglich auf vier (maximale Blattlänge) bzw. drei Transekten wird ein Signifikanzniveau von 5% erreicht.
Die übrigen vegetativen Vitalitätsmerkmale reagieren nur schwach auf die Bodenmatrix ($0.297 \leq r \leq 0.379$). Mit einer Ausnahme sind die Korrelationen auf keinem oder nur auf einem einzigen Transekt signifikant.
Die Gesamtvitalität korreliert ebenfalls nur schwach mit der Bodenmatrix (vgl. Tab. 21) bei einer Streuung von 58% des Koeffizienten. Der Zusammenhang ist auf einem einzigen Transekt signifikant.

Lysimachia vulgaris

Die Vitalitätsparameter von *Lysimachia vulgaris* konnten auf vierzehn Transekten in allen Gebieten ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge bewegen sich zwischen 12 und 36 Abschnitten pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:

Die Wuchshöhen sind, über alle Gebiete betrachtet, unabhängig von allen anderen Vitalitätsparametern ($0.002 \leq r \leq 0.210$). Zwischen den einzelnen Orten bestehen jedoch grosse Unterschiede. Dies erhellt sich aus den Korrelationen zwischen maximaler Stengeldicke und maximaler Wuchshöhe: Rod: $r = 0.84$; Neuthal: $r = 0.03$; Neuriedtli: $r = 0.35$. Die Korrelationen der anderen Vitalitätsparameter untereinander unterscheiden sich weniger stark zwischen den Gebieten. Die Differenzen sind meist kleiner als 50% des grössten Koeffizienten. Die Anzahl Pflanzen auf den Transektabschnitten ist einzig mit der Deckung mässig stark korreliert ($r = 0.552$). Diese weist mit den Maximalwerten von Stengeldicke, Blütenzahl und Quirlblätterzahl sowie mit der Anzahl blühender Pflanzen Korrelationen von $r > 0.5$ auf. Die Zusammenhänge zwischen allen anderen Vitalitätsparametern sind mässig stark bis schwach. Die grösste Korrelation besteht zwischen der maximalen Blütenzahl pro Pflanze und der maximalen Anzahl blühender Pflanzen ($r = 0.671$) gefolgt von der Korrelation der maximalen Blütenzahl mit der Ausbildung von Blütenknospen ($r = 0.583$). Die vollständige Korrelationsmatrix findet sich im Anhang (Tab. 54).

Tab. 22. *Lysimachia vulgaris*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Lysimachia vulgaris: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

	Rod	Neu-thal	Neu-riedtli	Gesamt-mittel	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen	
Anzahl Transekte	3	6	5	14		p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.323	0.491	0.220	0.378	±0.202	6/14	3/14
NH_4-N	0.372	0.429	0.161	0.343	±0.182	6/14	3/14
NO_3-N	0.321	0.454	0.302	0.378	±0.161	5/14	4/14
Phosphor	0.308	0.483	0.330	0.399	±0.180	8/14	4/14
PO_4	0.328	0.381	0.230	0.323	±0.162	7/14	2/14
K	0.316	0.421	0.193	0.333	±0.185	5/14	3/14
C/N	0.254	0.439	0.324	0.366	±0.206	6/14	2/14

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Die Reaktion der Gesamtvitalität von *Lysimachia vulgaris* auf einzelne Bodenfaktoren (d.h. die Korrelation der 1. Achse der HKA der Vitalitätsparameter mit einzelnen Bodenfaktoren) ist relativ schwach ausgeprägt, die Streuungen zwischen den Transekten im Vergleich zu den Korrelationskoeffizienten mit 42%–56% des Korrelationskoeffizienten relativ hoch (vgl. Tab. 22). Am direktesten reagiert das Wachstum der Art auf den Gesamtphosphorgehalt (r = 0.399), gefolgt vom Nitratgehalt und dem Wassergehalt (r = 0.378). Die Differenz zu den übrigen Bodenfaktoren ist jedoch gering.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Die Zusammenhänge zwischen einzelnen Vitalitätsparametern und der Bodenmatrix sind ebenfalls mässig bis schwach ausgeprägt. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Transekten sind relativ gross. Die Standardabweichung schwankt um 34% des Korrelationskoeffizienten für die mittlere Wuchshöhe und um 62% für die mittlere Blütenzahl pro Pflanze.
Die vegetativen Vitalitätsparameter von *Lysimachia vulgaris* reagieren stärker

Tab. 23. *Lysimachia vulgaris*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels. • = uniforme Merkmalsausprägung oder Merkmal nicht ausgebildet, weshalb keine Korrelation gerechnet werden kann.
Lysimachia vulgaris: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

	Rod	Neu-thal	Neu-riedtli	Gesamt-mittel	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen	
Anzahl Transekte	3	6	5	14			p≤5%	p≤1%
Deckung	0.311	0.414	0.299	0.355	±0.185	6	6/14	0/14
Anzahl Pflanzen	0.165	0.246	0.295	0.251	±0.121	9	2/14	1/14
Knospen	0.139	•	0.150	0.146	±0.079	13	0/6	0/6
Anzahl blühende Pflanzen	0.266	0.243	0.236	0.246	±0.126	10	1/13	0/13
maximale Wuchshöhe	0.463	0.613	0.487	0.540	±0.224	2	10/14	9/13
mittlere Wuchshöhe	0.517	0.595	0.523	0.554	±0.221	1	9/14	8/14
maximale Stengeldicke	0.325	0.509	0.241	0.393	±0.230	4	6/14	3/14
mittlere Stengeldicke	0.365	0.520	0.212	0.401	±0.235	3	6/14	3/14
maximale Blütenzahl	0.290	0.243	0.138	0.222	±0.117	12	1/14	0/14
mittlere Blütenzahl	0.240	0.317	0.077	0.233	±0.146	11	2/14	1/14
maximale Quirlblätterzahl	0.143	0.473	0.276	0.347	±0.180	8	6/14	3/14
mittlere Quirlblätterzahl	0.163	0.482	0.247	0.352	±0.183	7	5/14	2/14
Gesamtvitalität	0.195	0.463	0.233	0.372	±0.194	5	7/14	3/14

und zuverlässiger auf den Nährstoffgehalt im Boden als die generativen. Die beste Bodenindikation erfolgt durch die Wuchshöhe (r = 0.554), deren Zusammenhang mit der Bodenmatrix auf zwei Dritteln aller Transekten bei $p \leq 5\%$ signifikant ist (r = 0.401), gefolgt von der mittleren Stengeldicke, die noch auf sechs Transekten einen signifikanten Zusammenhang mit der Bodenmatrix aufweist (vgl. Tab. 23). Blütenzahl pro Pflanze, Anzahl blühender Pflanzen und die Ausbildung von Blütenknospen sind von der Nährstoffversorgung durch den Boden unabhängig ($0.146 \leq r \leq 0.246$). Bei allen Vitalitätsmassen zeigen die mittleren Werte die Bodenmatrix besser an als die Maximalwerte.
Die Indikation der Bodenmatrix durch die Gesamtvitalität der Art ist eher schwach. Mit einem Korrelationskoeffizienten von r = 0.372 liegt sie zwischen jener der vegetativen und jener der generativen Merkmale.

Mentha aquatica

Mentha aquatica wächst nur im Rod häufig genug, dass die Transekte einzeln ausgewertet werden können. Vier Transekte können ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge betragen zwischen elf und neunzehn Abschnitte pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Wuchshöhen, Stengeldicken und Blattlängen von *Mentha aquatica* sind am stärksten miteinander verbunden ($0.805 \leq r \leq 0.873$). Ebenfalls eng ist der Zu-

Tab. 24. *Mentha aquatica*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod. s = Standardabweichung.
Mentha aquatica: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod. s = standard deviation.

	Rod	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen	
Anzahl Transekte	4		p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.200	±0.132	0/4	0/4
NH4-N	0.243	±0.136	0/4	0/4
NO3-N	0.163	±0.137	0/4	0/4
Phosphor	0.285	±0.176	1/4	0/4
PO4	0.273	±0.140	0/4	0/4
K	0.200	±0.102	0/4	0/4
C/N	0.225	±0.185	1/4	0/4

sammenhang zwischen der Anzahl Blütenstände und der Wuchshöhe (r = 0.724 für die Mittelwerte) und noch mässig eng zwischen der Anzahl Blütenstände und der Blattlänge (r = 0.545). Die Anzahl Stengel korreliert mässig stark mit allen anderen Vitalitätsparametern, ausser mit der Ausbildung von Knospen. Alle anderen Vitalitätsparameter sind voneinander mehr oder weniger unabhängig. Die vollständige Korrelationsmatrix ist dem Anhang (Tab. 55) zu entnehmen.

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Die Gesamtvitalität von *Mentha aquatica* zeigt im Rod weder auf die Nährstoffversorgung noch auf die Bodenfeuchtigkeit eine nennenswerte Reaktion (vgl. Tab. 24). Alle Korrelationen zwischen der 1. Achse und den Bodenfaktoren sind sehr klein bei sehr grossen Streuungen.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Auch die einzelnen Vitalitätsparameter reagieren nur schwach auf den Bodengradienten. Der einzige erwähnenswerte Zusammenhang besteht mit der Anzahl Stengel (r = 0.419, vgl. Tab. 25). Alle anderen Korrelationen sind schwach und höchstens auf einem der vier Transekte signifikant auf dem 5%-Niveau.

Tab. 25. *Mentha aquatica*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod. s = Standardabweichung.
Mentha aquatica: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	s	Rang	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.351	±0.164	4	1/4	0/4
Anzahl Stengel	0.419	±0.175	1	2/4	0/4
Knospen	0.378	±0.222	3	1/4	0/4
Anzahl blühende Pflanzen	0.384	±0.296	2	1/3	1/3
maximale Wuchshöhe	0.235	±0.142	8	0/4	0/4
mittlere Wuchshöhe	0.213	±0.075	12	0/4	0/4
maximale Stengeldicke	0.208	±0.128	13	0/4	0/4
mittlere Stengeldicke	0.214	±0.122	11	0/4	0/4
maximale Anzahl Blütenstände	0.252	±0.150	6	1/4	0/4
mittlere Anzahl Blütenstände	0.235	±0.136	7	0/4	0/4
maximale Länge des obersten Blattes	0.218	±0.049	10	0/4	0/4
mittlere Länge des obersten Blattes	0.222	±0.049	9	0/4	0/4
Gesamtvitalität	0.266	±0.106	5	0/4	0/4

3.4.2.3. Magerkeitszeigende Arten (Zeigerwert 2)

Carex davalliana

Carex davalliana wächst eher in den Zentren der Rieder. Nur im Neuthal und im Neuriedtli wächst sie bis nahe genug an den Rand, dass die Transekte ausgewertet werden können. Sieben der sechzehn Transekte können ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge betragen zwischen 6 und 30 Abschnitte pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:

Die erfassten Vitalitätsparameter sind voneinander nur schwach abhängig. Die maximale Ährenlänge und die Anzahl Stengel pro Abschnitt korrelieren mit einem Koeffizienten von r = 0.452 am stärksten miteinander, gefolgt vom Verhältnis Anzahl blühender Pflanzen zur Anzahl Stengel (r = 0.415) und vom Verhältnis maximaler Ährenlänge zu maximaler Wuchshöhe (r = 0.398). Alle anderen Vitalitätsparameter sind voneinander mehr oder weniger unabhängig (r_{max} = 0.303). Die meisten ihrer Korrelationen differieren von Untersuchungsobjekt zu Untersuchungsobjekt bis zu einem Faktor 10. Die Korrelationsmatrix befindet sich im Anhang (Tab. 56).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:

Eine zuverlässige Aussage darüber, welcher Bodenfaktor für die Vitalität von

Tab. 26. *Carex davalliana*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für das Neuthal, das Neuriedtli und beide Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Carex davalliana: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Neuthal, Neuriedtli and for both sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Neu-thal 3	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 7	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.440	0.481	0.464	±0.307	3	2/7	1/7
NH4-N	0.417	0.481	0.448	±0.307	4	2/7	1/7
NO3-N	0.200	0.471	0.375	±0.302	7	1/7	1/7
Phosphor	0.367	0.465	0.430	±0.294	5	2/7	1/7
PO4	0.357	0.472	0.427	±0.294	6	1/7	1/7
K	0.371	0.473	0.479	±0.290	2	1/7	1/7
C/N	0.437	0.546	0.507	±0.296	1	2/7	1/7

Carex davalliana limitierend wirkt, lässt sich anhand des erhobenen Datenmaterials nicht machen. Die Korrelationen sind im besten Fall auf zwei von sieben Transekten signifikant. Trotzdem lassen sich einige Tendenzen erkennen: Am direktesten ist die Abhängigkeit vom C-N-Verhältnis (r = 0.507 ± 0.296, vgl. Tab. 26). In zweiter Linie scheint die Kalium-Versorgung auf das Wachstum der Art zu wirken, gefolgt vom Feuchtegradienten. Der Stickstoff beeinflusst die Vitalität allenfalls in der Form von Ammonium. Zu beachten sind bei allen Korrelationen die grossen Streuungen zwischen den einzelnen Transekten mit Abweichungen von den Koeffizienten zwischen 58% und 81%.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Von allen betrachteten Vitalitätsparametern von *Carex davalliana* gibt die Deckung mit Abstand die beste und zuverlässigste Indikation der Bodenmatrix (r = 0.617 ± 0.306, vgl. Tab. 27). Die Streuung zwischen den einzelnen Transekten ist relativ gross, jedoch sind die Verhältnisse wenigstens auf drei der fünf auswertbaren Transekten signifikant. Soweit *Carex davalliana* auf Transekt 4 und 5 im Neuriedtli vorkommt, beträgt die Deckung uniform 2. Deshalb ist eine Auswertung nicht möglich. Die Wuchshöhen weisen als zweitbeste Bodenindikatoren mässig gute Korrelationen mit der Bodenmatrix auf. Für die mittlere Wuchshöhe beträgt der Koeffizient r = 0.515 ± 0.324.
Die generativen Vitalitätsmerkmale von *Carex davalliana* reagieren nicht auf

Tab. 27. *Carex davalliana:* Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Carex davalliana: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Neu-thal 3	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 7	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.567	0.685	0.617	±0.306	1	3/5	3/5
Anzahl Stengel	0.341	0.685	0.372	±0.163	5	0/7	0/7
Anzahl blühende Pflanzen	0.339	0.394	0.339	±0.205	6	1/7	0/7
maximale Wuchshöhe	0.429	0.340	0.449	±0.244	3	2/7	1/7
mittlere Wuchshöhe	0.374	0.463	0.515	±0.324	2	3/7	2/7
maximale Ährenlänge	0.151	0.599	0.285	±0.192	7	0/7	0/7
mittlere Ährenlänge	0.186	0.354	0.185	±0.102	8	0/7	0/7
Gesamtvitalität	0.363	0.185	0.425	±0.289	4	2/7	1/7

die Versorgung mit Bodennährstoffen (r_{max} = 0.339, signifikant auf keinem Transekt).
Die Gesamtvitalität der Art eignet sich mit einem Korrelationskoeffizienten von r = 0.425 ± 0.289 und einem Anteil von nur zwei von sieben Transekten mit signifikanten Korrelationen nicht mehr gut für eine Bodenindikation.

Carex hostiana

Obwohl *Carex hostiana* in den Untersuchungsgebieten weit verbreitet ist, ist die Art auf den Transekten nicht häufig anzutreffen. Eine Auswertung ist lediglich auf insgesamt sechs Transekten im Rod und im Neuriedtli möglich. Die Stichprobenumfänge liegen zwischen fünf und zehn Abschnitten pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die Zusammenhänge der Deckung mit allen anderen Vitalitätsparametern zeigen grosse Differenzen zwischen den Untersuchungsgebieten. Einzig die Korrelation mit der Anzahl blühender Pflanzen ist überall etwa gleich (r = 0.613). Die Korrelationen der übrigen Vitalitätsparameter untereinander differieren nur unbedeutend zwischen den Untersuchungsgebieten. Die maximalen Wuchshöhen und die maximale Anzahl Ähren sind mit einer Korrelation von r = 0.885 sehr eng gekoppelt. Die Korrelationen zwischen der Anzahl Pflanzen und den maximalen Wuchshöhen bzw. der maximalen Anzahl Ähren sind mit Koeffizienten von r = 0.769 bzw. r = 0.709 ebenfalls stark. Die Anzahl blühender

Tab. 28. *Carex hostiana*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuriedtli und beide Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Carex hostiana: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuriedtli and for both sites together. s = standard deviation ot total average.

	Rod	Neu-riedtli	Gesamt-mittel	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen	
Anzahl Transekte	2	4	6		p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.646	0.500	0.553	±0.301	2/6	0/6
NH_4-N	0.667	0.500	0.562	±0.285	2/6	0/6
NO_3-N	0.661	0.501	0.543	±0.321	2/6	0/6
Phosphor	0.668	0.474	0.531	±0.361	2/6	0/6
PO_4	0.663	0.448	0.569	±0.275	2/6	0/6
K	0.663	0.515	0.557	±0.308	2/6	0/6
C/N	0.666	0.496	0.564	±0.316	2/6	0/6

Pflanzen dagegen ist mehr oder weniger unabhängig von allen anderen Parametern, mit Ausnahme der Deckung (r_{max} = 0.387). Die vollständige Korrelationsmatrix befindet sich im Anhang (Tab. 57).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Ein einzelner Bodenfaktor, auf den das Wachstum von *Carex hostiana* besonders empfindlich reagiert, lässt sich für die Untersuchungsgebiete nicht angeben. Die Korrelationen der Gesamtvitalität mit den Bodenvariablen sind alle ungefähr gleich und mit Koeffizienten von $0.531 \leq r \leq 0.569$ mässig stark (vgl. Tab. 30). Die Streuungen liegen zwischen 48% und 68% der Korrelationskoeffizienten. Auf jeweils zwei der sechs Transekte sind die Zusammenhänge signifikant bei p = 5%.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Von den einzelnen Vitalitätsparametern reagiert die Deckung am stärksten (r = 0.628, vgl. Tab. 31). Alle anderen Korrelationen sind sich sehr ähnlich ($0.484 \leq r \leq 0.516$). Die Streuungen sind mit Werten zwischen 44% und 62% der Koeffizienten hoch. Von jedem Merkmal ist jeweils nur eine einzige Korrelation auf einem Transekt mit der Bodenmatrix signifikant. Eine sichere Aussage über die Reaktion von *Carex hostiana* auf die Nährstoffversorgung im Boden ist somit aufgrund der vorhandenen Daten nicht möglich.

Tab. 29. *Carex hostiana*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Carex hostiana: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Rod 2	Neu-riedtli 5	Gesamt-mitte s 12	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.633	0.626	0.628±0.277	1	1/4	0/4
Anzahl Pflanzen	0.522	0.513	0.516±0.321	3	1/6	0/6
Anzahl blühende Pflanzen	0.638	0.417	0.502±0.262	4	1/6	0/6
maximale Wuchshöhe	0.523	0.484	0.497±0.294	5	1/6	0/6
mittlere Wuchshöhe	0.523	0.479	0.494±0.278	6	1/6	0/6
maximale Anzahl Ähren	0.523	0.468	0.487±0.270	7	1/6	0/6
mittlere Anzahl Ähren	0.523	0.463	0.484±0.271	8	1/6	0/6
Gesamtvitalität	0.658	0.472	0.541±0.319	2	2/6	0/6

Zu den Korrelationen der Wuchshöhen und der Ährenzahlen mit der Bodenmatrix im Rod noch eine Anmerkung: Auf diesen Transekten bildete die Art jeweils nur auf einem Abschnitt diese Merkmale aus. Es handelt sich somit um einen Präsenz/Absenz-Vergleich, weshalb die Korrelationskoeffizienten identisch sind.

Carex panicea

Carex panicea ist in allen Gebieten und Vegetationstypen gut vertreten. Zwölf der sechzehn Transekte können hinsichtlich des Wachstums der Art ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge betragen 5 bis 26 Abschnitte pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:

Die Korrelationen der Vitalitätsparameter unter sich zeigen kaum Unterschiede zwischen den verschiedenen Untersuchungsobjekten. Hervorzuheben ist dagegen die Unabhängigkeit sämtlicher Masse voneinander (r_{max} = 0.319). Die Korrelationsmatrix für alle Untersuchungsobjekte ist im Anhang (Tab. 58).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:

Das Wachstum von *Carex panicea* hängt in erster Linie von den Gradienten des Orthophosphates und des Nitrates ab ($r \geq 0.520$, vgl. Tab. 30). Obwohl die Streuungen zwischen den Transekten mit Werten von 55% des Korrelationskoeffizienten gross sind, dürfen diese Einflüsse gesamthaft betrachtet als zuver-

Tab. 30. *Carex panicea*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung für das Gesamtmittel.
Carex panicea: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 2	Neu-thal 5	Neu-riedtli 5	Gesamt-mittel 12	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.049	0.633	0.461	0.506	±0.296	6/12	3/12
NH_4-N	0.075	0.535	0.482	0.466	±0.319	5/12	3/12
NO_3-N	0.077	0.631	0.498	0.520	±0.291	6/12	2/12
Phosphor	0.078	0.659	0.347	0.482	±0.326	4/12	1/12
PO_4	0.158	0.607	0.524	0.522	±0.290	5/12	4/12
K	0.233	0.604	0.440	0.491	±0.272	4/12	1/12
C/N	0.191	0.638	0.381	0.486	±0.294	4/12	1/12

lässig gelten, da die Korrelationen auf fünf bzw. sechs der zwölf Transekte signifikant sind. Auch der Feuchtegradient wirkt noch zumindest mässig stark auf die Vitalität der Art (r = 0.506 ± 0.296). Am wenigsten abhängig ist die Vitalität vom Ammoniumgehalt, wobei auch dieser Faktor noch eine leichte Wirkung ausübt (r = 0.466 ± 0.319).

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Die Abhängigkeiten der einzelnen Merkmale von *Carex panicea* von der Bodenmatrix unterscheiden sich sowohl zwischen den Gebieten als auch zwischen den Transekten eines Gebietes stark. Die Streuung zwischen den Transekten liegt zwischen 46% und 65% vom Wert der Korrelationskoeffizienten.
Von den erfassten einzelnen Vitalitätsmerkmalen zeigen nur die Wuchshöhen etwas stärkere Korrelationen mit der Bodenmatrix (r = 0.520 vgl. Tab. 31) sowie als weiteres vegetatives Merkmal die Deckung. Die generativen Merkmale (Anzahl Ähren, Anzahl blühende Pflanzen) zeigen einen schwachen Zusammenhang mit der Nährstoffversorgung. Die Unterschiede zwischen den Zusammenhängen der vegetativen und der generativen Vitalitätsparameter mit der Bodenmatrix äussern sich auch im Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen (vier gegenüber zwei von zwölf). Dieser geringe Anteil zeigt, dass die Bodenindikation durch einzelne Vitalitätsparameter nicht zuverlässig ist.
Die Gesamtvitalität von *Carex panicea* macht mit einer Korrelation von r =

Tab. 31. *Carex panicea*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Carex panicea: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod, Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Rod 2	Neu-thal 5	Neu-riedtli 5	Gesamt-mittel 12 s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.457	0.250	0.567	0.441±0.239	4	4/12	4/12
Anzahl blühende Pflanzen	0.285	0.250	0.378	0.315±0.155	7	2/12	0/12
maximale Wuchshöhe	0.075	0.718	0.261	0.494±0.320	3	4/12	1/12
mittlere Wuchshöhe	0.129	0.758	0.257	0.520±0.322	1	4/12	3/12
maximale Anzahl Ähren	0.234	0.483	0.379	0.408±0.189	5	2/12	1/12
mittlere Anzahl Ähren	0.190	0.527	0.258	0.387±0.232	6	2/12	0/12
Gesamtvitalität	0.014	0.631	0.475	0.510±0.325	2	5/12	4/12

0.510 die zuverlässigste Aussage über die Nährstoffversorgung. Ihre Korrelationen sind auf fünf der zwölf Transekte signifikant. Die grosse Streuung zwischen den einzelnen Transekten (64% des Korrelationskoeffizienten) bzw. die grossen Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten relativieren allerdings auch diese Indikation.

Molinia coerulea

Molinia coerulea ist in allen Gebieten weit verbreitet. Es können dreizehn der sechzehn Transekte hinsichtlich des Wachstums der Art ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge betragen dreizehn bis zwanzig Abschnitte pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:

Bei *Molinia coerulea* wurden nur Deckung, Anzahl Stengel pro Abschnitt, Wuchshöhe und Rispenlänge erhoben. Die Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander variieren stark zwischen den Untersuchungsgebieten. Das Verhältnis der Wuchshöhen zu den Rispenlängen z.B gestaltet sich im Rod und im Neuriedtli sehr ähnlich ($0.506 \leq r \leq 0.651$), sieht aber im Neuthal und über alle Gebiete gerechnet völlig anders aus ($0.000 \leq r \leq 0.163$).

Die Vitalitätsparameter sind voneinander unabhängig ($r_{max} = 0.262$). Einzige Ausnahme bildet die Korrelation der Deckung mit der Anzahl Stengel (r =

Tab. 32. *Molinia coerulea*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.

Molinia coerulea: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 6	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 13	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.570	0.599	0.406	0.551	±0.235	11/13	10/13
NH_4-N	0.648	0.580	0.282	0.550	±0.291	9/13	9/13
NO_3-N	0.512	0.570	0.308	0.503	±0.227	9/13	6/13
Phosphor	0.618	0.651	0.475	0.605	±0.236	11/13	10/13
PO_4	0.631	0.586	0.401	0.564	±0.246	11/13	11/13
K	0.517	0.560	0.335	0.503	±0.198	10/13	7/13
C/N	0.279	0.404	0.234	0.335	±0.195	4/1	2/13

0.731). Es ist gleichzeitig die einzige Korrelation, die in allen Gebieten ungefähr gleich gross ist. Die Korrelationsmatrix findet sich im Anhang (Tab. 59).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Die Gesamtvitalität von *Molinia coerulea* reagiert am stärksten auf den Gesamtphosphorgehalt (vgl. Tab. 32). In zweiter Linie wirken auf das Wachstum der Art das Orthophosphat, der Wassergehalt und der aktuelle Ammoniumgehalt. Deren Korrelationen mit der 1. Achse der HKA der Vitalitätsparameter sind fast identisch. Die Streuungen zwischen den einzelnen Transekten sind für alle Bodenfaktoren mit Werten zwischen 39% und 58% der Korrelationskoeffizienten hoch. Das C-N-Verhältnis spielt für die Vitalität des Pfeifengrases keine Rolle.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Bei der Betrachtung der einzelnen Vitalitätsparameter fällt zunächst auf, dass im Vergleich zu anderen Arten der Anteil an Transekten, auf welchen die Beziehungen zwischen den Vitalitätsmerkmalen und der Bodenmatrix signifikante Korrelationen bilden (vgl. Tab. 33), relativ hoch ist. Dies obwohl die Zusammenhänge nur mässig eng und die entsprechenden Streuungen hoch sind (37% – 54% der Korrelationskoeffizienten). Unter den einzelnen Massen bildet die Deckung die Bodenmatrix am besten ab, gefolgt von den Mittelwerten von Wuchshöhe und Rispenlänge. Die Maximalwerte dieser Parameter sind für den

Tab. 33. *Molinia coerulea*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Molinia coerulea: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod,Neuthal, Neuriedtli and total average. s =s tandard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 6	Neu-riedtli 3	Gesamt-mittel 13	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.822	0.450	0.364	0.576	±0.296	1	8/13	7/13
Anzahl Stengel	0.554	0.349	0.481	0.452	±0.214	5	7/13	5/13
maximale Wuchshöhe	0.307	0.548	0.298	0.434	±0.237	7	6/13	3/13
mittlere Wuchshöhe	0.498	0.620	0.431	0.544	±0.273	3	8/13	6/13
maximale Rispenlänge	0.269	0.574	0.258	0.436	±0.237	6	7/13	5/13
mittlere Rispenlänge	0.439	0.648	0.420	0.542	±0.203	4	10/13	9/13
Gesamtvitalität	0.640	0.617	0.344	0.574	±0.237	2	11/13	8/13

Bodenzustand weniger aussagekräftig.
Die zuverlässigste Aussage über die Bodenmatrix macht die Gesamtmorphometrie (1. Achse der HKA der Vitalitätsparameter). Ihr mittlerer Korrelationskoeffizient ist fast gleich gross wie jener der Deckung. Hingegen ist die Streuung geringer, und das Signifikanzniveau von $p \leq 5\%$ wird auf fast allen Transekten erreicht.

Galium uliginosum

Galium uliginosum wächst in allen Gebieten zahlreich und ist weit verbreitet. Eine Auswertung ist auf zwölf der sechzehn Transekte möglich. Die Stichprobenumfänge liegen zwischen 5 und 22 Abschnitten pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die meisten Relationen der Vitalitätsparameter zueinander sind sich in den einzelnen Untersuchungsgebieten sehr ähnlich. Ausnahmen bilden die Zusammenhänge zwischen Deckung und Wuchshöhen bzw. der Ausbildung von Knospen und die Zusammenhänge zwischen Wuchshöhen und der Anzahl blühender Pflanzen. Die Korrelationskoeffizienten zeigen hier Unterschiede zwischen den Gebieten bis zu einem Faktor 10. Die engsten Zusammenhänge zwischen den Vitalitätsparametern besteht zwischen der Anzahl Pflanzen und der Deckung ($r = 0.678$), den maximalen Quirldurchmessern ($r = 0.518$) und den maximalen Wuchshöhen ($r = 0.458$). Die vollständige Korrelationsmatrix

Tab. 34. *Galium uliginosum*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Galium uliginosum: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 4	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 12	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.492	0.334	0.475	0.439	±0.199	2/12	0/12
NH_4-N	0.419	0.347	0.360	0.377	±0.187	3/12	0/12
NO_3-N	0.400	0.240	0.588	0.433	±0.246	3/12	0/12
Phosphor	0.428	0.291	0.528	0.427	±0.239	3/12	2/12
PO_4	0.431	0.292	0.389	0.375	±0.245	2/12	0/12
K	0.174	0.293	0.494	0.347	±0.195	0/12	0/12
C/N	0.245	0.315	0.383	0.319	±0.126	0/12	0/12

befindet sich im Anhang (Tab. 60).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Die einzelnen Bodenfaktoren haben nur einen beschränkten Einfluss auf die Gesamtvitalität von *Galium uliginosum* (vgl. Tab. 34). Die Streuung zwischen den Transekten ist mit Werten von 39%–65% der Korrelationskoeffizienten hoch, und der Anteil Transekte, auf denen die Zusammenhänge signifikant sind, ist mit maximal drei von zwölf gering. Obwohl eine zuverlässige Aussage deswegen nicht möglich ist, lässt sich trotzdem eine Tendenz erkennen: Die Vitalität hängt am direktesten vom Feuchtegradienten ab ($r = 0.439 \pm 0.199$). Von den Nährstoffen korreliert der Nitratgehalt am stärksten mit dem Wachstum ($r = 0.433$), mit kleiner Differenz gefolgt vom Gesamtphosphorgehalt ($r = 0.427$). Das C-N-Verhältnis übt den geringsten Einfluss aus.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Entsprechend den schwachen Zusammenhängen zwischen Gesamtvitalität und einzelnen Bodenfaktoren sind auch die Zusammenhänge zwischen Gesamtboden und einzelnen Vitalitätsparametern relativ schwach ausgebildet. Bei

Tab. 35. *Galium uliginosum*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels. • = uniforme Merkmalsausprägung oder Merkmal nicht ausgebildet, weshalb keine Korrelation gerechnet werden kann.
Galium uliginosum: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average. • = uniform expression of the parameter or parameter not present. Therefor correlations can not be calculated.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 4	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 12	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.384	0.091	0.569	0.417	±0.236	3	2/11	0/12
Anzahl Pflanzen	0.387	0.256	0.416	0.360	±0.177	9	2/12	0/12
Knospen	0.432	0.357	•	0.397	±0.202	8	1/8	1/8
Anzahl blühende Pflanzen	0.340	0.330	0.515	0.404	±0.222	5	2/12	1/12
maximale Wuchshöhe	0.355	0.285	0.528	0.402	±0.228	6	2/12	0/12
mittlere Wuchshöhe	0.340	0.330	0.527	0.409	±0.265	4	2/12	0/12
maximaler Quirldurchmesser	0.395	0.486	0.416	0.434	±0.251	1	4/12	1/12
mittlerer Quirldurchmesser	0.359	0.480	0.405	0.418	±0.256	2	3/12	1/12
Gesamtvitalität	0.449	0.281	0.438	0.397	±0.212	7	2/12	0/12

maximal vier von zwölf Transekten sind signifikante Korrelationen zu finden. Die Streuungen der Korrelationskoeffizienten zwischen den einzelnen Transekten betragen 49%–64%. Deswegen sind die Aussagen über die Zusammenhänge zwischen Bodenmatrix und einzelnen Vitalitätsparametern nicht zuverlässig.
Der Quirldurchmesser ist mit einer Korrelation von r = 0.434 ± 0.251 für die Maximalwerte am stärksten von der Bodenmatrix abhängig (vgl. Tab. 35) danach folgt die Deckung. Die Unterschiede zwischen den Korrelationen der verschiedenen Vitalitätsparametern und der Bodenmatrix sind äusserst klein (<0.05).
Die Gesamtvitalität korreliert ebenfalls nur schwach mit der Bodenmatrix (r = 0.397 ± 0.212). Die Korrelationen sind nur auf 2 der 12 Transekte signifikant.

Parnassia palustris

Parnassia palustris wächst in den Untersuchungsgebieten nur zerstreut. Im Neuthal und im Neuriedtli können insgesamt acht Transekte ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge betragen zwischen 5 und 32 Abschnitte pro Transekt.
Zu den Beziehungen zwischen dem Wachstum von *Parnassia palustris* und den Bodenverhältnissen sei eine Anmerkung angebracht: Die geringe Wuchsdichte der Art bringt eine geringe Datendichte mit sich. Auf zahlreichen Transekt-

Tab. 36. *Parnassia palustris*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für das Neuthal, das Neuriedtli und beide Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Parnassia palustris: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Neuthal, Neuriedtli and for both sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Neu-thal 4	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 8	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.550	0.370	0.469	±0.266	3/8	1/8
NH_4-N	0.404	0.405	0.404	±0.144	3/8	1/8
NO_3-N	0.623	0.318	0.473	±0.305	2/8	1/8
Phosphor	0.550	0.294	0.441	±0.266	2/8	1/8
PO_4	0.546	0.384	0.472	±0.244	3/8	1/8
K	0.515	0.415	0.468	±0.260	3/8	1/8
C/N	0.580	0.284	0.457	±0.308	2/8	2/8

abschnitten beruhen die Daten für Stengel-, Stengelblatt- und Blütenmasse auf einem einzigen Exemplar. Auf Transekt 3 im Neuthal fand sich auf der ganzen Länge lediglich ein voll ausgebildetes Exemplar, so dass die Korrelationen dieser Merkmale hier wie als Präsenz/Absenz-Auswertung angesehen werden müssen. Die geringe Wuchsdichte ergibt beim Vergleich der Einzelmerkmale mit der gesamten Bodenmatrix eine Reihe hoher, signifikanter Korrelationen, die jedoch mit Vorsicht betrachtet werden müssen.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die Verhältnisse der erhobenen Vitalitätsparameter untereinander differieren zwischen den beiden Untersuchungsobjekten im allgemeinen nicht stark. Ausnahmen sind die Verhältnisse der Deckung zu den generativen Merkmalen und zur Blattlänge sowie die Verhältnisse der Anzahl blühender Pflanzen zu Höhe, Blütenzahl und Blattlängen.
Die Wuchshöhen korrelieren mit Koeffizienten von r = 0.949 (Maximalwerte) und r = 0.943 (mittlere Werte) sehr gut mit den Blattlängen. Auch mit den

Tab. 37. *Parnassia palustris*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Parnassia palustris: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Neu-thal 4	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 8	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.361	0.440	0.402	±0.287	12	1/8	0/8
Anzahl Stengel pro Abschnitt	0.454	0.313	0.389	±0.210	11	1/8	0/8
Vorhandensein von Knospen	0.102	0.411	0.299	±0.233	14	1/8	1/8
Anzahl blühender Pflanzen	0.274	0.284	0.279	±0.195	15	0/8	0/8
maximale Wuchshöhe	0.486	0.449	0.468	±0.228	5	2/8	0/8
mittlere Wuchshöhe	0.479	0.372	0.429	±0.207	6	2/8	0/8
maximale Blütenzahl pro Pflanze	0.464	0.329	0.402	±0.181	9	1/8	0/8
mittlere Blütenzahl pro Pflanze	0.454	0.340	0.401	±0.216	10	3/8	0/8
maximale Stengelblattlänge	0.450	0.361	0.408	±0.224	7	2/8	0/8
mittlere Stengelblattlänge	0.464	0.359	0.415	±0.229	8	1/8	0/8
maximale Rosettenblätterzahl	0.656	0.288	0.507	±0.308	4	1/8	1/8
mittlere Rosettenblätterzahl	0.666	0.374	0.540	±0.315	3	2/8	1/8
maximaler Rosettendurchmesser	0.670	0.446	0.569	±0.255	2	3/8	1/8
mittlerer Rosettendurchmesser	0.660	0.466	0.571	±0.292	1	2/8	1/8
Gesamtvitalität	0.403	0.397	0.400	±0.171	13	2/8	0/8

Blütenzahlen zeigen sie sehr starke Korrelationen ($r = 0.881$ für die mittleren Werte). Weiter sehr gut korreliert sind die Verhältnisse der Anzahl Stengel pro Transektabschnitt zu Wuchshöhe, Blütenzahl und Blattlänge ($0.820 \leq r \leq 0.899$ für die maximalen Werte) sowie die Blütenzahlen und die Blattlängen ($r = 0.875$ für die maximalen Werte). Die Rosettendurchmesser zeigen nur schwache bis mässige Zusammenhänge zu allen anderen Vitalitätsparametern ($-0.072 \leq r \leq 0.537$). Die Anzahl Rosettenblätter ist von allen anderen Parametern unabhängig ($r_{max} = 0.287$). Die vollständige Korrelationsmatrix befindet sich im Anhang (Tab. 61).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Die Zusammenhänge zwischen dem Wachstum von *Parnassia palustris* und den einzelnen Bodenfaktoren sind nur mässig stark ausgeprägt. Die Gesamtvitalität reagiert am direktesten auf das Orthophosphatangebot des Bodens, auf den Wasser- und den Kaliumgehalt. Die Differenzen zwischen diesen Korrelationen sind verschwindend klein (vgl. Tab. 36). Die zweitwichtigste Gruppe von Bodenparametern bildet das C-N-Verhältnis, der Nitrat- und der Gesamtphosphorgehalt. Angesichts der grossen Streuungen von 51%–74% der Korrelationskoeffizienten und der Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten müssen alle Zusammenhänge relativiert werden. Einzig die Korrelation der Ammoniumversorgung mit der Gesamtvitalität weist mit 35% des Korrelationskoeffizienten eine deutlich geringere Streuung auf. Es ist allerdings die am schwächsten ausgebildete Korrelation.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Die Beziehungen der einzelnen Vitalitätsmerkmale zur Bodenmatrix sind durch grosse Streuungen zwischen den Transekten gekennzeichnet (43%–77% der Korrelationskoeffizienten) sowie durch den geringen Anteil an Transekten mit signifikanten Zusammenhängen. Auch hier sind zuverlässige Aussagen also nicht möglich.
Die Rosettenmerkmale bilden die Bodenmatrix am besten ab. Die Korrelation mit dem Rosettendurchmesser ist mit $r = 0.571 \pm 0.292$ am grössten danach folgt die Anzahl Rosettenblätter (vgl. Tab. 37). Im Falle des Rosettendurchmessers liefert der maximale Wert aufgrund der geringeren Streuung und des höheren Anteils an Transekten mit signifikantem Zusammenhang eine etwas zuverlässigere Aussage. Im Falle der Anzahl Rosettenblätter ist es aus denselben Gründen der Mittelwert.
Die Vitalitätsmerkmale der fertilen Triebe bilden eine zweite Gruppe, deren

Korrelationen mit der Bodenmatrix bereits deutlich schwächer sind ($0.401 \leq r \leq 0.468$). Innerhalb dieser Gruppe bildet die Wuchshöhe die Bodenmatrix am besten ab, gefolgt von Stengelblattlänge und Anzahl Blüten pro Pflanze. Die Maximalwerte ergeben jeweils die etwas bessere Aussage über die Bodenmatrix als die Mittelwerte.
Die Gesamtvitalität streut zwar am wenigsten zwischen den einzelnen Transekten (43% des Koeffizienten), hat aber mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0.403$ nur einen eher schwachen Zusammenhang mit der Bodenmatrix.

Potentilla erecta

Potentilla erecta ist in den Untersuchungsgebieten ausgesprochen häufig. Fünfzehn der sechzehn Transekte können ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge betragen 8 bis 40 Abschnitte pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die Verhältnisse der meisten Vitalitätsparameter zueinander unterscheiden sich nicht erheblich zwischen den einzelnen Untersuchungsgebieten. Eine Ausnahmen bilden lediglich die Verhältnisse der Wuchshöhen zu drei weiteren Merkmalen, der Ausbildung von Knospen , der Anzahl blühender Pflanzen und der Präsenz roter Blattspitzen. Diese Korrelationen können bis zu einem Faktor 10 zwischen den Untersuchungsorten differieren.
Die Vitalitätsparameter sind im allgemeinen voneinander ziemlich unabhängig.

Tab. 38. *Potentilla erecta*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Potentilla erecta: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 6	Neu-riedtli 5	Gesamt-mittel 15	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.222	0.362	0.320	0.316	±0.196	2/15	1/15
NH_4-N	0.142	0.335	0.387	0.316	±0.192	3/15	1/15
NO_3-N	0.201	0.286	0.220	0.244	±0.119	1/15	0/15
Phosphor	0.133	0.371	0.307	0.302	±0.171	2/15	1/15
PO_4	0.172	0.402	0.322	0.327	±0.194	3/15	0/15
K	0.222	0.384	0.377	0.346	±0.178	4/15	0/15
C/N	0.192	0.285	0.317	0.275	±0.167	2/15	0/15

Die Zusammenhänge zwischen der Anzahl Blütenstände pro Abschnitt und der Anzahl blühender Pflanzen bzw. der Anzahl Stengel sind mit Korrelationen von r = 0.553 bzw. r = 0.504 am engsten. Weiter ist nur die Korrelation zwischen der maximalen Wuchshöhe und der Anzahl Stengel noch einigermassen gross (r = 0.491). Die Korrelationsmatrix befindet sich im Anhang (Tab. 62).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Die Gesamtvitalität von *Potentilla erecta* ist in den Untersuchungsgebieten weitgehend unabhängig von einzelnen Bodenfaktoren (r_{max} = 0.346 für Kalium, vgl. Tab. 38). Die Streuungen sind mit 49%–63% der Korrelationskoeffizienten sehr gross. Der überwiegende Teil der Korrelationen auf den einzelnen Transekten ist nicht signifikant. Mögliche Aussagen zu diesen Zusammenhängen sind daher nicht verlässlich. Der Einfluss des Kaliums auf das Wachstum ist mit einem Anteil von vier auf den fünfzehn Transekten am häufigsten signifikant.

Tab. 39. *Potentilla erecta*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels. • = uniforme Merkmalsausprägung oder Merkmal nicht ausgebildet, weshalb keine Korrelation gerechnet werden kann.
Potentilla erecta: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod,Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average. • = uniform expression of the parameter or parameter not present. Therefor correlations can not be calculated.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 6	Neu-riedtli 5	Gesamt-mittel 15	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.241	0.410	0.263	0.325	±0.210	3	4/15	0/15
Anzahl Stengel	0.184	0.368	0.277	0.298	±0.152	5	1/15	0/15
Knospen	0.427	0.397	0.390	0.404	±0.245	1	3/12	1/12
Anzahl blühende Pflanzen	0.280	0.450	0.265	0.354	±0.204	2	4/15	1/15
maximale Wuchshöhe	0.177	0.227	0.387	0.281	±0.152	6	4/15	1/15
mittlere Wuchshöhe	0.199	0.312	0.411	0.325	±0.165	4	4/15	2/15
maximale Blütenstandszahl	0.235	0.231	0.242	0.236	±0.172	10	2/15	0/15
mittlere Blütenstandszahl	0.268	0.229	0.325	0.274	±0.154	8	2/15	0/15
Blütenstandszahl pro Abschnitt	0.251	0.243	0.189	0.229	±0.134	11	1/15	0/15
rote Blattspitzen	0.214	•	0.279	0.257	±0.084	9	1/8	1/8
Gesamtvitalität	0.189	0.331	0.260	0.275	±0.164	7	1/15	1/15

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Der Einfluss der Bodenmatrix auf einzelne Vitalitätsparameter von *Potentilla erecta* ist ebenfalls relativ schwach bis sehr schwach. Die Ausbildung von Knospen ist am direktesten von der Bodenmatrix abhängig ($r = 0.404 \pm 0.245$, vgl. Tab. 39). Auch die Anzahl blühende Pflanzen, die Deckung und die mittlere Wuchshöhe werden nur schwach von der Bodenmatrix beeinflusst ($0.325 \leq r \leq 0.354$). Die Streuung dieser Korrelationen zwischen den Transekten ist mit 50%–65% der Korrelationskoeffizienten gross. Alle anderen Vitalitätsparameter sind mehr oder weniger unabhängig von der Bodenmatrix ($r < 0.3$). Der Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen ist mit maximal vier von fünfzehn klein, weshalb diese Aussagen nicht als zuverlässig gelten können.

Ranunculus nemorosus
Die weite Verbreitung von *Ranunculus nemorosus* in den Untersuchungsgebieten erlaubt die Auswertung von vierzehn der sechzehn Transekten. Die Stichprobenumfänge bewegen sich zwischen 6 und 23 Abschnitten pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die Verhältnisse der meisten der erhobenen Vitalitätsmerkmale zueinander sind in allen Untersuchungsgebieten ähnlich. Nur die Beziehung der Farbmerkmale von grundständigen Blättern und der Deckung zu den anderen Merkmalen

Tab. 40. *Ranunculus nemorosus*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Ranunculus nemorosus: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s=standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 6	Neu-riedtli 5	Gesamt-mittel 15	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.255	0.473	0.545	0.454	±.254	4/15	1/15
NH_4-N	0.255	0.437	0.462	0.406	±.240	5/15	1/15
NO_3-N	0.282	0.455	0.397	0.396	±.218	3/15	1/15
Phosphor	0.276	0.457	0.489	0.428	±.238	3/15	1/15
PO_4	0.265	0.331	0.467	0.368	±.201	2/15	0/15
K	0.253	0.360	0.501	0.391	±.251	5/15	0/15
C/N	0.426	0.421	0.463	0.437	±.222	4/15	2/15

zeigen grössere Unterschiede zwischen den Gebieten.
Die Korrelationen zwischen Deckung restlichen Merkmalen weisen im Rod und im Neuthal ähnliche Werte auf. Im Neuriedtli sind sie um ca. einen Faktor 10 schwächer. Der Zusammenhang der Deckung mit der Anzahl blühender Pflanzen ist mässig (r = 0.479, mit der Anzahl Stengel auf dem Abschnitt schwach (r = 0.304) ausgebildet. Zu allen anderen Merkmalen besteht kaum ein Zusammenhang ($0.013 \leq r \leq 0.282$).
Die Masse der grundständigen Rosetten (Anzahl und Länge der Blätter, Roset-

Tab. 41. *Ranunculus nemorosus*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1. Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Ranunculus nemorosus: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Rod, Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average.

Anzahl Transekte	Rod 4	Neu-thal 6	Neu-riedtli 5	Gesamt-mittel 15	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Tran-sekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.260	0.528	0.285	0.384	±0.213	14	3/15	2/15
Anzahl Stengel	0.334	0.418	0.391	0.385	±0.214	13	3/14	1/14
Knospen vorhanden	0.596	0.349	0.463	0.459	±0.256	1	3/12	3/12
Anzahl blühende Pflanzen	0.571	0.365	0.396	0.444	±0.240	2	4/15	1/15
maximale Wuchshöhe	0.337	0.382	0.497	0.409	±0.233	7	3/14	1/14
mittlere Wuchshöhe	0.399	0.421	0.472	0.431	±0.270	4	3/14	1/14
maximale Stengeldicke	0.403	0.426	0.472	0.434	±0.277	3	3/14	1/14
mittlere Stengeldicke	0.367	0.420	0.461	0.418	±0.248	6	4/14	1/14
maximale Blütenzahl pro Pflanze	0.398	0.418	0.298	0.378	±0.230	15	5/14	3/14
mittlere Blütenzahl pro Pflanze	0.394	0.411	0.292	0.373	±0.224	16	5/14	3/14
Blütenzahl pro Abschnitt	0.330	0.384	0.497	0.408	±0.239	8	5/14	1/14
maximale Blattlänge	0.255	0.410	0.455	0.385	±0.253	12	4/14	2/14
mittlere Blattlänge	0.256	0.419	0.455	0.389	±0.257	11	4/14	1/14
maximale Rosettenblätterzahl	0.268	0.417	0.398	0.371	±0.208	17	3/14	1/14
mittlere Rosettenblätterzahl	0.277	0.410	0.398	0.370	±0.212	18	3/14	1/14
Rosettenblätterzahl pro Abschnitt	0.299	0.398	0.338	0.352	±0.189	19	3/14	1/14
maximaler Rosettendurchmesser	0.260	0.415	0.474	0.395	±0.243	10	3/14	1/14
mittlerer Rosettendurchmesser	0.256	0.421	0.496	0.405	±0.250	9	3/14	1/14
rote Blattränder	0.277	0.385	0.281	0.327	±0.147	21	1/12	1/12
schwarze Blattränder	0.411	0.341	0.258	0.342	±0.198	20	2/14	1/14
rote Blattflecken	0.265	0.368	0.062	0.296	±0.179	23	3/12	0/12
schwarze Blattflecken	0.287	0.285	0.340	0.306	±0.198	22	1/15	0/15
helle Blattflecken	0.066	0.235	0.334	0.261	±0.156	24	0/11	0/11
Gesamtvitalität	0.346	0.466	0.432	0.422	±0.245	5	4/15	2/15

tendurchmesser) korrelieren unter sich ($0.711 \leq r \leq 0.902$) sowie mit den Stengeldurchmessern und den Wuchshöhen ($0.723 \leq r \leq 0.931$) gut bis sehr gut. Ihr Zusammenhang mit den Blütenzahlen ist mässig eng bis eng ($0.438 \leq 0.718$). Die Korrelationen zwischen Blütenzahlen und Anzahl Stengel, Wuchshöhen und Stengeldicken sind ebenfalls mässig stark bis stark ($0.589 \leq r \leq 0.775$). Mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0.917$ ist der Zusammenhang zwischen Wuchshöhe und Stengeldicke sehr eng. Auch das Verhältnis zwischen der Anzahl Stengel und allen Stengel- und Rosettenmerkmalen ist mit Korrelationen zwischen $0.583 \leq r \leq 0.906$ eng bis sehr eng. Die vollständige Korrelationsmatrix befindet sich im Anhang (Tab. 63).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Einzelne Bodenfaktoren wirken sich höchstens mässig stark auf das Wachstum von *Ranunculus nemorosus* aus. Die Bodenfeuchtigkeit übt den grössten Einfluss aus, danach das C-N-Verhältnis und der Gesamtphosphor (vgl. Tab. 40). Orthophosphat beeinflusst die Gesamtvitalität am schwächsten. Es ist zu beachten, dass die Differenzen zwischen den Faktoren relativ gering sind. Die Korrelationskoeffizienten betragen zwischen $0.368 \leq r \leq 0.454$, und der Rang der Faktoren ist von Ort zu Ort unterschiedlich. Der Anteil an Transekten mit signifikanten Korrelationen ist mit maximal fünf von vierzehn gering. Die Streuungen der Korrelationen sind mit Werten von 54%–70% der Koeffizienten gross. Eine zuverlässige Aussage über die Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren ist daher kaum möglich.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Der lose Zusammenhang zwischen der Bodenmatrix und der Vitalität von *Ranunculus nemorosus* äussert sich auch in den Korrelationen der einzelnen Vitalitätsparameter mit der 1. Achse der HKA der Bodenfaktoren.
Die Ausbildung von Knospen weist mit einem Koeffizienten von $r = 0.459$ die grösste Korrelation mit der Bodenmatrix aus. Der Zusammenhang ist jedoch lediglich auf drei von zwölf Transekten signifikant (vgl. Tab. 41). An zweiter Stelle folgt die Korrelation mit der Anzahl blühender Pflanzen, deren Zusammenhang mit der Bodenmatrix auf vier Transekten signifikant ist. Die Streuung beider Zusammenhänge beträgt ca. 54% des Korrelationskoeffizienten.
Nach den genannten Merkmalen zeigen Stengeldicken und Wuchshöhen die stärksten Korrelationen mit der Bodenmatrix, dann folgen die Masse der Rosetten. Die Blütenzahlen pro Pflanze, Anzahl der Rosettenblätter und Farb-

merkmale sind von der Bodenmatrix nur schwach abhängig. Die Zusammenhänge der Anzahl Blüten pro Pflanze mit dem Boden sind mit einem Anteil von 4 auf fünfzehn Transekten am häufigsten signifikant.
Die Korrelation der Gesamtvitalität mit der Bodenmatrix ist mit einem Koeffizienten von r = 0.422 vergleichsweise gross und mit vier von fünfzehn Transekten mit signifikanten Zusammenhängen relativ zuverlässig.
Bei allen Merkmalen fällt die grosse Streuung auf. Sie beträgt 45%–64% der Korrelationskoeffizienten und ist von deren Grösse unabhängig.

Succisa pratensis

Succisa pratensis kann auf insgesamt elf der sechzehn Transekte in allen Untersuchungsgebieten ausgewertet werden. Die Stichprobenumfänge bewegen sich zwischen 8 und 33 Abschnitten pro Transekt.

Verhältnisse der Vitalitätsparameter zueinander:
Die meisten Verhältnisse der Vitalitätsmerkmale zueinander sind in allen drei Untersuchungsgebieten ähnlich. Wuchshöhen und Köpfchenzahlen haben mit Korrelationen von $0.725 \leq r \leq 0.876$ den engsten Zusammenhang zweier Merkmale (vgl. Tab. 64 im Anhang). Der zweitstärkste Zusammenhang besteht zwischen Anzahl Rosettenblättern und Rosettendurchmessern ($0.511 \leq r \leq 0.856$). Ebenfalls sehr eng ist die Korrelation der Deckung mit der Anzahl Pflanzen ($0.693 \leq r \leq 0.840$).

Tab. 42. *Succisa pratensis*: Reaktion der Gesamtvitalität auf die einzelnen Bodenfaktoren; mittlere Korrelationskoeffizienten der 1. Achse der HKA der Morphometrie mit den einzelnen Bodenfaktoren für den Rod, das Neuthal, das Neuriedtli und alle drei Objekte gemeinsam. s = Standardabweichung des Gesamtmittels.
Succisa pratensis: response of total vitality to the single soil factors; average correlation coefficients of the 1st axis of pca of morphometry with the single soil factors. Calculated for Rod, Neuthal, Neuriedtli and for all 3 sites together. s = standard deviation ot total average.

Anzahl Transekte	Rod 3	Neu-thal 5	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 12	s	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Wassergehalt	0.327	0.334	0.290	0.318	±0.115	2/11	0/11
NH_4-N	0.367	0.375	0.454	0.401	±0.260	4/11	2/11
NO_3-N	0.302	0.262	0.392	0.320	±0.191	1/11	1/11
Phosphor	0.320	0.357	0.403	0.365	±0.181	2/11	1/11
PO_4	0.297	0.330	0.458	0.371	±0.201	4/11	2/11
K	0.372	0.286	0.466	0.375	±0.229	3/11	0/11
C/N	0.486	0.303	0.520	0.433	±0.225	5/11	2/11

Die Anzahl Rosettenblätter korreliert nicht oder schwach mit den Wuchshöhen und den Köpfchenzahlen ($0.073 \leq r \leq 0.377$). Die Korrelationen der Rosettendurchmesser mit denselben Merkmalen sind mässig stark ($0.389 \leq r \leq 0.557$). Die Verhältnisse der Anzahl Rosettenblätter zu Deckung, Anzahl Pflanzen und Ausbildung von Knospen variieren stark von Gebiet zu Gebiet: Die Korrelationen schwanken jeweils zwischen $0.040 \leq r \leq 0.530$ bzw. $-0.045 \leq r \leq 0.574$ bzw. $-0.062 \leq r \leq 0.433$. Das Verhältnis der Anzahl Pflanzen zu Wuchshöhen und Köpfchenzahlen ist zwischen den Objekten zwar konstant, die Korrelationen fallen bei der Berechnung über alle Objekte jedoch bis zu sechsmal grösser aus als bei der Berechnung innerhalb der einzelnen Objekte. Die Korrelationsmatrix für alle Gebiete befindet sich im Anhang (Tab. 64).

Reaktion der Gesamtvitalität auf einzelne Bodenfaktoren:
Succisa pratensis reagiert nur schwach bis mässig auf einzelne Bodenfaktoren (vgl. Tab. 42). Den direktesten Einfluss auf das Wachstum der Art übt das C-N-Verhältnis aus, danach folgt der aktuelle Ammoniumgehalt und der Kaliumgehalt. Die Korrelationen dieser Verhältnisse streuen mit Unterschieden von 52%–65% der Koeffizienten sehr stark. Sie sind nur auf vier bis fünf der elf Transekte signifikant. Das Wachstum der Art ist von der Bodenfeuchtigkeit und vom Nitratgehalt unabhängig.

Reaktion einzelner Vitalitätsparameter auf die Bodenmatrix:
Die Bodenindikation der einzelnen Vitalitätsparameter von *Succisa pratensis* ist allenfalls mässig gut ($r_{max} = 0.486$).
Die Zusammenhänge der vegetativen Merkmale mit der Bodenmatrix sind allgemein enger als jene der generativen. Die Anzahl Pflanzen wird am direktesten von den Bodenverhältnissen bestimmt (vgl. Tab.43). Die Korrelationen sind jedoch bloss auf drei von zwölf Transekten signifikant. Als zweites folgt eine Gruppe von Merkmalen die grundständigen Rosetten betreffend. Obwohl die Korrelationen hier niedriger ausfallen und die Streuungen mit Werten von 42%–54% der Koeffizienten grösser sind, ist der Anteil an Transekten mit signifikanten Zusammenhängen hier etwas grösser als im Falle des Merkmals "Anzahl Pflanzen."
Auffallend ist die Diskrepanz zwischen den Verhältnissen der Bodenmatrix und der mittleren bzw. der maximalen Anzahl Rosettenblätter ($r = 0.465$ bzw. $r = 0.379$). Im Falle der Wuchshöhen verhält es sich genau umgekehrt: Der maximale Wert korreliert etwas besser mit der Bodenmatrix als der mittlere

Wert (r = 0.380 bzw. r = 0.327). Der Zusammenhang zwischen Deckung und Bodenmatrix rangiert in der Mitte, ist aber nur schwach ausgeprägt (r = 0.393). Es gibt nur geringe Unterschiede zwischen den Verhältnissen der einzelnen Vitalitätsparameter zur Bodenmatrix. Lediglich zwischen Rang 14 und 15 (Anzahl Köpfchen und Anzahl blühende Pflanzen) ist die Differenz grösser als 0.05. Der allgemein niedrige Anteil an Transekten mit signifikanten Zusammenhängen reduziert die Aussagekraft dieser Korrelationen. Etwas besser ist sie nur im Falle der Masse an den grundständigen Rosetten.
Aufgrund des relativ grossen Anteils an Transekten mit einem signifikanten Zusammenhang erlaubt die mittlere Anzahl Rosettenblätter die zuverlässigste Aussage über die Gesamtnährstoffversorgung. Die zweitbeste Indikation erfolgt durch den maximalen Rosettendurchmesser.
Die Korrelation der Gesamtvitalität mit der Bodenmatrix ist jenen der Rosettenmerkmale vergleichbar. Die Streuung ist jedoch mit 50% des Korrelationskoef-

Tab. 43. *Succisa pratensis*: Indikation der Gesamtnährstoffversorgung durch einzelne Vitalitätsparameter. Korrelationen der Vitalitätsparameter mit der 1.Achse der HKA der Bodenmatrix. Mittlere Korrelationskoeffizienten im Rod, im Neuthal, im Neuriedtli und Gesamtmittel. s = Standardabweichung des Gesamtmittels. • = uniforme Merkmalsausprägung oder Merkmal nicht ausgebildet, weshalb keine Korrelation gerechnet werden kann.
Succisa pratensis: indication of overall nutrient supply by single vitality parameters. Correlations of vitality parameters with the 1st axis of pca of the soil matrix. Average correlation coefficients of Neuthal, Neuriedtli and total average. s = standard deviation of total average. • = uniform expression of the parameter or parameter not present. Therefor correlations can not be calculated.

Anzahl Transekte	Rod 3	Neu-thal 5	Neu-riedtli 4	Gesamt-mittel 12	s	Rang des Ge-samt-mittels	Anteil Transekte mit signifikanten Korrelationen p≤5%	p≤1%
Deckung	0.321	0.439	0.381	0.393	±0.241	7	3/12	2/12
Anzahl Pflanzen	0.455	0.485	0.510	0.486	±0.186	1	3/12	3/12
Knospen vorhanden	0.302	0.364	0.370	0.355	±0.231	10	2/0	2/10
Anzahl blühende Pflanzen	•	0.234	0.228	0.231	±0.110	15	0/6	0/6
maximale Wuchshöhe	0.460	0.233	0.428	0.380	±0.204	8	2/11	1/11
mittlere Wuchshöhe	0.399	0.250	0.335	0.327	±0.174	12	1/11	0/11
maximale Köpfchenzahl	0.413	0.252	0.389	0.353	±0.178	11	1/11	0/11
mittlere Köpfchenzahl	0.336	0.246	0.350	0.312	±0.183	14	0/11	0/11
Köpfchenzahl pro Abschnitt	0.308	0.267	0.370	0.319	±0.163	13	0/11	0/11
maximale Rosettenblätterzahl	0.427	0.334	0.394	0.379	±0.197	9	4/12	0/12
mittlere Rosettenblätterzahl	0.638	0.377	0.407	0.465	±0.193	2	6/12	2/12
Rosettenblätterzahl je Abschnitt	0.476	0.326	0.455	0.412	±0.204	6	2/12	1/12
maximaler Rosettendurchmesser	0.632	0.250	0.459	0.443	±0.240	3	5/12	0/12
mittlerer Rosettendurchmesser	0.625	0.283	0.421	0.436	±0.205	4	4/12	0/12
Gesamtvitalität	0.555	0.335	0.388	0.417	±0.209	5	2/12	2/12

fizienten hoch und der Zusammenhang lediglich auf zwei von elf Transekten signifikant. Deswegen ist die Aussagekraft der Gesamtvitalität über die Bodenmatrix beschränkt.

3.4.2.4. Übersicht: Merkmale mit guten Zeigereigenschaften

Die Vitalität der untersuchten Arten kann die Bodenverhältnisse nur bedingt wiedergeben. Bei lediglich neun der fünfzehn untersuchten Arten findet sich eines oder mehrere Vitalitätsmerkmale, deren mittlere Korrelationen mit der Bodenmatrix für alle Transekte grösser als r = 0.5 sind (vgl. Tab. 44).
Selbst diese Zusammenhänge müssen in ihrer überwiegenden Mehrheit als zufällig betrachtet werden. Verlangt man als Verlässlichkeitsmass, dass 70% der Korrelationen signifikant sind, so verbleiben gerade drei Arten mit zehnVitalitätsparametern, die zur Indikation der Bodenverhältnisse als geeignet betrachtet werden können. Es fällt auf, dass der Anteil signifikanter Beziehungen nicht mit der Grösse der mittleren Korrelationskoeffizienten zusammenhängt.

Filipendula ulmaria erweist sich als jene Art, deren Vitalität am zuverlässigsten auf die Nährstoffversorgung im Boden reagiert. Die Abhängigkeit ihrer Gesamtvitalität von der Bodenmatrix ist auf 89% der Transekte signifikant mit einer durchschnittlichen Korrelation von r = 0.643. Dazu kommen eine Reihe weiterer Merkmale, die mit einem Anteil von 78% signifikanter Korrelationen ebenfalls zuverlässig auf die Bodenmatrix reagieren. Diese Beziehungen sind etwas weniger stark. Zu nennen sind: Wuchshöhen, Blattbreiten, Blattlängen und Stengeldurchmesser. Der Maximalwert eines Merkmals weist jeweils die besseren Korrelationen auf als der entsprechende Mittelwert. Die Merkmale, welche mit der Fortpflanzung direkt zusammenhängen, reagieren weniger stark auf die Bodenverhältnisse.
Die zweite Art ist *Molinia coerulea*. Auch bei ihr zeigt die Gesamtvitalität die Bodenverhältnisse am genauesten an. Mit einem Anteil von 85% signifikanter Korrelationen ist dieses Mass ein zuverlässiger Bodenindikator. Die Anzeige der Bodenverhältnisse ist mit einer Korrelation von r = 0.574 allerdings nicht so genau wie bei der Gesamtvitalität von *Filipendula ulmaria*. Mit der Rispenlänge verfügt *Molinia coerulea* auch über ein Einzelmerkmal, welches die Bodenverhältnisse noch einigermassen zuverlässig anzeigt. Beim Pfeifengras weisen die Mittelwerte der Vitalitätsparameter genauer auf die Bodenverhältnisse hin als die Maximalwerte.
Als dritte Art, die allenfalls für eine Bodenindikation geeignet sein könnte, ist

Tab. 44. Übersicht: Vitalitätsparameter mit relativ guten Zeigereigenschaften für die Bodenmatrix (r≥0.5): Art und Merkmal, über alle Transekte gemittelte Korrelation mit Streuung, Anteil der bei p=5% signifikanten Korrelationen. **Fett:** Merkmale mit einem Anteil von über 70% signifikanter Korrelationen mit der Bodenmatrix.
Overview: vitality parameters with relatively good indication qualities for soil matrix (r≥0.5): species and parameter, correlation and standard deviation calculated for all transects. Part of transects with significant correlations (p=5%). ***Bold:*** *parameters which have a part of more than 70% significant correlations with the soil matrix.*

Art	Merkmal	mittlere Korrelation	Streuung	Signifikanzanteil
Filipendula ulmaria	**Gesamtvitalität**	**0.643**	**±0.217**	**89%**
	maximale Wuchshöhe	**0.561**	**±0.223**	**78%**
	maximale Blattlänge	**0.555**	**±0.168**	**78%**
	mittlere Wuchshöhe	**0.546**	**±0.206**	**78%**
	Deckung	0.545	±0.275	67%
	mittlere Blattlänge	0.537	±0.175	67%
	maximale Blattbreite	**0.528**	**±0.193**	**78%**
	maximaler Stengeldurchmesser	**0.526**	**±0.242**	**78%**
	mittlere Blattbreite	**0.524**	**±0.158**	**78%**
	maximale Anzahl Infloreszenzen	0.509	±0.222	56%
Holcus lanatus	maximale Wuchshöhe	0.505	±0.227	30%
Angelica silvestris	Deckung	0.573	±0.234	33%
	maximale Blattlänge	0.532	±0.259	44%
Lysimachia vulgaris	mittlere Wuchshöhe	0.554	±0.221	64%
	maximale Wuchshöhe	**0.540**	**±0.224**	**71%**
Carex davalliana	Deckung	0.617	±0.306	60%
	mittlere Wuchshöhe	0.515	±0.324	43%
Carex hostiana	Deckung	0.628	±0.277	25%
	Gesamtvitalität	0.541	±0.319	33%
	Anzahl Pflanzen	0.516	±0.321	17%
	Anzahl blühende Pflanzen	0.502	±0.262	17%
Carex panicea	mittlere Wuchshöhe	0.520	±0.322	33%
	Gesamtvitalität	0.510	±0.325	42%
Molinia coerulea	Deckung	0.576	±0.296	62%
	Gesamtvitalität	**0.574**	**±0.237**	**85%**
	mittlere Wuchshöhe	0.544	±0.273	62%
	mittlere Rispenlänge	**0.542**	**±0.203**	**77%**
Parnassia palustris	mittlerer Rosettendurchmesser	0.571	±0.292	25%
	maximaler Rosettendurchmesser	0.569	±0.255	38%
	mittlere Rosettenblätterzahl	0.540	±0.315	25%
	maximale Rosettenblätterzahl	0.507	±0.308	13%

Lysimachia vulgaris zu nennen. Bei ihr ist es nicht die Gesamtvitalität, sondern die maximale Wuchshöhe, die dazu in Frage kommt. Die mittlere Wuchshöhe weist zwar einen leicht grösseren Korrelationskoeffizienten auf, der Anteil signifikanter Korrelationen ist in ihrem Falle aber kleiner.
Bei weiteren Arten treten zwar durchaus Merkmale auf, deren mittlere Korrelationskoeffizienten mit der Bodenmatrix gleich gross oder grösser sind als die vorhin genannten (vgl. Tab. 44). Es stellt sich jedoch die Frage nach der Verlässlichkeit von Aussagen über diese Zusammenhänge. Wenn wie z.B. bei *Carex hostiana* die Zusammenhänge nur auf einem Viertel aller ausgewerteten Transekte signifikant sind, kann eine Eignung für die Bodenindikation nicht angenommen werden.