

# Das *Galio odorati*-Fagenion im Habichtswald bei Kassel – Untersuchungen zur ökologischen Feingliederung

– Wilfried Hakes –

## Zusammenfassung

Im Bereich des Naturparks Habichtswald bei Kassel wurden 102 Aufnahmen aus Waldmeister-Buchenwäldern (*Galio odorati*-Fagenion) nach der Methode BRAUN-BLANQUET erfaßt und floristisch gegliedert. Es konnten dreizehn Vegetationseinheiten unterschieden werden, wovon elf dem *Hordelymo-Fagetum*, zwei dem *Galio odorati-Fagetum* zuzurechnen sind. Sie entsprechen im wesentlichen den von DIERSCHKE (1989) genannten Einheiten. Aus dieser floristischen Gliederung ergibt sich für die Buchenwälder des Habichtswald-Gebiets zugleich eine deutliche standörtliche Differenzierung. Bei einer Vielzahl entscheidender bodenchemischer Parameter wie z. B. pH-Wert, Basensättigung und C/N-Verhältnis sowie beim Wasserhaushalt lassen sich Unterschiede zwischen den Vegetationseinheiten nachweisen und statistisch belegen. Die „ökologische Trennschärfe“ der Feingliederung nach der Methode BRAUN-BLANQUET wird hierdurch für den untersuchten Datensatz klar belegt.

## Abstract

A data-set consisting of 102 relevés from species-rich beechwoods (*Galio odorati*-Fagenion) near Kassel (central Germany) was analyzed and classified by means of the BRAUN-BLANQUET method. 13 vegetation units were recognized, 11 belonging to the *Hordelymo-Fagetum* and 2 to the *Galio odorati-Fagetum*. These units generally correspond to those proposed by DIERSCHKE (1989). The ecological significance of the floristic classification is evaluated by testing the differences in important site parameters (pH, C/N-ratio, base saturation, water capacity) among the vegetation units. It was shown that the vegetation units described generally differ with regard to fundamental site parameters.

## Einführung

Durch die Arbeit von DIERSCHKE (1989), der die Ergebnisse des Buchenwald-Symposiums in Rinteln 1989 für Nordwest-Deutschland zusammenfaßt, erfuhr die Systematik der artenreichen Buchenwälder eine Neuordnung, die für die schwierige floristische Gliederung dieser Wälder größere Klarheit verspricht. Die vorliegende Arbeit orientiert sich weitgehend an dieser Gliederung, in der für Nordwest-Deutschland für den *Fagion*-Verband zwei Unterverbände mit drei Assoziationen genannt werden:

1. *Cephalanthero-Fagenion*:  
*Carici-Fagetum* Moor 1952
2. *Galio odorati-Fagenion*:
  - a) *Hordelymo-Fagetum* Kuhn 1937
  - b) *Galio odorati-Fagetum* Sougnez et Thill 1959

Das *Melico-Fagetum* wird damit aufgegeben. Neben der Arbeit von DIERSCHKE (1989) wird die historisch-syntaxonomische Entwicklung des *Fagion* und die Problematik der Gliederung in zahlreichen anderen Publikationen bereits ausführlich beschrieben (z.B. JAHN 1980 a), so daß an dieser Stelle hierauf verwiesen werden kann.

Aus der weiten standörtlichen Spanne vor allem des neugefaßten *Hordelymo-Fagetum*, die von Kalkstandorten bis hin zu basenärmeren Silikatstandorten reicht, ergibt sich die Notwendigkeit einer ökologisch aussagekräftigen Untergliederung, so z. B. im Hinblick auf die Angewandte Vegetationskunde (beispielsweise in der Standortskartierung) oder auch vegetationsgeographische Fragestellungen (FRÄNZLE & BOBROWSKI 1983).

DIERSCHKE (1985) beschreibt die Möglichkeiten der ökologischen Feingliederung unterhalb des Niveaus der Assoziation durch die Verwendung von ökologischen Zeigerarten als Trennarten, die somit im Sinne ELLENBERG's (1982) als „soziologisch-ökologisch“ verstanden werden können. Hierdurch wird versucht, sowohl der Forderung nach Praktikabilität der Syntaxa als auch dem Grundprinzip, Pflanzengesellschaften grundsätzlich nur nach floristischen und nicht nach standörtlichen Kriterien zu gliedern, gerecht zu werden (vgl. hierzu auch JAHN 1980 a u. b). In diesem Sinne wird in der vorliegenden Arbeit unter ökologischer Feingliederung eine floristische Differenzierung unterhalb der Ebene der Assoziation verstanden (vgl. das Beispiel von TÜXEN & KAWAMURA 1975), die nachweislich ökologische Aussagekraft besitzt und damit über soziologisch-ökologische Gruppen von Pflanzenarten zu einer standortsgerechten Feingliederung der Vegetation führt (ELLENBERG 1982). Damit ist zugleich ein zentrales Problem synökologischer Forschung angesprochen, nämlich die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Vegetationsstruktur und Standortsbedingungen.

## Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung besteht in einer Beschreibung und ökologischen Feingliederung der artenreichen Buchenwaldgesellschaften aus einer bisher recht wenig untersuchten, von basaltischem Gestein geprägten Mittelgebirgsregion durch die Methode BRAUN-BLANQUET. Dabei steht die Prüfung der Zusammenhänge zwischen Vegetationsstruktur und Standortseigenschaften und die daraus abzuleitende „ökologische Trennschärfe“ der syntaxonomischen Einheiten (vgl. FRÄNZLE & BOBROWSKI 1983) im Vordergrund. Hierzu soll die erarbeitete floristische Feingliederung (in Subassoziationen, Varianten, Subvarianten und Höhenformen) in ihrer ökologischen Aussagekraft bezüglich wichtiger Standortparameter bewertet werden.

In einem zweiten Schritt, über den an anderer Stelle berichtet werden soll, wird versucht, am gleichen Datensatz die ökologische Trennschärfe multivariater, „numerischer“ Klassifikationsverfahren herauszuarbeiten, sie durch geeignete Verfahren wie die Konzentrationsanalyse und die Diskriminanzanalyse (vgl. WILDI 1986) vergleichend darzustellen und zu evaluieren.

## Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfaßt neben dem zusammenhängenden Bergmassiv des eigentlichen Habichtswaldes den größten Teil des Habichtswälder Berglandes westlich von Kassel (Abb. 1). Die Grenzen fallen in etwa mit denen des Naturparks Habichtswald zusammen (HEINTZE 1971). Das Habichtswälder Bergland erhebt sich als kleines Gebirge über die angrenzenden Ostwaldecker Randsenken, die Warburger Börde und die Westhessische Senke (RÜHL 1967). Es ist geprägt durch Bergstöcke und Einzelberge vulkanischen Ursprungs (Basaltische Laven und Tuffe). Die basaltischen Erhebungen sitzen auf Sockeln vor allem triassischen, aber auch tertiären Gesteins. Im Norden bildet der Untere Muschelkalk über dem Oberen Buntsandstein flache Rücken, die zum Teil ebenfalls von Basaltkuppen überragt werden. Von den vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Tallagen (200–300 m ü. NN.) steigt das Gelände meist recht steil zu den vulkanischen Kuppen, Kegeln und Plateaus der waldbedeckten Höhen in 500–600 m ü. NN. an. Höchste Erhebung ist das Hohe Gras (615 m ü. NN.). Sowohl über dem triassischen Gestein, als auch über dem Basalt sind Lößlehmdecken unterschiedlicher Mächtigkeit weit verbreitet. Die klimatischen Verhältnisse des untersuchten Raumes variieren sehr stark in Abhängigkeit von der Höhenlage. So unterscheiden sich die Jahresmitteltemperaturen und die jährlichen Niederschlagssummen zwischen den Senken (8.7 °C, 670 mm) und den Hochlagen des Habichtswaldes (6.5 °C, 756 mm) sehr deutlich (SIEGENTHALER 1971). In den leeseitigen Unterhanglagen des Hohen Habichtswaldes erreichen die Jahresniederschläge sogar nur 634 mm. Die Grundzüge des Klimas lassen sich als subatlantisch-subkontinental bezeichnen. KNAPP & HILLESHEIM-KIMMEL (1971) unterscheiden im Habichtswald vier, im wesentlichen höhenbedingte Wuchszonen, die sich hauptsächlich in der Wärmeversorgung

voneinander abheben: a) die randliche Eichen-Mischwaldzone, b) die untere Buchen-Mischwaldzone, c) die obere Buchen-Mischwaldzone, d) die untere Bergbuchenzone. GLAVAC & BOHN (1971) unterschieden im knapp 100 km südlich gelegenen, ebenfalls von basaltischem Gestein geprägten Vogelsberg durch eine „kombinierte soziologisch-chorologisch-statistische Gliederungsmethode“ zwei höhenstufenkennzeichnende Artengruppen und ermittelten die Grenze zwischen den Höhenstufen bei 500 m ü. NN. Dies zeigt die Notwendigkeit einer vertikalen Gliederung der Buchenwälder des untersuchten Gebiets.

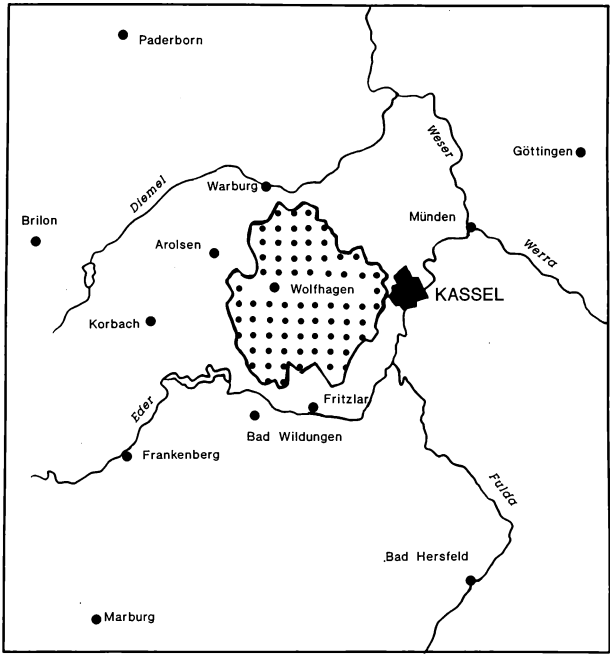


Abb. 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebiets.

Die Buchenwälder des Habichtswaldes sind über die vorgenannte Arbeit von KNAPP & HILLESHEIM-KIMMEL hinaus bisher nur in wenigen Untersuchungen beschrieben. KNAPP (1965) skizziert den Aufbau der Buchenwälder in einer kurzen Schilderung von Vegetation und Flora. Von RÜHL (1967) liegt eine ebenso knappe vegetationsgeographische Beschreibung vor, in der mit wenigen Aufnahmen die Kalkbuchenwälder und die Silikatbuchenwälder des Gebiets exemplarisch vorgestellt werden. GLAVAC (1988) stellt die floristische Struktur und die bodenchemischen Eigenschaften dreier Buchenwaldgesellschaften aus Nordhessen (*Luzulo-Fagetum*, *Melico-Fagetum* und *Lathyro-Fagetum*) dar, wobei die Aufnahmen für die letztgenannten Gesellschaften aus dem Untersuchungsgebiet stammen. Die umfangreiche Arbeit von BOHN (1981) erstreckt sich auf die südöstlich angrenzende Region, welche ähnliche geologische Verhältnisse aufweist.

Die heutigen Waldbestände des Habichtswaldes bestehen zu knapp 3/4 der Fläche aus Laubholz, woran die Buche mit 2/3 überwiegenden Anteil hat. Sie sind ab dem Ende des 18. Jahrhunderts im Zuge der Entwicklung der Forstwirtschaft aus den noch vorhandenen, durch Waldweide und Übernutzung devastierten Restwaldflächen entstanden (ZINN 1990).

## Arbeitsmethoden

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET erstellt, wobei die Artmächtigkeiten nach der von REICHELT & WILMANN (1973) erweiterten Skala geschätzt wurde (Die Schätzsymbole 2a, 2b und 2m werden aus Platzgründen in der Vegetationstabelle als a, b und m dargestellt). Die Aufnahmeffläche betrug 300–400 qm. Um die Frühjahrsblüher zu erfassen, wurden alle Flächen zweimal aufgesucht. Die erste Erfassung erfolgte Anfang Mai, die zweite Mitte Juli – Mitte August. Pflanzenvorkommen auf Sonderstandorten, also auf Steinen, vermoderndem Holz, auf Baumstümpfen und in deutlich erkennbaren Einflußbereichen von Stammablaufwasser (vgl. JOCHHEIM 1985) blieben unberücksichtigt. Das Aufnahmемaterial wurde tabellarisch gegliedert (vgl. ELLENBERG 1956). Die gefundenen Aufnahmegruppen wurden anhand der Artenzahl auf ihre Stimmigkeit geprüft (vgl. BÖTTCHER 1968, DIERSCHKE, HÜLBUSCH & TÜXEN 1973). Im Verlauf dieses Prozesses mußten einige Aufnahmen aus Übergangsbereichen und Randbereichen (Grenze zum *Luzulo-Fagetum*) zugunsten einer klaren Typisierung gestrichen werden. Die Nomenklatur der Höheren Pflanzen folgt EHRENDORFER (1973), die der Moose FRAHM & FREY (1983).

Für die floristische Gliederung konnten in weitgehender Anlehnung an DIERSCHKE (1989) folgende Gruppen von Differentialarten verwendet werden:

### a) *Lathyrus*-Gruppe

Zu dieser Gruppe von Kalkzeigern<sup>1)</sup> gehören neben der namengebenden Art *Lathyrus vernus* vor allem Sträucher wie *Crataegus laevigata*, *Daphne mezereum*, *Lonicera xylostium*, *Viburnum opulus*, daneben aber auch *Potentilla sterilis*, *Campanula trachelium*, *Asarum europaeum* und, mit Einschränkungen, *Phyteuma spicatum* und *Galium sylvaticum*. Hiervon sind einige Arten, ebenso wie der Jungwuchs von *Acer campestre*, sicher nur als regionale Trennarten zu werten. Ihre differenzierende Eigenschaft ist im Untersuchungsgebiet offenbar auf die gleichzeitige Begrenzung der Kalkstandorte auf die niederen Lagen zurückzuführen. Diese Gruppe deckt sich daher nur teilweise mit den von DIERSCHKE (1989) aufgeführten Arten, von denen *Hepatica nobilis* im Gebiet nicht vorkommt.

### b) *Convallaria*-Gruppe

Neben *Convallaria majalis* sind als schwache Trennarten Aushagerungszeiger wie *Hieracium sylvaticum*, *Maianthemum bifolium* und *Solidago virgaurea* dieser Gruppe zuzurechnen. Diese ähneln *Convallaria* in ihrem ökologischen Verhalten insofern, als sie Verbreitungsschwerpunkte sowohl auf trocken-basenreichen als auch auf frischeren und gleichzeitig mäßig versauerten Standorten aufweisen. Daneben gehören, ebenfalls nur als schwache Trennarten, *Cornus sanguinea*, *Fragaria vesca* und *Taraxacum officinale* zu dieser Gruppe. Sie profitieren nach DIERSCHKE (1989) vom höheren Lichtgenuß, der aus der eingeschränkten Wuchsleistung der Buche resultiert.

### c) *Circaea*-Gruppe

Auch diese Gruppe von Bodenfeuchtezeigern, zu der neben *Circaea lutetiana* und *Stachys sylvatica* *Geranium robertianum* zu zählen ist, weicht etwas von der Gliederung bei DIERSCHKE (1989) ab. So tauchen zwar die von ihm zusätzlich genannten Arten *Impatiens noli-tangere* und *Urtica dioica* im Untersuchungsgebiet in frischeren-feuchten Ausbildungen meist gehäuft auf, sind aber auch nicht selten in weniger frischen Ausbildungen anzutreffen und vorrangig als Stickstoff-Zeiger anzusehen (s. ELLENBERG 1982).

### d) *Luzula*-Gruppe

Außer *Luzula luzuloides* ist diese für Standorte mit mehr oder minder versauerten und basenärmeren Oberböden kennzeichnende Gruppe nur schwach durch Arten wie die Moose *Dicranella heteromalla*, *Polytrichum formosum* und *Atrichum undulatum*, sowie *Avenella flexuosa* gekennzeichnet.

<sup>1)</sup> Diese Arten zeigen einen Schwerpunkt auf Kalkböden. JAHN (1980 a) weist darauf hin, daß es keine Art gibt, die völlig auf Kalkstandorte beschränkt ist.

### e) *Stellaria*-Gruppe

Die *Stellaria*-Gruppe umfaßt dem *Carpinion*-Verband zuzurechnende oder diesem zumindest nahestehende, anspruchsvolle Arten wie *Stellaria holostea*, *Hedera helix*, *Primula elatior* und *Ranunculus auricomus*. Sie kennzeichnet im Untersuchungsgebiet recht deutlich die tieferen Lagen.

Daneben werden *Corydalis cava* und *Anemone ranunculoides* als Trennarten einer geophytenreichen Untereinheit der Höhenform des *Hordelymo-Fagetum typicum* aufgeführt, die allerdings wegen der geringen Zahl von Aufnahmen im Hinblick auf ihre Standortseigenschaften nicht getrennt betrachtet wird. Neben *Gymnocarpium dryopteris* als Differentialart der am stärksten versauerten Untereinheiten sowohl des *Hordelymo*- als auch des *Galio-Fagetum* wird *Sambucus racemosa* im *Hordelymo-Fagetum* als schwache Trennart der Hochlagenformen aufgeführt. Im *Galio-Fagetum* konnten keine Höhenformen ausgeschieden werden. Andere von DIERSCHKE (1989) aufgeführte Differentialarten der Höhenformen des *Hordelymo-Fagetum* kommen entweder im Untersuchungsgebiet nicht vor oder sind in dieser Hinsicht ungeeignet. Letzteres gilt für *Dentaria bulbifera*, die im Habichtswald keineswegs an die montane Stufe gebunden, sondern auch in den tieferen Lagen weit verbreitet ist (vgl. Abb. 2) und demnach als montane Trennart ausscheidet. *Polygonatum verticillatum* ist im Untersuchungsgebiet selten (NITSCHKE et al. 1988) und wurde bei der Untersuchung nicht angetroffen. Im Bereich des Hohen Habichtswaldes fehlt sie vollständig (GRIMME 1958).

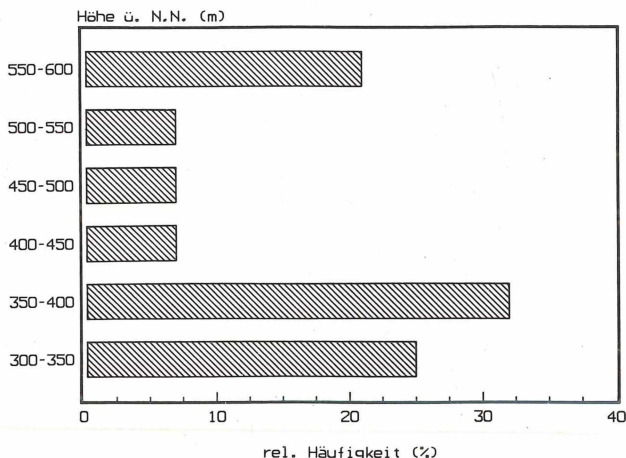


Abb. 2: Relative Häufigkeit von *Dentaria bulbifera* in verschiedenen Höhenstufen.

Das Aufnahmемaterial repräsentiert im wesentlichen die im Untersuchungsgebiet an Standorten mit geringer bis mäßiger Neigung vorhandenen, flächenmäßig relevanten Altbuchensbestände, die den Kriterien einer pflanzensoziologischen Erfassung (Homogenität, Minimum-areal) noch genügen. Im Untersuchungsgebiet ist ein beträchtlicher Teil der alten Buchensbestände durch Immissionen stark geschädigt (vgl. HESSISCHE LANDESFORSTVERWALTUNG 1988) und damit z. T. beträchtlich aufgelichtet oder durch forstliche Maßnahmen (Melioration, Oberbodenstörung durch Rückegeräte) erheblich verändert. Insbesondere in den Höhenlagen des Habichtswaldes sind ungestörte und gleichzeitig gesunde Altbestände mit vollständig geschlossenem Kronendach kaum noch zu finden. Die Stratifizierung und die statistische, d.h. entweder systematische oder zufällige Verteilung der Probeflächen auf die unterschiedenen Straten der Grundgesamtheit (vgl. WILDI 1986) erwies sich daher als problematisch. Es wurde versucht, alle unterscheidbaren Ausbildungen durch eine vergleichbare Anzahl von Aufnahmen zu belegen („Gleichberechtigung der Typen“, vgl. WILDI 1986). Neben den gestörten Flächen wurden wegen der notwendigen Zuordnung der Kenngrößen der Wasserversorgung zu den Vegetationsaufnahmen auch solche mit stärkerer Neigung aufgrund der möglichen Beeinflussung durch Hangwasserzuzug nicht untersucht.

In jeder Aufnahme­fläche wurde an sechs bis zehn Stellen (je nach Homogenität der Boden­verhältnisse) in 0–8 cm bzw. 8–15 cm Tiefe Proben des Mineralbodens entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. Diese Proben wurden auf folgende bodenchemische Parameter untersucht (vgl. MEIWES et al. 1984): pH(H<sub>2</sub>O), pH(KCl), effektive Austausch­kapazität (H, Al, Mn, Fe, Ca, Mg, K, Na). Die Kationenbestimmung erfolgte mit einem AAS (Perkin Elmer 3030). Die Berechnung der Sättigungsgrade der einzelnen Kationen wurde mit Hilfe eines modifizierten Rechenprogramms nach PRENZEL vorgenommen (vgl. MEIWES et al. 1984). Die pH-Werte wurden mit einer Einstabmeßkette nach den Vorschriften von ULRICH et al. (1984) bestimmt. Neben dem pH(H<sub>2</sub>O) wurde der pH(KCl) ermittelt, um zu Aussagen über rezente bzw. akute Säurebelastungen zu gelangen (vgl. ULRICH 1981, ULRICH et al. 1984). Daneben wurden mit einem Nitrogen-Analyzer der Fa. Erba die Gesamt-Kohlenstoff- und Gesamt-Stickstoffgehalte in den Bodenproben gemessen (gaschromatographische Analyse nach Veraschung). Die Bestimmung des anorganischen C-Gehaltes erfolgte mit Hilfe der von SCHEIBLER beschriebenen Methode (STEUBING 1965).

Zur Charakterisierung des Wasserhaushalts wurde die nutzbare Wasserspeicherung der Böden nach einem forstlich üblich Verfahren (ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG 1980) untersucht. Die hierfür notwendige Ansprache von Bodenart, Gefüge, Lagerungsdichte, Humus- und Skelettgehalt erfolgte an Profilbohrungen mit dem Pürckhauer-Bohrstock, z. T. auch an bereits vorhandenen, von einem Kleinbagger erstellten Bodeneinschlägen (s. LIESS 1988). Die Aussagekraft dieser Methode bzgl. des Wasserhaushaltes der untersuchten Standorte wird weiter unten erörtert. In den Fällen, wo eine Lößlehmdecke offenbar unvermischt einem anderen Substrat aufliegt, ist die Mächtigkeit dieser Decke im Kopf der Vegetationstabelle angegeben.

Für jede Aufnahme wurden ungewogene Zeigerwerte nach ELLENBERG (1979) für den Feuchte-, Reaktions- und Stickstofffaktor berechnet.

Für die statistische Analyse (deskriptive Statistik, U-Test nach MANN-WHITNEY) wurden SPSS-Routinen verwendet (NORUSIS 1988). Die Abbildungen 3–11 und 16–20, die Mittelwerte und Standardabweichung wiedergeben, wurden mit Hilfe eines dankenswerterweise von Stochastikern des Fachbereichs Mathematik der Gh Kassel (Prof. Dr. ZIEZOLD / Prof. Dr. GRILLENBERGER) erstellten Graphik-Programms erzeugt.

## Ergebnisse

Das Aufnahmемaterial (102 Aufnahmen) wird in Tab. 1 gegliedert dargestellt. Alle Aufnahmen sind dem *Galio odorati-Fagenion*-Unterverband zuzurechnen, der von DIERSCHKE (1989) als „... der artenarme Rumpf bodenfrisch-artenreicher Buchenwälder Europas“ bezeichnet wird. Es handelt sich durchweg um ausgesprochene Hallenbestände, die eindeutig von der Rotbuche dominiert werden. Andere Baumarten, wie *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, sind nur vereinzelt oder sogar ausgesprochen selten (*Acer campestre*, *Ulmus glabra*) in der Baumschicht vertreten. Die Strauchschicht ist meist nur spärlich entwickelt oder fehlt ganz. Sie enthält nur wenig Jungwuchs der Baumarten, dafür sind jedoch die nitrophilen Holunderarten (*Sambucus nigra*, *S. racemosa*) häufiger vertreten.

### 1. Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em.

Das *Hordelymo-Fagetum* umfaßt anspruchsvolle Buchenwälder auf basenreichen Standorten mit im allgemeinen reich entwickelter Krautschicht. Sie deckt im Mittel 65%. Die mittlere Artenzahl ist mit 27 recht hoch, unterscheidet sich zwischen den einzelnen Untereinheiten jedoch beträchtlich (mittlere Artenzahl 19–42). Eine Moos­schicht fehlt oft ganz oder ist höchstens sehr spärlich entwickelt. Die vorgefundenen Humusformen reichen vom L-Mull bis zum mullartigen Moder. Gegenüber dem *Galio odorati-Fagetum* zeichnet es sich durch das Vorkommen einer Reihe anspruchsvoller Arten wie *Hordelymus europaeus*, *Mercurialis perennis* und *Arum maculatum* aus.

## 1.1 Hordelymo-Fagetum lathyretosum

Die Subassoziation von *Lathyrus vernus* besiedelt im Untersuchungsgebiet ausschließlich aus Unterem Muschelkalk entwickelte Böden der niederen Lagen zwischen 300–400 m ü. NN. (Abb. 3). Sie ist dementsprechend gleichzeitig durch die Gruppe der Tieflagenarten gekennzeichnet (Tab. 1). Auch BOHN (1981) bezeichnet den Platterbsen-Buchenwald in seinem Untersuchungsgebiet als Tieflagen-Buchenwald. Die Bodentypen sind überwiegend Rendzina-Braunerden oder Braunerden, die sich aus Unterem Muschelkalk entwickelt haben und von Lößlehm überdeckt bzw. mit diesem vermischt sind. Reine Rendzinen sind seltener anzutreffen. Bisweilen ist basaltisches Verwitterungsmaterial mit dem Kalkverwitterungslehm und dem Lößlehm in Fließerden vermischt.

Der bodenchemische Zustand dieser Vegetationseinheit ist, wie die große Schwankungsbreite wesentlicher Parameter, vor allem des pH-Wertes, aber auch der Basensättigung und der  $AK_e$ -Werte zeigen, in beträchtlichem Maße heterogen (Abb. 4–7). So variieren die pH-Werte ( $H_2O$ ) im oberen Horizont (0–8 cm) zwischen Carbonat- und Austauscher-Pufferbereich, die pH(KCl)-Werte erreichen sogar den Aluminium-Pufferbereich. In 8–15 cm Tiefe, wo die pH-Werte im Mittel höher liegen, läßt sich eine noch stärkere Streuung feststellen. Dieses Phänomen der starken Streuung der bodenchemischen Eigenschaften von Kalkböden, auf welches u. a. von ULRICH (1981), MEIWES et al. (1981) und MEIWES (1983) hingewiesen wird, erklärt sich durch eine hohe kleinräumliche Variabilität, die durch den Verteilungszustand des Kalkskeletts bedingt ist und durch die Vermischung mit Lößlehm noch verstärkt wird. Während carbonatfreie Feinbodenbereiche zwischen Silikat- und Austauscher-Pufferbereich hin- und herschwingen (z. B. nach Nitrifikationschüben im Frühjahr und daraus resultierender Protonenbelastung, s. hierzu ULRICH 1981), bewegen sich mit Kalksteinen stark durchsetzte, im Feinboden carbonatreiche Partien nur im Carbonat-Pufferbereich, so daß die pH-Werte und andere bodenchemische Kenngrößen in Böden auf Kalkgestein kleinräumlich um Größenordnungen schwanken (MEIWES 1983). Durch die Entnahme einer ausreichenden Zahl von Bodenproben nach dem Zufallsprinzip und der Vereinigung zu einer Mischprobe wurde versucht, dieser kleinräumlichen Heterogenität entgegenzuwirken (vgl. MEIWES et al. 1981). Allerdings verbleibt selbst hiernach, also auf dem Niveau der Probestflächen, bei den Aufnahmen von Kalkstandorten eine ausgeprägte Variabilität. Das C/N-Verhältnis liegt im Mittel etwa bei 15 (Abb. 8). Die Humusform ist demnach ein L- oder F-Mull (ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG 1980), was mit den Beobachtungen im Gelände übereinstimmt.

### 1.1.1 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Convallaria-Variante

Der Waldhaargersten-Platterbsen-Buchenwald mit Maiglöckchen vermittelt floristisch und standörtlich zwischen *Carici-Fagetum* und *Hordelymo-Fagetum*. Diese Variante (mittlere Artenzahl 28, Abb. 9) kennzeichnet die trockensten Standorte innerhalb des Waldhaargersten-Platterbsen-Buchenwaldes, nämlich Rendzinen und flachgründige Rendzina-Braunerden in Plateaulagen oder an Hangplateaus, die meist etwas ausgehagert und verlichtet sind (vgl. HARTMANN & JAHN 1967, WINTERHOFF 1963, RÜHL 1960). Die Humusform entspricht einem F-Mull. Die Wuchskraft der Buche ist hier deutlich eingeschränkt. Die nutzbare Wasserspeicherung der sehr skelettreichen Böden beträgt nur zwischen 40 und 50 mm (Abb. 10). Die Trockenheit dieser Böden wird auch durch die mittlere Feuchtezahl bestätigt (Abb. 11), die hier den niedrigsten Wert aller untersuchten Vegetationseinheiten erreicht. Die pH-Werte ( $H_2O$ ) liegen in 0–8 cm Tiefe im Durchschnitt bei 6,0, in 8–15 cm Tiefe bei 7,0, weisen allerdings eine starke Streuung auf (Abb. 4), die von den pH(KCl)-Werten noch übertroffen wird (Abb. 5). Die Basensättigung erreicht in dieser Vegetationseinheit in 8–15 cm Tiefe nahezu 100% (Abb. 6).

Die Abgrenzung dieser Untereinheit erwies sich als nicht ganz einfach. Neben *Convallaria* selber sind auch verschiedene andere üblicherweise verwendete Trennarten (vor allem *Hieracium sylvaticum*) nicht nur in den leicht versauerten Ausbildungen des *Fagenion* (1.4, 2.1, s. weiter unten), sondern mitunter auch im *Hordelymo-Fagetum lathyretosum* auf tiefgründigeren Standorten in oberflächlich versauerten Bereichen anzutreffen. So kommt es in der Subvariante

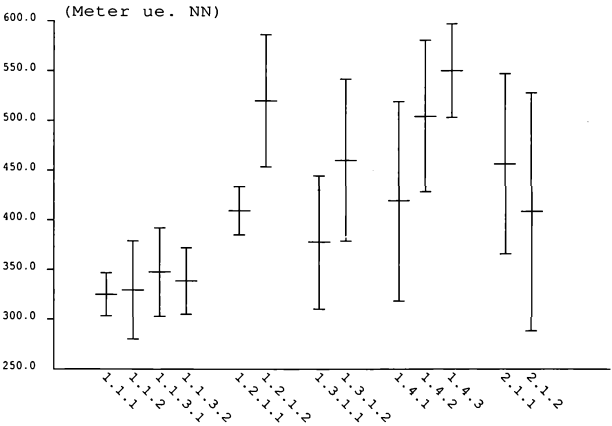


Abb. 3: Höhenlage der verschiedenen Vegetationseinheiten (Mittelwert und Streuung).

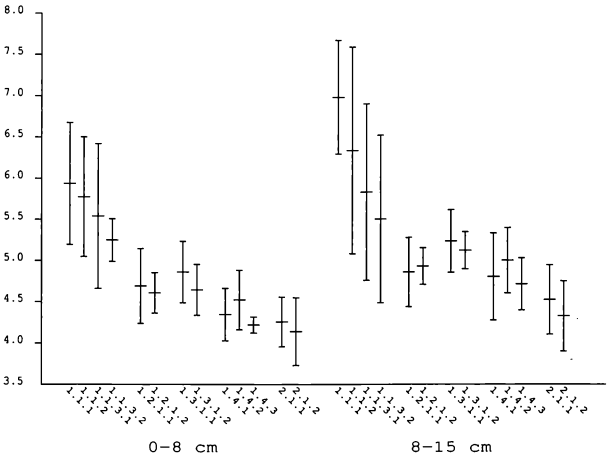


Abb. 4: pH-Werte (H<sub>2</sub>O) der verschiedenen Vegetationseinheiten in zwei Bodentiefen (Mittelwert und Streuung).

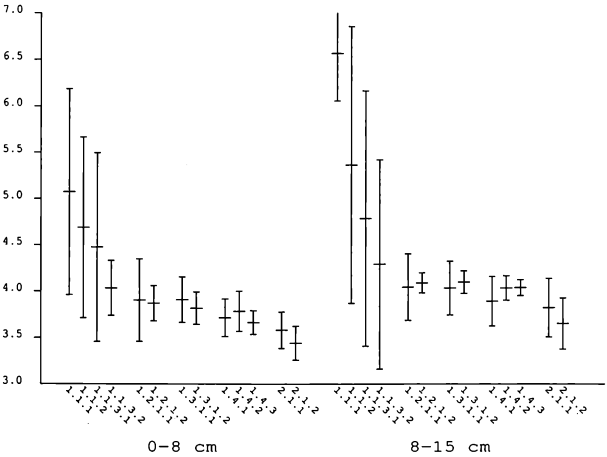


Abb. 5: pH-Werte (KCl) der verschiedenen Vegetationseinheiten in zwei Bodentiefen (Mittelwert und Streuung).

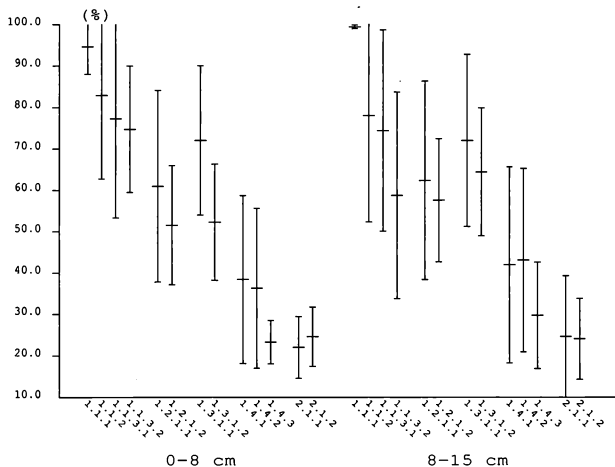


Abb. 6: Basensättigung der verschiedenen Vegetationseinheiten in zwei Bodentiefen (Mittelwert und Streuung).

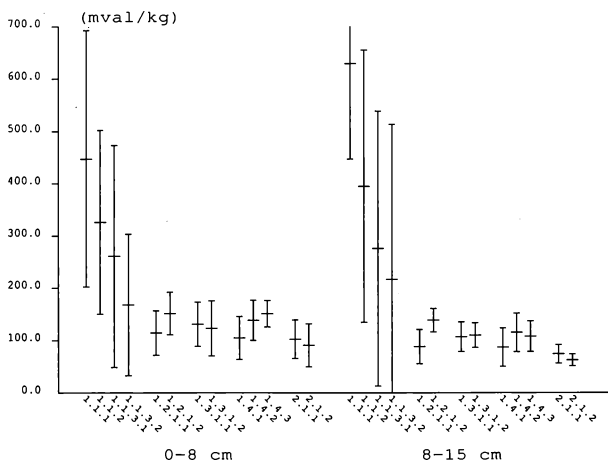


Abb. 7: effektive Austauschkapazität der verschiedenen Vegetationseinheiten in zwei Bodentiefen (Mittelwert und Streuung).

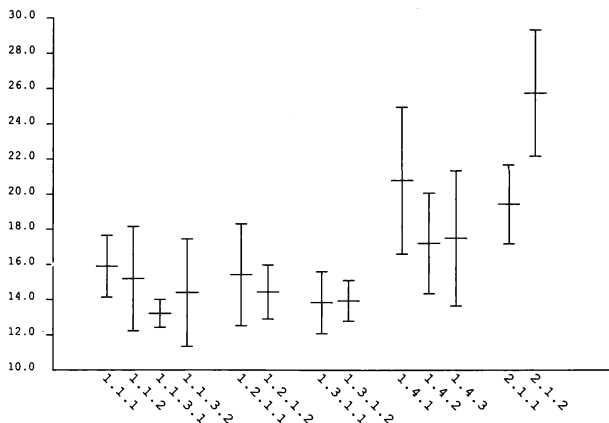


Abb. 8: C/N-Verhältnis der verschiedenen Vegetationseinheiten in 0-8 cm Tiefe (Mittelwert und Streuung).

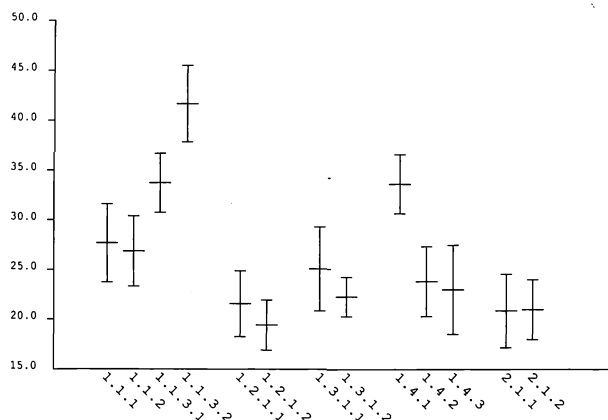


Abb. 9: Artenzahlen der verschiedenen Vegetationseinheiten (Mittelwert und Streuung).

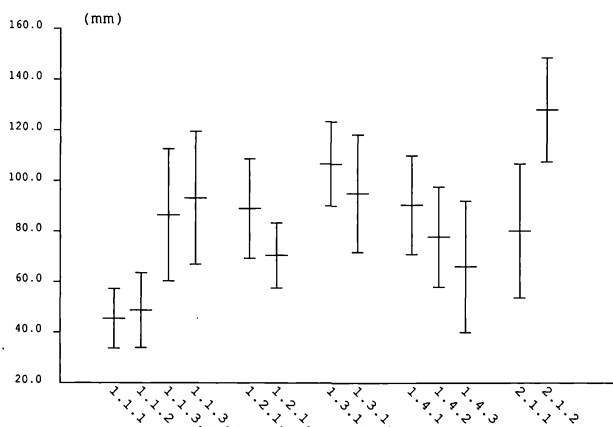


Abb. 10: nutzbare Wasserkapazität in den verschiedenen Vegetationseinheiten (Mittelwert und Streuung).

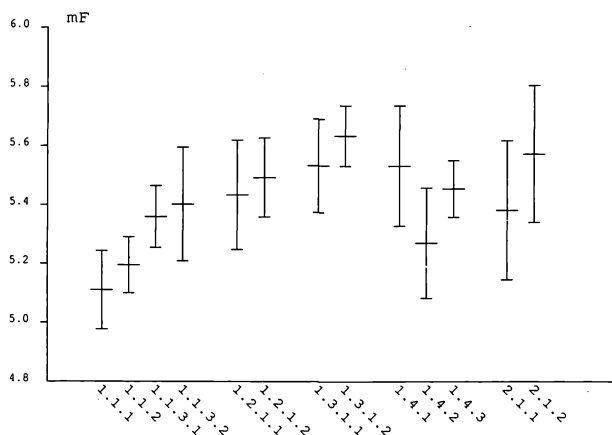


Abb. 11: mittlere Feuchtezahl n. ELLENBERG für die verschiedenen Vegetationseinheiten (Mittelwert und Streuung).

von *Luzula luzuloides* in der bodenfeuchten Ausbildung (1.1.3.2; s. Tab. 1 u. weiter unten) zu einem etwas gehäuftem Vorkommen dieser Arten. Daneben kommt *Convallaria* öfters an tiefgründigen Standorten vor, bei denen Lößlehm, Basaltverwitterungsmaterial und Muschelkalk in einer Fließerde vermischt sind. In solchen Böden dürfte es kleinräumig, wie bereits erwähnt, stets mehr oder weniger versauerte Abschnitte, daneben aber sicher auch vereinzelt etwas stärker austrocknende Stellen geben. Die bereits erwähnte Benachbarung versauerter und basenreicher Partien führt offenbar sowohl zu einem Nebeneinander basiphiler und leicht azidophiler Pflanzenarten, wie in der Ausbildung 1.1.3.2 (s. u.), als auch zu einem gehäuftem Vorkommen von Pflanzenarten mit zwei ökologischen Optima, nämlich auf basisch-trockenen und auf leicht versauerten Standorten. Auf diese zwei ökologischen Optima beim Maiglöckchen hat bereits ELLENBERG (1956) hingewiesen.

Insbesondere an schattigen Oberhängen der Kuppen mit hervortretenden Basaltsteinen finden sich gelegentlich kleinflächige Bestände mit *Festuca altissima*. Sie wurden bodenkundlich nicht untersucht und sollen hier nur der Vollständigkeit halber kurz angesprochen und mit einer Aufnahme belegt werden. Über diese *Festuca altissima*-reichen Bestände gibt es bislang keine eindeutigen systematischen Vorstellungen. Die Art kommt vielmehr auf recht verschiedenen Standorten in sehr unterschiedlichen Artenkombinationen vor (vgl. HARTMANN & JAHN 1967, GLAHN 1969, ELLENBERG 1982, DIERSCHKE 1989). Dies gilt auch für das hier untersuchte Gebiet, wo sie an offenbar frischen und geophytenreichen Standorten guter Nährstoffversorgung ebenso vorkommt wie an leicht versauerten und ausgehagerten Standorten. ELLENBERG (1982) beschreibt als prägnantes Standortsmerkmal die Laubanhäufung in dichten Moderpaketen. Nach den Untersuchungen von BOHN (1981) tritt *Festuca altissima* in Ostessen schwerpunktmäßig in schattigen Hochlagen in einer *Milium*-Variante des *Luzulo-Fagetum* auf. Er verwendet *Festuca altissima* im Gegensatz zu vielen anderen Autoren nicht als Trennart. Diese Vorgehensweise erscheint auch für das Habichtswald-Gebiet angezeigt. Die folgende Aufnahme mit *Festuca altissima* müßte daher zur Maiglöckchen-Variante des *Horde-lymo-Fagetum lathyretosum* gestellt werden (vgl. hierzu das *Lathyro-Fagetum festucetosum altissimae* bei HARTMANN & JAHN (1967)).

|                   |                |                               |                                         |
|-------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| Aufnahmedatum:    | 29.6.90        | Ort:                          | Höllchen b. Dörnberg (MTB 4622)         |
| Flächengröße (qm) | 300            | Deck. grad Baumschicht (%)    | 90                                      |
| Artenzahl:        | 31             | Deck. grad Strauchschicht (%) | <5                                      |
| Exposition:       | Nordwest       | Deck. grad Krautschicht (%)   | 75                                      |
| Höhe ü. NN. (m):  | 450            | Deck. grad Mooschicht (%)     | <1                                      |
| Hangneigung (%):  | 25             | Bodentyp:                     | Braunerde-Ranker aus Basaltverwitterung |
| Humusform:        | mullart. Moder |                               |                                         |

#### Baumschicht

|                         |   |                      |   |
|-------------------------|---|----------------------|---|
| <i>Fagus sylvatica</i>  | 5 | <i>Quercus robur</i> | 1 |
| <i>Carpinus betulus</i> | 3 |                      |   |

#### Strauchschicht

|                        |   |
|------------------------|---|
| <i>Fagus sylvatica</i> | + |
|------------------------|---|

#### Kraut- u. Mooschicht

|           |                             |    |                             |    |
|-----------|-----------------------------|----|-----------------------------|----|
| d Subass. | <i>Lathyrus vernus</i>      | +  | <i>Phyteuma spicatum</i>    | +  |
| d Var.    | <i>Convallaria majalis</i>  | 2m | <i>Hieracium sylvaticum</i> | 1  |
|           | <i>Maianthemum bifolium</i> | 2m | <i>Solidago virgaurea</i>   | +  |
| dh        | <i>Hedera helix</i>         | 1  | <i>Stellaria holostea</i>   | 1  |
| VC/OC/KC  | <i>Galium odoratum</i>      | 2a | <i>Melica uniflora</i>      | 1  |
|           | <i>Festuca altissima</i>    | 4  | <i>Poa nemoralis</i>        | 2m |
|           | <i>Acer pseudoplatanus</i>  | 2a | <i>Lamium galeobdolon</i>   | 1  |
|           | <i>Anemone nemorosa</i>     | +  | <i>Quercus robur</i>        | +  |
|           | <i>Dryopteris filix-mas</i> | 1  | <i>Fagus sylvatica</i>      | 1  |
|           | <i>Milium effusum</i>       | 1  | <i>Acer pseudoplatanus</i>  | 1  |

|         |                              |   |                             |   |
|---------|------------------------------|---|-----------------------------|---|
| Übrige: | <i>Oxalis acetosella</i>     | 1 | <i>Vicia sepium</i>         | 1 |
|         | <i>Athyrium filix-femina</i> | + | <i>Bryum capillare</i>      | + |
|         | <i>Senecio fuchsii</i>       | 1 | <i>Eurhynchium striatum</i> | + |
|         | <i>Galeopsis tetrahit</i>    | r | <i>Mycelis muralis</i>      | r |
|         | <i>Sorbus aucuparia</i>      | + |                             |   |

### 1.1.2 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, zentrale Variante

Diese Ausbildung besiedelt die etwas weniger trockenen Kalkstandorte, bei denen die nutzbare Wasserkapazität im Mittel zwar ähnliche Werte wie in der Maiglöckchen-Variante erreicht (Abb. 10), der Wasserhaushalt wegen geringerer Verdunstung und fehlender Aushagerungseffekte aber günstiger zu beurteilen ist. Einen Hinweis darauf liefert die etwas höhere mittlere Feuchtezahl (Abb. 11). Auch die Stickstoffzahl zeigt etwas günstigere Verhältnisse an (Abb. 16). Die Gehalte an Stickstoff und auch an organisch gebundenem Kohlenstoff sind dabei allerdings, wahrscheinlich als Folge besserer Streuzersetzung, etwas geringer. Die pH-Werte des Oberbodens liegen im Mittel niedriger, auch die Basensättigung erweist sich im Durchschnitt als ungünstiger. Am Austauscher taucht bereits Aluminium in nennenswertem Anteil auf (Abb. 12). Die mittlere Artenzahl liegt bei 27 (Abb. 9).

#### (Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Variante von *Allium ursinum*)

Der Bärlauch-Kalkbuchenwald, der im Untersuchungsgebiet wegen des zerstreuten Vorkommens von *Allium ursinum* nur vereinzelt anzutreffen ist, wird durch die folgende Aufnahme belegt:

|                    |         |                                |                                                     |
|--------------------|---------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Aufnahmedatum:     | 13.7.88 | Ort:                           | Calden/Tiergarten (MTB 4622)                        |
| Flächengröße (qm): | 400     | Deck. grad Baumschicht (%):    | 90                                                  |
| Artenzahl:         | 25      | Deck. grad Strauchschicht (%): | —                                                   |
| Exposition:        | Nord    | Deck. grad Krautschicht (%):   | 80                                                  |
| Höhe ü. NN. (m):   | 295     | Deck. grad Mooschicht (%):     | —                                                   |
| Hangneigung (%):   | 5       | Bodentyp:                      | Rendzina-Braunerde aus Lößlehm üb. Unt. Muschelkalk |

#### Baumschicht

*Fagus sylvatica* 5

#### Kraut- u. Mooschicht

|           |                               |    |                               |    |
|-----------|-------------------------------|----|-------------------------------|----|
| AC/VC     | <i>Hordelymus europaeus</i>   | 2a | <i>Melica uniflora</i>        | 2a |
|           | <i>Galium odoratum</i>        | 3  |                               |    |
| d Subass. | <i>Lathyrus vernus</i>        | 2a | <i>Rosa arvensis</i> et spec. | +  |
|           | <i>Crataegus laevigata</i>    | +  |                               |    |
| d Var.    | <i>Allium ursinum</i>         | 4  |                               |    |
| OC/KC     | <i>Fraxinus excelsior</i>     | 1  | <i>Poa nemoralis</i>          | +  |
|           | <i>Primula elatior</i>        | 1  | <i>Lamium galeobdolon</i>     | 3  |
|           | <i>Hedera helix</i>           | +  | <i>Carex sylvatica</i>        | 1  |
|           | <i>Arum maculatum</i>         | 1  | <i>Viola reichenbachiana</i>  | r  |
|           | <i>Acer platanoides</i>       | +  | <i>Acer pseudoplatanus</i>    | 1  |
|           | <i>Milium effusum</i>         | +  | <i>Anemone nemorosa</i>       | +  |
|           | <i>Fagus sylvatica</i>        | 2a |                               |    |
| Übrige:   | <i>Oxalis acetosella</i>      | 2m | <i>Vicia sepium</i>           | 1  |
|           | <i>Deschampsia caespitosa</i> | +  | <i>Dactylis polygama</i>      | +  |
|           | <i>Dryopteris carthusiana</i> | r  |                               |    |

### 1.1.3 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Circaea-Variante

Eine bodenfeuchte Ausbildung des Kalkbuchenwaldes läßt sich mit Hilfe der Trennarten *Circaea lutetiana*, *Stachys sylvatica* und *Geranium robertianum* ausscheiden. Sie entspricht der von DIERSCHKE (1989) genannten *Stachys*-Variante. Diese Differenzierung wird durch das Verhalten von *Urtica dioica* und *Senecio fuchsii*, sowie mit Einschränkungen den Farnen *Athyrium filix-femina* und *Dryopteris filix-mas*, die in den trockeneren Ausbildungen des Kalkbuchenwaldes (1.1.1, 1.1.2) nur vereinzelt vorkommen, in den frischeren jedoch hohe (oder zumindest sehr viel höhere) Stetigkeit erreichen, unterstrichen. Die Unterschiede in der floristischen Struktur werden ebenso durch die sehr unterschiedlichen Artenzahlen untermauert (Abb. 9).

Die Standorte sind tiefgründigere (Renzina)-Braunerden aus Fließerden im Bereich der Unterhänge, aber auch von mächtigeren Lößlehmdecken (bis 40 cm) beeinflusste Kalkböden in Plateaulagen (s. die entsprechenden Angaben in Tab. 1). Der Bodenwasserhaushalt ist mit Abstand günstiger zu beurteilen als bei den vorangegangenen Ausbildungen (Abb. 10). Die nutzbare Wasserkapazität liegt mit etwa 90 mm doppelt so hoch. Auf eine günstigere Wasserversorgung deutet auch die Feuchtezahl, die sich wie die nutzbare Wasserkapazität hochsignifikant von der typischen Variante unterscheidet (vgl. Abb. 11 u. Tab. 2). Die Buche erreicht hier sehr gute Wuchsleistungen, wozu stellenweise zusätzlich wahrscheinlich eine leichte Pseudovergleyung beiträgt<sup>2)</sup>. *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior* und *Quercus robur* sind in dieser feuchten Ausbildung vergleichsweise häufig in der Baumschicht vertreten, spielen jedoch auch hier im Bestandesaufbau nur eine untergeordnete Rolle.

#### 1.1.3.1 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Circaea-Variante, zentrale Subvariante

Die bodenchemischen Verhältnisse in dieser Untereinheit sind, bedingt durch die Lößlehm-beteiligung, durchweg etwas ungünstiger als im *Hordelymo-Fagetum typicum*. Neben durchschnittlich niedrigeren pH-Werten und einer geringeren Basensättigung bei gleichzeitig höherer Al-Sättigung läßt sich in beiden untersuchten Horizonten eine geringere Kationen-Austauschkapazität feststellen (vgl. Abb. 4–7). Diese Unterschiede sind zum Teil statistisch abzusichern (vgl. Tab. 2). Die Stickstoffzahlen nach ELLENBERG liegen dagegen signifikant höher als in der zentralen Variante (vgl. Abb. 16). Gleichzeitig ist das C/N-Verhältnis sehr viel günstiger zu beurteilen. Es liegt im Mittel zwischen 12 und 13 und ist damit das engste C/N-Verhältnis aller dargestellten Vegetationseinheiten (Abb. 8). Die mittlere Artenzahl ist mit 33 sehr hoch (Abb. 9).

#### 1.1.3.2 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Circaea-Variante, Subvariante von *Luzula luzuloides*

Diese Ausbildung, die vor allem durch das Vorkommen von *Luzula luzuloides* differenziert wird, ist die mit Abstand artenreichste (mittlere Artenzahl 42, Abb. 9). Hier kommen gleichzeitig einige Arten der *Convallaria*-Gruppe etwas gehäuft vor. Sie weist insbesondere in 8–15 cm Tiefe einen sehr viel ungünstigeren bodenchemischen Zustand als die zentrale Subvariante auf. So läßt sich eine höhere Aluminium-Sättigung und vor allem mit durchschnittlich 3.5% eine auffällig hohe, im Vergleich sogar signifikant ungünstigere H-Sättigung feststellen (Abb. 12). Die pH-Werte und die Basensättigung sowie die Austauschkapazität sind ebenfalls im Mittel niedriger (Abb. 4–7). Auf eine Bodenversauerung deutet auch die signifikant niedrigere Reaktionszahl (Abb. 18).

Die ungewöhnlich hohen Artenzahlen sind offenbar Folgeerscheinung einer zurückliegenden Versauerung insbesondere der tieferen Oberbodenschicht (8–15 cm, vgl. ULRICH et al. 1984), welche zu einem Auftreten von Säurezeigern geführt hat. Hierauf weist auch der ausgeprägte Unterschied zwischen pH(H<sub>2</sub>O) und pH(KCl) hin, der hier von allen untersuchten Vegetationseinheiten den höchsten Wert erreicht. Das häufige Vorkommen von Stickstoffzeigern wie *Rubus idaeus* und *Rumex sanguineus*, die sonst in dieser Subassoziation kaum anzutreffen sind (Tab. 1), deutet gleichzeitig auf eine erhöhte Nitrifikation. Beide Phänomene könnten durch eine Auflichtung des Kronendachs verursacht sein, die allerdings im Gelände

<sup>2)</sup> Das Ausmaß einer Pseudovergleyung ließ sich durch die Pürckhauer-Bohrungen nicht klar erkennen.

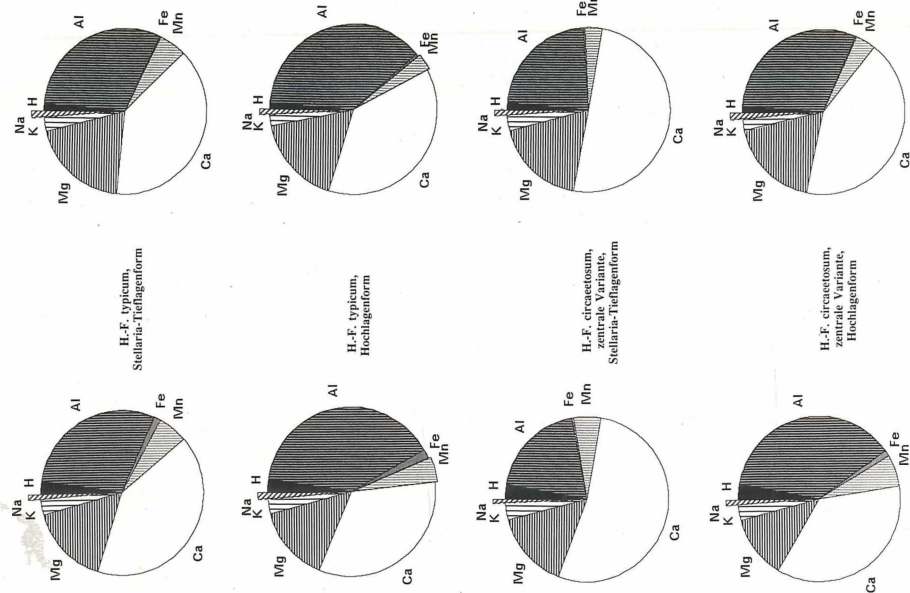


Abb. 12: Kationen-Sättigungsgrade der verschiedenen Ausbildungen des *Hordelymo-Fagetum latbyretosum* in zwei Bodentieften (links: 0-8 cm, rechts: 8-15 cm).

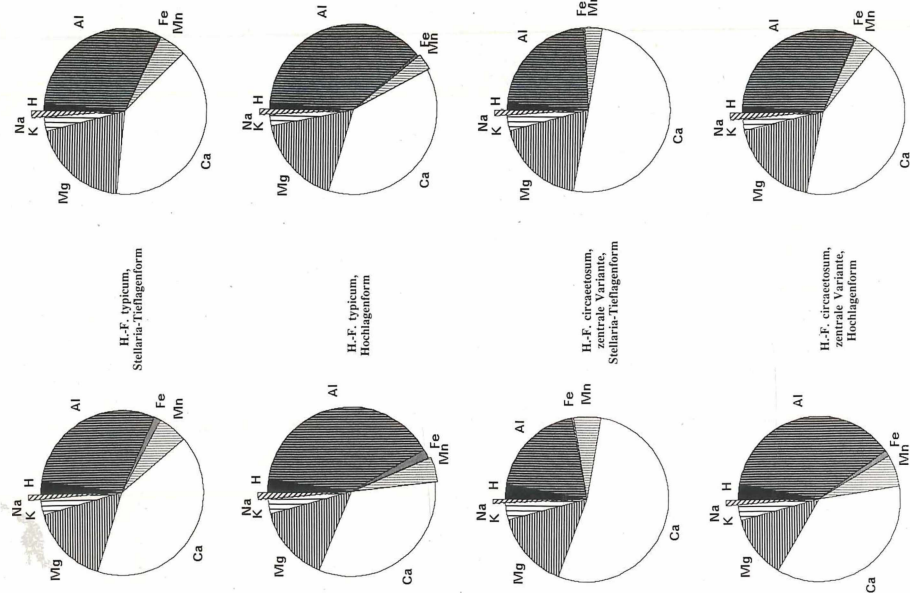


Abb. 13: Kationen-Sättigungsgrade der verschiedenen Ausbildungen des *Hordelymo-Fagetum typicum* und des *Hordelymo-Fagetum circaeetosum* in zwei Bodentieften (links: 0-8 cm, rechts: 8-15 cm).

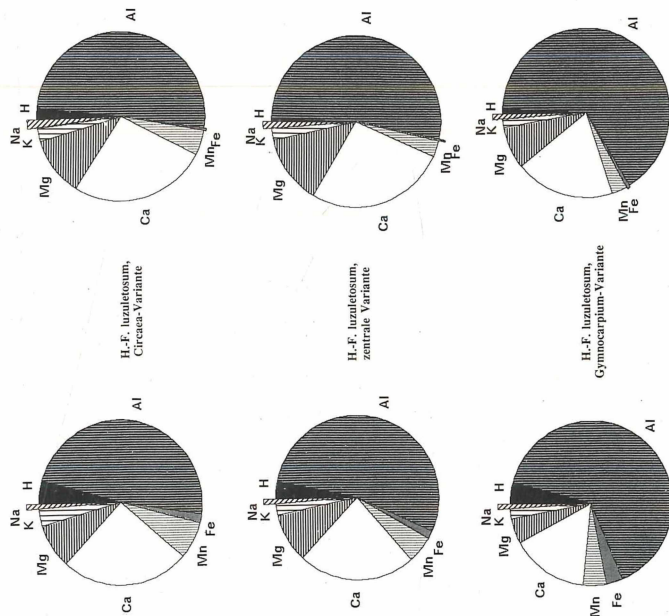


Abb. 14: Kationen-Sättigungsgrade der verschiedenen Ausbildungen des *Hordehymo-fagetum luzuletosum* in zwei Bodentieften (links: 0-8 cm, rechts: 8-15 cm).

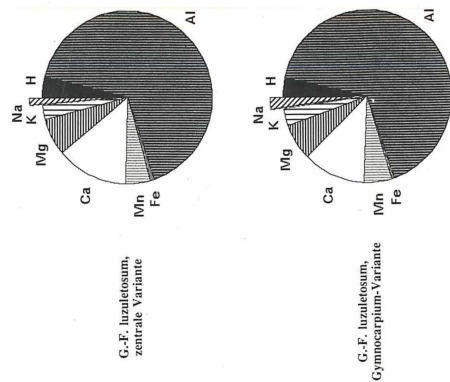


Abb. 15: Kationen-Sättigungsgrade der verschiedenen Ausbildungen des *Galio-fagetum luzuletosum* in zwei Bodentieften (links: 0-8 cm, rechts: 8-15 cm).

Tab. 2: Ergebnisse des U-Tests n. MANN &amp; WHITNEY

(Signifikanzniveaus: \*\*\*-p<0.001, \*\*-p<0.01, \*-p<0.05, (\*)-p<0.1).

Zur Benennung der Vegetationseinheiten siehe Tab. 1 und die Angaben im Text.

| Veg. einheit                           | 1.4.2 1.4.3 | 1.2.1.1 1.2.1.1 1.2.1.2 1.2.1.2 1.3.1.2 | 1.1.1 1.1.2 1.1.3.1 1.4.1 1.4.1 1.4.2 2.1.1 | 1.2.1.1 1.3.1.1 |
|----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------|
| Variable                               | 2.1.1 2.1.2 | 1.1.2 1.3.1.1 1.4.2 1.3.1.2 1.4.2       | 1.1.2 1.3.1.1 1.4.2 1.4.3 2.1.2             | 1.2.1.2 1.3.1.2 |
| nWk (mm)                               | *           | **                                      | -                                           | *               |
| Höhe ü. NN. (m)                        | (*)         | -                                       | (*)                                         | **              |
| 0-8 cm                                 |             |                                         |                                             |                 |
| pH (H <sub>2</sub> O)                  | -           | -                                       | -                                           | -               |
| pH (KCl)                               | (*)         | -                                       | -                                           | -               |
| H-ex (%)                               | *           | -                                       | -                                           | -               |
| Al-ex (%)                              | *           | (*)                                     | -                                           | *               |
| Fe-ex (%)                              | -           | -                                       | -                                           | *               |
| Mn-ex (%)                              | -           | (*)                                     | -                                           | **              |
| Ca-ex (%)                              | -           | *                                       | -                                           | -               |
| Mg-ex (%)                              | -           | (*)                                     | -                                           | (*)             |
| K-ex (%)                               | -           | (*)                                     | -                                           | -               |
| Na-ex (%)                              | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Basensätt. (%)                         | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Ake (mval/kg)                          | (*)         | (*)                                     | -                                           | (*)             |
| N-Ges. (Gew. %)                        | *           | -                                       | -                                           | *               |
| C <sub>9</sub> N <sub>9</sub> (Gew. %) | **          | (*)                                     | (*)                                         | *               |
| C <sub>9</sub> N <sub>9</sub>          | *           | (*)                                     | -                                           | -               |
| 8-15 cm                                |             |                                         |                                             |                 |
| pH (H <sub>2</sub> O)                  | (*)         | -                                       | -                                           | -               |
| pH (KCl)                               | -           | -                                       | -                                           | -               |
| H-ex (%)                               | (*)         | -                                       | -                                           | -               |
| Al-ex (%)                              | -           | *                                       | -                                           | -               |
| Fe-ex (%)                              | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Mn-ex (%)                              | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Ca-ex (%)                              | (*)         | -                                       | -                                           | -               |
| Mg-ex (%)                              | -           | -                                       | -                                           | -               |
| K-ex (%)                               | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Na-ex (%)                              | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Basensätt. (%)                         | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Ake (mval/kg)                          | *           | -                                       | -                                           | -               |
| N-Ges. (Gew. %)                        | **          | (*)                                     | -                                           | (*)             |
| C <sub>9</sub> N <sub>9</sub> (Gew. %) | *           | (*)                                     | -                                           | *               |
| C <sub>9</sub> N <sub>9</sub>          | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Artenzahl                              | (*)         | *                                       | ***                                         | -               |
| Feuchtezahl                            | -           | -                                       | -                                           | -               |
| Temperaturzahl                         | -           | *                                       | *                                           | *               |
| Reaktionszahl                          | (*)         | -                                       | -                                           | -               |
| Stickstoffzahl                         | -           | **                                      | -                                           | *               |

trotz nochmaliger Überprüfung nicht zu erkennen war. Sie führt vielmehr nach den im Untersuchungsgebiet gemachten Beobachtungen auf diesen Standorten immer auch zu einer gewissen „Verunkrautung“ durch gehäuftes Vorkommen von Arten wie z. B. *Galeopsis tetrahit* und *Impatiens parviflora*, was hier aber nicht der Fall ist.

Eine offenbar noch stärker versauerte Ausbildung des Kalkbuchenwaldes, die zugleich sehr artenarm ist, wird von RÜHL (1960) von untätigen Plänerkalkböden des Osning und der Paderborner Hochfläche beschrieben. Er bezeichnet sie als „Hainsimsen-Variante Grasreicher Frischer Kalkbuchenwälder“. Bodensaure Buchenwälder über Kalkgestein werden auch von ELLENBERG (1982) beschrieben. Weitere Beispiele finden sich bei HARTMANN & JAHN (1967). BOHN (1981) beschreibt eine Ausbildung mit Säurezeigern (*Lathyro-Fagetum luzule-tosum*) von trockenen, meist lößlehmbeeinflussten Basaltstandorten, die er als Bergseggen-Perlgras-Buchenwald bezeichnet.

## 1.2 Hordelymo-Fagetum typicum

Der typische Waldhaargersten-Buchenwald, der im Untersuchungsgebiet nur in der zentralen Variante vorkommt (DIERSCHKE, 1989 nennt außerdem eine *Allium*-Variante), ist u.a. durch das Fehlen der zahlreichen Kalkzeiger sehr viel artenärmer. Die mittlere Artenzahl liegt mit nur etwa 20 Arten recht niedrig (Abb. 9). Im Hinblick auf den Bodenchemismus ergeben sich grundlegende Unterschiede zum *Hordelymo-Fagetum lathyretosum*.

Die Oberböden dieser mit einer Ausnahme auf Basalt beschränkten Standorte sind dem Austauscher-Pufferbereich zuzurechnen (Abb. 4), wobei hier die Streuung im Vergleich zum Kalkbuchenwald insbesondere in der tieferen Oberbodenschicht wie bei allen folgenden Einheiten sehr viel geringer ist. Dies fällt auch bei der Betrachtung der  $AK_c$ -Werte auf (Abb. 7) und ist durch den fehlenden Kalkeinfluß zu erklären. Dagegen ist die Streuung bei der Basensättigung auch hier sehr groß, sie liegt im Mittel bei etwa 60% (Abb. 6).

Diese zentrale Variante läßt sich in zwei Höhenformen gliedern, von denen die Tieflagenform recht klar durch die *Stellaria*-Gruppe mit *Stellaria holostea*, *Primula elatior* und *Ranunculus auricomus* abzutrennen ist. Die Hochlagenform ist vor allem negativ, d.h. durch das Fehlen dieser Arten gekennzeichnet, in positiver Weise nur schwach durch *Sambucus racemosa*. Die beiden Ausbildungen sind im Hinblick auf die Höhenlage hochsignifikant verschieden (vgl. Abb. 3 u. Tab. 2), wodurch die floristische Gliederung treffend bestätigt wird. Die Tieflagenform kommt nur im Bereich der collinen-submontanen Stufe bis etwa 400 m ü. NN. vor, während die Hochlagenform erst im Bereich der submontanen-montanen Stufe ab etwa 450 m ü. NN. auftritt.

### 1.2.1.1 Hordelymo-Fagetum typicum, zentrale Variante, *Stellaria*-Tieflagenform

Diese Ausbildung unterscheidet sich im Hinblick auf die  $AK_c$  von der Hochlagenform im wesentlichen nur durch eine geringere Al-Sättigung (vgl. Abb. 13). Dieser Unterschied ist allerdings nicht abzusichern. In Bezug auf die nutzbare Wasserkapazität ergibt sich ein signifikanter Unterschied (Abb. 10, Tab. 2). Die günstigere Wasserversorgung der Tieflagenform ist auf stärkere Lößlehmauflagen bzw. Lößlehmbeimengungen zurückzuführen.

### 1.2.1.2 Hordelymo-Fagetum typicum, zentrale Variante, Hochlagenform

In der Hochlagenform läßt sich eine Ausbildung mit den Frühlingsgeophyten *Corydalis cava* und *Anemone ranunculoides* abgrenzen (vgl. Tab. 1). Sie wird zum einen wegen der geringen Aufnahmenzahl, zum anderen wegen des Fehlens erkennbarer standörtlicher Unterschiede zu den anderen Aufnahmen dieser Ausbildung nicht getrennt betrachtet. *Impatiens parviflora* tritt in dieser Höhenform gehäuft auf. Das in der Tieflagenform häufige *Athyrium filix-femina* fehlt ganz. Die Stickstoffzahl liegt signifikant höher als in der Tieflagenform (Tab. 2). Dabei sind die Stickstoffgehalte in der Hochlagenform in beiden untersuchten Bodentiefen etwa doppelt so hoch wie die in der Tieflagenform und von diesen signifikant unterschieden (Abb. 17, Tab. 2).

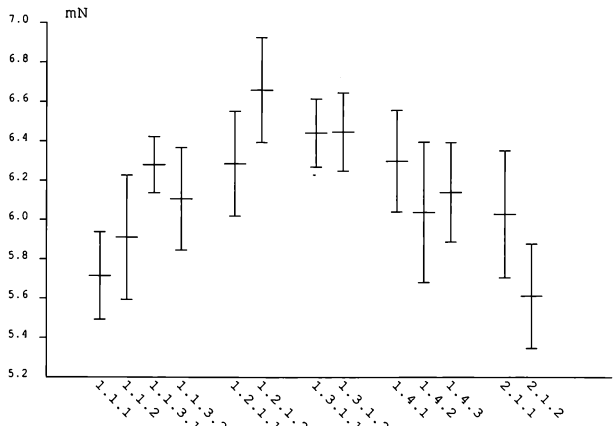


Abb. 16: Mittlere Stickstoffzahl n. ELLENBERG für die verschiedenen Vegetationseinheiten (Mittelwert und Streuung).

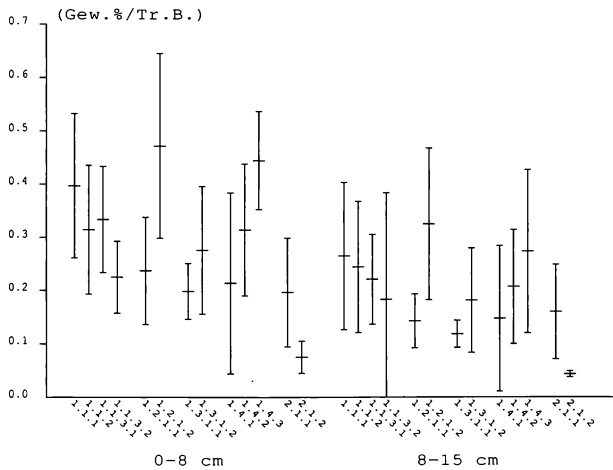


Abb. 17: Gesamt-Stickstoffgehalte der verschiedenen Vegetationseinheiten in zwei Bodentiefen (Mittelwert und Streuung).

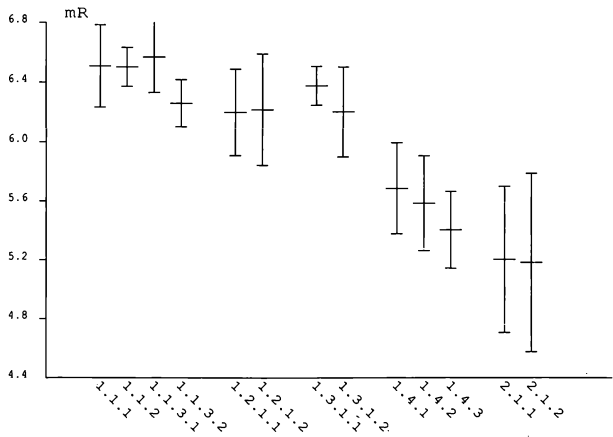


Abb. 18: Mittlere Reaktionszahl n. ELLENBERG für die verschiedenen Vegetationseinheiten (Mittelwert und Streuung).

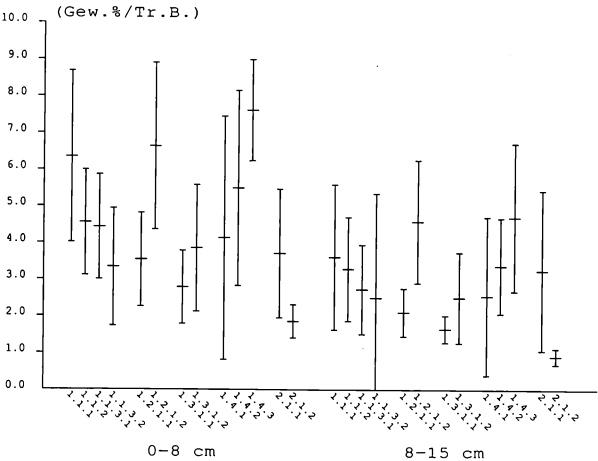


Abb. 19: Gehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff in den verschiedenen Vegetationseinheiten in zwei Bodentiefen (Mittelwert und Streuung).

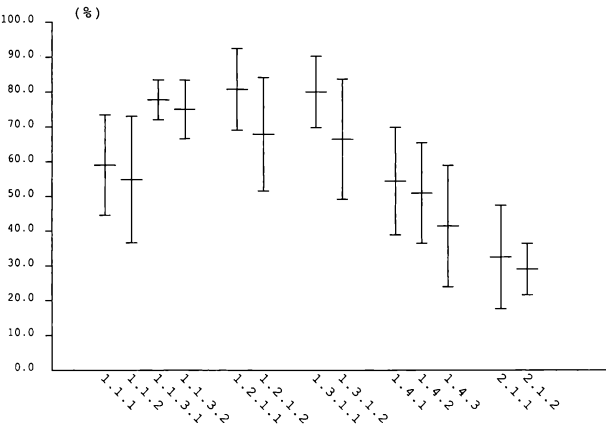


Abb. 20: Deckungsgrad der Krautschicht in den verschiedenen Vegetationseinheiten (Mittelwert und Streuung).

1.3 Hordelymo-Fagetum circaetosum

Gegenüber der Typischen Subassoziation weist die durch die *Circaea*-Gruppe gekennzeichnete bodenfeuchte Subassoziation des Waldgersten-Buchenwaldes neben einer absicherbar höheren Wasserkapazität eine erkennbar größere Artenzahl auf (vgl. Abb. 9 u. 10, Tab. 2). Sie läßt sich wie diese durch die *Stellaria*-Gruppe in eine Tieflagenform und eine floristisch allerdings wenig gesicherte Hochlagenform gliedern, die sich in der Höhenlage aber ebenfalls hochsignifikant unterscheiden. Die Tieflagenform erweist sich als geringfügig artenreicher (durchschnittlich 25 gegenüber 22 Arten, Abb. 9). Im Untersuchungsgebiet wurde nur die zentrale Variante dieser feuchten Subassoziation angetroffen. DIERSCHKE (1989) unterscheidet neben der zentralen Variante dagegen noch drei weitere (*Allium*-Var., *Gymnocarpium*-Var., *Festuca altissima*-Var.).

### Hordelymo-Fagetum circaetosum, zentrale Variante, Stellaria-Tief lagenform (1.3.1.1) und Hochlagenform (1.3.1.2)

Erstere ist mit nur einer Ausnahme auf die Lagen unterhalb von 300–450 m ü. NN. beschränkt. Die Aufnahmen der Hochlagenform, die durch das Fehlen der Tief lagenarten gekennzeichnet ist, liegen zwischen 370 und 610 m ü. NN. (Abb. 3). Die Tief lagenform weist vor allem in der oberen Bodenschicht (0–8 cm) eine signifikant günstigere Basensättigung bei sehr viel geringerer Al- und Fe-Sättigung auf (s. Abb. 13). Hier sind mächtige, mit dem darunterliegenden Substrat unvermischte Lößlehmdecken sehr häufig anzutreffen (Tab. 1), was auch die im Vergleich zur Hochlagenform größere Wasserkapazität erklärt (Abb. 10). Bei der Tief lagenform fallen in beiden untersuchten Bodentiefen die niedrigen Gehalte an Gesamtstickstoff und organisch gebundenem Kohlenstoff bei gleichzeitig sehr günstigem C/N-Verhältnis auf (vgl. hierzu Abb. 8, 17 u. 19).

### 1.4 Hordelymo-Fagetum luzuletosum

Diese im Untersuchungsgebiet recht verbreitete Subassoziation wird von DIERSCHKE (1989) nicht genannt. Bei Betrachtung der anderen Assoziationen des Unterverbandes, für die eine Subassoziation mit Säurezeigern ausgeschieden wird (*Carici-Fagetum luzuletosum*, *Galio-Fagetum luzuletosum*), erscheint die Ausscheidung einer analogen Ausbildung im *Hordelymo-Fagetum* nur folgerichtig. Sie bildet floristisch wie standörtlich den Übergang zum artenärmeren und nährstoffärmeren *Galio-Fagetum*. Zu dieser Ausbildung dürfte auch ein Teil der von BOHN (1981) als *Melico-Fagetum luzuletosum* aufgeführten Bestände zählen. In floristischer Hinsicht unterscheidet sie sich von der Typischen Subassoziation durch die *Luzula*-Gruppe. Dieser floristische Unterschied läßt sich in bodenchemischer Hinsicht klar begründen (s. u.). Höhenformen können in dieser Untereinheit nicht ausgeschieden werden, vielmehr geben die drei Varianten (*Circaea*-V., zentr. V., *Gymnocarpium*-V.) einen gewissen Höhengradienten wieder (Abb. 3). Während in den bisher dargestellten Ausbildungen des *Hordelymo-Fagetum* das C/N-Verhältnis sich im Mittel zwischen 13 und 16 bewegt, liegt es in der Subassoziation von *Luzula luzuloides* zwischen 17 und 21 (Abb. 8).

#### 1.4.1 Hordelymo-Fagetum luzuletosum, *Circaea*-Variante

Die in allen Höhenlagen vornehmlich auf Basalt- oder Röt-Unterhängen mit mächtigen Lößlehmdecken oder auf aus tiefergründigem Kolluvium entstandenen Parabraunerden und Braunerden anzutreffende Variante mit Feuchtezeigern ist sehr artenreich (mittlere Artenzahl 34, Abb. 9) und unterscheidet sich hierin in hochsignifikanter Weise von der zentralen Variante (Tab. 2). Auch die Feuchtezahll ist signifikant höher. Gleichzeitig sind etwas niedrigere pH- und  $A_{\text{K}}$ -Werte festzustellen. Die Wasserkapazität und die Stickstoffzahl sind günstiger als bei der zentralen Variante. Diese Unterschiede sind jedoch nicht abzuschern. Diese Ausbildung weist mit über 20 ein vergleichsweise ungünstiges C/N-Verhältnis auf (Abb. 8). Im Prinzip ließe sich diese Ausbildung auch als *Luzula*-Variante zum *Hordelymo-Fagetum circaetosum* stellen. Die größere Ähnlichkeit zum *Hordelymo-Fagetum luzuletosum* hinsichtlich der bodenchemischen Kenngrößen läßt aber die durchgeführte Einordnung als sinnvoller erscheinen.

#### 1.4.2 Hordelymo-Fagetum luzuletosum, zentrale Variante

Die zentrale Variante findet sich vornehmlich auf Basaltstandorten der höheren Lagen über 500 m ü. NN. Die Artenzahl liegt durchschnittlich bei 24 Arten (Abb. 9). Im Vergleich zur Hochlagenform des *Hordelymo-Fagetum typicum*<sup>3)</sup> ist im Mittel eine erheblich geringere Basensättigung festzustellen. Vor allem die Ca-Sättigung ist in beiden untersuchten Tiefen signifikant niedriger (Tab. 2). Unterschiede finden sich weiter im ungünstigeren C/N-Verhältnis (um 18), welches bereits auf einen Moder hinweist, in signifikant geringeren N-Gehalten sowie bei den mittleren Zeigerwerten. So liegen Feuchte-, Reaktions-, und Stickstoffzahl z.T. hochsignifikant niedriger. Die pH-Werte unterscheiden sich allerdings nur unwesentlich.

<sup>3)</sup> Diese Ausbildung findet sich in vergleichbarer Höhenlage.

### 1.4.3 Hordelymo-Fagetum luzuletosum, Gymnocarpium-Variante

Diese Ausbildung ist auf Plateau- und Kuppenlagen der montanen Stufe beschränkt. Sie weist gegenüber der zentralen Variante sichtlich ungünstigere bodenchemische Bedingungen auf. So beträgt die Basensättigung in 0–8 cm Tiefe durchschnittlich nur etwa 25% (Abb. 6). Der pH-Wert liegt in diesem Horizont im Mittel nur geringfügig über dem Aluminium-Pufferbereich und ist damit signifikant niedriger als bei der zentralen Variante (Tab. 2).

## 2. Galio odorati-Fagetum Sougnez et Thill 1959 em.

### 2.1 Galio odorati-Fagetum luzuletosum

Das *Galio-Fagetum* wird von DIERSCHKE (1989) als „umfassende Assoziation relativ artenarmer Buchenwälder“ bezeichnet, welche „auf basenärmeren, aber nicht stärker versauerten Standorten die bezeichnende natürliche Waldgesellschaft bildet“. Es vermittelt somit zwischen dem artenreichen *Hordelymo-Fagetum* bodenfrischer und basenreicher Standorte und dem inzwischen zur Ordnung *Quercetalia robori-petraeae* gestellten artenarmen *Luzulo-Fagetum* (vgl. DIERSCHKE 1989, MÜLLER 1989). Als zur Abtrennung gegenüber dem *Luzulo-Fagetum* geeignete Arten nennt DIERSCHKE (1989) neben *Galium odoratum* und *Melica uniflora* *Lamium galeobdolon*, *Anemone nemorosa* und *Viola reichenbachiana*. Gegenüber dem *Hordelymo-Fagetum* zeichnet sich das *Galio-Fagetum* durch das Fehlen anspruchsvoller Arten aus. Im vorliegenden Fall sind dies in erster Linie *Hordelymus europaeus* und *Mercurialis perennis*, die im *Galio-Fagetum* höchstens vereinzelt mit geringen Artmächtigkeiten und meist verminderter Vitalität auftreten. Das *Galio-Fagetum* wurde im Untersuchungsgebiet nur in der Subassoziation von *Luzula luzuloides* angetroffen (vgl. DIERSCHKE 1989). Sie besiedelt lößlehmbeeinflusste Basaltverwitterungsböden in montanen Plateaulagen (450–600 m), daneben aber auch ebenso lößlehmüberdeckte Buntsandstein-Standorte (meist Röt, vereinzelt mittlerer Buntsandstein) der unteren Hanglagen. Die mittlere Artenzahl liegt mit 21 nur geringfügig unter der des *Hordelymo-Fagetum luzuletosum*. Sie ist damit jedoch deutlich niedriger als die mittlere Artenzahl des *Hordelymo-Fagetum* insgesamt (vgl. Abb. 9). Die nur mäßig entwickelte Krautschicht deckt im Mittel 30% (Abb. 20). Die Moosschicht tritt etwas deutlicher in Erscheinung als im *Hordelymo-Fagetum*. Die vorherrschende Humusform ist ein Moder.

#### 2.1.1 Galio odorati-Fagetum luzuletosum, zentrale Variante

Wie der Vergleich zu der entsprechenden Variante des *Hordelymo-Fagetum* erkennen läßt (1.4.2, vgl. Tab. 2) unterscheidet sich das *Galio-Fagetum* von diesem trotz der recht geringen floristischen Unterschiede in standörtlicher Hinsicht überaus deutlich. Der pH-Wert (H<sub>2</sub>O) in 8–15 cm Tiefe und der pH-Wert (KCl) in 0–8 cm Tiefe sind signifikant niedriger als im *Hordelymo-Fagetum*. Die pH-Werte (H<sub>2</sub>O) reichen in der obersten Bodenschicht z. T. in den Aluminium-Pufferbereich (Abb. 4). Dies spiegelt sich auch in der niedrigeren Reaktionszahl wider (Abb. 18). Darüber hinaus weist das *Galio-Fagetum* eine erkennbar geringere Basensättigung und Austauschkapazität auf. Diese Unterschiede sind für beide untersuchten Horizonte gleichfalls statistisch abzusichern. Auf den ungünstigen chemischen Bodenzustand der obersten Bodenschicht weist die hohe Protonen- und Eisensättigung am Austauscher hin (Abb. 15), die zusammen etwa 10% ausmacht und eine akute Versauerung anzeigt (ULRICH et al. 1984). Das C/N-Verhältnis liegt bei 20 (Abb. 8) und weist damit einen biologisch günstigen Moder aus (ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG 1980). Ein weiterer bemerkenswerter Unterschied liegt im durchschnittlichen Deckungsgrad der Krautschicht. Er erreicht in dieser Ausbildung nurmehr zwischen 30 und 40%, während er im *Hordelymo-Fagetum luzuletosum* im Mittel bei etwa 50% liegt (Abb. 20).

#### 2.1.2 Galio odorati-Fagetum luzuletosum, Gymnocarpium-Variante

Neben der zentralen Variante läßt sich eine Variante von *Gymnocarpium dryopteris* auscheiden, die gegenüber der Typischen Variante nochmals etwas schlechtere bodenchemische Bedingungen aufweist und damit die ärmste Ausbildung des Waldmeister-Buchenwaldes dar-

stellt. Die  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ -Werte des Oberbodens reichen im oberen Horizont bis weit in den Aluminium-Pufferbereich (Abb. 4). Die Kationensättigung ist ähnlich wie bei der zentralen Variante, d.h. die Aluminium-Sättigung liegt in den beiden untersuchten Bodentiefen durchschnittlich bei etwa 60% bzw. 66%, die Basensättigung liegt nur zwischen 20 und 30% (Abb. 15).

Auch hier weist die hohe Sättigung mit H- und Fe-Ionen, die durchschnittlich über 11% ausmacht, auf eine starke akute Versauerung des oberen Horizonts. Gegenüber der entsprechenden Ausbildung des *Hordelymo-Fagetum* weist die *Gymnocarpium*-Variante hier eine sehr viel höhere nutzbare Wasserkapazität auf. Sie ist mit durchschnittlich etwa 130 mm die höchste aller vorgestellten Vegetationseinheiten (Abb. 10). Der Grund hierfür liegt in den besonders mächtigen Lößlehmauflagen, die z.T. mit Sicherheit noch weit über der mit dem Bohrstock feststellbaren Stärke liegen und von daher, wie somit auch die Wasserkapazität, unterschätzt wurden. Das C/N-Verhältnis ist sehr weit (um 25) und weist auf eine biologisch ungünstigere Moderform hin (Abb. 8). Auch in dieser Beziehung unterscheidet sich diese Ausbildung signifikant sowohl von der zentralen Variante als auch von der entsprechenden Ausbildung des *Hordelymo-Fagetum* (Tab. 2). Signifikante Differenzen zu letzterer Vegetationseinheit ergeben sich darüberhinaus in beiden untersuchten Horizonten insbesondere beim  $\text{pH}(\text{KCl})$ -Wert, bei der H-Ionen-Sättigung, der Austauschkapazität und auch bei den Gehalten an organisch gebundenem Kohlenstoff und Gesamtstickstoff. Letztere sind auffällig niedriger als bei allen anderen untersuchten Vegetationseinheiten (Abb. 17 u. 19). Die Krautschicht erreicht hier im Mittel nur einen Deckungsgrad von knapp 30% (Abb. 20).

### Vergleichende Betrachtung der Standortseigenschaften der untersuchten Waldgesellschaften

Die bei der Beschreibung einzelner Vegetationseinheiten bereits angesprochenen gesellschaftsspezifischen Standortbedingungen sollen im folgenden noch einmal vergleichend vorgestellt werden. Die auf der syntaxonomischen Differenzierung aufbauende Analyse der Standortbedingungen zeigt, daß die vorgefundenen Buchenwaldgesellschaften vor allem durch die Nährstoffversorgung, den Wasserhaushalt und die klimatischen Gegebenheiten geprägt sind. Dieses wird sowohl durch die bodenchemischen Befunde als auch durch die Zeigerwertanalyse verdeutlicht.

Im Hinblick auf die bodenchemischen Verhältnisse bilden die vorgestellten Vegetationseinheiten in der in der Vegetationstabelle dargestellten Abfolge im großen und ganzen eine ökologische Reihe (vgl. ELLENBERG 1982).  $\text{pH}$ -Wert und Basensättigung nehmen vom Platterbosen-Waldgersten-Buchenwald über die verschiedenen Ausbildungen des Waldgersten-Buchenwaldes zum Waldmeister-Buchenwald insgesamt in abgestufter Form ab (Abb. 4–6). Eine Ausnahme in dieser Reihung bildet im wesentlichen nur das *Hordelymo-Fagetum circaetosum*, welches geringfügig günstigere bodenchemische Verhältnisse aufweist als die Typische Subassoziation. Die mittlere Reaktionszahl zeigt praktisch dieselbe Abstufung (Abb. 18). Von den anderen Ausbildungen des Kalkbuchenwaldes, die sich nur wenig unterscheiden, ist die *Luzula*-Variante deutlich abgesetzt. Das *Hordelymo-Fagetum luzuletosum* steht mit seinen abnehmenden Werten für die drei Varianten zwischen der Typischen Subassoziation und dem *Galio-Fagetum*. Der  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ -Wert der obersten Mineralbodenschicht (0–8 cm) und die Reaktionszahl sind stark korreliert (SPEARMAN-Korrelationskoeffizient 0.72,  $p < 0.001$ ).

Klammert man die Höhenformen aus, so findet man innerhalb des *Hordelymo-Fagetum* die geringsten Gesamtstickstoffgehalte bei beiden untersuchten Bodentiefen im *Hordelymo-Fagetum circaetosum* (Abb. 17). Von hier aus nehmen sowohl in Richtung zunehmender  $\text{pH}$ -Werte und Basensättigung als auch in umgekehrter Richtung die N-Gehalte zu. Die mit Abstand niedrigsten N-Gehalte aller untersuchten Vegetationseinheiten weist, wie bereits erwähnt, die *Gymnocarpium*-Variante des *Galio-Fagetum luzuletosum* auf. Sie liegen bei geringer Streuung unter 0.1%. Diese Feststellungen gelten in gleicher Weise für die Gehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff (Abb. 19). Sie sind besonders in 0–8 cm Bodentiefe mit den Gesamtstickstoffgehalten hochgradig positiv korreliert (SPEARMAN-Korrelationskoeffizient 0.95,  $p < 0.001$ ).

Die mittlere Stickstoffzahl weist die *Circaeae*-Variante des *Hordelymo-Fagetum* als die am besten mit Mineralstickstoff versorgte Gesellschaft aus (Abb. 16). Von diesen Braunerden hoher Basensättigung mit sehr günstigem Wasserhaushalt geht die N-Versorgung sowohl in Richtung zunehmender als auch in Richtung abnehmender Basensättigung insgesamt gesehen zurück. Dieser Sachverhalt wurde bereits von ELLENBERG (1982) beschrieben. Läßt man die Höhenformen außer acht, so ergibt sich im *Hordelymo-Fagetum* auch zwischen der Stickstoffzahl und der nutzbaren Wasserkapazität ein positiver Zusammenhang (SPEARMAN-Korrelationskoeffizient 0.30,  $p < 0.01$ ).

Das C/N-Verhältnis weist für alle Ausbildungen des *Hordelymo-Fagetum* mit einer Basensättigung von über 50% (*Lathyrus*-Subass., Zentrale Subass., *Circaeae*-Subass.) auf Mull als Humusform, wobei die Ausbildungen mit günstigerem Wasserhaushalt sowohl auf Kalk als auch auf Basalt besonders gute Bedingungen aufweisen (Abb. 8). In den basenärmeren Ausprägungen sind biologisch günstige Moder vorherrschend. Bei der *Gymnocarpium*-Variante des *Galio-Fagetum luzuletosum* deutet das C/N-Verhältnis, wie bereits gesagt, auf eine biologisch ungünstige Moderform hin. Zwischen C/N-Verhältnis und Stickstoffzahl besteht kein erkennbarer Zusammenhang.

Die nutzbare Wasserkapazität nimmt von den trockeneren Ausbildungen des Kalkbuchenwaldes (*Convallaria*-Var., Zentrale Var.) über die *Circaeae*-Variante zu und erreicht innerhalb des *Hordelymo-Fagetum* mit etwas über 100 mm ihren höchsten Wert in der *Circaeae*-Subassoziatio (Abb. 10). Mit zunehmendem Säuregrad des Oberbodens geht sie in den verschiedenen Ausprägungen der *Luzula*-Subassoziatio wieder erkennbar zurück. Auf die besonders hohe Wasserspeicherung der Böden der *Gymnocarpium*-Variante des *Galio-Fagetum luzuletosum* wurde bereits hingewiesen. Mit Ausnahme der *Gymnocarpium*-Variante des *H.-F. luzuletosum* und der Höhenformen zeigt die mittlere Feuchtezahl dieselbe Abstufung (Abb. 11). Zwischen nutzbarer Wasserkapazität und Feuchtezahl besteht eine hohe Korrelation (SPEARMAN-Korrelationskoeffizient 0.44,  $p < 0.001$ ). Damit wird die Aussagekraft der in dieser Arbeit zur Beschreibung des Wasserhaushalts der untersuchten Bestände verwendeten Methode bestätigt, obwohl hierdurch Stauwassereinflüsse nicht erfaßt werden konnten und bei besonders tiefgründigen Böden die Wasserkapazität sicherlich unterschätzt wurde.

Die ausgeschiedenen Höhenformen weisen im Vergleich zu den entsprechenden Tieflagen-gesellschaften etwas andersartige Standortbedingungen auf. pH-Wert und Basensättigung sind durchweg etwas niedriger, dagegen ist der Grad der N-Versorgung bei der Höhenform des *H.-F. typicum* mit Abstand günstiger als bei der Tieflagenform, worauf neben dem C/N-Verhältnis auch die Stickstoffzahl hinweist. Die höheren N- und  $C_{org}$ -Gehalte (Abb. 17 u. 19) deuten auf einen langsameren Abbau organischer Substanz. Trotz geringerer Werte für die nutzbare Wasserkapazität liegen die mittleren Feuchtezahlen bei den Hochlagenformen etwas höher, was auf die Klimabedingungen (höhere Niederschläge bei geringerer Verdunstung) zurückgeführt werden kann.

## Diskussion

Die im Rahmen dieser Untersuchung erarbeitete floristische Gliederung der artenreichen Rotbuchen-Gesellschaften des Untersuchungsgebietes stimmt weitgehend mit der von DIERSCHKE (1989) vorgestellten Gliederung überein. Hierdurch darf die Forderung nach gebietsweiser Allgemeingültigkeit auch der unterhalb der Assoziatio angesiedelten Syntaxa (insbesondere der Subassoziatio) als erfüllt gelten. Unterschiede ergeben sich z. B. beim *Hordelymo-Fagetum*, wo eine zusätzliche Subassoziatio nach *Luzula luzuloides* ausgeschieden wird. Ein Übergangsbereich, wie er zwischen *Carici*- und *Hordelymo-Fagetum* sowie dem *Galio*- und *Luzulo-Fagetum* beschrieben wird, erscheint allerdings auch zwischen *Hordelymo*- und *Galio-Fagetum* nur logisch. Geophytenreiche Bestände (mit *Allium ursinum*, *Corydalis cava*) wurden nur vereinzelt vorgefunden. Beim *Galio-Fagetum* wurde nur die Subassoziatio von *Luzula luzuloides* angetroffen. Sie wird von DIERSCHKE (1989) als gebietsweise charakteristische Ausprägung der Assoziatio bezeichnet und ist auch in seinem Aufnahmefaterial

am stärksten vertreten. Eine sinnvolle Abgrenzung von Tieflagen- und Hochlagenformen konnte nur in der Typischen Subassoziaton, sowie mit Einschränkungen in der *Circaea*-Subassoziaton des *Hordelymo-Fagetum* erfolgen, da sich im Untersuchungsgebiet höchstens *Samolus racemosus* als Trennart für die Hochlagenform eignet.

Die floristische Untergliederung führt bei der überwiegenden Zahl der Vergleiche zwischen den Assoziationen, Subassoziationen, Varianten und Höhenformen zu teilweise hochsignifikanten Unterschieden bei grundlegenden Standortparametern (pH, Basensättigung, N-Gehalt, Sättigungsgrade von Kationsäuren, C/N-Verhältnis, nutzbare Wasserkapazität), was angesichts der niedrigen Stichprobenzahl pro Vegetationseinheit bemerkenswert ist. Dies gilt besonders für die Trennung des *Galio-Fagetum* vom reicheren *Hordelymo-Fagetum*, die in floristischer Hinsicht nicht besonders klar wird, da sich diese Grenze im Untersuchungsgebiet durch die Auscheidung des *Hordelymo-Fagetum luzuletosum* noch etwas unschärfer gestaltet als bei DIERSCHKE (1989). Eine ökologisch aussagekräftige Differenzierung ergibt sich sogar bei den nur durch eine Art differenzierten Untereinheiten (*Gymnocarpium*-Varianten).

Die von anderen Autoren für das Gebiet oder vergleichbare benachbarte Gebiete beschriebene Höhenstufung (KNAPP & HILLESHEIM-KIMMEL 1971, GLAVAC & BOHN 1970, BOHN 1981) läßt sich am Beispiel des *Hordelymo-Fagetum typicum* bestätigen. Danach liegt die Grenze zwischen Tieflagen- und Hochlagenform bei etwa 450–500 m ü. NN. Ein *Dentario-Fagetum* (vgl. LOHMEYER 1962), von BOHN (1981) aus den südlich und östlich benachbarten Gebirgszügen (Rhön, Vogelsberg, Knüll, Meißner) als dominierende Hochlagengesellschaft unter den eutraphenten Buchenwäldern des *Asperulo-Fagion* (mit Verbreitungsschwerpunkt oberhalb 500 m ü. NN.) beschrieben, kann im Untersuchungsgebiet nicht ausgeschieden werden. Einzige zuverlässige Trennart dieser Gesellschaft, die von verschiedenen Autoren wegen der weitreichenden strukturellen Übereinstimmung mit dem *Melico-Fagetum* und seiner Untergliederung (BÖTTCHER et al. 1981) nur als montane Form des *Melico-Fagetum* angesehen wird, ist *Dentaria bulbifera*, daneben mit geringer Stetigkeit auch *Polygonatum verticillatum*. Auch GLAVAC & BOHN (1970) gelangten bei ihrer Untersuchung im Vogelsberg zu dem Schluß, daß *Dentaria bulbifera* nicht als echte Hochlagenart gewertet werden darf. DIERSCHKE weist in einem Diskussionsbeitrag bei BÖTTCHER et al. (1981) auf das Problem der Trennung von *Melico-Fagetum* und *Dentario-Fagetum* im Göttinger Wald hin und stellt gleichfalls fest, daß *Dentaria bulbifera* keine gute montane Trennart sei. Neuerdings sieht er eine Ausscheidung von Höhenformen der artenreichen Gesellschaften als ausreichend an (DIERSCHKE 1989).

## Danksagung

Die Bestimmung der Moose wurde freundlicherweise von Herrn Alex von HÜBSCHMANN, Stolzenau übernommen, wofür an dieser Stelle recht herzlich gedankt sei. Die C- und N-Bestimmung wurde dankenswerterweise von der Arbeitsgruppe Landschaftsökologie des FB 13 der GhK durchgeführt. Den Staatlichen Forstämtern Kassel und Wolfhagen danke ich für die freundliche Erteilung der notwendigen Erlaubnisse. Besonderen Dank schulde ich Prof. Dr. V. GLAVAC für seine Unterstützung und viele wertvolle Ratschläge.

Diese Untersuchung wurde durch Mittel der Zentralen Forschungsförderung der Gesamthochschule Kassel finanziell unterstützt.

## Literatur

- ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG (1980): Forstliche Standortsaufnahme 4. Aufl. – Münster-Hiltrup: 188 S.
- BOHN, U. (1981): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200000 – Potentielle natürliche Vegetation. Blatt CC 5518 Fulda. – Schriftenr. Vegetationskd. 15. Bonn-Bad Godesberg: 330 S.
- BÖTTCHER, H. (1968): Die Artenzahl-Kurve, ein einfaches Hilfsmittel zur Beurteilung der Homogenität pflanzensoziologischer Tabellen. – Mitt. Flor.-soz. Arb. gem. N.F.13: 225–226. Todenmann/Rinteln.
- , BAUER, I., EICHNER, H. (1981): Die Buchen-Waldgesellschaften im südlichen Niedersachsen. – In: DIERSCHKE, H. (Red.): Syntaxonomie. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1980: 547–577. Vaduz.

- DIERSCHKE, H. (1985): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. II. Syntaxonomische Übersicht der Laubwald-Gesellschaften und Gliederung der Buchenwälder. — *Tuexenia* 5: 491–521. Göttingen.
- (1989): Artenreiche Buchenwald-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. — *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 1: 107–148. Göttingen.
- , HÜLBUSCH, K.H., TÜXEN, R. (1973): Eschen-Erlen-Quellwälder am Südwestrand der Bückeberge bei Bad Eilsen, zugleich ein Beitrag zur örtlichen pflanzensoziologischen Arbeitsweise. — *Mitt. Flor.-soz. Arb. gem. N.F.* 15/16: 153–164.
- ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. — In: WALTER, H. (Hrsg.): Einführung in die Phytologie 6/1: 136 S.
- (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. verb. u. erw. Aufl. — *Scripta Geobotanica* IX. Göttingen: 122 S.
- (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 3. verb. Aufl. — Stuttgart: 989 S.
- EHRENDORFER, F. (Hrsg.) (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. erw. Aufl. — Stuttgart. 318 S.
- FRÄNZLE, O., BOBROWSKI, U. (1983): Untersuchungen zur ökologischen Aussagefähigkeit floristisch definierter Vegetationseinheiten. — *Verh. Ges. Ökol.* 11 (Festschrift Ellenberg): 101–109.
- FRAHM, J.P., FREY W. (1983): *Moosflora*. — Stuttgart. 522 S.
- GLAHN, H.v. (1969): Vegetations- und bodentypologische Gliederung ostholsteinischer Waldschwingel-Buchenwälder. Ein Beitrag zum Methodenproblem. — *Vegetatio* 18:64–81. Den Haag.
- GLAVAC, V. (1988): Air-polluted beech forest communities, their floristic structure and soil environment. — In: VERHOEVEN, J.T.A., HEIL, G.W., WERGER, M.J.A. (Eds.): *Vegetation structure in relation to carbon and nutrient economy*: 185–196. The Hague.
- , BOHN, U. (1970): Quantitative vegetationskundliche Untersuchungen zur Höhengliederung der Buchenwälder im Vogelsberg. — *Schriftenr. Vegetationskd.* 5: 135–186. Bonn-Bad Godesberg.
- GRIMME, A. (1958): *Flora von Nordhessen*. — Kassel: 212 S.
- HARTMANN, E.K., JAHN, G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraums nördlich der Alpen. — Stuttgart: 636 S. + Tabellenband.
- HEINTZE, G. (1971): Landschaftsrahmenplan Naturpark Habichtswald. — *Inst. f. Naturschutz — Darmstadt. Schriftenr.* X, 3. Darmstadt: 114 S.
- HESSISCHE LANDESFORSTVERWALTUNG (1988): Waldschadenserhebung 1988. — 29 S.
- JAHN, G. (1980 a): Das Melico-Fagetum in seinen Beziehungen zur Umwelt. — In: WILMANN, O., TÜXEN, R. (Red.): *Epharmonie. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1979*: 209–233. Vaduz.
- (1980 b): Zur Anwendung der Vegetationskunde in der Forstwirtschaft: Systematische und didaktische Fragen. — *Phytocoenologia* 7 (Festband Tüxen): 271–288. Stuttgart-Braunschweig.
- JOCHHEIM, H. (1985): Der Einfluß des Stammblaufwassers auf den chemischen Bodenzustand und die Vegetationsdecke in Altbuchenbeständen verschiedener Waldbestände. — *Ber. Forschungszentr. Waldökosysteme/Waldsterben* 13. Göttingen: 226 S.
- KNAPP, R. (1965): Vegetation und Flora des Habichtswald-Gebietes. — *Hess. Florist. Briefe* 14 (159): 11–18. Darmstadt.
- , HILLESHEIM-KIMMEL, U. (1971): Potentielle natürliche Vegetation. — In: HEINTZE, G.: *Landschaftsrahmenplan Naturpark Habichtswald. — Inst. f. Naturschutz-Darmstadt. Schriftenr.* X, 3: 16–20. Darmstadt.
- LIESS, S. (1988): Charakterisierung des bodenchemischen Zustands von Waldböden auf Basalt und Kalk mit unterschiedlichen Lößlehmüberlagerungen im Habichtswald. — *Dipl.-Arb. Fb 13, Gesamthochschule Kassel*. 96 S.
- LOHMEYER, W. (1962): Zur Gliederung der Zwiebelzahnwurz (*Cardamine bulbifera*)-Buchenwälder im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge. — *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 9: 187–193. Stolzenau/Weser.
- MEIWES, K.-J. (1983): Charakterisierung des chemischen Bodenzustandes von Böden auf Kalkgestein. — *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 38: 257–262.
- , BEESE, F., PRENZEL, J. (1981): Variabilität chemischer und physikalischer Eigenschaften eines Bodens auf Muschelkalk. — *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 32: 609–622.
- , KÖNIG, N., KHANNA, P.K., PRENZEL, J., ULRICH, B. (1984): Chemische Untersuchungsverfahren für Mineralboden, Auflagehumus und Wurzeln zur Charakterisierung und Bewertung der Versauerung in Waldböden. — *Ber. d. Forschungszentr. Waldökosysteme/Waldsterben* 7: 1–67. Göttingen.
- MÜLLER, Th. (1989): Die artenreichen Rotbuchenwälder Süddeutschlands. — *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 1: 149–163. Göttingen.

- NITSCHKE, L., NITSCHKE, S., LUCAN, V. (1988): Flora des Kasseler Raumes. – Naturschutz in Nordhessen. Sonderheft 4. Kassel: 150 S.
- NORUSIS, M.J./SPSS INC. (1988): SPSS/PC+ V2.0 Base Manual. – Michigan.
- REICHEL, G., WILMANN, O. (1973): Vegetationsgeographie. – Braunschweig: 212 S.
- RÜHL, A. (1960): Über die Waldvegetation der Kalkgebiete nordwestdeutscher Mittelgebirge. – *Decheniana* Beih. 8. Bonn: 50 S.
- (1967): Das Hessische Bergland. Eine forstlich-vegetationsgeographische Übersicht. – *Forschungen z. dt. Landeskunde* 161. Bad Godesberg: 164 S.
- SIEGENTHALER, J. (1971): Das Klima. – In: HEINTZE, G.: Landschaftsrahmenplan Naturpark Habichtswald. – Inst. f. Naturschutz-Darmstadt. Schriftenr. X, 3: 16–20. Darmstadt.
- STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum. – Berlin-Hamburg: 262 S.
- TÜXEN, R., KAWAMURA, Y. (1975): Gesichtspunkte zur syntaxonomischen Fassung und Gliederung von Pflanzengesellschaften entwickelt am Beispiel des nordwestdeutschen Genisto-Callunetum. *Phytocoenologia* 2 (1/2): 87–99. Stuttgart-Lehre.
- ULRICH, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. – *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 144: 289–305. Weinheim.
- , MEIWES, K.J., KÖNIG, N., KHANNA, P.K. (1984): Untersuchungsverfahren und Kriterien zur Bewertung der Versauerung und ihrer Folgen in Waldböden. – *Forst- u. Holzwirt* 39(11): 278–286. Hannover.
- WILDI, O. (1986): Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel H. 90. Zürich: 226 S.
- WINTERHOFF, W. (1963): Vegetationskundliche Untersuchungen im Göttinger Wald. – *Nachr. Akad. Wiss. Göttingen. II. Math.-Phys. Kl.* 1962(2): 21–79. Göttingen.
- ZINN, H. (1990): Die waldbauliche Geschichte des Habichtswaldes – Auswirkungen auf heutige Waldbilder. – *Dipl. Arb. FH Hildesheim/Holzminnen FB Forstwirtschaft. Göttingen*: 50 S.

Dr. Wilfried Hakes

Arbeitsgruppe für Pflanzen-, Vegetations- und Landschaftsökologie, FB Biologie/Chemie  
Heinrich-Plett-Str. 40  
3500 Kassel

Zu Hakes: Das Galio odorati-Fagenion

Tabelle 1: Galio odorati-Fagenion (Tx. 1955) Müller 1966 em. Oberd. et Müller 1984

1. Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em.

- 1.1 Hordelymo-Fagetum lathyretosum  
1.1.1 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Convallaria-Variante  
1.1.2 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, zentrale Variante  
1.1.3 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Circaea-Variante  
1.1.3.1 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Circaea-Variante, zentrale Subvariante  
1.1.3.2 Hordelymo-Fagetum lathyretosum, Circaea-Variante, Subvariante von Luzula luzuloides  
1.2 Hordelymo-Fagetum typicum  
1.2.1 Hordelymo-Fagetum typicum, zentrale Variante  
1.2.1.1 Hordelymo-Fagetum typicum, zentrale Variante, Stellaria-Tief lagenform  
1.2.1.2 Hordelymo-Fagetum typicum, zentrale Variante, Hochlagenform  
1.3 Hordelymo-Fagetum circaeetosum  
1.3.1 Hordelymo-Fagetum circaeetosum, zentrale Variante  
1.3.1.1 Hordelymo-Fagetum circaeetosum, zentrale Variante, Stellaria-Tief lagenform  
1.3.1.2 Hordelymo-Fagetum circaeetosum, zentrale Variante, Hochlagenform

- 1.4 Hordelymo-Fagetum luzuletosum  
1.4.1 Hordelymo-Fagetum luzuletosum, Circaea-Variante  
1.4.2 Hordelymo-Fagetum luzuletosum, zentrale Variante  
1.4.3 Hordelymo-Fagetum luzuletosum, Gymnocarpium-Variante

2. Galio odorati-Fagetum Sougnez et Thill 1959 em.

- 2.1 Galio odorati-Fagetum luzuletosum  
2.1.1 Galio odorati-Fagetum luzuletosum, zentrale Variante  
2.1.2 Galio odorati-Fagetum luzuletosum, Gymnocarpium-Variante

|                                                                                                 | 1.1.1                      | 1.1.2                         | 1.1.3.1                                   | 1.1.3.2                    | 1.2.1.1                       | 1.2.1.2                       | 1.3.1.1                                      | 1.3.1.2                       | 1.4.1                            | 1.4.2                                     | 1.4.3                         | 2.1.1                            | 2.1.2                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Aufnahmennr.                                                                                    | 1111 1<br>281652<br>238635 | 1 1 1<br>8585534<br>4251037   | 11111 111<br>54688884865<br>54786025117   | 1 1<br>228443<br>347872    | 111111<br>4432004<br>6908874  | 1 1 11<br>2024400<br>2210161  | 11111111 1<br>338611114942<br>219976549009   | 1 1111<br>229730<br>9310852   | 1 1 111<br>14253555<br>62821540  | 1 111<br>433322077 2<br>29400541337       | 1 1<br>20172<br>8703426       | 11111<br>1667411<br>22348109     | 1111<br>1445<br>96514   |
| Artenzahl                                                                                       | 223222<br>984672           | 3222222<br>3726794            | 33333323333<br>73459192273                | 444344<br>721662           | 2212112<br>5692883            | 1112221<br>9871407            | 22222223323<br>131333821091                  | 2222222<br>4160231            | 33332333<br>55588342             | 22221122223<br>65449904380                | 2321211<br>5069489            | 22212122<br>43654720             | 22121<br>14847          |
| Exposition                                                                                      | ONNSNN<br>W                | NNNNNON<br>O                  | NNNNN--N-SS<br>W WW W W                   | ONNNN--<br>OWW             | NSNWSNS<br>WOW O              | ONNNNNN<br>WWW                | SNOSNNNONNS<br>W WOO OW W                    | WNOSNON<br>WW                 | NSOSSOS<br>OOW OW                | OSOW--SNWNS<br>W W W                      | SS O-NN<br>W W W              | NNNNNNN--<br>W WW O O            | NOOSN<br>O O            |
| Höhe ü. NN (m)                                                                                  | 333323<br>315294<br>005050 | 3232234<br>1919991<br>0505500 | 23333333344<br>98922108101<br>50000050000 | 333333<br>172229<br>000000 | 3344443<br>8944119<br>0000000 | 4644556<br>7073430<br>0000000 | 343333333335<br>347777662706<br>000000550000 | 4433456<br>4579421<br>0000000 | 54543333<br>50918480<br>00000000 | 54353554565<br>47719066419<br>00050000000 | 5555545<br>8898570<br>0000000 | 34454555<br>10150008<br>00000000 | 33326<br>97891<br>00000 |
| Hangneigung (°)                                                                                 | 2 3<br>732050              | 12<br>5512205                 | 1 21<br>22574222200                       | 1 11<br>05980-             | 21 1 2<br>5055050             | 11121 1<br>0000020            | 12222111<br>50050000254-                     | 1111311<br>5205000            | 212 122<br>5005-000              | 1111 112 2<br>05022-70550                 | 22<br>2212-50                 | 11 3111<br>0770040-              | 1212<br>5055-           |
| Deckungsgrad Baumschicht (%)                                                                    | 888899<br>050050           | 7979889<br>5000000            | 97799998899<br>05500000000                | 989988<br>000000           | 8878789<br>0050500            | 8888678<br>0000000            | 889788787877<br>050000500000                 | 9999889<br>0000500            | 7778888<br>50050050              | 67778798987<br>005000000000               | 7889677<br>5000055            | 89888777<br>00000000             | 89898<br>00000          |
| Deckungsgrad Strauchschicht (%)                                                                 | -----                      | -----                         | <<< <<br>--511--5--                       | < <<br>1-1--               | -----                         | <<br>--15--                   | < < 1<<br>--55-5--01-                        | < <<br>--5--                  | < < <<br>--5-1-55                | 2<br>2-----0----                          | <1<br>50-----                 | 1 <<br>-0--5--                   | -----                   |
| Deckungsgrad Krautschicht (%)                                                                   | 857456<br>050000           | 3365678<br>5000000            | 78888779877<br>00000550050                | 877977<br>000000           | 8979896<br>0000500            | 4888757<br>0000500            | 897989888677<br>000500000050                 | 7877763<br>5050500            | 75376447<br>00000050             | 57564855434<br>000000000000               | 3343438<br>5500000            | 53633222<br>00000000             | 34232<br>00500          |
| Deckungsgrad Mooschicht (%)                                                                     | -----                      | << <<br>15-53--               | < <<<br>--1-115--                         | < <<<br>1-1131             | -----                         | < <<br>1-1--                  | < < <<br>-1-----1--                          | <<< <<br>111--1               | < < < <<br>312-11-1              | <<< < <<<br>111--1-1111                   | <<< <<<br>111-11-             | <<<< << <<<<br>1111-511          | <<<<<br>11112           |
| Ausgangsgestein (L: Lösslehm,<br>B: Basalt, M: Muschelkalk,<br>R: Röt, S: mittl. Buntsandstein) | LLMLMH<br>MM M<br>R        | LMLMHML<br>M M B<br>M         | LLLLLLLLLLLL<br>MBMBMMMBMB<br>M M MM      | LLLLLM<br>RMBMB<br>M M     | LLLLLLL<br>BBBMBB<br>M M      | LLLLLLL<br>BBBMBB<br>M        | LLLLLLLLLLLLLL<br>MBBR BBBBMB<br>M           | LLLLLLL<br>BBBMBB<br>M        | LLLLBLLL<br>B BB RR<br>R         | LLLLLLLLLLLL<br>BBB BBBBMB<br>R           | LLLLLLL<br>BBBMBB<br>R        | LLLLLLLL<br>SSBBMBB<br>RR B      | LLLLLL<br>RR B          |
| Mächtigkeit d. Lösslehmdecke (dm)                                                               | -----                      | -----                         | 26--6445--                                | -4-3--                     | 5-44--                        | 4-----                        | 44--855-5-6-                                 | 4-----4                       | -7---4-6                         | 4---5-65-4-                               | ---235-                       | 6---4665                         | 87484                   |
| Baumschicht                                                                                     |                            |                               |                                           |                            |                               |                               |                                              |                               |                                  |                                           |                               |                                  |                         |
| Fagus sylvatica                                                                                 | 555555                     | 4545555                       | 54455555555                               | 555555                     | 4544455                       | 5555445                       | 555455554544                                 | 5555555                       | 44455555                         | 44445453554                               | 5555544                       | 55555444                         | 55555                   |
| Carpinus betulus                                                                                | +. ....                    | .....                         | ++..a.....                                | .....                      | 3.....                        | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Fraxinus excelsior                                                                              | .....                      | .....                         | ..a.....                                  | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Quercus robur                                                                                   | .....                      | a.....                        | ..a.....                                  | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Strauch-, Kraut- u. Mooschicht                                                                  |                            |                               |                                           |                            |                               |                               |                                              |                               |                                  |                                           |                               |                                  |                         |
| AC/D Hordelymus europaeus                                                                       | am1m1                      | mam1m1                        | .1maa3b+ma+                               | 3aam1m                     | 1.mmam.                       | .a..434                       | 1mam3mam3m                                   | a1ba+bm                       | 1m1m1..                          | b1+.m+.mm1m                               | 1ab+m1m                       | .....++.                         | +.+.+                   |
| Mercurialis perennis                                                                            | .1+.m1                     | ++31+mm                       | .131143+31a                               | +.+.b                      | 11ambbm                       | a33am.a                       | 1b.....+33                                   | m3..am1                       | b.mm1.1+                         | +.1b.mm11.a                               | m++11.a                       | .....                            | .....                   |
| Arum maculatum                                                                                  | .1..1.                     | +++11..                       | 1..rmmm.1+                                | ..r..                      | .....                         | ..+.+                         | ..+.+.+.+                                    | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| d Subass.                                                                                       |                            |                               |                                           |                            |                               |                               |                                              |                               |                                  |                                           |                               |                                  |                         |
| Crataegus laevigata (S+K)                                                                       | +1111.                     | +++1+1.                       | +.r++..1++                                | ++++.1                     | .....                         | .....r..                      | .....                                        | .....                         | .....                            | .....+                                    | .....                         | .....                            | .....                   |
| Acer campestre (K)                                                                              | m+1m+.                     | r...++.                       | +.+.+.11.                                 | +m11+1                     | .....                         | .....r..                      | .....r..                                     | ..m...                        | .....r..                         | ..r.1.....                                | .....                         | .....                            | .....                   |
| Lathyrus vernus                                                                                 | 11..m+                     | +1111.1                       | 1....++1m1.                               | .1....                     | .....1..                      | .....                         | ..r..r..1..                                  | .....                         | .....1..                         | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Daphne mezereum                                                                                 | ++1r..                     | +.r.r++                       | ..+.r+.r..r.                              | +.+.+                      | .....r                        | +.+.+                         | .....+                                       | .....                         | .....r.                          | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Lonicera xylosteum (K)                                                                          | ++a..r                     | .....r.                       | ..r1.....+                                | ..r+r1                     | .....                         | .....                         | .....r..                                     | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Potentilla sterilis                                                                             | .1m.m.                     | ..+.+.r.                      | 1....r..++.                               | +.+.+                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Rosa arvensis et canina                                                                         | ..r..                      | ..+.r..                       | +.r..r..r.                                | .....r                     | .....                         | .....r..                      | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Campanula trachelium                                                                            | FF..r..                    | FF..r..                       | r.....r+.1..                              | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Asarum europaeum                                                                                | .m....                     | .1m....                       | 1....ma.mr.                               | .....+                     | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Viburnum opulus (K)                                                                             | .....                      | .....                         | ..1r....++.                               | +.+.+                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....+                           | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Phyteuma spicatum                                                                               | .r..+                      | +                             | .r.....                                   | 1..+                       | .....r..                      | .....                         | .....                                        | .....                         | .....+                           | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Galium sylvaticum                                                                               | +.r..+                     | .....                         | .....                                     | ..1.m                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| d Subass./Var.                                                                                  |                            |                               |                                           |                            |                               |                               |                                              |                               |                                  |                                           |                               |                                  |                         |
| Circaea lutetiana                                                                               | .....                      | .....                         | +.1+.a11.m+                               | ama.+. .                   | .....                         | .....                         | 11mm1m1m1.                                   | .11+1.                        | +++.11m1                         | .....                                     | .....                         | .....                            | +. ....                 |
| Stachys sylvatica                                                                               | .....                      | .....                         | ..+111+.a.                                | 1+1m.1                     | .....+                        | +. ....+                      | ..m+ma1.111                                  | 11m+1+1                       | 1+1m11.1                         | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Geranium robertianum                                                                            | ..+. ....                  | .....                         | 1.a.1m..111                               | m11..+                     | .....                         | .....                         | ..111+a+.1..                                 | ..m....                       | +.+.+.1.                         | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| d Subass./Subvar.                                                                               |                            |                               |                                           |                            |                               |                               |                                              |                               |                                  |                                           |                               |                                  |                         |
| Luzula luzuloides                                                                               | .....                      | .....                         | .....                                     | .m+1+1                     | .....                         | +.+.+                         | .....                                        | .....                         | 1mmmmam1                         | 1bm1a.1+mma                               | ..r+mm+                       | ..mmmm.                          | ama1m                   |
| Dicranella heteromalla                                                                          | .....                      | .....                         | ..+. ....                                 | +. ....                    | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | +. ....                          | +. ....++                                 | +++....                       | ++....++.                        | +.+.+                   |
| Atrichum undulatum                                                                              | .....                      | .....                         | .....                                     | +. ....                    | .....                         | .....                         | +. ....                                      | .....                         | +++....                          | +. ....++.                                | +++....                       | +. ....                          | +. ....                 |
| Polytrichum formosum                                                                            | .....                      | .....                         | .....                                     | +. ....                    | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | +. ....                          | +. ....                                   | +. ....                       | +. ....                          | +. ....                 |
| Avenella flexuosa                                                                               | .....                      | .....                         | .....                                     | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....1..+                                 | .....                         | .....                            | .....                   |
| d Var. Convallaria majalis                                                                      | 4+amm+                     | ++.....                       | 1..1....++                                | +.111.                     | .....                         | .....                         | .....1..                                     | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | ..1.1..                          | .....                   |
| Hieracium sylvaticum                                                                            | ..+.m                      | .....                         | .....                                     | .1....+                    | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | ..1.r..m.+                                | .....+                        | ..11....                         | +. ....                 |
| Cornus sanguinea (K)                                                                            | +.+.r.                     | .....r.                       | ..+. ....                                 | +. ....                    | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....r                           | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Fragaria vesca                                                                                  | +.1..                      | .....                         | r. ....                                   | .....+                     | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Maianthemum bifolium                                                                            | .1+. .                     | +. ....                       | b4+4b354a.                                | ..b43                      | 44a544a                       | .....                         | ..m. ....bb4abm                              | bmm.41.                       | .....                            | ..1a.4. ....                              | .....                         | ..a. ....                        | .....                   |
| Taraxacum officinale                                                                            | ..r..+                     | .....                         | .....                                     | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Solidago virgaurea                                                                              | +. ....                    | .....                         | .....                                     | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| d Var. Gymnocarpium dryopteris                                                                  | .....                      | .....                         | .....                                     | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....ar.                      | .....+                           | .....                                     | a1ab+m1                       | .....                            | 111m1                   |
| (d Var.) Corydalis cava                                                                         | .....                      | .....                         | .....                                     | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Anemone ranunculoides                                                                           | .....                      | .....                         | .....                                     | .....                      | .....                         | .....                         | .....                                        | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| dh (Hordelymo-Fagetum)                                                                          |                            |                               |                                           |                            |                               |                               |                                              |                               |                                  |                                           |                               |                                  |                         |
| Hedera helix                                                                                    | .bmm+                      | 1a+1+. .                      | 1r.111..1m.                               | mb111.                     | .....                         | .....                         | a.1m. ....+                                  | .....                         | .....m                           | .....                                     | .....                         | ..1....                          | .....                   |
| Primula elatior                                                                                 | +1+r1.                     | 1+.r..+                       | 1+1+1.r.1+1                               | ..++++                     | ..1..+                        | .....r..                      | ..+. ....++.                                 | .....+                        | .....+                           | .....                                     | .....                         | ..+....                          | .....                   |
| Stellaria holostea                                                                              | .m....                     | +.1..m                        | +1.aa1a1a..                               | m+mm.                      | +1..1+m                       | .....                         | .....mm+.m.                                  | .....                         | .....+                           | .....m....                                | .....                         | .....                            | .....                   |
| Ranunculus auricomus                                                                            | +.+.+.+                    | .....1.                       | .1.1....+.11                              | +.+.1                      | +1..+.+                       | .....                         | +1..+. ....                                  | .....                         | .....                            | .....                                     | .....                         | .....                            | .....                   |
| Sambucus racemosa (S+K)                                                                         | .....                      | .....                         | ..1.....                                  | a.....                     | .....                         | ..+. ....1a.                  | +. ....++                                    | +. ....1+m                    | a+. ....1..+                     | 1.11..b1.m.                               | ma++ 1                        | ..11....++                       | +. ....                 |
| VC Galium odoratum                                                                              | bmbmam                     | bb14bam                       | 3baaab3aaa3                               | mbmbbm                     | am3maab                       | 3m43am+                       | 344a3433am33                                 | 34a4aa1                       | 1m1b31ab                         | 143ba+1am.1                               | 11 1++                        | bamb1                            | aa+1+                   |
| Melica uniflora                                                                                 | .4bbm.                     | a1ma345                       | b4+4b354a.                                | ..b413                     | 44a544a                       | ..m3...                       | .m.5..bb4abm                                 | bmm.41.                       | 1b.....                          | ..1a.4. ....                              | + 1 4                         | ....a                            | .31..                   |
| Dentaria bulbifera                                                                              | .....                      | .....                         | +.11....                                  | ..111.                     | +m....11                      | .....                         | .....+.1m+.+                                 | .....                         | .....                            | .....+am..                                | + +1                          | ....+                            | ..a..                   |
| OC/KC Fraxinus excelsior (K)                                                                    | 31mm11                     | 1r1r+1m                       | +3a.m1ma1mb                               | bm1m1m                     | 4.mm++a                       | m.m+11.                       | am31m1mm1a1                                  | mm.1+1.                       | 3+1m++1m                         | +11+m.31+.1                               | mmma1..                       | m...m.mm                         | mm1..                   |
| Fagus sylvatica (K)                                                                             | 1.1mm                      | 111+mm.                       | 1.1+1+111m                                | m11+.m                     | +.11..+                       | 1r..++.                       | 1+.+.+.1.++                                  | 1..1..m                       | 1+11+1+                          | +m+mm+.1m1                                | 111.1..+                      | +.+.111                          | 1+1+m                   |

Ausserdem je dreimal: *Sorbus torminalis* (K) in Aufn. 120 mit 1, in 155 mit +, in 166 mit r; *Euonymus europaea* (K) in Aufn. 55 u. 186 mit r; *Lunaria rediviva* in Aufn. 27 u. 106 mit +; *Calamagrostis arundinacea* in Aufn. 39 mit 1, in 108 mit +, in 163 mit 2m; *Pyrola minor* in Aufn. 24 u. 112 mit +, in 39 mit 1; *Poa chaixii* in Aufn. 25, 26 u. 149 mit +; *Ribes uva-crispa* in Aufn. 21 u. 171 mit +, in 45 mit 1; *Juncus effusus* in Aufn. 141 u. 155 mit +; *Heracleum sphondylium* in Aufn. 8 mit r, in 152 u. 191 mit +; *Atropa bella-donna* in Aufn. 170 mit r; *Equisetum sylvaticum* in Aufn. 152 mit +, in 142 mit r; *Brachythecium rutabulum* in Aufn. 14 u. 142 mit +; *Fissidens taxifolius* in Aufn. 123 u. 163 mit +; *Fagus sylvatica* (S) in Aufn. 188 mit 1, in 191 mit +

Ausserdem je zweimal: *Galium hircynicum* in Aufn. 7 u. 9 mit +; *Isoethecium alopecuroides* in Aufn. 173 mit +; *Dicranum scoparium* in Aufn. 32 mit +; *Lathyrus linifolius* in Aufn. 152 u. 154 mit +; *Melica nutans* in Aufn. 50 u. Aufn. 181 mit +; *Corylus avellana* (K) in Aufn. 48 mit 1; *Lysimachia nemorum* in in Aufn. 151 mit +; *Prunus spinosa* (K) in Aufn. 32 mit +; *Lilium martagon* in Aufn. 33 mit r, in 55 mit 1; *Paris quadrifolia* in Aufn. 106 und 161 mit r; *Neottia nidus-avis* in Aufn. 39 u. 118 mit r; *Ulmus glabra* (B) in Aufn. 22 u. 128 mit +; *Fraxinus excelsior* (S) in Aufn. 186 u. 191 mit +

Ausserdem je einmal: *Glechoma hederacea* in Aufn. 180 mit +; *Polytrichum juniperinum* in Aufn. 142 mit +; *Mnium cuspidatum* in Aufn. 182 mit r; *Brachythecium populeum* in Aufn. 182 mit +; *Plagiothecium nemorale* in Aufn. 10 mit +; *Brachythecium velutinum* in Aufn. 10 mit +; *Paraleucobryum longifolium* in Aufn. 20 mit +; *Aegopodium podagraria* in Aufn. 188 mit a; *Aquilegia vulgaris* in Aufn. 167 mit +; *Cirsium vulgare* in Aufn. 142 mit r; *Ranunculus repens* in Aufn. 123 mit +; *Rubus fruticosus* agg in Aufn. 47 mit r; *Acer campestre* (B) in Aufn. 186 mit +; *Acer pseudoplatanus* (S) in Aufn. 180 mit +; *Mnium hornum* in Aufn. 119 mit +; *Carex pilulifera* in Aufn. 112 mit +

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [NS\\_11](#)

Autor(en)/Author(s): Hakes Wilfried

Artikel/Article: [Das Galio odorati-Fagenion im Habichtswald bei Kassel - Untersuchungen zur ökologischen Feingliederung 381-406](#)