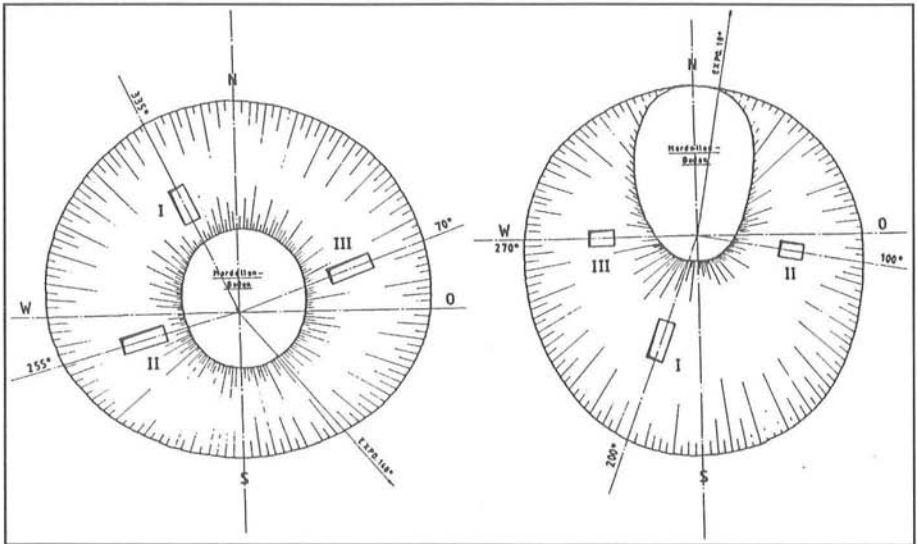


Aus Natur und Landschaft im Saarland



Mardellen im saarländisch-lothringischen Schichtstufenland

von Bettina Barth, Claudia Schneider, Claudia und Thomas G. Schneider,
Dieter Dorda, Dietmar Eisinger, Axel Didion und Heinz Royar

Schriftenreihe

“Aus Natur und Landschaft im Saarland”

zugleich

Abhandlungen der DELATTINIA

22 / 1996

Herausgegeben
vom Minister für Umwelt, Energie
und Verkehr des Saarlandes
und der DELATTINIA-Arbeitsgemeinschaft
für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung
im Saarland e.V.

Abh. DELATTINIA	22	1- 285	Saarbrücken 1996	ISSN 0948-6526
-----------------	----	--------	------------------	----------------

SCHRIFTFLEITUNG:
DR. HARALD SCHREIBER

DRUCK:
ESCHL DRUCK
HOCHSTRASSE 4a
66583 SPIESEN-ELVERSBERG

VERLAG:
EIGENVERLAG DER DELATTINIA
FACHRICHTUNG BIOGEOGRAPHIE
UNIVERSITÄT DES SAARLANDES
66401 SAARBRÜCKEN

ERSCHEINUNGSORT:
SAARBRÜCKEN

Die Skizze auf der Umschlagseite zeigt Form und Lage von 2 Mardellen, die im "Buschwald", östlich des Forêt de Farschviller in Lothringen vermessen wurden einschließlich der Lage von jeweils 3 angelegten Profilgruben.

Inhalt:

Vorwort von Prof. Dr. Ernst Löffler	5
Mardellen im lothringischen Gipskeuper am Beispiel des Forêt de Farschviller von Bettina Barth	7
Geoökologische Untersuchungen an Mardellen im Forêt de Sierck westlich von Halstroff (Nordost-Lothringen) von Claudia Schneider	61
Vegetation einer Mardelle im Gebiet des Bischwaldes (Lothringen) von Claudia und Thomas G. Schneider	193
Mardellen im südlichen Bliesgau von Dieter Dorda	229
Zur Käferfauna einiger Mardellen im Saar-Blies-Gau von Dietmar Eisinger	237
Vergleichende Untersuchungen der Odonatenzönosen von Mardellen im Bliesgau von Axel Didion	255
Keltische Kultlandschaft im saarländisch-lothringischen Grenzraum von Heinz Royar	273
Nachruf: Helmut Derbsch (23.08.1909-24.1.1995) von Johannes A. Schmitt	281

Geoökologische Untersuchungen an Mardellen im Forêt de Sierck (Nordost - Lothringen)

von

Claudia Schneider

Kurzfassung:

Die Mardellen eines großen Waldgebietes - des Forêt de Sierck - im Keuperhügelland Nordost-Lothringens sind Gegenstand der geomorphologisch und ökologisch orientierten Untersuchungen. Neben der Erläuterung des Begriffes Mardelle, wird ein kurzer allgemeiner Überblick über die Geschichte der Erforschung von Mardellen gegeben.

Die Mardellen im Forêt de Sierck wurden bezüglich ihrer Lage im Relief, ihrer Morphographie, ihrer hydrologischen Verhältnisse und schwerpunktmäßig ihrer Vegetation untersucht.

In Abhängigkeit von den Feuchtigkeitsverhältnissen innerhalb einer Mardelle lassen sich verschiedene Feuchttypen in Mardellen beschreiben. Die morphologische Entwicklung der Mardellen verläuft, in Abhängigkeit von Feuchttypus und von Akkumulation einerseits bzw. Sedimentation andererseits, zum einen zum Niedermoor, zum anderen zur trockenen Waldmardelle hin.

Zur Verdeutlichung der hydrologischen Verhältnisse wurden an sechs verschiedenen Mardellen Wasserstandsmessungen durchgeführt. Diese ergaben Amplituden der Wasserstandsschwankungen zwischen 8 und 37,5 Zentimetern während eines Jahres.

In den Mardellen des Forêt de Sierck konnten zahlreiche Vegetationseinheiten belegt werden, die sich in die Großgruppen "Wasserlinsendecken", "Erlenbruchwaldartige Gesellschaften" und "Eichen-Hainbuchenwald-Gesellschaften" zusammenfassen lassen. Diese werden in Vegetationstabellen dargestellt.

Die Vegetation der meisten Mardellen besteht aus einem Vegetationsmosaik, das sich aus mehreren, kleinflächig ausgebildeten Vegetationsbausteinen zusammensetzt. Die räumliche Anordnung einzelner Vegetationsbausteine innerhalb von Mardellen wird am Beispiel einiger ausgewählter Mardellen durch Transekte ver-

deutlicht. Die zeitliche Dynamik des Vegetationsmosaiks in Mardellen wird diskutiert.

Im Rahmen der Diskussion werden einzelne Theorien zur Entstehung von Mardellen kritisch beleuchtet und eine zusammenfassende geoökologische Betrachtung der erarbeiteten Ergebnisse durchgeführt.

Anhand der geoökologischen Faktorenkomplexe kann eine Aussage über die bisherige Entwicklungsrichtung und den gegenwärtig erreichten Entwicklungszustand einer Mardelle getroffen werden.

Wie pollenanalytische Sondierungen zeigen, kommt den Mardellen hohe Bedeutung für die Erforschung der Landschafts- und Waldgeschichte des Lothringischen Stufenlandes zu. Darüber hinaus bieten sie zahlreichen seltenen Arten und Vegetationseinheiten Lebensraum und erlangen damit eine überaus hohe Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz.

Inhalt

1. Einleitung	65
2. Allgemeine Grundlagen	66
2.1 Erläuterung des Begriffes Mardelle	66
2.2 Kurzer Abriß der Geschichte der Erforschung von Mardellen	66
2.2.1 Geschichte der Erforschung der Mardellen in geomorpholo- gischer und kulturhistorischer Hinsicht	66
2.2.2 Geschichte der Erforschung der Mardellen in vegetations- kundlicher, floristischer u. vegetationsgeschichtlicher Hinsicht	70
2.3 Umrahmung der Fragestellung	71
2.4 Vorstellung des Arbeitsgebietes	71
2.4.1 Geographische Lage	71
2.4.2 Geologie	72
2.4.3 Hydrographie und Morphologie	73
2.4.4 Klima	78
2.4.5 Vegetation und Nutzung	79
2.5 Methodisches Vorgehen	79
2.5.1 Erfassung der Mardellen	79
2.5.2 Morphographische Aufnahme	82
2.5.3 Wasserstandsmessung	87
2.5.4 Vegetationskundliche Aufnahme	87
2.5.5 Transekte	88
2.5.6 Ergänzende Untersuchungen zur Problematik der Mardellen	89
2.5.6.1 pH-Wert-Messung	89
2.5.6.2 Pollenanalytische Sondierung	90
2.5.7 Kurze Anmerkungen zu kritischen Taxa	90
3. Morphologie	91
3.1 Lage der Mardellen im Relief	91
3.2 Verteilung der Mardellen in Bezug auf Exposition und Geländeneigung ..	93
3.3 Beschreibung der Mardellen als geomorphologische Form	95
3.3.1 Gestalt der Mardellen	95
3.3.2 Größenverhältnisse der Mardellen	97
3.4 Beschreibung der Feuchtezustände und der Sedimentfüllung der Mardellen	102
4. Hydrologie	107
5. Vegetation	115
5.1 Die Vegetationseinheiten der Mardellen im Forêt de Sierck	115
5.1.1 Wasserlinsendecken	115
5.1.2 Erlenbruchartige Gesellschaften	116
5.1.2.1 <i>Lemna minor-Carex elongata</i> -Waldsumpf	117
5.1.2.2 <i>Carex elata</i> -Seggenbruch	117
5.1.2.3 <i>Carex paniculata</i> -Seggenbruch	119

5.1.2.4	<i>Carex rostrata</i> -Seggenbruch	120
5.1.2.4.1	<i>Sphagnum fimbriatum</i> -Torfmoosrasen	121
5.1.2.4.2	<i>Carex rostrata</i> -Reinbestände	121
5.1.2.4.3	<i>Thelypteris palustris</i> -Farnherden	122
5.1.2.4.4	<i>Sphagnum palustre</i> -Reinbestände	122
5.1.2.4.5	<i>Sphagnum squarrosum</i> -Torfmoosrasen	122
5.1.2.5	<i>Salix aurita</i> -Gebüsch	125
5.1.2.6	Bruchwaldartige Erlenbestände	126
5.1.2.7	Basisgesellschaft von <i>Carex elongata</i>	127
5.1.2.8	<i>Glyceria fluitans</i> - und <i>Lysimachia vulgaris</i> - Waldsumpf	127
5.1.2.8.1	<i>Iris pseudacorus</i> - und <i>Lysimachia vulgaris</i> - Waldsumpf	128
5.1.2.8.2	<i>Glyceria fluitans</i> -Rasen	129
5.1.2.9	Krautreiches Seggenbruch mit <i>Circaea lutetiana</i>	130
5.1.3	Eichen - Hainbuchenwald - Gesellschaften	130
5.2	Das Vegetationsmosaik der Mardellen in seiner räumlichen und zeitlichen Dynamik	131
5.2.1	Räumliche Anordnung einzelner Vegetationsbausteine innerhalb einer Mardelle	131
5.2.1.1	Quertransekt durch eine von <i>Carex elata</i> dominierte Mardelle	132
5.2.1.2	Längstransekt durch Mardelle 214	133
5.2.1.3	Längs- und Quertransekt durch Mardelle 159	136
5.2.1.4	Quertransekt durch Mardelle 181	140
5.2.1.5	Quertransekt durch Mardelle 157	148
5.2.2	Zeitliche Dynamik des Vegetationsmosaiks in einer Mardelle	149
6.	Pollenanalytische Sondierungen	152
7.	Diskussion und Ausblick	157
8.	Quellenverzeichnis	165
8.1	Literaturverzeichnis	165
8.2	Kartenverzeichnis	170
9.	Anhang	172
9.1	Abbildungsverzeichnis	172
9.2	Tabellenverzeichnis	174
9.3	Verzeichnis der Vegetationstabellen	174
9.4	Erläuterung der in den Vegetationstabellen verwandten Abkürzungen	175
9.5	Bilder	176
9.6	Vegetationstabellen	180

1. Einleitung

Derjenige, der mit offenen Augen durch die Wälder Lothringens wandert, beobachtet regelmäßig runde, oft wassergefüllte Hohlformen, die von den Lothringern als Mare, von den Deutschen als Mardellen bezeichnet werden.

Da mir Mardellen während floristischer Kartierungen und bei privaten Exkursionen in Lothringen immer wieder als Landschaftselemente auffielen, die sich durch ihre ungewöhnliche Morphologie und durch eine interessante, für den Landschaftsraum teilweise überraschende Vegetation auszeichnen, reifte allmählich die Idee einer geökologisch orientierten Arbeit über Mardellen heran.

Die Morphologie der Mardellen weicht bereits beim ersten Betrachten in mehreren Punkten von der klassischen Doline in Kalkgestein ab. Die Existenz der Hohlformen schafft primär die Voraussetzungen für die Ansiedlung einer teilweise azonalen Vegetation, die als besonderes Charakteristikum von Mardellen ins Auge sticht. Daraus ergaben sich wesentliche Ansatzpunkte für diese Arbeit.

Als abgeschlossenes Untersuchungsgebiet bot sich der Forêt de Sierck westlich Halstroff für eine detailliertere geökologische Untersuchung an, da die Mardellen des Waldgebietes bereits bei ersten Stichproben einen auffälligen Reichtum an unterschiedlichen Vegetationsstrukturen zeigten.

Die vorliegende Arbeit umfaßt von einigen Ergänzungen und Kürzungen abgesehen, meine Diplomarbeit im Fach Geographie an der Universität des Saarlandes bei Herrn Prof. Dr. E. Löffler. Herrn Prof. Löffler danke ich für sein Interesse an der Arbeit und den Freiraum, den er mir bei der Ausgestaltung des Themas gewährte. Besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. H.-M. Weicken und Herrn P. Wolff, die für ergiebige Diskussionen zur Verfügung standen und durch konstruktive Kritik die Arbeit unterstützten. Herr P. Wolff war mir weiterhin bei der Bestimmung kritischer Weidentaxa und der Unterbestimmung der Gattung *Galium* behilflich. Für die Durchführung der Pollenanalysen möchte ich mich bei Herrn Dr. A. Hölzer, Karlsruhe bedanken. Herrn Dr. E. Sauer bin ich sehr dankbar für seine Diskussionsbereitschaft bei der Vorbereitung der Arbeit, die Kontrolle kritischer Taxa und seine Beratung bei der Tabellenarbeit. Den Förstern des Forêt de Sierck, Herrn G. Hanff, M. Merg und P. Moroux, danke ich für zahlreiche Hinweise, insbesondere zum Auffinden der Mardellen, und die Erlaubnis die Forststraßen des Untersuchungsgebietes zu befahren. Mein besonderer Dank gilt meinem Lebensgefährten Thomas Schneider, der die Arbeit mit stetem Interesse verfolgte. Er war mir ein wichtiger Diskussionspartner, begleitete mich des öfteren im Gelände und unterstützte die Arbeit durch Anregungen und konstruktive

Kritik bis hin zur tatkräftigen Mithilfe bei der Gestaltung der Karten. Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern, die mir durch ihre Unterstützung das Studium ermöglichen.

2. Allgemeine Grundlagen

2.1 Erläuterung des Begriffes Mardelle

Der Begriff Mardelle ist nicht einheitlich definiert. Berücksichtigt man den gängigen Gebrauch des Begriffes in der Literatur, so kann folgende Definition gegeben werden:

Unter Mardellen werden alle für die Bevölkerung im Gelände auffälligen, mehr oder weniger runden, gelegentlich trockenen, meist aber mit Wasser, Mudden oder Torfen gefüllten Hohlformen, unabhängig von ihrer Entstehung und der Lage in einem bestimmten Ausgangssubstrat, zusammengefaßt.

Neben dem Begriff Mardelle wird in Lothringen in erster Linie der Begriff "la mare" für die oben beschriebenen Hohlformen verwendet. WICHMANN (1903) leitet "la mare" von der mittelalterlichen Femininform mara für Loch, Pfütze oder Tümpel ab und weist in diesem Zusammenhang auch auf das französische Wort le marais für Sumpf hin. Bei HÄBERLE (1928) findet sich eine kleine Übersicht über weitere Bezeichnungen für Mardellen wie margelles, Mertel, Seepen, Pfühle, Pule, Tümpel, Wolfsgruben, Kule, Heidenlöcher, Moore und Mäch. Diese Begriffe sind jedoch meist nur regional gebräuchlich oder beziehen sich, wie z.B. der Begriff Moore, wahrscheinlich auf bestimmte Hohlformen, in denen eine einsetzende Vermooring oder Niedermoorbildung beobachtet wurde.

2.2 Kurzer Abriss der Geschichte der Erforschung von Mardellen

2.2.1 Geschichte der Erforschung der Mardellen in geomorphologischer und kulturhistorischer Hinsicht

Bei Mardellen handelt es sich um ein durchaus auffälliges und für bestimmte Landstriche, wie z.B. das Lothringische Schichtstufenland im Bereich der Ablagerungen aus der Zeit des Keupers, Lias und Doggers, sehr charakteristisches Landschaftselement. So ist auch zu erklären, daß bereits im 18. Jahrhundert die Diskussion zur Entstehung dieser Formen eingesetzt hat.

GRENIER (1906) berichtet von archäologischen Untersuchungen von DÜNNHAUPT (1718) in Deutschland und der Archéologie Britannique (1785) in England, die bereits zu dem Ergebnis kamen, daß die Mardellen ehemalige Wohnungen darstellen. Andere Deutungen mardellenähnlicher Formen wie z.B. der Sölle in Norddeutschland, weisen andere Erklärungsansätze auf. So hat SILBERSCHLAG (1780, zit. in TROLL 1962) diese Hohlformen als Vulkankrater interpretiert.

LEDAIN (1857, zit. in GRENIER 1906) hingegen interpretierte Mardellen als Reste ehemaliger römischer Militäranlagen.

SCHUMACHER beobachtete in Lothringen im 19. Jahrhundert, daß Mardellen im Bereich der Talsohlen, Depressionen und in tiefergelegenen Hangabschnitten fehlen. Gleichzeitig erkannte er, daß "sich die Verbreitung der Mare im wesentlichen auf die obersten Theile der Gehänge, sowie auf die schmalen oder nur wenig verbreiterten Plateaus zwischen denselben ...", beschränkt. "So ordnen sich auf schmalen, langgestreckten Rücken die Mare meist zu einer Reihe, welche genau oder annähernd der Achse des Rückens entspricht (axiale Stellung); nicht selten aber auch erscheinen sie alsdann gerade an der Grenze zwischen den Abhängen und dem schmalen Plateau, so dass ihre gegenseitige Lage zweien unter sich und der Achse des Rückens parallelen Linien entspricht." (SCHUMACHER 1885)

Mit diesen Beobachtungen hat SCHUMACHER bereits letztes Jahrhundert einen wichtigen Grundstein für die geomorphologische Beschreibung des Auftretens von Mardellen gelegt. Im Rahmen der weiteren Diskussionen und Spekulationen, die aus heutiger Sicht sicher auszuschließen sind, gingen diese Grundlageninformationen jedoch völlig verloren. Aus unterschiedlichen Gründen, von denen er einen wie folgt formuliert: "Das ausschliessliche Vorkommen der Becken in weichen Gesteinen deutet auf Ausspülung (Erosion) und nicht auf Auslaugung oder Verwitterungsprozesse hin" (SCHUMACHER 1885), verwarf SCHUMACHER die Theorie einer Entstehung der Mardellen als Erdfälle und vermutete eine Entstehung als fluvioglaziale Erosionsform. Hierzu postulierte er eine ganz Lothringen bedeckende Landeismasse und erklärt den Entstehungsprozeß wie folgt: "Die in einer solchen Eisdecke beim Abschmelzen sich bildenden zahllosen Spalten würden hauptsächlich längs solcher Linien auftreten müssen, auf welchen die stärksten convexen Umbiegungen der Oberfläche stattfinden. Diese Linien aber fallen in frappanter Weise mit denjenigen zusammen, auf welchen die Mare aufzutreten pflegen" (SCHUMACHER 1885).

In den darauffolgenden Jahrzehnten entbrannte eine heftige Diskussion zwischen Befürwortern einer natürlichen Entstehung der Mardellen und Anhängern von Entstehungstheorien, die auf künstlicher Schaffung durch den Menschen basieren.

Hier sind vor allem die Veröffentlichungen von WELTER (1903,1924), COLBUS (1905,1913), WICHMANN (1901,1903) und LINCKENHELD (1928) zu nennen. Diese Arbeiten beruhen auf archäologischen Untersuchungen, die an teilweise trockengelegten und aufgegrabenen Mardellen durchgeführt wurden. WICHMANN (1901) beschreibt und interpretiert die Füllung einer Mardelle in der Nähe von Altrip wie folgt: "Innerhalb einer fast 3 m starken Moor- und Blätterschicht lagen kreuz und quer Baumstämme, deren längster 14 m misst, bis zu fünf übereinander. Sie sind abgerindet, unten und oben mit der Axt bearbeitet, unten etwas zugespitzt, oben enden mehrere in Gabeln. Zu unterst lag ein vierkantiger Thürpfosten mit Zapfen. Damit ist der Beweis geliefert, dass auf dem Grunde der Mardelle ein Blockhaus gestanden hat."

Nach WERVEKE (1903) zeigt SCHUMACHER in den Erläuterungen zu Blatt Falkenberg eine weitere Erklärung für die natürliche Entstehung von Mardellen auf; und zwar "durch Senkungen infolge Auslaugung von unterirdisch vorhandenen leichtlöslichen Massen, wie Gipsstöcken u.s.w.". Diese Erklärung für die Entstehung der Mardellen im Bereich des Blattes Falkenberg wird jedoch von den Vertretern der anthropogenen Anlage und Nutzung von Mardellen als Wohnungen entschieden abgelehnt.

WERVEKE (1903) hingegen postuliert, daß die Entstehung der Mardellen nicht einheitlich ist, sondern auf verschiedene natürliche und künstliche Vorgänge zurückzuführen ist. Neben der These, daß es sich bei einem Teil der Mardellen um Standorte alter Pfahlbauten handelt, betont WERVEKE eine zweite Möglichkeit künstlicher Entstehung. Er stellte fest, daß ein größerer Anteil an Mardellen in diluvialen Ablagerungen bzw. an der Grenze zwischen Keuper und diluvialen Ablagerungen liegt, als im Keuper selbst und schloß daraus: "Es liegt nun durchaus kein Grund vor, warum gerade hier natürliche Senkungen am häufigsten sein sollen, und es ist deshalb kaum Zufall, daß die Mardellen so häufig in wasserführende Niveaus eingesenkt sind. Sie verdanken also eher einer Absicht ihre Entstehung, der Absicht, sich Wasser zu verschaffen; sie sind, wenigstens die meisten, künstlicher Entstehung."

Diese mit Ausnahme von SCHUMACHER stark archäologisch geprägte Epoche der Erforschung von Mardellen erstreckte sich bis in die zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts. Erst dann wurden geologische und geomorphologische Aspekte stärker in die Theorien zur Entstehung der Mardellen mit einbezogen. DEFFONTAINES & GUYOT (1922) gehen bereits davon aus, daß der größere Teil der Mardellen natürlicher Entstehung ist, durch Lösung von Gips und Salzen im Untergrund. DELAFOSSE & GUYOT (1932) schließen sich ebenfalls dieser Auffassung an, belegen jedoch am Beispiel des Gipssteinbruches bei Hombourg-Budange, die Existenz von Mardellen künstlicher Entstehung durch Sackungen infolge des Abbaues von Gips durch den Menschen.

In den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts entflamte eine erneute Diskussion um die Entstehung der *Mardellen*, wobei eine Bildung unter periglazialen Klimaverhältnissen im Vordergrund der Diskussion stand. Wichtige Beiträge zu dieser Problematik lieferten WIEGAND (1965,1967), PISSART (1958) und CAILLEUX (1956,1957,1960). Als Formen periglazialen Ursprungs, aus denen sich die heutigen *Mardellen* entwickelt haben könnten, wurden *Pingos* (WIEGAND, CAILLEUX 1956) und *Thermokarstformen* (PISSART 1958) sowie *Toteislöcher* für die vergletscherten Gebiete Norddeutschlands und Dänemarks (CAILLEUX 1957) angenommen. Bei einer ausschließlichen Betrachtung der *Mardellen* in Lothringen und der angrenzenden Gebiete ist aus heutiger Sicht jedoch davon auszugehen, daß die klimatischen Verhältnisse während des Periglazials nicht ausreichten, um kontinuierlichen Permafrost und somit ein Wachstum von *Pingos* zu ermöglichen. Nach PISSART & JUVIGNE (1983, zit. in SEMMEL 1985) müssen selbst die als *Pingorüinen* angesehenen Hohlformen im Hohen Venn als Bildungen gedeutet werden, die ohne geschlossenen Permafrost in der jüngeren Tundrenzeit entstanden sein können. An jüngerer Literatur sind insbesondere die Arbeiten von SLOTBOOM (1963) und COUTEAUX (1969) zu erwähnen, die sich sowohl mit geomorphologischen als auch palynologischen Untersuchungen an *Mardellen* im Luxemburger Gutland beschäftigen. SLOTBOOM ging zunächst davon aus, daß es sich bei *Mardellen* um Formen periglazialen Ursprungs handelt, konnte dann jedoch während seiner Untersuchungen durch einen Vergleich mit *Pingos* in den Hautes Fagnes (Belgien) nachweisen, daß es sich bei den *Mardellen* im Gutland nicht um *Pingos* handeln kann. Als Hauptargument hierfür diente das Fehlen der für *Pingos* typischen Wälle um die Hohlform. Weiterhin konnte er nachweisen, daß bestimmte Schwerminerale, die von einem vulkanischen Ereignis in der Eifel stammten, außerhalb der Hohlform, in den schräg einfallenden Schichten der Hänge der Hohlform und im Zentrum der Hohlform vorhanden waren. Im Zentrum fanden sie sich jedoch in wesentlich tieferer Lage. Aufgrund dieses Untersuchungsergebnisses mußte es sich um unterirdischen Abtransport von Material, d.h. um eine *Sackungsform* handeln.

Da *Mardellen* im Gutland überwiegend auf diejenigen Bereiche beschränkt sind, in denen gipshaltige Schichten (km1) auftreten und SLOTBOOM weiterhin ein Zusammenhang zwischen der Dicke des Pseudomorphosenkeupers (km1) und der Anzahl der auftretenden *Mardellen* herstellen konnte, führt er die Entstehung der luxemburgischen *Mardellen* auf Gipslösung im Untergrund zurück.

Im Rahmen einer Arbeit von COLIN & GODARD (1962) wurden abflußlose Hohlformen auf verschiedenen geologischen Substraten in Lothringen untersucht. Abflußlose Hohlformen in tonigen und mergeligen Substraten betreffend, kamen COLIN & GODARD zu folgendem Ergebnis: "... les cuvettes aux bords moins raides

que l' on rencontre dans les marnes et argiles peuvent suivant les cas être attribuées aux phénomènes péri-glaciaires ou à la dissolution de matières solubles dans les roches sous-jacentes. La convergence des formes est telle qu' il n' a pas encore été possible de trouver des critères décisifs pour distinguer ces deux derniers types." (COLIN & GODARD 1962).

In einer weiteren Arbeit beschäftigt sich COUDERC (1978) mit Mardellen in der Touraine. Auch er kommt zu dem Ergebnis, daß für die von ihm untersuchten Mardellen mehrere Erklärungsmöglichkeiten der Entstehung denkbar sind; und zwar durch Lösung löslicher Substanzen im anstehenden bzw. unterlagernden Substrat, was einer Entstehung durch Unterirdischen Karst im Sinne von PFEFFER (1978) entsprechen würde, oder eine Entstehung als Thermokarstform unter periglazialen Bedingungen.

2.2.2 Geschichte der Erforschung der Mardellen in vegetationskundlicher, floristischer und vegetationsgeschichtlicher Hinsicht

Zur Flora und Vegetation der Mardellen liegen wesentlich weniger detaillierte Untersuchungen vor, als dies zur Entstehung der Mardellen der Fall ist. Was die ältere Literatur betrifft, so sind für Lothringen lediglich einige Einzelmeldungen bestimmter Arten zu verzeichnen. So z.B. in den älteren lothringischen Florenwerken wie HOLLANDRE (1842) und GODRON (1883), bei deren Angaben zur Verbreitung einzelner Pflanzenarten teilweise Mardellen explizit erwähnt werden. Weitere Einzelmeldungen finden sich in den veröffentlichten Aufzeichnungen von BARBICHE (1870, durch BENOIT 1929) und FRIREN (1908,1909), die im letzten Jahrhundert einzelne botanische Untersuchungen in Lothringen durchführten. Speziellere vegetationskundliche Untersuchungen der Mardellen liegen von BRAQUE (1966) vom Plateau de Nivernais (östliches Zentralfrankreich), DANGIEN & DECORNET (1977) sowie DANGIEN (1978a, 1978b) zu den Mardellen des Bassigny (nördliches Burgund, zwischen Langres und Neufchâteau) und COUDERC (1978) zur Vegetation der Mardellen der Touraine (Westfrankreich) vor. In den folgenden Jahren erschienen die Arbeiten von SAUER (1982) zur Pflanzenwelt des Jägerpfuhles (Westrich, Saarland) und SCHÄFER-GUIGNIER (1987) zu Kleingewässern des Pfälzerwaldes und der Westricher Hochfläche. Palynologische Untersuchungen liegen von SLOTBOOM (1963) und COUTEAUX (1969) für das Luxemburger Gutland sowie von BRAQUE (1966) im Bereich des Plateau de Nivernais und von COUDERC (1978) für das Gebiet der Touraine vor. Was das Gebiet Lothringens betrifft, so liegen neben einzelnen Fundortangaben in älteren Florenwerken bzw. in den Arbeiten von FRIREN und BARBICHE weder vegetationskundliche noch palynologische Untersuchungen vor.

2.3 Umrahmung der Fragestellung

Die vorliegende Arbeit versteht sich als geoökologisch orientierte Grundlagenarbeit, die Informationen zur Verbreitung, Morphographie, Ökologie und Vegetation der Mardellen des Untersuchungsgebietes bereitstellt und Ansatzpunkte für weitere, speziellere Untersuchungen, soweit sich diese während der Geländearbeit oder der Auswertung ergaben, aufzeigt.

Ein erstes Ziel der Arbeit liegt in der Kartierung der Mardellen, der Erfassung ihrer Lage im Relief und der Beschreibung der Morphographie der Mardellen des Untersuchungsgebietes. Ein weiteres Ziel, welches mit deutlichem Schwerpunkt verfolgt wurde, liegt in einer grundlegenden Erfassung der Vegetation der Mardellen des Untersuchungsgebietes. Dazu sollen charakteristische Vegetationseinheiten bzw. Gesellschaften erarbeitet und in einen räumlichen und ökologischen Zusammenhang im Ökosystem Mardelle gestellt werden.

Die im Rahmen der Arbeit erzielten Ergebnisse beziehen sich zunächst nur auf das Untersuchungsgebiet selbst und können nur unter Vorbehalt auf andere Gebiete übertragen werden. Dies gilt insbesondere für die Vegetation, da Unterschiede bezüglich der Artenzusammensetzung zu erwarten sind, die möglicherweise auf der Verbreitung eher montan bzw. atlantisch bis mediterran geprägter Arten oder der Beschaffenheit des Substrates beruhen.

2.4 Vorstellung des Arbeitsgebietes

2.4.1 Geographische Lage

Das Arbeitsgebiet liegt südöstlich des Dreiländereckes zwischen Frankreich, Deutschland und Luxemburg auf französischem Staatsgebiet. Es gehört zur Verwaltungseinheit des Département Moselle. Auf einer Karte in der Größenordnung des Maßstabes 1:200.000 betrachtet, befindet sich das Arbeitsgebiet annähernd im Schwerpunkt eines gedachten Dreieckes zwischen Sierck-les-Bains, Thionville und Saarlouis.

Nimmt man eine größermaßstäbliche Karte zur Hand, wie beispielsweise die topographische Karte 3411 est, Sierck-les-Bains, im Maßstab 1:25.000, findet man ein großes Waldgebiet, welches von den Ortschaften Kirschnaumen im Norden, Haute-Sierck im Nordwesten, Lemestroff im Westen, Monneren, Laumesfeld und Waldweistroff im Süden sowie Halstroff im Nordosten umschlossen wird.

Dieses Waldgebiet, welches Anteile des Forêt des Quatre Seigneurs, Forêt Communale de Sierck, des Forêt Domaniale de Sierck und des Forêt Communale de Waldweistroff umfaßt, stellt das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit dar.

Die Landschaft um das Untersuchungsgebiet hat, wie die gesamte Grenzregion, eine wechselhafte Geschichte erlebt. Dies spiegelt sich auch in der kartographischen Darstellung der Region wider. So können in Karten unterschiedliche Bezeichnungen für das selbe Waldgebiet angetroffen werden, wie z. B. Forêt de Kalenhofen, Forêt Domaniale de Kalenhofen oder Grosser Kalenhofen. Im folgenden wird, wenn das gesamte Waldgebiet gemeint ist, der Begriff **“Forêt de Sierck”** gebraucht.

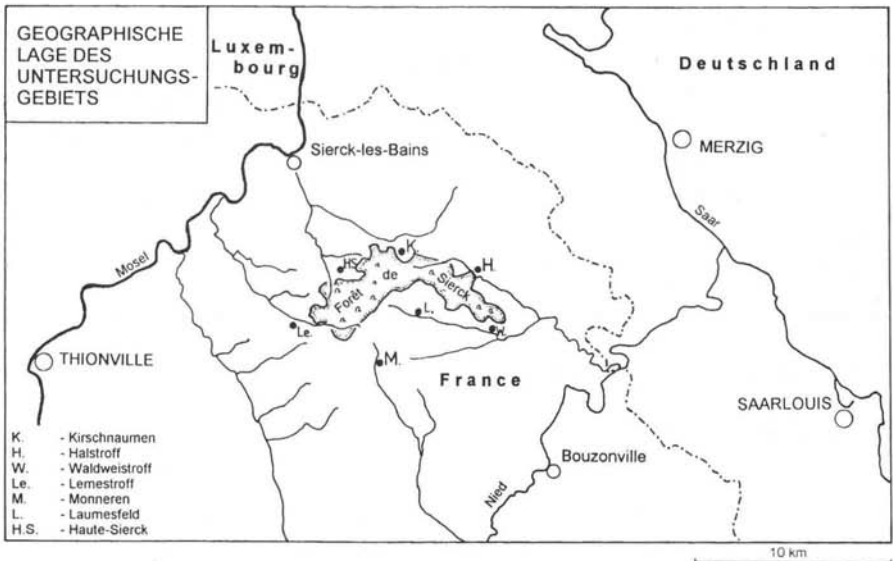


Abb. 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

2.4.2 Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb des lothringischen Schichtstufenlandes im Bereich der Ablagerungen aus der Zeit des Keupers. Da in der Literatur unterschiedliche Gliederungen des Keupers in Lothringen und unterschiedliche Bezeichnungen der ihn aufbauenden Schichten verwendet werden, wurde eine Übersicht über die wichtigsten stratigraphischen Gliederungen und Namensgebungen erarbeitet (Abb. 2).

Hierbei wurden Arbeiten von MAUBEUGE (1990), SCHUMACHER (in WERVEKE 1906) und WERVEKE (1887) sowie die Geologische Karte von Frankreich im Maßstab 1:50.000 Blatt Thionville-Waldwisse und die Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:200.000 Blatt Saarbrücken berücksichtigt.

Im folgenden werde ich mich, obwohl in der französischen Stratigraphie die Lettenkohle nicht dem Unteren Keuper, sondern noch dem Muschelkalk zugeordnet wird, im wesentlichen auf die Gliederung, wie sie in der Legende zur Geologischen Karte von Frankreich im Maßstab 1: 50.000, Blatt Thionville-Waldwisse vorgenommen ist, beziehen. Dies geschieht nicht zuletzt aufgrund der geringen Möglichkeiten, die von SCHUMACHER ausgegliederten Schichten des Salzkeupers, Gipskeupers und der Estheriensichten im Gelände ohne aktuelle Aufschlüsse auszukartieren.

Im Bereich des bearbeiteten Waldgebietes steht nur in einem kleinen Gebiet die Lettenkohle an. Es handelt sich hierbei um einen Teil des Forêt Communale de Waldweistroff, der östlich der von Waldwisse über Halstroff nach Hargarten verlaufenden Verwerfung liegt. In diesem Gebiet treten sowohl die bunten Mergel mit Dolomit- und Sandsteinbänken (Marnes bariolées) als auch der Grenzdolomit (Dolomie limite) auf. Im restlichen Waldgebiet steht der Gipskeuper (Marnes irisées à gypse) mit den für ihn typischen Mergeln und Dolomitmergeln mit Gips und Steinsalz an.

Zusätzlich sind große Bereiche des Arbeitsgebietes mit einer Decke aus Löß bzw. fluvial verlagertem Löß und Lößlehmen, deren Mächtigkeiten zwischen 1-2 m und nur wenigen Zentimetern schwanken, überzogen.

2.4.3 Hydrographie und Morphologie

Als hydrographisch bemerkenswertes Phänomen ist der Verlauf der Wasserscheide zwischen Nied und Mosel durch das Arbeitsgebiet zu erwähnen. Die Wasserscheide verläuft vom südöstlichen Waldrand des Forêt des Quatre Seigneurs bzw. etwa der Ortschaft Ste. Marguerite, entlang einer geraden Linie in nordöstlicher Richtung bis nach Launstroff. Dadurch wird das Arbeitsgebiet in einen östlichen und einen westlichen Teil gegliedert. Der östliche Teilbereich wird über den Ackertsbach und Letzerbach zum Ruisseau de Waldweistroff und anschließend zur Nied entwässert. Der westliche Teil hingegen entwässert über den Hollenbach und den Ruisseau d' Oudrenne direkt zur Mosel.

Stratigraphische Gliederung zusammengestellt nach									
MAUBEUGE (1990)		WERVEKE (1906)		GÜK 1:200.000 Blatt Saarbrücken		WERVEKE (1887)		Carte Géologique de la France Thionville- Waldwisse 1:50.000	
Bezeichnung und Beschreibung	Mächtigkeit	Bezeichnung und Beschreibung	Mächtigkeit	Bezeichnung	Signatur	Bezeichnung	Signatur	Bezeichnung	Signatur
Argiles de Levallois (Argiles rouge lie de vin)	8 m	Rote Tone des Oberen Rhät (Rote, schwach kalkige Tone)	10 m	Oberer Keuper	Ko	Rote Tone	Ko2	Argiles rouges de Levallois	t1b
Grès infraliasique (Grès, sables conglomérats, pelits)	25-28 m	Rhätssandstein = Unteres Rhät (Sandsteine, Kalksandsteine, und Schwarze Tone)	20 m			Rhätische Sandsteine und Konglomerate	Ko1	Grès rhétiens	t1a
		(Grüne Tone, Kalk- und Sandsteinlager)	5 m						
Marnes irisées supérieures (marnolithes et bancs de dolomie, voire grès, gypse)	35-40 m	Steinmergelkeuper (Bunte Mergel mit Sandstein- lager, Dolomitknollen) (Bunte Dolomitmergel (=Steinmergel) mit Dolomit- (und Kalksandstein-) bänken) (an Dolomiten reiche dolomitisch-mergelige Schichten)	35 m	oberer Mittelkeuper	Kmo	Steinmergel- keuper	Km5	Marnes bariolées	t7e
Argiles rouges à gypse = Argiles de Chanville (Marnes rouges, banc d'anhydrite et gypse)	20 m env.	Rote Mergel des Steinmergel- keupers (Rote Mergel mit Gips lagern)	10 m			Rote Mergel	Km4	Marnes rouges à gypse	t7d
Dolomie en dalles = Dolomie de Beaumont (Dolomie en gros bancs ou en dalles)	8 m, 0 au Nord	Plattendolomit = Haupt- steinmergel (Platten- und Zellendolomit)	5 m			Hauptstein- mergel	Km3	Dolomie moellon	t7c
Marnes bariolées (Marnolithes bariolées avec bancs dolomitiques ou grésaux)	5 m env.	Mergel des Schilfsandsteins (Lebhaft bunte dolomitische Mergel und Tone)	5 m	Schilfsand- stein	KmS	Schilfsandstein	Km2		

Grès à Roseaux (grès argileux, schistes, pélites. Couches de nouille à tendance lignite)	12 m env.	Schilfsandstein (Feinkörniger Tonsandstein, im allgemeinen grünlichgrau, nicht selten mit Pflanzen- resten)	12 m, einzelnen Gebieten fehlend					Grès à roseau	t7b
Marme dolomitique et dolomie marmeuse en mince bancs	5 m	Estherienschiefer (Graue u. grüngraue Dolomit- mergel mit tonigen Dolomit- bänkchen, oben z.T. mit unreinen, schwefelkiesreichen Kohlelinsen)	6 m	Gipskeuper	KmG	Salzkeuper	Km1	Marnes irisées à gypse	t7a
Marme dolomitique et marmolithes avec nodules quartz et gypse	12-15 m	Gipskeuper im engeren Sinne (Bunte dolomitische Mergel mit Gips und Quarz)	12 m						
Marmolites bariolées et gypse. A la base minc banc de polyhalithe	20 m env.								
Saliférien (Sel gemme, argiles salées, gypses irréguliers)	110- 150 m	Salzkeuper im engeren Sinne (Bunte, meist düster grau und violett gefärbte Mergel mit Steinsalz-Pseudomorphosen, Gips und Steinsalz.)	75-80 m						
Gypses, anhydrite, marmolites, bancs marmolomitiques banc d'anhydrite	35-40 m								
Dolomie sableuse et marme dolomitique: Dolomie-limite	3 m	Obere Dolomite = Grenz- dolomit (Dolomit und Sandstein)	1 m	Unterer Keuper	Ku	Grenzdolomit	Ku3	Dolomie limite	t6c
Marnes bariolées et dolomie moyenne; grès dolomitique	12 m	Bunte Mergel und mittlere Dolomite (Bunte Mergel mit Dolomit- u. Bandsteinbänken)	17 m			Bunte Mergel	Ku2	Marnes bariolées	t6b
Marme bariolée	5 m								
Dolomie et marnes dolomitiques, argiles, calcaires	5,50 m	Dolomitische Region	10 m			Untere Dolomite	Ku1	Dolomie inférieur	t6a
Dolomie fossilifère	2,50 m								
Marme bariolée	2 m								

Abb. 2: Stratigraphische Gliederung des Keupers in Lothringen

Infolge der im Untersuchungsgebiet anstehenden, meist morphologisch wenig widerständigen Gesteine, wie z. B. den Mergeln und Lößlehmen, bilden sich durch die Erosion des fließenden Wassers überwiegend weiche, relativ breite, abgerundete Rücken mit nur mäßig steilen Flanken aus. Diese Formen dominieren den größten Teil des Untersuchungsgebietes, in dem nur eine geringe Reliefenergie vorliegt. Lediglich im südwestlichen Randbereich des Untersuchungsgebietes, im Bereich des Forêt des Quatre Seigneurs, sind wesentlich steilere Formen ausgebildet. Es handelt sich hierbei ebenfalls um Rücken, die jedoch schmaler ausgebildet sind und sehr steil abfallende Flanken aufweisen, deren Neigungen bis zu 25° erreichen können. Die zwischen den Rücken liegenden Täler sind entsprechend tiefer eingeschnitten. Da sich diese morphologische Ausprägung sowohl während der Geländearbeiten als auch im Rahmen der Auswertung der morphologischen Aufnahmen, als entscheidend für die Verbreitung der Mardellen erwiesen hat, soll an dieser Stelle näher auf ihre Ursachen eingegangen werden.

Die Ursache für das unterschiedliche Erosionsverhalten des Ruisseau d' Oudrenne und des Montenacher Baches ist in der Tektonik des Gebietes um Sierck zu suchen (vgl. Geomorphologische Übersichtskarte, Abb. 3). Im Bereich des Siercker Sattels kamen die geologischen Schichten in tektonische Hochlage. Aufgrund der daraufhin einsetzenden starken Erosion wich die Muschelkalkstufe nach Südwesten zurück. Die später erfolgte Grabenbildung im Bereich des Grabens von Thionville, der auch als Moselgraben bezeichnet wird, bewirkte eine Verlagerung der Schichten im heutigen Einzugsbereich des Ruisseau d' Oudrenne in die Tiefe. Die Mosel findet ihren Weg nach Norden durch die Muschelkalkstufe im Bereich des Grabens von Thionville.

Der Montenacher Bach, im Norden des Untersuchungsgebietes, fließt in den morphologisch widerständigen Schichten des Muschelkalkes, oberen Buntsandsteins und Quarzits und hat so die durch starke Reliefenergie geprägte Landschaft des Montenacher Tales geschaffen. Trotz der Nähe zur Erosionsbasis Mosel, konnte die Erosion des Montenacher Baches noch nicht wesentlich über die Trochitenkalkstufe nach Süden ins Untersuchungsgebiet vordringen. Die Täler enden auf der Keuperhochfläche in sanften Muldentälern, die mit denen des Niedereinzugsgebietes vergleichbar sind.

Die Oudrenne hingegen fließt aufgrund der oben erläuterten Tektonik im Bereich der morphologisch wenig widerständigen und damit leicht ausräumbaren Mergel und Tone des Gipskeupers. Dabei ist die Erosion bis ins Untersuchungsgebiet eingedrungen. Einige Zahlen mögen dies erläutern. Die Oudrenne mündet östlich Malling bei 147 m sm in die Mosel. Nachdem sie bereits eine Laufstrecke von rund 11 km überwunden hat, greift sie am Maison Forestière des Quatre Seigneurs auf einer Höhe von 210 m sm auf das Untersuchungsgebiet über; d.h. sie überwindet auf einer Strecke von 11 km einen Höhenunterschied von 63 m.

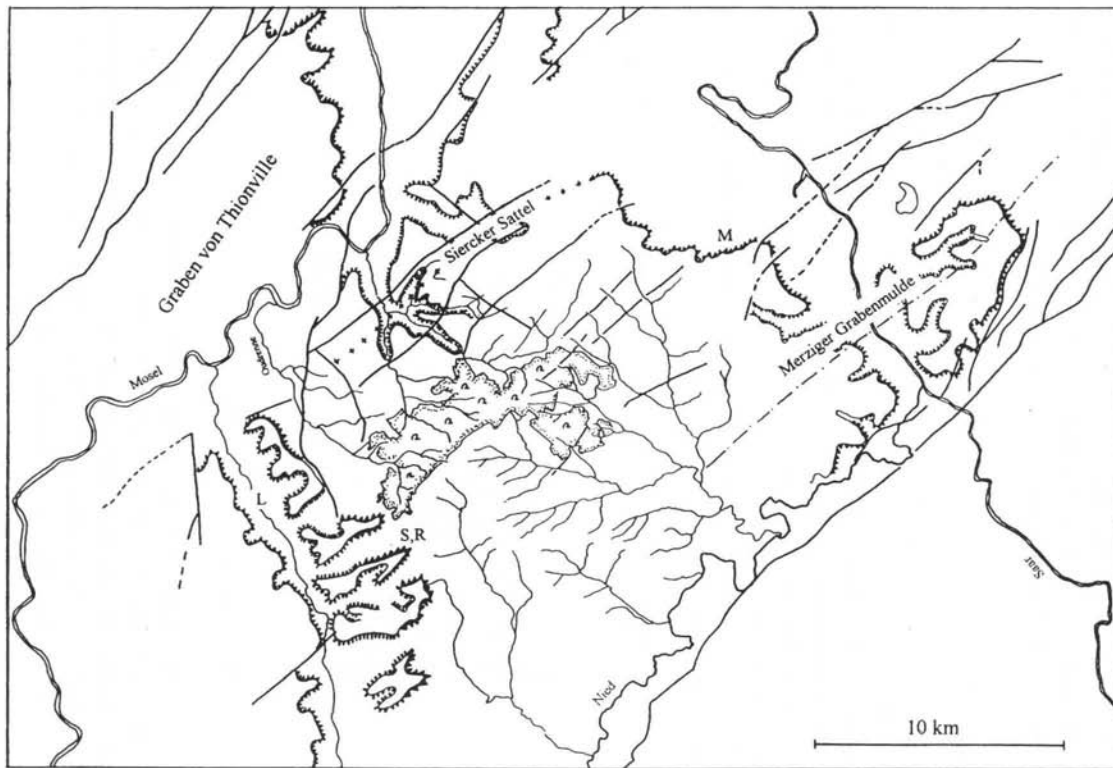


Abb. 3: Geomorphologische und tektonische Übersicht über den Raum zwischen Mosel, Saar und Nied.

▲▲▲ = Frontstufe, ■■■ = Achterstufen und sonstige Strukturstufen, M = Trochitenkalkstufe, S,R = Steinmergel- und Rhätsandsteinstufe, L = Liasstufe, ——— = Verwerfung, - - - = Verwerfung vermutet, + + + = Sattelachse, - · - · = Muldenachse

Betrachtet man nun einen Quellbach der Oudrenne, beispielsweise den Bärbach, so überwindet dieser auf einer Strecke von rund 1,5 km zwischen der Quelle bei 274 m sm und des Maison Forestière de Quatre Seigneurs bei 210 m sm einen Höhenunterschied von 64 m. Dies führt zu einer solchen Erosionskraft, daß sich aus einer Landschaft mit runden Formen und breiten Rücken eine für den Gipskeuper fast schroffe Erosionslandschaft entwickelt hat.

2.4.4 Klima

Die klimatischen Parameter Temperatur und Niederschlag lassen sich für das Untersuchungsgebiet mit relativ großer Genauigkeit darstellen, da am Maison Forestière de Halstroff, welches innerhalb des großen Waldgebietes liegt, eine meteorologische Meßstation eingerichtet ist. Die im folgenden genannten und in Abb. 4 in Form eines Klimadiagrammes nach der Methode von Walter und Lieth dargestellten Angaben zur Temperatur beziehen sich auf einen Zeitraum von 15 Jahren, während sich die Daten bezüglich der Niederschlagsverhältnisse auf einen Zeitraum von 30 Jahren beziehen.

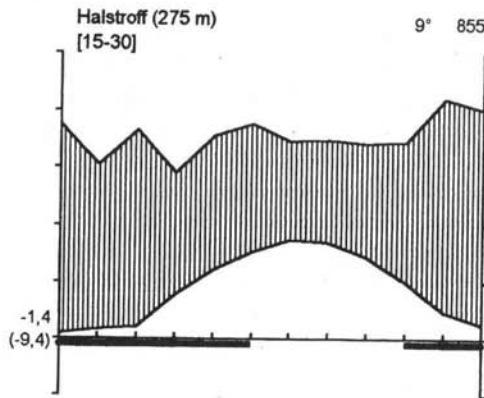


Abb. 4: Klimadiagramm der Station Halstroff

Die durchschnittliche Jahrestemperatur an der Station Halstroff beträgt 9 ° C. Der wärmste Monat ist der Juli mit einer durchschnittlichen Temperatur von 17,4 ° C. Als kältester Monat erwies sich der Januar mit einer durchschnittlichen Temperatur von 0,9 ° C. Als Extremwerte wurden über einen Zeitraum von 15 Jahren 30,4 ° C im Juli und -9,4 ° C im Januar gemessen.

Als mittlerer jährlicher Niederschlag wurden über einen Zeitraum von 30 Jahren 855 mm ermittelt. Die Niederschläge fallen im langjährigen Mittel über das ganze

Jahr annähernd gleichmäßig verteilt. Die durchschnittlichen monatlichen Niederschläge schwanken zwischen 58,1 mm im April und 80,5 mm im Dezember.

2.4.5 Vegetation und Nutzung

Wie in der Beschreibung zur geographischen Lage bereits angeklungen ist, liegt das Untersuchungsgebiet fast vollständig in einem großen Waldgebiet. Außerhalb des Waldes wurden nur Mardellen in unmittelbarer Nachbarschaft zum Waldrand berücksichtigt. Diese Mardellen lagen dann in extensiv genutzten Wiesen und Weiden. Eine umfangreichere Ausdehnung der Untersuchung auf die außerhalb des Waldes liegenden "Feldmardellen" war, aufgrund der starken anthropogenen Überprägung, insbesondere durch die landwirtschaftliche Nutzung sowohl innerhalb als auch in der Umgebung der Mardellen, nicht möglich. Bei ökologischer Betrachtung der Standortfaktoren des Waldgebietes ist anzunehmen, daß sich die potentiell natürliche Vegetation aus Buchenwäldern unterschiedlicher Ausprägung zusammensetzt.

Edaphisch bedingte Eichen-Hainbuchenwälder treten natürlicherweise in den Mulden und Senken sowie vereinzelt in den Plateaulagen auf. Die Eichen-Hainbuchenwälder wurden im Forêt de Sierck in der Vergangenheit durch die Mittelwaldwirtschaft begünstigt und auf nahezu die gesamte Waldfläche ausgelehnt.

Auf großen Flächen des Untersuchungsgebietes sind Eichen-Hainbuchenwälder heute noch vorhanden. Diese werden z.T. auch heute noch in traditioneller Mittelwaldwirtschaft forstlich genutzt. Ein ebenfalls bedeutender Flächenanteil des Untersuchungsgebietes ist heute mit Hochwald bestanden, der sich aus Eichen und Buchen zusammensetzt. Der Anteil an forstlich eingebrachten Nadelhölzern, wie der Fichte und der Douglasie, ist zwar nicht zu vernachlässigen, aber dennoch relativ gering.

2.5 Methodisches Vorgehen

2.5.1 Erfassung der Mardellen

Um eine möglichst umfangreiche Kenntnis der Lage der Mardellen im Untersuchungsgebiet bereits vor Beginn der Geländearbeit zu erlangen, wurde eine umfassende Auswertung des zugänglichen Kartenmaterials vorgenommen.

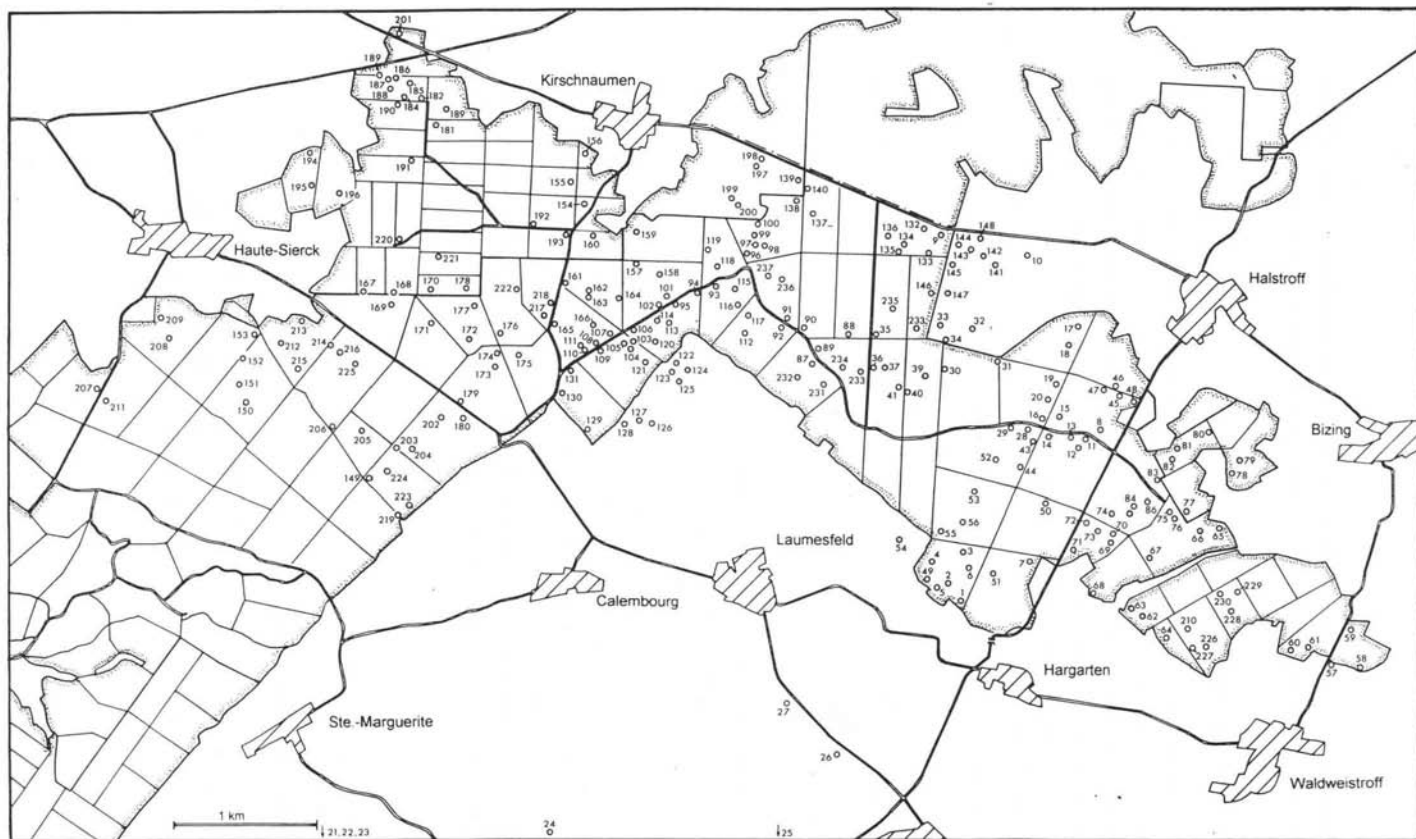


Abb. 5:

Lage der Mardellen des Untersuchungsgebietes

- Mardellennummern -

Die Zahlen an den Mardellen entsprechen der laufenden Mardellennummer

Nördliche Bearbeitungsgrenze
im Forstl. de Sierck entlang der



Abb. 6:

Lage der Mardellen des Untersuchungsgebietes

Abteilungskarte



- 1 Mardelle
- 2 befestigte Forststraße, Straße
- 3 Grenze des Forêt Communale und des Forêt Domaniale
- 4 Grenze des geschlossenen Waldes
- 5 Abteilungsgrenze
- 6 Abteilungsnummern



Ortschaft: Nordliche Bearbeitungsgrenze
im Forêt de Sierck entlang der
Straße Kirschnaumen - Halstroff

Hierbei wurden Karten aus der Zeit von 1880 bis heute berücksichtigt. Aufgrund der weitgehend naturgetreuen Wiedergabe der Morphologie und der zahlreichen Einträge an Mardellen, erwies sich die topographische Karte Blatt Thionville N^{OS}. 7-8 im Maßstab 1:20.000 als die am besten geeignete Grundlage für die Geländearbeit. Während der Geländearbeit selbst mußte ich jedoch sehr schnell feststellen, daß im Wald gelegene Mardellen in Karten sehr stark unterrepräsentiert sind, so daß für die Erfassung der Mardellen eine systematische Kartierung des Untersuchungsgebietes unumgänglich war. Die Kartierung mußte soweit als möglich vor der Belaubung der Mittelwälder durchgeführt werden, um das Auffinden der nicht in den Karten verzeichneten Hohlformen zu erleichtern. Dabei erwiesen sich die von der preußischen Forstverwaltung nach 1870 eingeführten und nach dem 1. Weltkrieg von der französischen Forstverwaltung übernommenen Abteilungsnummern für die Orientierung im Wald als sehr hilfreich. Zur Darstellung der Lage der kartierten Mardellen wurde eine Übersichtskarte über das Untersuchungsgebiet im Maßstab 1:25.000 angefertigt, in welche die kartierten Mardellen mit ihrer laufenden Nummer eingetragen wurden (vgl. Abb. 5). Ergänzend wurde eine Karte gezeichnet, in der die Lage der Mardellen bezogen auf die Abteilungsnummern der Wälder eingetragen sind (vgl. Abb. 6), um dem Leser, der die Ergebnisse der Untersuchungen im Gelände nachvollziehen möchte, die Orientierung im Wald zu erleichtern.

2.5.2 Morphographische Aufnahme

Zur morphographischen Aufnahme der Mardellen wurden die im folgenden aufgeführten Parameter erfaßt.

Lage im Relief

Um die Lage einer Mardelle im Relief eindeutig und nachvollziehbar zu erfassen, wird für die Beschreibung ihrer Position die Angabe von maximal 3 "Reliefkoordinaten" notwendig (vgl. Abb. 7).

Die **erste "Koordinate"** gibt die übergeordnete Reliefform an, an der sich die Mardelle befindet. Hierbei wurden aufgrund der im Gebiet vorherrschenden Morphologie lediglich Lagen an Rücken und Sattel auskartiert. Die Lage im Relief, die im Rahmen der Kartierung als Sattellage bezeichnet wurde, soll die folgende Isohypsenkarte (Abb. 8) verdeutlichen. Mardellen, die auf einem Rücken gelegen sind, werden in der Isohypsenkarte der Abb. 9 und im Blockbild der Abb. 10 dargestellt.

1. Koordinate		2. Koordinate		3. Koordinate	
Reliefform		Reliefelement bez. Querschnitt		Reliefelement bez. Längsschnitt	
Rücken	R	Kulminationsbereich	K	Gipfel	G
		Oberhang	O	Oberhang	O
		Mittelhang	M	Mittelhang	M
		Unterhang	U	Unterhang	U
Sattel	S				

Abb. 7: Morphographische Begriffe zur Beschreibung der Reliefposition einer Mardelle

Die zweite und dritte "Koordinate" beziehen sich nur auf die Reliefform "Rücken". Sie bezeichnen Reliefelemente im Sinne von BARSCH & STÄBLEIN (1978) und geben damit die relative Lage der Mardelle auf der Reliefform an. Wird der Querschnitt der Reliefform "Rücken" betrachtet, so läßt sich der Rücken in Anlehnung an BARSCH & STÄBLEIN (1978) und der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODENKUNDE 1982) in 4 Reliefelemente untergliedern: Kulminationsbereich (Gratlage), Oberhang, Mittelhang und Unterhang. Die Lage in einem dieser 4 Reliefelemente wird durch die **zweite "Koordinate"** festgelegt.

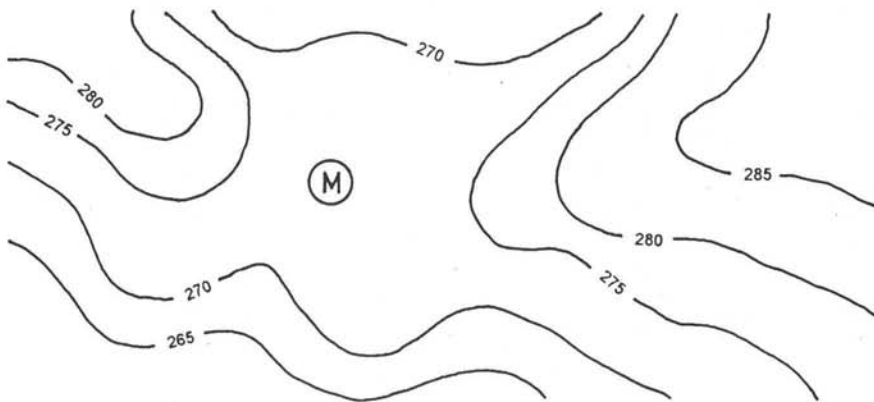


Abb. 8: Isohypsenkarte der Reliefform "Sattel"

Ist der Rücken in seiner Streichrichtung (Längserstreckung) geneigt, wird die Angabe der **dritten "Koordinate"** notwendig. Der Abdachungsbereich des Rückens oder eines Rückenteils wird wiederum entsprechend des Hangbereiches in die Reliefelemente Gipfel, Oberhang, Mittelhang und Unterhang gegliedert.

Die Isohypsenkarte der Reliefform "Rücken" (Abb. 9) enthält alle im Untersuchungsgebiet verwirklichten Reliefpositionen von Mardellen mit Ausnahme der Sattellage. Zur Verdeutlichung der Anwendung der drei "Koordinaten" zeigt die Abb. 10 einen Landschaftsausschnitt des Keuperhügellandes mit mehreren sanft in Streichrichtung abtauchenden Rücken. In diesem sind die Reliefpositionen einiger Mardellen mit dem zugehörigen Lagekürzel eingetragen. Zusätzlich wurde aufgenommen, ob die Mardelle in einem konkaven, konvexen, gestreckten oder unsteten Hanglängsprofil liegt.

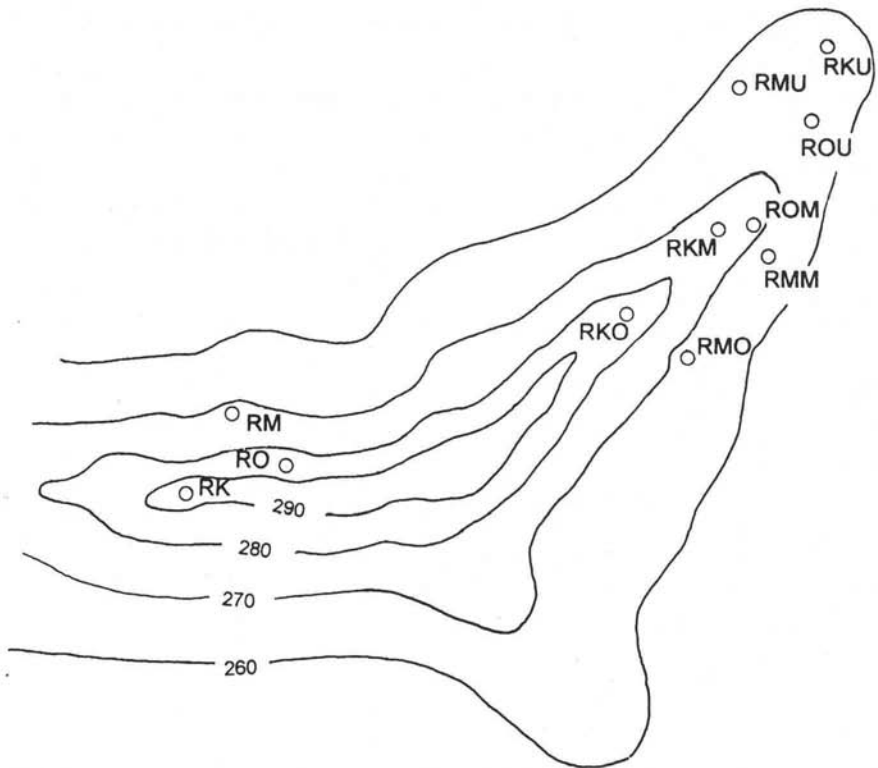


Abb. 9: Isohypsenkarte der Reliefform "Rücken"

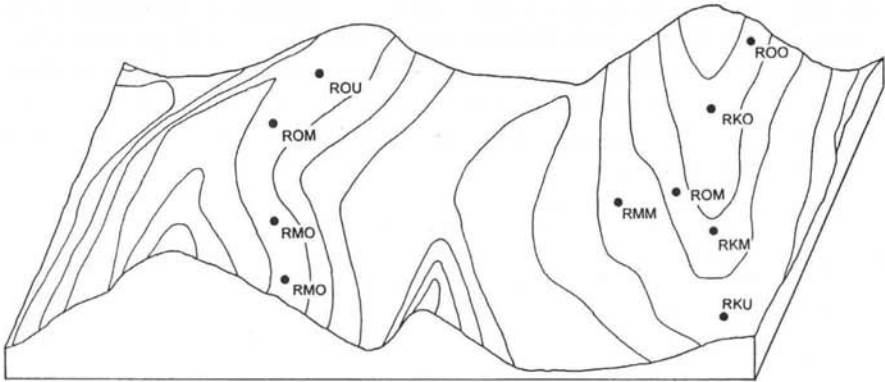


Abb. 10: Landschaftsausschnitt einer Keuperlandschaft. In ihm sind typische Reliefpositionen einiger Mardellen eingetragen.

Morphographie

Zur Dokumentation der Morphographie einer Mardelle liefert ihre äußere Form wichtige Grundlagen. Die Umrißschemata der Mardellen lassen sich in 7 Kategorien zusammenfassen (vgl. Abb. 11).

Desweiteren wurde festgehalten, ob die Mardelle einen sichtbaren Abfluß aufweist und in welche Richtung dieser angelegt ist. Als sichtbaren Abfluß wurden hierbei kleine, meist natürliche, rinnenartige Eintiefungen bis hin zu großen, anthropogen angelegten Entwässerungsgräben kartiert. Dabei wurde, wenn möglich, zwischen Abflüssen natürlicher und anthropogener Entstehung unterschieden. Kleinflächig vernäßte Bereiche unterhalb der Mardelle, die keinen linienhaften Abfluß aufweisen, jedoch auf aus der Mardelle austretende Feuchtigkeit zurückzuführen sind, wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Die Größe der Mardelle und die Tiefe oberhalb der Wasseroberfläche bzw. bei trockenen Mardellen oberhalb der Sedimentoberfläche wurden durch Feldmethoden mit einem langen Meterband, Zollstock, Kompaß und Neigungsmesser bestimmt. Die Größe einer Mardelle wurde über zwei Achsen beschrieben. Die erste Achse (A1) verläuft mit dem Gefälle der umgebenden Geländeoberfläche, die zweite Achse (A2) quer zum Gefälle. Von jeder Achse

wurden Länge und Neigung ermittelt. Die Tiefe unterhalb der Wasseroberfläche konnte im Rahmen der geomorphologischen Aufnahme in der Regel nicht erfaßt werden, da die Mardellen zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht zu betreten waren. Mit Ausnahme der Mardellen, in denen im Rahmen der Probenahme für die pollenanalytische Sondierung gebohrt wurde, können somit nur tendenzielle Angaben zur Tiefe gemacht werden.

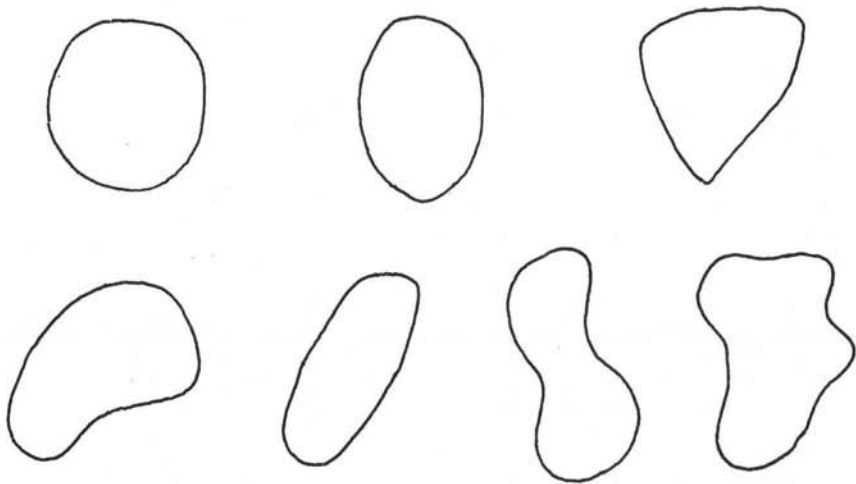


Abb. 11: Umrisse von Mardellen: rund, oval, tropfenförmig, nierenförmig, langgestreckt, in Form einer Acht und unregelmäßig

Feuchtetypen

Bezüglich des Feuchtgrades wurde zwischen offener Wasserfläche, versumpft, teilweise vermoort, vermoort, feucht, periodisch feucht und trocken unterschieden. Diese Feuchtgrade werden im folgenden als **Feuchtetypen** bezeichnet. Aufgrund der unterschiedlichen Anreicherung von Sedimenten und organischem Material und der damit einhergehenden Einschränkung der Wasserzirkulation in der Füllung des Mardellenkörpers, können mehrere Feuchtezustände gleichzeitig, d.h. räumlich nebeneinander, in einer Mardelle auftreten. Das für Mardellen charakteristische Nebeneinander einzelner Feuchtetypen wird als **Feuchtetypenkombination** bezeichnet. Häufig auftretende Kombinationen sind z.B. eine offene Wasserfläche oder eine teilweise Vermoorung mit Torfmooswachstum im Zentrum der Mardelle und eine Versumpfung in den äußeren, das Zentrum umgebenden Bereichen.

2.5.3 Wasserstandsmessung

Wasserstandsmessungen wurden in sechs Mardellen mit unterschiedlichen Vegetationstypen durchgeführt. Es wurden jeweils zwei Meßblatten installiert, die so tief wie möglich im Untergrund verankert wurden, um Positionsveränderungen der Meßblatten insbesondere durch Turbationserscheinungen, wie beispielsweise Frosthub, so weit wie möglich auszuschließen. Als relativer Nullpunkt der Meßreihe wurde der Abstand zwischen der Oberkante der Meßplatte und der Wasseroberfläche gewählt. In den folgenden zwölf Monaten wurde dieser Abstand einmal monatlich gemessen. Dies führt zu einer einfachen Meßreihe, die die Tendenz des jahreszeitlichen Verlaufs des Wasserstandes in den sechs untersuchten Mardellen wiedergibt. Die Meßergebnisse wurden in Diagrammform dargestellt.

2.5.4 Vegetationskundliche Aufnahme

Von 237 im Untersuchungsgebiet kartierten Mardellen wurden 69 Mardellen vegetationskundlich untersucht. Bei der Auswahl dieser Mardellen wurde versucht, alle bereits im Gelände erkennbaren Vegetationstypen zu erfassen.

Die Auswahl der einzelnen, durch eine Kombination bestimmter Vegetationstypen charakterisierter Mardellen, ist statistisch gesehen nicht völlig repräsentativ. Dies ist dadurch zu begründen, daß bei selten auftretenden Vegetationstypen wie z.B. die durch *Sphagnum fimbriatum* oder *Thelypteris palustris* dominierten Bestände, alle im Untersuchungsgebiet kartierten Mardellen mit solchen Beständen vegetationskundlich untersucht werden mußten, um eine Beschreibung des Vegetationstyps zu ermöglichen. Bei sehr häufig in Mardellen auftretenden Arten oder Vergesellschaftungen wie z. B. *Glyceria fluitans* mit *Ranunculus repens* konnten im Rahmen der Arbeit selbstverständlich nicht alle Standorte vegetationskundlich aufgenommen werden. Deshalb sind die Ergebnisse im vegetationskundlichen Teil der Arbeit, im Gegensatz zum morphographischen Teil der Arbeit, nicht quantitativ und qualitativ, sondern nur qualitativ zu verstehen.

Die Vegetation der einzelnen Mardellen wurde unter Anwendung der pflanzensoziologischen Aufnahmemethode nach BRAUN-BLANQUET aufgenommen (BRAUN-BLANQUET 1951).

Bei der Vegetation einer Mardelle handelt es sich in der Regel jedoch nicht um einen einzigen homogenen Bestand, sondern um ein Vegetationsmosaik, welches sich aus mehreren homogenen Beständen zusammensetzt. Um somit eine ausreichend differenzierte Darstellung der Vegetation einer Mardelle zu erreichen, waren häufig mehrere, in sehr großen und komplex strukturierten Mardellen im

Extremfall sogar bis zu acht Aufnahmen notwendig. Um eine vollständige Erfassung der Vegetation einer Mardelle zu ermöglichen, mußte in einigen Fällen das für pflanzensoziologische Aufnahmen geforderte Minimumareal unterschritten werden.

Die Auswertung der vegetationskundlichen Aufnahmen erfolgte durch die in der Vegetationskunde übliche und beispielsweise in DIERSSEN (1990) ausführlich beschriebene, induktive Tabellenarbeit. Hierbei wurden durch synoptischen Tabellenvergleich zunächst Differentialarten-Gruppen erarbeitet. Diese Differentialarten-Gruppen charakterisieren einzelne Vegetationseinheiten, die im weiteren Teil der Arbeit, da sie das Vegetationsmosaik der Mardellen aufbauen, als Vegetationsbausteine bezeichnet werden. Die einzelnen Vegetationseinheiten werden unter Kapitel 5.1 ausführlich besprochen.

Um die vegetationskundlich untersuchten Mardellen als Gesamtheit zu charakterisieren, wird ein weiterer Auswertungsschritt an die Erarbeitung der Vegetationsbausteine angeschlossen. Hierbei werden für jede vegetationskundlich erfaßte Mardelle deren Vegetationsbausteine in einer Tabelle abgetragen. Diese wird analog zum oben dargestellten Schema bearbeitet. Als Ergebnis sind Gruppierungen der Mardellen erkennbar, deren Vegetation sich aus bestimmten Vegetationsbausteinen zusammensetzt.

2.5.5 Transekte

Zur detaillierteren Darstellung der Anordnung einzelner Vegetationsbausteine und ihrer Übergänge innerhalb einer Mardelle sowie der Verdeutlichung der Veränderung der Vegetation einer Mardelle entlang von Gradienten wie z. B. Feuchtigkeit und Nährstoffangebot, wurden durch fünf ausgewählte Mardellen Transekte gelegt. Die Methode zur Aufnahme der Transekte orientierte sich an den Vorschlägen von KONOLD & KOHLER (1986). Es wurde eine Flucht eingemessen, entlang der ein langes Maßband durch die Mardelle gespannt wurde. Dann wurde entlang des Maßbandes jeweils auf einer 2 Quadratmeter umfassenden Fläche eine Vegetationsaufnahme nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt. In der Regel erstreckte sich die Fläche 2 Meter entlang des Maßbandes und 1 Meter senkrecht zum Maßband in die Breite. Nur in wenigen Ausnahmefällen, nämlich dann, wenn deutliche Kontinuitätsbrüche eines Gradienten oder eine scharfe Grenze zwischen zwei Vegetationsbausteinen zu erkennen war, wurde die Erstreckung des Aufnahmesegementes verändert. Die Größe der Aufnahmefläche wurde jedoch konstant gehalten. Im Rahmen der Auswertung der Transekte wurden die Aufnahmen in Form einer Tabelle dargestellt. Um zusätzliche Informationen über einzelne sich entlang des Transektes verändernde Gradienten zu erhalten, wurde

die ökologische Aussage der in den einzelnen Aufnahmen vorkommenden Pflanzenarten herangezogen. Dies geschah über die Auswertung der jeweiligen Zeigerwerte nach ELLENBERG (1991). Bei der Auswertung wurden jedoch nur die Angaben für Gefäßpflanzen berücksichtigt. Die Zeigerwertangaben für Moose (DÜLL in ELLENBERG et al. 1991) differierten in Mardellen des Untersuchungsgebietes von den durch DÜLL vorgenommenen Einstufungen, so daß auf eine parallele Auswertung der Zeigerwerte für Gefäßpflanzen und Moose verzichtet wurde. Die Auswertung der Zeigerwerte für Gefäßpflanzen erfolgte über die Bildung der gewichteten Mittelwerte (Gewichtungsfaktoren siehe Abb. 12) für einzelne Aufnahmen. Diese Mittelwerte wurden in Diagrammform abgetragen.

Deckungsgrad	in Prozent
r	0,1
+	0,2
1	2,5
2	15
3	37,5
4	62,5
5	87,5

Abb. 12: Umrechnung des Deckungsgrades in Prozent (nach ELLENBERG 1991)

Da die Mittelwertbildung von Zeigerwerten statistisch streng genommen nicht zulässig ist, soll auf die ausführlichen Erläuterungen von ELLENBERG in ELLENBERG et al. (1991) verwiesen werden, in denen dargelegt wird, daß das Verfahren der Mittelwertbildung zwar diskutabel ist, aber entsprechende Ergebnisse liefert wie sehr viel aufwendigere statistische Auswertungsverfahren.

2.5.6 Ergänzende Untersuchungen zur Problematik der Mardellen

2.5.6.1 pH-Wert-Messung

pH-Wert-Messungen wurden nicht systematisch, sondern nur an einigen wenigen Mardellen mit "Merck-Indikatorpapier" durchgeführt, um tendenzielle Anhaltspunkte zur Acidität der Vegetationsstandorte zu erhalten.

2.5.6.2 Pollenanalytische Sondierung

Als ergänzende Untersuchung zur zentralen Fragestellung der Arbeit wurden zusammen mit Herrn Dr. A. Hölzer, Karlsruhe, mit einem Torf-Bohrer an mehreren Mardellen Proben entnommen. Ziel dieser Sondierungen war es eine erste Übersicht insbesondere über den Pollenerhalt in Mardellen allgemein, aber auch über die Pollenzusammensetzung zu erlangen. Insbesondere wurde darauf geachtet, daß aus jeder beprobten Mardelle eine Probe aus dem Übergangsbereich zwischen organischer und überwiegend mineralischer Sedimentfüllung entnommen wurde. Die Proben wurden von Herrn Dr. A. Hölzer dankenswerter Weise aufbereitet und ausgewertet.

2.5.7 Kurze Anmerkungen zu kritischen Taxa

Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Weidengebüsche setzen sich aus *Salix caprea*, *Salix aurita* und *Salix cinerea* sowie deren Bastarden zusammen. Bei der Aufnahme im Gelände wurde versucht die einzelnen Taxa zu unterscheiden. Dabei stellte sich der Bastard zwischen *Salix aurita* und *Salix cinerea*, *Salix x multinervis*, als sehr häufig heraus. Bestände mit reiner *Salix cinerea* sind hingegen kaum aufgetreten. Aufgrund der fließenden Übergänge zwischen den drei Taxa ist eine eindeutige Ansprache, insbesondere die Abgrenzung zwischen *Salix x multinervis* und *Salix aurita*, häufig sehr schwer gefallen. Da sich außerdem, die ökologische Aussage dieser beiden Sippen betreffend, kaum Unterschiede ergeben, wurden die Taxa in den Vegetationstabellen unter *Salix aurita* agg. zusammengefaßt.

Bei *Plagiothecium ruthei* handelt es um ein Taxon, dessen taxonomischer Stellenwert umstritten ist. Während FRAHM & FREY (1983) und SMITH (1980) die Art ausgliedern, wird sie von einigen Autoren als standortsbedingte Form von *Plagiothecium denticulatum* aufgefaßt. Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Sippen mit ganzrandigen und deutlich quergewellten Blättern wurden als *Plagiothecium ruthei* auskartiert.

3. Morphologie

3.1 Lage der Mardellen im Relief

Mardellen konnten im Untersuchungsgebiet nicht in allen Reliefpositionen beobachtet werden, sondern es zeigte sich eine deutliche Korrelation zu bestimmten, teilweise sogar zu bevorzugten Lagen.

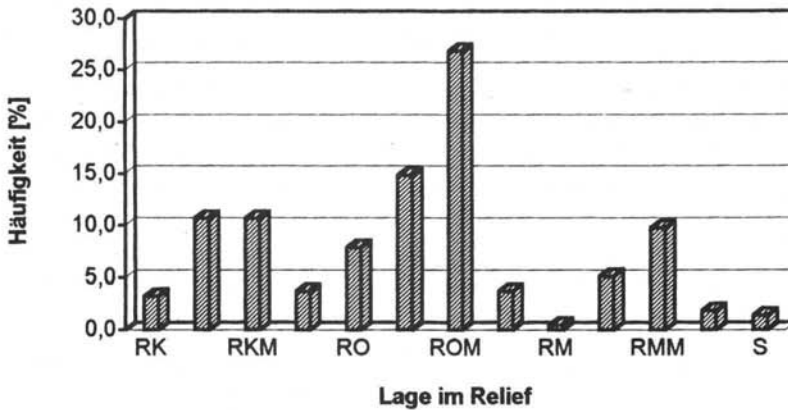


Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der Lage der Mardellen im Relief

Dabei bedeutet: R = Rücken, K = Kulminationsbereich, O = Oberhang, M = Mittelhang, U = Unterhang.

Mardellen konnten nie in Tallinien, sondern immer nur in unterschiedlichen Lagen zur Reliefform Rücken oder in Sattellage angetroffen werden. Dabei entfallen lediglich 1,4% auf eine Sattellage, während über 98% der kartierten Mardellen an der Reliefform Rücken beobachtet wurden (vgl. Abb. 13).

Bei genauerer Betrachtung der relativen Lage zur Reliefform Rücken wird deutlich, daß auch hier nicht alle denkbaren Positionen beobachtet werden konnten.

Zunächst wurde unterschieden zwischen der Lage einer Mardelle im Kulminationsbereich des Rückens und der Lage im Bereich der Flanke eines Rückens. Hierbei wurde deutlich, daß etwa ein Drittel (28,34%) der im Untersuchungsgebiet kartierten Mardellen im Kulminationsbereich der relativ

breiten, langgestreckten Rücken liegen, während annähernd zwei Drittel (70,35%) im Bereich der Flanken eines Rückens anzutreffen sind.

Betrachten wir zuerst die Lage der Mardellen im Kulminationsbereich eines in Längserstreckung geneigten Rückens. Hier konnten sowohl Vorkommen im Oberhang, im Mittelhang als auch im Unterhang des Rückens kartiert werden. Dabei waren Lagen im Oberhang (RKO) und im Mittelhang (RKM) mit einem jeweiligen Anteil von 10,65% an den insgesamt aufgetretenen Lagen wesentlich häufiger zu beobachten, als ein Vorkommen von Mardellen im Bereich des Unterhanges. Der Anteil an Mardellen mit der "Koordinate" RKU, d.h. der Lage im Unterhang des Kulminationsbereiches eines Rückens, beträgt lediglich 3,7%.

Bei einer genaueren Betrachtung der Verteilung der Mardellen auf die Reliefelemente Oberhang, Mittelhang und Unterhang im Bereich der Flanken eines Rückens, wird die Häufung des Auftretens in bestimmten Lagen besonders deutlich. Während ungefähr die Hälfte (53,23%) aller kartierten Mardellen im Oberhang der Flanke eines Rückens (RO*) beobachtet werden konnten, beläuft sich der Anteil an Mardellen im Mittelhang der Flanke (RM*) auf 17%. Im Unterhang der Flanke eines Rückens konnten im Untersuchungsgebiet keine Mardellen nachgewiesen werden.

Während die dritte "Koordinate" bei nicht geneigten Rücken nicht angegeben werden kann und sie damit für diese Betrachtung keine Rolle spielt, wird bei der Betrachtung geneigter Rücken deutlich, daß Mardellen sowohl im Oberhang (ROO, RMO), im Mittelhang (ROM, RMM) als auch im Unterhang (ROU, RMU) der Längsabdachung eines Rückens auftreten können.

Im Idealfall können sich Mardellen entlang eines geneigten Rückens im Oberhang und/oder im Mittelhang der Flanke rückenparallel zu annähernden Linien anordnen. Die isohypsenparallelen Mardellen an der ostexponierten Flanke des westlichen Rückens in Abb. 9 zeigen diese Anordnung.

Als weiteres beschreibendes Kriterium für das Vorkommen von Mardellen in Abhängigkeit vom Relief, kann das Hanglängsprofil des Hanges, in den die Mardelle eingetieft ist, herangezogen werden.

Dabei ist auffällig, daß die Mehrheit (69%) der Mardellen des Untersuchungsgebietes in konvexen Hangbereichen auftreten. Die restlichen 31% der kartierten Mardellen befinden sich in gestreckten Hangbereichen. In konkaven Hangbereichen wie Nischen, Dellen oder im Unterhang der Flanke eines Rückens konnten im Untersuchungsgebiet keine Mardellen beobachtet werden.

3.2 Verteilung der Mardellen in Bezug auf Exposition und Geländeneigung

Die Exposition der Mardellen betreffend, muß festgestellt werden, daß für die Mardellen des Untersuchungsgebietes weder eine enge Bindung an bestimmte Expositionen, noch ein Fehlen in bestimmten Expositionen beobachtet werden konnte (Abb. 14).

Eine Häufung der Vorkommen von Mardellen ist im Diagramm bei den Expositionen Nord, Nordost und Süd zu erkennen. Dies läßt vermuten, daß die Verteilung der Exposition der kartierten Mardellen lediglich die Verteilung der Exposition der Flanken der Rücken und der Kulminationsbereiche der Längsabdachung der Rücken mit "mardellenfreundlichen" Neigungsgraden im Untersuchungsgebiet widerspiegelt.

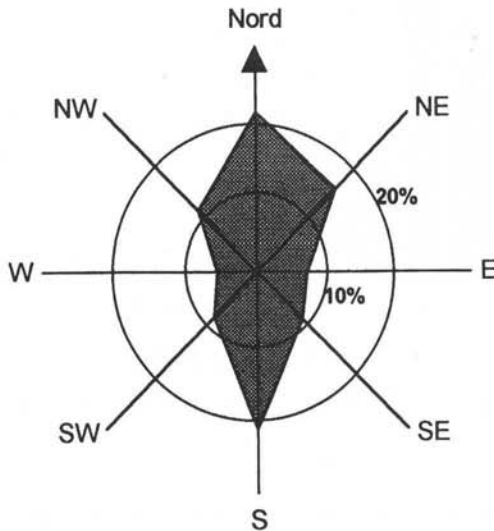


Abb. 14: Verteilung der Mardellen des Untersuchungsgebietes auf bestimmte Expositionen

Bei genauerer Betrachtung der Morphologie des Untersuchungsgebietes fällt auf, daß mehrere Rücken Südwest - Nordost streichen, wie z.B. der Rücken zwischen dem Maison Forestière de Halstroff und der als "Hexenpfuhl" in der Karte (Carte de la France 1: 25 000, Blatt Sierck-les-Bains) eingetragenen Mardelle. Die Mardellen an den Flanken dieser Rücken (Flankenlagen sind insgesamt häufiger als Kulminationslagen) haben somit eine überwiegend nördlich bzw. südlich gerichtete Exposition.

Daneben treten sanft geneigte, in Längserstreckung nach Norden oder Süden abdachende Rücken auf, auf denen häufig Mardellen in Kulminationslage zu finden sind. Diese Mardellen weisen ebenfalls eine nördlich bzw. südlich gerichtete Exposition auf.

Diejenigen Lagen im Relief, an denen Mardellen besonders häufig beobachtet werden konnten, wie z.B. die Lage im Ober- oder Mittelhang der Flanke bzw. im Ober- oder Mittelhang des Kulminationsbereiches eines Rückens, müssen somit aufgrund des vorgegebenen Reliefs zu einem hohen Prozentanteil nord-, nordost- oder südexponiert sein.

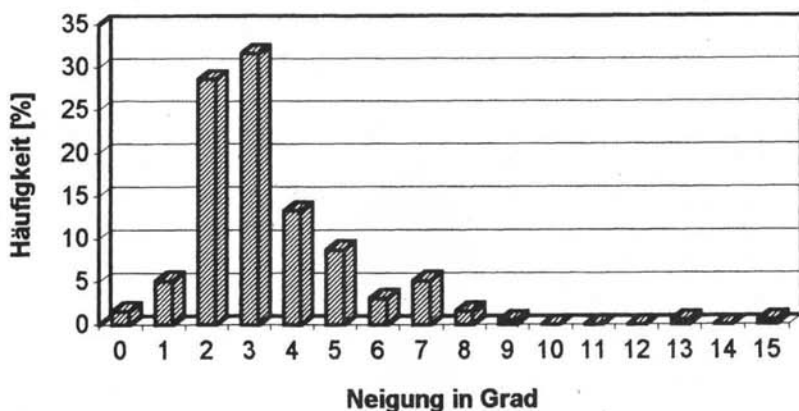


Abb. 15: Verteilung der Mardellen des Untersuchungsgebietes auf einzelne Geländeneigungen

Bei der Betrachtung der Verteilung der Mardellen auf einzelne Neigungsgrade (vgl. Abb. 15) wird deutlich, daß die Mardellen des Untersuchungsgebietes bei Geländeneigungen zwischen 0° und 15° auftreten. Dabei entfallen 98,98% auf die Neigungen zwischen von 0° und 9° . Die restlichen 1,02% stellen 2 Ausreißer dar, die bei 13° und 15° Geländeneigung angetroffen werden konnten. Während 61% der Mardellen bei Geländeneigungen von 2° und 3° auftreten, fehlen Mardellen bei Geländeneigungen von mehr als 15° im Untersuchungsgebiet völlig.

Ein gutes Beispiel für diese Abhängigkeit der Mardellen von bestimmten Geländeneigungen liefert der Forêt des Quatre Seigneurs im Südwesten des Untersuchungsgebietes. Es handelt sich hierbei um die bereits im Rahmen der Morphologie des Untersuchungsgebietes angesprochene Ausräumungslandschaft.

Dort konnten an den Reliefelementen Oberhang und Mittelhang der Flanken der Rücken, die für das Auftreten von Mardellen typisch sind, Geländeneigungen von 9° bis 25° gemessen werden. Die Mehrheit der gemessenen Neigungen liegt in einer Größenordnung von 14° bis 16° . Bei ansonsten konstanten Bedingungen und dem durch Beobachtungen an einem Aufschluß belegten Vorkommen von Gips in den anstehenden Schichten, geht mit den hohen Geländeneigungen ein völliges Fehlen der Mardellen einher.

3.3 Beschreibung der Mardellen als geomorphologische Form

Bei Mardellen handelt es sich um in die Geländeoberfläche eingetiefte Hohlformen, die in ihrem äußeren Bereich oder in ihrer Umgebung keinen Wall aufweisen und meist mit einer runden Hangkante in die umgebende Geländeoberfläche überleiten.

Im Untersuchungsgebiet konnten Mardellen unterschiedlicher Gestalt bzw. unterschiedlichen Größen und Tiefen festgestellt werden.

3.3.1 Gestalt der Mardellen

Bezüglich der Umrißschemata konnten schwerpunktmäßig mit einer Häufigkeit von mehr als 94% Einzelmardellen beobachtet werden. Nur in wenigen Fällen traten Doppelmardellen auf, die aus zwei Teilmardellen bestehen und teilweise einen Steg zwischen den beiden Teilformen aufweisen. Bei nur 1,4% der Mardellen des Untersuchungsgebietes konnte aufgrund der unregelmäßigen Form eine Entstehung aus mehr als zwei Teilformen in Betracht gezogen werden. Ob es sich jedoch wirklich um ein Gebilde aus mehreren Mardellen handelt oder ob aufgrund anderer Standortfaktoren wie Gestein oder anthropogenem Einfluß eine Modifikation der üblichen Einzelform vorliegt, müßte durch genauere Untersuchungen zur Entstehung der Form geklärt werden.

Bezüglich der Umrisse treten ovale, runde, tropfenförmige, nierenförmige, achtförmige und unregelmäßige Mardellen auf. Die Häufigkeitsverteilung der Umrisse ist in Abb. 16 dargestellt. Mit 42% sind ovale Mardellen am häufigsten. Weitere bedeutende Prozentanteile erreichen tropfenförmige Mardellen mit 23% und runde Mardellen mit 18%. Nierenförmige, achtförmige und unregelmäßige Mardellen sind seltener.

Bei der Auswertung der Verteilung der einzelnen Mardellenumrisse auf die jeweilige Neigung der umgebenden Geländeoberfläche, liegen entsprechend der größten Mardellenhäufigkeit bei Neigungen zwischen 2° und 4° , die Gipfel der

Verteilungen der einzelnen Umrißschemata ebenfalls in diesem Neigungsbereich. Die größte Streuung bezüglich der Geländeneigung mit 0° bis 9° (-15°) zeigen runde Mardellen. Die kleinsten Streuungen sind bei nierenförmigen, achtförmigen und unregelmäßigen Mardellen zu beobachten. Dabei sind erstere bei Geländeneigungen von 2° bis 6° zu verzeichnen, während die beiden anderen Umrisse auf 2° bis 4° bzw. 2° bis 5° beschränkt sind. Für tropfenförmige Mardellen ist charakteristisch, daß diese erst bei Geländeneigungen von mindestens einem Grad auftreten, da ansonsten das für ihre Ausbildung notwendige Gefälle für einen einseitigen Auslauf überschüssigen Wassers fehlt. Es erscheint jedoch erstaunlich, daß bei hohen Neigungen tropfenförmige Umrisse gegenüber runden und ovalen Umrisen zurücktreten.

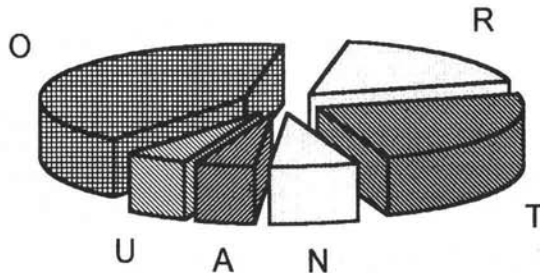


Abb. 16: Häufigkeitsverteilung der an den Mardellen des Untersuchungsgebietes beobachteten Umrißschemata.

Dabei bedeutet: O = oval, R = rund, T = tropfenförmig,
N = nierenförmig, A = in Form einer Acht und U = unregelmäßig

Bei Betrachtung der Verteilung der einzelnen Umrißschemata von Mardellen auf die unterschiedlichen Lagen im Relief ist, abgesehen von der Häufung der achtförmigen Mardellen in der Lage ROM (Oberhang der Flanke, Mittelhang des geneigten Rückens), keine auffällige Bindung einzelner Umrißschemata an bestimmte Lagen im Relief zu erkennen. Die Tatsache, daß in Sattellage nur ovale Mardellen auftreten, kann durch die natürlicherweise geringen Geländeneigungen im Falle einer Sattellage erklärt werden.

Mit Angaben zum Böschungswinkel und zur Böschungslänge der Hänge der Hohlform kann die Beschreibung einer Mardelle als dreidimensionaler Körper vervollständigt werden. Bei der Erfassung der Mardellen wurde als einfacher Parameter, der eine Aussage über den Böschungswinkel und über die Böschungslänge der Mardellenhänge zuläßt, der Neigungstyp, jeweils entlang von Gefälls- und Querachse der Mardelle beurteilt.

Es können im Untersuchungsgebiet zwei verschiedene Neigungstypen unterschieden werden. Beim ersten Neigungstyp sind die einander gegenüberliegenden Böschungen weitgehend identisch, so daß das Profil durch die Mardelle symmetrisch erscheint. Der zweite Neigungstyp zeichnet sich durch einen asymmetrischen Profilverlauf aus, bei dem sich die einander gegenüberliegenden Böschungen deutlich unterscheiden. Der asymmetrische Neigungstyp konnte nur entlang der Gefällsachse beobachtet werden.

Entlang von Gefälls- und Querachse treten bis zu Geländeneigungen von 2° (-3°) nur symmetrische Neigungstypen auf. Mardellen mit dieser Morphologie werden als schüsselförmig bezeichnet (Abb. 17, links).

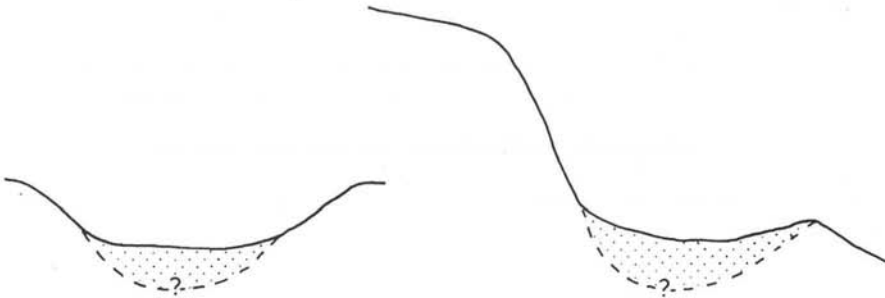


Abb. 17: Schüsselform und Sesselform der Mardellen

Ab einer Geländeneigung von 3° unterscheiden sich die beiden Profile entlang von Gefälls- und Querachse sehr deutlich. Während das Profil entlang der Querachse dem symmetrischen Neigungstyp entspricht, entspricht das Profil entlang der Gefällsachse dem asymmetrischen Neigungstyp. Diese Mardellen weisen eine Morphologie auf, die als Sesselform (vgl. Abb. 17, rechts) bezeichnet wird. Dabei können Böschungswinkel und -länge der Mardellenrückwand stark variieren.

3.3.2 Größenverhältnisse der Mardellen

Um Angaben zur Größe der Mardellen zu ermöglichen, wurden im Gelände die Länge einer Gefälls- und einer Querachse sowie die Tiefe der Mardelle an der

höchsten Mardellenwand, in der Regel war dies die Mardellenrückwand, bis zur Wasseroberfläche gemessen.

Die Längen der Gefällsachse schwanken zwischen 7,0 m (Mardelle 59) und 50,0 m (Mardelle 4). Die Längen der Querachse schwanken zwischen 7,5 m (ebenfals Mardelle 59) und 54,5 m (Mardelle 169).

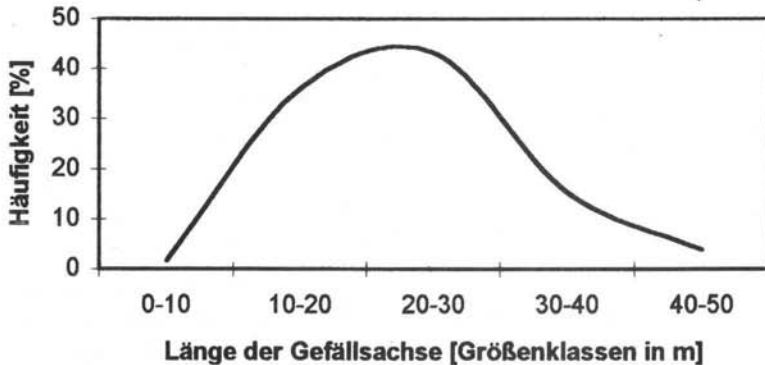


Abb. 18: Verteilung der Längen der Gefällsachsen der Mardellen auf einzelne Größenklassen

Eine Übersicht über die Verteilung der Längen der Gefällsachse (Achse A1) ist in Abb. 18 gegeben. Aus dieser Abbildung wird deutlich ersichtlich, daß die Mehrzahl der Mardellen des Untersuchungsgebietes eine Gefällsachse in der Größenordnung von 10 m bis 20 m (36%) und 20 m bis 30 m (43%) aufweisen. Mardellen mit Gefällsachsen in der Größenordnung von 30 m bis 40 m sind mit 15% durchaus noch regelmäßig anzutreffen, während Mardellen mit Gefällsachsen von über 40 m oder unter 10 m stark zurücktreten. Die Querachse weist eine ähnliche Längenverteilung auf.

Um neben diesen gemessenen Größenangaben ein Maß zu erhalten, dessen Werte für einen Vergleich der Mardellen bezüglich ihrer Größe herangezogen werden können, wurde die Fläche einer Mardelle als Ellipse aus den Achsenlängen berechnet. Hierbei kann es sich nicht um eine mathematisch exakte Flächenberechnung handeln, sondern es soll versucht werden, eine für einen Vergleich der Größen ausreichend genaue Näherung zu erlangen, weshalb die Formel einer Ellipse der Berechnung zugrunde gelegt wurde. Die so errechnete Zahl wird im folgenden als

Größenmaßzahl GM der Mardellen, die in Quadratmetern angegeben wird, bezeichnet.

$$G_M [m^2] = \pi \times \frac{\text{Gefällsachse [m]} \times \text{Querachse [m]}}{4}$$

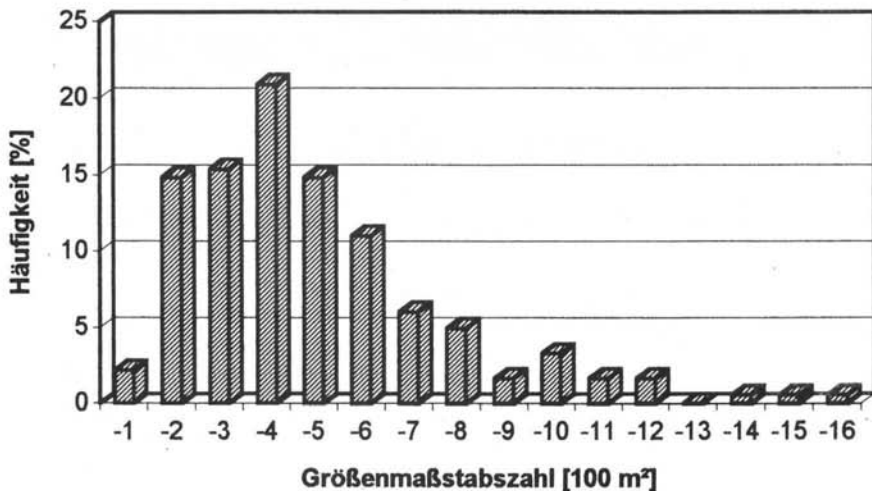


Abb. 19: Verteilung der Größenmaßzahlen der Mardellen des Untersuchungsgebietes

Eine Übersicht über die Verteilung der Größenmaßzahlen der Mardellen liefert Abb. 19. Die Größenmaßzahlklassen weisen eine linksgipflige unimodale, annähernd normale Verteilung auf. Da einige Mardellen mit hohen Größenmaßzahlen, d.h. Mardellen mit einer sehr großen Achse oder zwei relativ großen Achsen vorhanden sind, deren Größenmaßzahlen über mehrere Größenmaßzahlklassen verteilt sind, ist eine Streuung rechts des Medians der Verteilung zu beobachten. Ungefähr 77% der Mardellen haben eine Größenmaßzahl zwischen 100 m² und 600 m². Die flächenmäßig kleinste Mardelle des Untersuchungsgebietes weist eine Größenmaßzahl von 94 m² auf (Mardelle 59), während die flächenmäßig größte Mardelle, Mardelle 33 eine Größenmaßzahl von 1550 m² besitzt.

Da zunächst zu vermuten war, daß die Größe der Mardellen mit zunehmender Geländeneigung abnimmt, wurde der Zusammenhang zwischen den beiden Parametern Neigung und Größenmaßzahl der Mardellen statistisch abgeprüft. Die statistische Auswertung ergab einen Korrelationskoeffizienten von -0,0992. D.h. zwischen den beiden Parametern Neigung und Größenmaßzahl der Mardellen besteht kein linearer Zusammenhang.

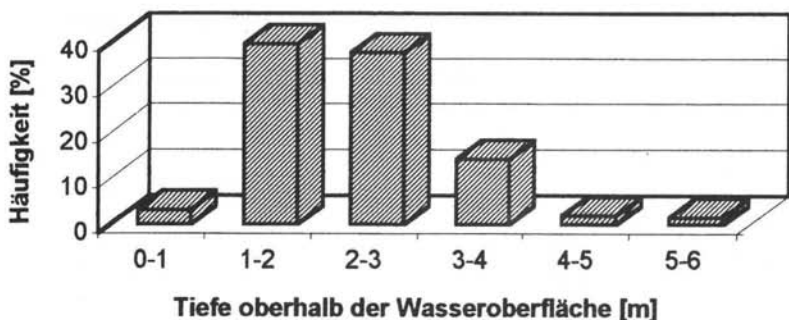


Abb. 20: Verteilung der Tiefe oberhalb des Wasserspiegels auf einzelne Klassen

Als weiterer Parameter für die Erfassung der Größe einer Mardelle ist die Tiefe von Bedeutung. Wie im methodischen Teil bereits erläutert, konnte für die Mehrzahl der Mardellen im Rahmen der Arbeit nur die Tiefe oberhalb des Wasserspiegels bzw. bei trockenen Mardellen oberhalb der Sedimentfüllung gemessen werden. Diese Tiefe schwankte am Beispiel der Mardellen im Forêt de Sierck zwischen 0,5 m an Mardelle 59 und 5,65 m an Mardelle 170. Eine Übersicht über die Tiefenverteilung, die sich aus den Geländeaufnahmen ergab, zeigt Abb. 20. Dabei wird deutlich, daß Mardellen mit Tiefen unter einem Meter nur relativ selten auftreten (in 7% der Fälle), während Tiefen zwischen 1 und 2 m mit 36% und Tiefen zwischen 2 und 3 m mit 38% sehr häufig auftreten und zusammen etwa drei Viertel der Mardellen abdecken. Während Tiefen zwischen 3 und 5 m bei 15% der Mardellen auftreten, wurden Tiefen von mehr als 4 m nur an wenigen Mardellen (4%) angetroffen.

Die Beobachtungen während der Geländearbeit ließen vermuten, daß Zusammenhänge zwischen der Geländeneigung und der Tiefe einer Mardelle bzw. in der Mehrzahl der Fälle zwischen der Größe und der Tiefe einer Mardelle bestehen. Beide Zusammenhänge wurden statistisch überprüft.

Durch einen Korrelationskoeffizienten von 0,54886 wurde ein mäßig starker linearer Zusammenhang bestätigt.

Möglicherweise ist der Zusammenhang zwischen den beiden Parametern Neigung und Tiefe dadurch zu erklären, daß die Tiefe an der höchsten Mardellenwand, d.h. an der Mardellenrückwand gemessen wurde. Betrachten wir dazu ein Schema, das die Entstehung zweier Mardellen durch Unterirdischen Karst erläutert (Abb. 21).

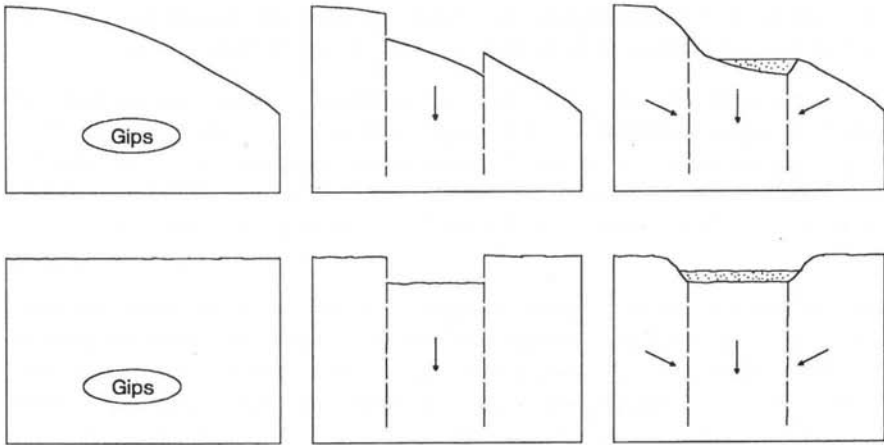


Abb. 21: Schematische Darstellung der Entstehung einer Mardelle unter Annahme von Gipslösung im Untergrund. Oben bei geringer bis fehlender Geländeneigung; unten bei hoher Geländeneigung.

Die obere Mardelle entsteht in einem Hang, der keine Neigung aufweist, während sich die untere Mardelle in einem Hang mit hoher Neigung ausbildet. Um einen Vergleich der beiden Formen zu ermöglichen muß jeweils von einer Gipslinse ausgegangen werden, die eine konstante Mächtigkeit aufweist, in gleichem Abstand unter der entstehenden Mardelle liegt und deren lösliche Bestandteile völlig gelöst und abtransportiert werden. Desweiteren sollten die beiden entstehenden Sackungsformen die gleiche Größe aufweisen, da ein Zusammenhang zwischen Größe und Tiefe einer Mardelle vermutet werden muß. Unter diesen Voraussetzungen würden sich Formen ausbilden, wie sie im rechten Teil der Abbildung dargestellt sind. Die Mardelle im steilen Hang müßte stets eine höhere Rückwand aufweisen als diejenige in einem flacher einfallenden Hang.

Aufgrund der Beobachtungen bei den Bohrungen für die pollenanalytische Untersuchung muß vermutet werden, daß nicht unbedingt zu erwarten ist, daß in großen und tiefen Mardellen bei hoher Geländeneigung auch eine mächtige, wenig verfestigte, organische Sedimentfüllung im Mardellenkörper vorhanden ist. So konnte am Beispiel von Mardelle 159, die bei 3° Geländeneigung eine Tiefe oberhalb der Wasseroberfläche von 3,95 m aufweist, lediglich eine organische Sedimentfüllung von 0,5 m erbohrt werden. Im Gegensatz dazu wurde an Mardelle

202, die bei 2° Geländeneigung eine Tiefe oberhalb der Wasseroberfläche von 2,15 m aufweist, eine organische Füllung von 3,95 m Mächtigkeit erbohrt.

Sollte sich dieses Verhalten als eine Regelmäßigkeit erweisen, was aufgrund der viel zu geringen Stichprobe der Bohrungen nicht beurteilt werden kann, so würde sich möglicherweise ein anderer Zusammenhang zwischen der Gesamttiefe der Hohlform und der Geländeneigung ergeben, als dies bei dem oben besprochenen zwischen der Tiefe oberhalb der Wasseroberfläche und der Geländeneigung der Fall ist.

Bei der Betrachtung des Zusammenhanges zwischen der Größe einer Mardelle, wofür die Größenmaßzahl herangezogen wurde, und der Tiefe einer Mardelle ist ein mäßig starker linearer Zusammenhang, der durch einen Korrelationskoeffizienten von 0,4219 charakterisiert wird, zu beobachten: mit zunehmender Größe einer Mardelle nimmt in den meisten Fällen auch die Tiefe der Mardelle oberhalb der Wasseroberfläche zu. Hiervon gibt es jedoch auch Ausnahmen. Bei den Ausnahmen handelt es sich um drei sehr große Mardellen mit einer Größenmaßzahl in der Größenordnung von 1300 bis 1500 m², die bei Geländeneigungen von 0° bis 2° nur geringe Tiefen in der Größenordnung von 1,50 bis 2,50 m aufweisen. Aus diesen Beobachtungen muß geschlossen werden, daß entweder die Neigung der umgebenden Geländeoberfläche ein sehr bedeutender Faktor für die Tiefe einer Mardelle darstellt, oder daß, wie bereits oben erläutert, auch hier die Erfassung der tatsächlichen Tiefe der Form Mardelle eine Verschiebung der Zusammenhänge bewirken würde.

3.4 Beschreibung der Feuchtezustände und der Sedimentfüllung der Mardellen

An den Mardellen des Untersuchungsgebietes konnten, wie im methodischen Teil bereits erwähnt, mehrere verschiedene Feuchtezustände, die auch als Feuchtetypen bezeichnet werden können, gleichzeitig innerhalb einer Mardelle beobachtet werden. Dabei wurden bis maximal drei verschiedene Feuchtetypen notiert, wobei der erstgenannte in der Mardelle dominiert. Eine Häufigkeitsverteilung des dominierenden Feuchtetypes der Mardellen des Forêt de Sierck ist im zentralen Diagramm von Abb. 22 wiedergegeben. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, daß 65% der Mardellen eine offene Wasserfläche (OW) aufweisen und daß lediglich 10% der Mardellen als trocken (T) oder periodisch feucht (PF) eingestuft wurden. Dies entspricht ungefähr den Ergebnissen von COLIN & GODARD (1962) für im Keuper gelegene Mardellen. Weitere 4% wurden als feucht (F) und 19% als versumpft (VS) kartiert. Prozentual gering ist der Anteil an vermoorten (V) und teilweise vermoorten (TV) Mardellen mit 2%. Dennoch sind gerade diese Mardellen

von besonderer Bedeutung, da sie sowohl aus vegetationskundlicher und vegetationsgeschichtlicher Sicht bemerkenswerte Aspekte aufweisen und aufgrund ihrer Sedimentfüllung wichtige Hinweise zur Entwicklung der Mardellen liefern.

In den das zentrale Diagramm umgebenden Diagrammen, sind die einzelnen Feuchttypen in ihrer Verteilung auf die vollständig angegebenen Feuchttypenkombinationen dargestellt. Eine Ausnahme stellen die als trocken auskartierten Mardellen dar. Bei trockenen Mardellen konnte im Untersuchungsgebiet immer nur der Feuchttyp trocken festgestellt werden. Zusätzlich handelt es sich bei trockenen Mardellen um denjenigen Feuchttypus, dessen Entstehung neben natürlichen Ursachen in vielen Fällen auch auf anthropogenen Einfluß zurückgeführt werden muß. Deshalb wurden im Diagramm die vermutlichen Ursachen der Trockenheit aufgegliedert. Im Untersuchungsgebiet erwiesen sich 47% der trockenen Mardellen als natürlich trocken, während bei 53% der Mardellen deutlich zu erkennen war, daß eine Austrocknung der Mardelle infolge eines Kahlschlages in der Umgebung (18%), infolge eines Kahlschlages und zusätzlicher Entwässerung (6%) oder infolge der Einbeziehung in die Nutzung im Falle der wenigen in die Kartierung aufgenommen, in Wiesen und Weiden gelegenen Mardellen, stattfand. Im letzteren Fall (29%) wurde meist während früherer Ackernutzung mehrfach durch die Mardelle gepflügt, so daß die ursprüngliche Form der Mardelle stark überprägt ist.

Bei der Betrachtung des Diagramms, welches die Feuchttypen der versumpften Mardellen genauer aufschlüsselt, ist zu erkennen, daß 38% der versumpften Mardellen nur den Feuchttypus versumpft aufweisen, während 25% versumpfte Bereiche und eine offene Wasserfläche, die meistens in der Mitte der Mardelle liegt, aufweisen. Weiterhin bedeutende Prozentanteile von 18% entfallen auf Mardellen mit versumpften und feuchten Bereichen und mit 10% auf Mardellen mit Versumpfung, teilweiser Vermoorung und offener Wasserfläche.

Bei Mardellen, die überwiegend durch eine offene Wasserfläche dominiert werden, sind nur zwei Feuchttypenkombinationen erwähnenswert; nämlich Mardellen mit offener Wasserfläche und Versumpfung, die einen Anteil von 74% umfassen und Mardellen mit ausschließlicher offener Wasserfläche mit 20%.

Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden nur drei Mardellen als vollständig vermoort ausgegliedert, die unterschiedliche Feuchttypenkombinationen aufweisen. Es handelt sich dabei um eine Mardelle, die nur Vermoorung aufweist, eine Mardelle mit Vermoorung und Versumpfung und eine Mardelle mit zusätzlicher offener Wasserfläche. Deshalb entspricht jedem Feuchttyp eine Häufigkeit von ungefähr 33%.

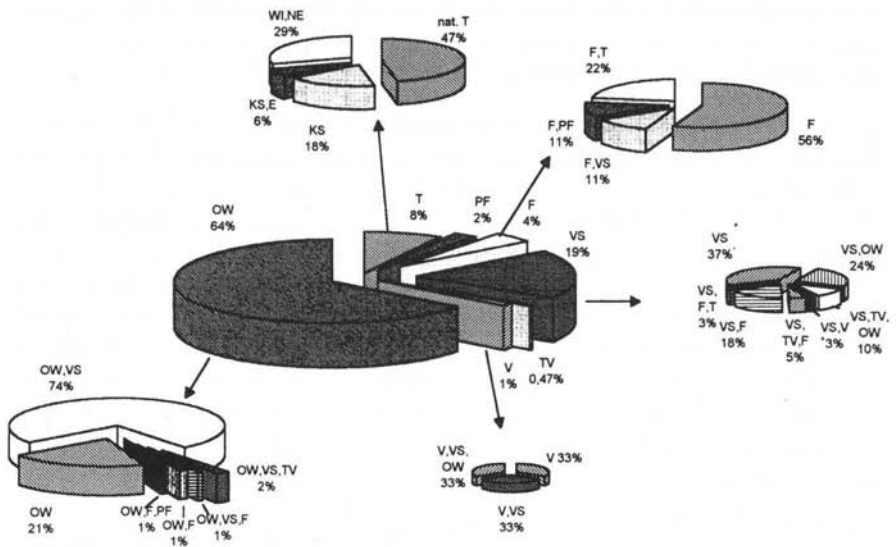


Abb. 22: Übersicht über die in Mardellen zu beobachtenden Feuchtypen und deren Verteilung auf die Mardellen.

Dabei bedeutet T=trocken, PF=periodisch feucht, F=feucht, VS=versumpft, TV=teilweise vermoort, V=vermoort, und OW=offene Wasserfläche. Das zentrale Diagramm zeigt die Häufigkeitsverteilung der dominierenden Feuchtypen. Die durch Pfeile zugeordneten kleineren Diagramme zeigen die genauere Aufschlüsselung der einzelnen dominierenden Feuchtypen, wobei die Anzahl der Mardellen, die einem dominierenden Feuchtyp zugeordnet wurden, gleich Hundert gesetzt wurden.

Bei der Aufschlüsselung der trockenen Mardellen nach der Ursache der Trockenheit bedeutet nat. T=natürlich trocken, KS=Kahlschlag, KS,E=Kahlschlag und Entwässerung und WI,NE=in einer Wiese oder Weide liegend und in die Nutzung mit einbezogen.

Die Kombination der Feuchttypen teilweise vermoort und periodisch feucht ist sehr ungewöhnlich. Es handelt sich nur um eine einzige Mardelle, die zwar in einem Teilbereich deutlich vermoort und mit Torfmoosen bestanden ist, die jedoch durch Entwässerung weitgehend trockengelegt und nur noch periodisch feucht ist. Die als feucht ausgegliederten Mardellen weisen zu 56% auf der gesamten Mardellenfläche lediglich feuchte Bereiche auf, während 11% meist wenigstens im Zentrum der Mardelle eine Versumpfung aufweisen. Periodisch feuchte Bereiche konnten bei weiteren 11% der feuchten Mardellen und trockene Bereiche bei 22% beobachtet werden.

Ein sehr einfaches Diagramm ergab sich für Mardellen mit dem Feuchttyp periodisch feucht, da alle Mardellen, die diesem Haupttyp zugeordnet wurden, nur den Feuchttyp periodisch feucht aufwiesen.

Die unterschiedlichen Kombinationen von Feuchttypen in den Mardellen des Untersuchungsgebietes wurden deshalb so ausführlich erläutert und aufgeschlüsselt, da sie sich einerseits als wichtige, charakterisierende und differenzierende Voraussetzungen für die im vegetationskundlichen Teil der Arbeit beschriebenen Pflanzengemeinschaften erwiesen (vgl. Kapitel 5). Andererseits konnte beobachtet werden, daß die leicht zu erfassenden Feuchttypen eng mit den in Mardellen vorhandenen Sedimentfüllungen, die wiederum die Vegetation beeinflussen bzw. von dieser mit beeinflußt werden, korrelieren.

Die in Mardellen zu beobachtenden Sedimente müssen in überwiegend mineralische Sedimente und in überwiegend organisch geprägte Sedimente unterteilt werden.

Dabei ist im Falle überwiegender Sedimentation anorganischen Materials eine räumliche bzw. zeitliche Abfolge entlang eines Feuchtegradienten zu beobachten (vgl. Abb. 23). Diese Abfolge erstreckt sich von limnischen Sedimenten wie Schluff- und Tonmudden, auf welchen sich als subhydrische Böden Sapropel und Gyttja ausbilden, über Gleye und Pseudogleye, bis hin zu Pelosolen.

Bei der Betrachtung des stärker organisch geprägten Flügels der Sedimente in Mardellen, kann eine Abfolge von Detritusmudden, die als subhydrischen Boden Sapropel aufweisen, bis hin zum Niedermoor beobachtet werden. Detritusmudden bilden sich insbesondere dann, wenn eine Wasserfüllung der Mardellen zu beobachten ist und größere Mengen allochthonen organischen Materials, beispielsweise in Form des Bestandsabfalles des umgebenden Laubwaldes, in die Mardelle gelangen. Zusätzlich fällt auch ein gewisser Teil autochthonen organischen Materials an, wie z.B. Bestandsabfall der in diesen Mardellen häufig auf Ästen oder Stämmen aufsitzenden Seggen (vor allem *Carex elongata*). Wird der Anteil

an Bestandsabfall von Seggen größer, wie dies insbesondere bei kräftig entwickelten Bulten der Walzensegge (*Carex elongata*), der Steifen Segge (*Carex elata*) oder der Rispensegge (*Carex paniculata*) zu beobachten ist, so bilden sich zunächst Seggentorfe und bei weiterer Entwicklung auch Weidenbruchwaldtorfe und Erlenbruchwaldtorfe aus.

In Abb. 23 ist eine Parallelisierung der im Untersuchungsgebiet beobachteten Kombinationen von Feuchtypen an Mardellen und deren Sedimentfüllung bzw. Bodentypen dargestellt.

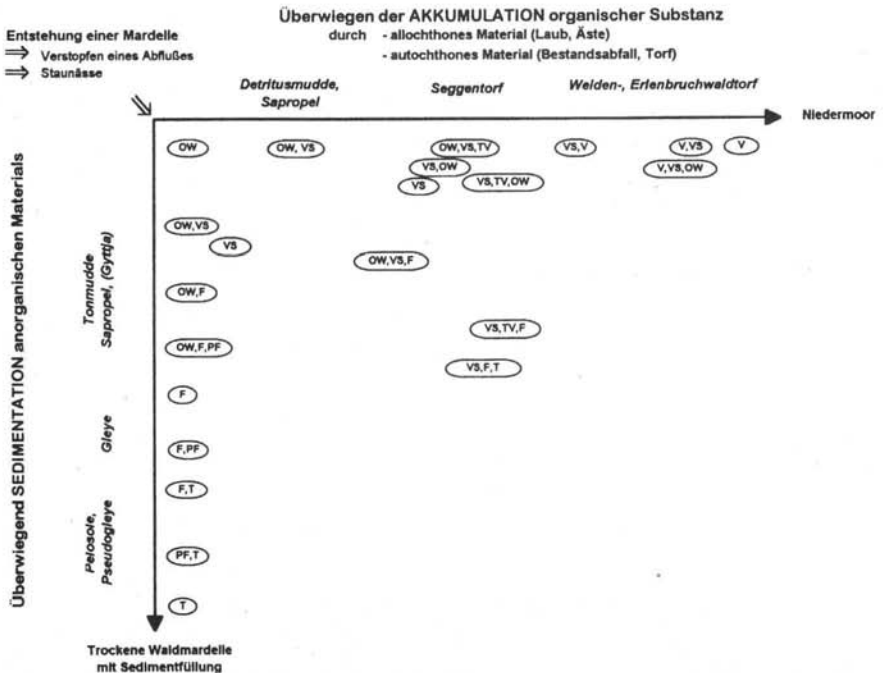


Abb. 23: Morphologische Entwicklung einer Mardelle in räumlicher und zeitlicher Hinsicht unter Berücksichtigung von Sedimentation und Akkumulation. Dabei bedeutet: T = trocken, PF = periodisch feucht, F = feucht, VS = versumpft, TV = teilweise vermoort, V = vermoort, und OW = offene Wasserfläche.

Dabei wird deutlich, daß entlang der Achse mit überwiegender Sedimentation anorganischen, d.h. minerogenen Materials, die Entwicklung einer Mardelle bei fortschreitender Verlandung bis hin zur trockenen Waldmardelle mit Sedimentfüllung, wie sie im Gelände beobachtet werden kann, denkbar ist. Die bei einer Entwicklung von einer offenen Wasserfläche bis hin zur trockenen Mardelle zu durchlaufenden Stadien wie feucht und periodisch feucht und alle dazwischen liegenden Übergänge können sowohl räumlich nebeneinander beobachtet werden, wie z.B. die Kombination einer offenen Wasserfläche, eines feuchten und eines periodisch feuchten Bereiches in einer Mardelle zeigt, als auch als zeitlich aufeinander folgende Stadien interpretiert werden. Die Vermutung einer zeitlichen Aufeinanderfolge der einzelnen Stadien kann aus geschichteten Sedimenten in heute trockenen oder bereits gänzlich verfüllten Mardellen (z.B. im Gipsbruch bei Kemplich) abgeleitet werden.

Ähnliches gilt für die Achse, an der eine Entwicklung bei überwiegender Akkumulation organischen Materials abgetragen ist. Auch hier ist sowohl von einem räumlichen Nebeneinander als auch von einer zeitlichen Abfolge der Feuchttypen auszugehen. Das räumliche Nebeneinander wird am Beispiel der Mardellen deutlich, die als Feuchttypenkombination versumpft, teilweise vermoort und eine offene Wasserfläche aufweisen. Die zeitliche Komponente wurde durch die später zu besprechenden Bohrungen zur pollenanalytischen Probenahme belegt, wobei Seggentorfe unter Weidenbruchwaldtorfen mit Torfmoosen angetroffen wurden.

Trotz der deutlichen Unterschiede sind die beiden Entwicklungsrichtungen von Mardellen durch stärker anorganische oder organische Prägung jedoch nicht völlig getrennt zu sehen. Wie Abb. 23 zeigt, sind zwischen den beiden Entwicklungstendenzen fließende Übergänge zu beobachten. Dies ist z.B. der Fall bei Mardellen, die versumpft sind, eine teilweise Vermoorung aufweisen und trotzdem einen nur feuchten Teilbereich aufweisen. Außerdem muß bei dieser Interpretation berücksichtigt werden, daß es sich bei der Entwicklung der Mardellen um dynamische Abläufe handelt, die durch auf das System einwirkende Faktoren, wie Klimaänderungen oder intensive Sedimentation während Erosionsphasen, in eine andere Entwicklungsrichtung gelenkt werden.

4. Hydrologie

Wie bereits im methodischen Teil unter Kapitel 2.5.3 erläutert, wurden in sechs, über das Gebiet verstreuten Mardellen an jeweils zwei Meßplatten Wasserstandsmessungen durchgeführt. Die Mardellen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihrer Vegetation als auch in Bezug auf die umgebende Waldnutzung.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in den Abbildungen 24 bis 29 dargestellt. Um eine Interpretation der verschiedenen Diagramme zu ermöglichen, werden im folgenden zunächst die Mardellenstandorte beschrieben:

Mardelle 1 liegt im Forêt Domaniale de Sierck NW Hargarten in einem Bestand aus Eichen und Hainbuchen, der als Mittelwald bewirtschaftet wird. In direkter Umgebung der Mardelle sind kaum größere beschattende Bäume vorhanden, so daß relativ viel Licht in die Mardelle einfallen kann. Die dominierenden Vegetationstypen in der Mardelle sind ein Großseggenried der große Bulte bildenden Segge *Carex paniculata* und Weidengebüsche.

Mardelle 6 liegt ebenfalls im Forêt Domaniale de Sierck NW Hargarten, allerdings an der nach Norden abfallenden Flanke des Rückens. Die Mardelle ist stärker beschattet als Mardelle 1. Diese stärkere Beschattung ist sowohl durch die mardelleneigenen Erlenbestände als auch auf den umgebenden, ungefähr 40 Jahre alten, Eichen-Hainbuchen-Mittelwald zurückzuführen.

Die Mardellen 19 und 20 liegen beide im Forêt Domaniale de Sierck an einem sich etwa 500 m westlich des Maison Forestière de Halstroff erstreckenden Rücken. Die Beschattung der Mardellen ist durch den sie umgebenden Buchenhochwald sehr stark. Mardelle 19 weist einen vermoorten Bereich mit Torfmoosrasen und Weidengebüsch annähernd im Zentrum der Mardelle und *Glyceria fluitans*-Rasen in den, den Torfmoosrasen umgebenden Bereichen auf. Vor wenigen Jahren wurde versucht, die Mardelle durch einen tiefen Entwässerungsgraben trocken zu legen. Da inzwischen eine teilweise Verstopfung des Abflusses durch anfallendes Pflanzenmaterial eingetreten ist, wurde die Mardelle trotzdem in die Wasserstandsmessungen mit einbezogen. Mardelle 20 hingegen ist nicht entwässert und weist lediglich kleine mit Vegetation bestandene Flächen auf, wobei es sich überwiegend um *Glyceria fluitans*-Rasen handelt.

Mardelle 97 liegt im Forêt Domaniale de Sierck SE Kirschnaumen. Die Mardelle liegt in einem ca. 60-jährigen Eichen-Hainbuchen-Mittelwald. Sie erhält trotz ihrer relativ geringen Größe viel Licht, da sie am Wegrand liegt und der angrenzende Mittelwald jenseits des Weges sehr viel Licht durchläßt. Die Mardelle ist mit großen Bulten der Steifen Segge (*Carex elata*) bestanden und weist im Zentrum eine Decke aus Wasserlinsen auf.

Als letzte Mardelle, an der Wasserstandsmessungen durchgeführt wurden, ist Mardelle 202 zu erwähnen. Die Mardelle liegt in einem Fichtenbestand des Forêt Domaniale de Sierck SW Haute-Sierck und weist eine sehr interessante Vegetation mit Torfmoosrasen mit überstehendem Weidengebüsch und einem umgebenden Ring mit dichten Beständen des Sumpflappenfarns (*Thelypteris palustris*) auf.

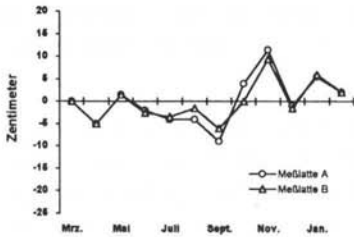


Abb. 24: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 20 (*Glyceria fluitans*-Rasen)

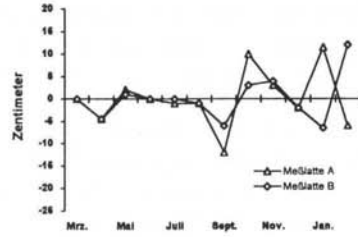


Abb. 25: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 1 (*Carex paniculata*-Seggenbruch)

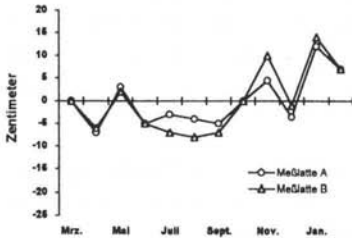


Abb. 26: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 6 (Bruchwaldartige Erlenbestände)

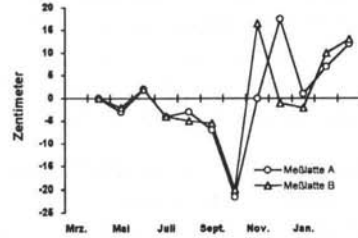


Abb. 27: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 97 (*Carex-elata*-Seggenbruch)

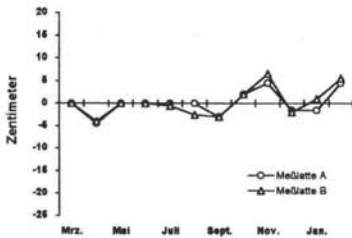


Abb. 28: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 19 (*Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen)

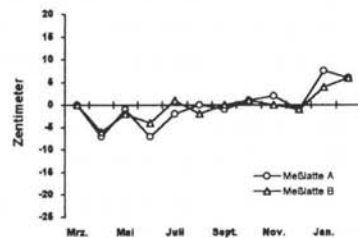


Abb. 29: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 202 (*Thelypteris palustris*-Farnherden)

Bei vergleichender Betrachtung der einzelnen Diagramme läßt sich feststellen, daß mit Ausnahme von Mardelle 202, ein, zumindest tendenziell, nahezu paralleler Verlauf der Wasserstandsschwankungskurven zu verzeichnen ist. Diese Beobachtung läßt eine Abhängigkeit der Wassermenge in der Mardelle von Niederschlag und Verdunstung vermuten.

Betrachtet man die Veränderungen des Wasserstandes in einer Mardelle im Jahreslauf, so sind sehr niedrige Wasserstände im April und im Spätsommer (August-September) zu verzeichnen.

Die niedrigen Wasserstände im April korrelieren mit geringen April-Niederschlägen im langjährigen Mittel (vgl. Abb. 4). Gleichzeitig setzt die im Frühjahr beginnende Erwärmung ein, mit der eine hohe Verdunstung vor Belaubung der Bäume einhergeht. Die niedrigen Wasserstände im Spätsommer sind auf die hohen Sommertemperaturen und die damit einhergehende, entsprechend hohe Verdunstung zurückzuführen. Zusätzlich sind in den Sommermonaten nur geringe Niederschläge zu verzeichnen. So fielen 1991 in den Monaten Mai bis August im Bereich des Untersuchungsgebietes nur 22 mm Niederschlag. Dies entspricht etwa einem Viertel der Niederschlagsmenge des Monats November. Hohe Wasserstände sind in erster Linie im Herbst und im Frühjahr zu beobachten, wenn bei relativ niedrigen Temperaturen und somit geringer Verdunstung hohe Niederschlagsmengen fallen.

Bei einer Durchschnittstemperatur von 1,2 ° C wiesen die mit Wasser gefüllten Mardellen im Dezember 1991 eine dicke Eisschicht auf. Eine erneute, jedoch nur dünne Eisschicht konnte im Februar 1992 beobachtet werden.

Der im Jahresgang etwas abweichende Verlauf des Wasserstandes in Mardelle 202 muß möglicherweise auf anthropogene Beeinflussung zurückgeführt werden, da ein großer Teil der die Mardelle umgebenden Fichten im Sommer 1991 von forstlicher Seite entfernt wurde. Der im Spätsommer ausbleibende Tiefstand, der bei allen anderen Mardellen festgestellt werden konnte, kann unmittelbar mit der Entnahme der Fichten zusammenhängen, da die Fichte einen hohen Wasserverbrauch aufweist und somit nach Entnahme zahlreicher Bäume mehr Wasser im Einzugsgebiet der Mardelle zur Verfügung stand.

Während die Wasserstandsschwankungskurven der untersuchten Mardellen tendenziell annähernd parallel verlaufen, ergeben sich bei Betrachtung der maximalen Amplitude der Wasserstandsschwankungen während eines Jahres erhebliche Unterschiede. Die maximale Amplitude erreicht, wie Abb. 30 zeigt, Werte zwischen 8 und 37,5 cm.

Relativ geringe Amplituden weisen die Mardellen 19, 202 und 20 auf. Während bei Mardelle 19 auch die Entwässerung über den nur teilweise wieder verstopften Entwässerungsgraben als Ursache für die geringe Amplitude mitberücksichtigt werden muß, kann man bei Mardelle 20 davon ausgehen, daß die relativ geringe Amplitude allein darauf zurückzuführen ist, daß die Mardelle durch den umgebenden Buchen-Hochwald beschattet und dadurch die Verdunstung reduziert wird.

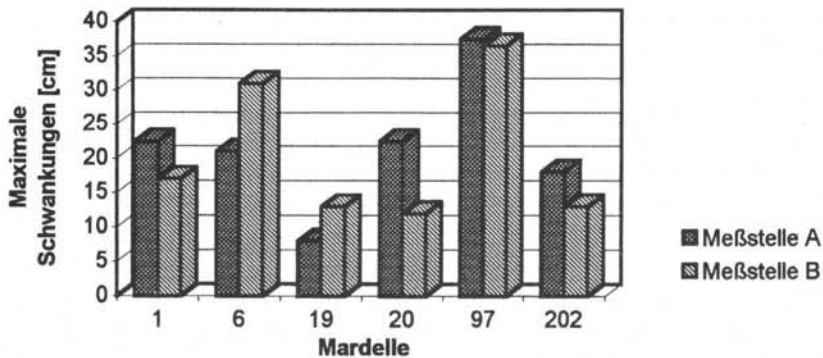


Abb. 30: Maximale Amplitude der Wasserstandsschwankungen an den einzelnen Meßstellen

Die geringe Amplitude bei Mardelle 202 ist wahrscheinlich durch die Beschattung und die damit einhergehende Reduzierung der Verdunstung durch das mardellen-eigene Weidengebüsch zu erklären. Sehr hohe Amplituden weisen hingegen die Mardellen 1, 6 und 97 auf. Diese ist zumindest teilweise auf hohe Evapotranspiration zurückzuführen. Die hohe Evapotranspiration liegt einerseits in dem, infolge geringer bis fehlender Beschattung, intensiven Sonneneinfall in die Mardelle und andererseits in der intensiven Transpiration der Vegetation, wie es insbesondere bei den Seggenbulten der Fall ist, begründet.

Während des Spätsommers konnte beobachtet werden, daß in einigen Mardellen, obwohl die Oberfläche der Mardellenfüllung bereits abgetrocknet war, ein weiteres Absinken der Füllung im Größenordnungsbereich von 15 bis 20 Zentimetern stattfand.

Um diese Beobachtung deuten zu können, ist es nützlich, zunächst eine rein praktische Erfahrung zu beschreiben: Betrachtet man die Mardellen im Sommer, so fallen große Bereiche, die den größten Teil des Jahres versumpft oder überschwemmt sind, "optisch" trocken. Versucht man nun diese optisch trockenen Bereiche zu betreten, beispielsweise um Vegetationsaufnahmen zu machen, so kristallisieren sich deutliche Unterschiede heraus. Bei einem Teil der Mardellen ist der Untergrund so fest, daß man die Mardelle betreten und häufig sogar durchqueren kann, obwohl dies während der restlichen Zeit des Jahres unmöglich ist. Hierbei handelt es sich nach meinen Geländebeobachtungen um die meisten vermoorten und einen Teil der mit Großseggen bestandenen Mardellen, d.h. Mardellen mit einer unterschiedlich gearteten Torffüllung. Ein teilweises, wenigstens randliches Betreten ist auch bei Mardellen mit überwiegend mineralisch geprägten Füllungen möglich. Bei Mardellen mit Füllungen aus Detritusmudden oder stark organisch geprägten Ton- oder Schluffmudden ist ein Betreten selbst bei scheinbarer Austrocknung unmöglich. Es handelt

sich im Untergrund trotz oberflächlichen Austrocknens um eine "wasserdurchtränkte breiige Masse", die nicht trägt. Man sinkt spätestens nach zwei Schritten mehr als stiefeltief ein.

Dies ist durch die Füllung der betreffenden Mardellen mit Detritusmudden oder schwach organischen Ton- und Schluffmudden zu erklären, die durch kapillaren Aufstieg der in größerer Tiefe vorhandenen Feuchtigkeit eine weitere Verdunstung ermöglichen. Dieser Vorgang wird bei Anwesenheit von Vegetation infolge Transpiration noch verstärkt. Mit fortschreitendem Wassereinzug ist ein Zusammensinken der Muddenfüllung zu verzeichnen. Dadurch kann an einer Meßlatte ein weiteres Absinken des "Wasserspiegels" beobachtet werden, obwohl rein visuell kein Wasser mehr vorhanden ist.

Weiterhin auffallend ist, insbesondere bei Mardelle 97, daß bei einsetzenden Niederschlägen der Wasserstand in der Mardelle bereits in kurzer Zeit wieder verhältnismäßig stark ansteigt. Da die Niederschlagsmenge pro Fläche im gesamten Untersuchungsgebiet als weitgehend konstant anzusehen ist, müssen hierfür andere Faktoren von Bedeutung sein. Abb. 31 zeigt eine Übersicht über mögliche Faktoren, die die Wasserstände in Mardellen beeinflussen.

Eine mögliche Erklärung für das plötzliche starke Ansteigen des Wasserspiegels könnte zum Beispiel ein großes Einzugsgebiet der Mardelle sein. Da dies jedoch aufgrund der geringen Reliefunterschiede nicht belegt werden kann und es sich, wie in Abb. 31 dargestellt, um ein System mit komplexen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Faktoren handelt, bleiben die Ursachen dieser Erscheinung zunächst Spekulation. Wie in Kapitel 5 näher erläutert wird, sind an diese unterschiedlichen Wasserstandsschwankungen unterschiedliche Vegetationsstrukturen angepaßt bzw. als selbstverstärkendes Element in den Zyklus mit einbezogen.

Ein zunächst etwas überraschendes Ergebnis ist die Tatsache, daß bei einigen Mardellen die Kurven der Wasserstandsschwankungen der beiden Meßplatten nicht parallel verlaufen und die maximalen Amplituden der Wasserstände nicht identisch sind.

An Mardelle 20 und 97 weichen die beiden Pegel bei einzelnen Messungen auffallend voneinander ab. Betrachtet man bei Mardelle 97 die Monate November bis Januar, so ist festzustellen, daß der Kurvenverlauf der Pegel an Meßlatte B zeitlich verzögert einen ähnlichen Verlauf nimmt wie derjenige an Meßlatte A. Ähnliches läßt sich auch für die Wasserstandskurven in Mardelle 20 vermuten. Die Abweichungen treten hier jedoch erst gegen Ende der Meßperiode auf, so daß der zeitlich verschobene Kurvenverlauf im Diagramm nicht vollständig dargestellt

werden konnte. Schließt man Meßfehler und Störungen der Meßplatten aus, so bleibt eine natürliche Ursache für die zeitliche Verschiebung der Pegelstände anzunehmen.



Abb. 31: Übersicht über Faktoren, die den Wasserstand der Mardellen beeinflussen und deren Wechselwirkungen

Vergleichen wir aber zunächst noch die differierenden maximalen Amplituden der beiden Meßstationen einer Mardelle am Beispiel der Mardellen 1, 6 und 20.

Bei Mardelle 1 ist zu beobachten, daß die Meßplatte, an der die größere Amplitude gemessen wurde, weiter randlich in der Mardelle installiert wurde als diejenige, an der die geringere Amplitude gemessen wurde. Da eine Mardelle in der Regel vom Rand zum Zentrum hin tiefer wird, ist somit anzunehmen, daß bei intensiver Verdunstung Wasser vom Rand zum Mardelleninneren nachfließt. Bei den Mardellen 6 und 20 hingegen konnte beobachtet werden, daß bei zwei annähernd gleichweit vom Mardellenrand entfernten Meßplatten ebenfalls unterschiedliche Amplituden gemessen wurden.

Sowohl die divergierenden Kurvenverläufe als auch die differierenden Amplituden sind nur dann zu interpretieren, wenn man die unter Kapitel 3.4 beschriebenen subhydrischen Sedimentfüllungen der Mardellen mit berücksichtigt. Aufgrund des hohen Gehalts an organischer Substanz in Form von Detritus und Torf sowie organischen Materials in Form herabgefallener Äste, ist von einem stark eingeschränkten Wasseraustausch im Mardellenkörper auszugehen. Diese Annahme wird durch Beobachtung regelrechter Staueffekte des Wassers im Sedimentkörper der Mardelle im Herbst bei einsetzenden Herbstniederschlägen unterstützt. Ähnliches konnte im Frühsommer beim beginnenden Austrocknen der Mardellen beobachtet werden, als erste Bereiche oberflächlich bereits völlig abgetrocknet waren, während in unmittelbarer Nachbarschaft bei gleichen äußeren Bedingungen, wie Beschattung und Lichteinfall, noch offene Wasserflächen zu verzeichnen waren. Ein Ausgleich des Wasserstandes im Mardellenkörper erfolgt also nur mit zeitlicher Verzögerung. Diese hängt im wesentlichen von Art und Menge der Mardellenfüllung ab und ist nur schwer vorauszusagen.

Die Annahme eines stark eingeschränkten bzw. langsam ablaufenden Wasseraustausches im Mardellenkörper wird durch Beobachtungen und Ergebnisse, die aus Vegetationstransekten (siehe Kapitel 5.2) gewonnen wurden, gestärkt. Hier konnte nämlich beobachtet bzw. aus dem Auftreten von Pflanzen mit geringer ökologischer Amplitude geschlossen werden, daß ein Nährstoffgefälle bzw. eine Zunahme der Acidität des Substrates vom Rand zum Mardelleninneren vorhanden ist. Diese Unterschiede werden wahrscheinlich dadurch bedingt, daß relativ nährstoffreiches Oberflächenwasser randlich in die Mardelle eindringt und bereits ein großer Teil der Nährstoffe entzogen ist, bis das Wasser das Zentrum einer Mardelle erreicht. Bei ungehinderter Wasserzirkulation im Mardellenkörper würden solche Unterschiede sehr schnell ausgeglichen werden.

5. Vegetation

5.1 Die Vegetationseinheiten der Mardellen im Forêt de Sierck

Bei Betrachtung der Übersichtstabelle (Vegetationstabelle 1), wird deutlich, daß die ausgegliederten Vegetationseinheiten zunächst in drei Großgruppen zerfallen. Diese drei Großgruppen sind durch das Fehlen bzw. Vorhandensein der Differentialartengruppe D17 gekennzeichnet, die für Mardellen typische Arten wie z.B. die Walzensegge (*Carex elongata*) und den Bittersüßen Nachtschatten (*Solanum dulcamara*) enthält. Die erste Großgruppe umfaßt die Wasserlinsendecken (Kapitel 5.1.1), die zweite Großgruppe die Erlenbruchartigen Gesellschaften (Kapitel 5.1.2) und die dritte Großgruppe die Eichen-Hainbuchenwald-Gesellschaften (Kapitel 5.1.3). Während die Erlenbruchartigen Gesellschaften durch die Differentialgruppe D17 zusammengehalten werden, ist für die Wasserlinsendecken und die Waldgesellschaften ein Fehlen der Arten dieser Gruppe charakteristisch.

5.1.1 Wasserlinsendecken

Die Wasserlinsendecken der Mardellen des Untersuchungsgebietes werden durch die Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) gekennzeichnet. Im Spätsommer bzw. Frühherbst bilden die Wasserlinsendecken bei optimaler Entwicklung der Kleinen Wasserlinse, die dann oft einen geschlossenen grünen Schwimmteppich bildet, ein auffallendes, aber sehr einfach strukturiertes Element der Mardellenvegetation. Sie sind überwiegend in hellen, sehr nassen Mardellen anzutreffen, die meist eine über das ganze Jahr offene Wasserfläche aufweisen. Daß die offene Wasserfläche jedoch nicht ständig vorhanden sein muß, zeigt Mardelle 97, die so extreme Wasserstandsschwankungen (vgl. Abb. 27) aufweist, daß während des Sommers 1991 für wenige Wochen der Standort der Wasserlinsendecken trockengefallen war, so daß die Wasserlinsen dem Substrat auflagen. Aufgrund der hohen Licht- und Feuchteansprüche der Kleinen Wasserlinse zeigen Wasserlinsendecken meist im Zentrum einer Mardelle ihre optimale Entwicklung. Hier ist die Beschattung durch den umgebenden Wald, insbesondere bei großen Mardellen, relativ gering und zusätzlich ist meist ausreichend Feuchtigkeit über das ganze Jahr vorhanden. Als häufiger Begleiter der Wasserlinsendecken konnte das Moos *Amblystegium riparium* beobachtet werden, das im allgemeinen auf kleinen Ästchen sitzt oder dem Detritus angeheftet ist und bei hohem Wasserstand im Wasser flutet.

Die Gesellschaft läßt sich im Untersuchungsgebiet nicht weiter differenzieren. An anderen Arten der Wasserlinsengesellschaften konnten bisher nur *Lemna trisulca*,

die Dreifurchige Wasserlinse, und das Moos *Riccia fluitans* beobachtet werden. Während mit *Lemna trisulca* keine weitere Gliederung der Wasserlinsengesellschaft möglich war, da sie nur in einer Mardelle in einer Aufnahme auftrat, konnte *Riccia fluitans* nicht berücksichtigt werden, da sie im Untersuchungsgebiet nicht innerhalb der Wasserlinsengesellschaften, sondern innerhalb der Erlenbruchartigen Gesellschaften auftritt.

Aus Beobachtungen von Th. Schneider & C. Schröder im Sommer 1992 an einer Mardelle in der Flur "Sauerlochhübel" SE des Bois de Guessling S Guessling auf Blatt 3513 St. Avold Est, in der neben *Lemna minor* auch *Spirodela polyrhiza* und *Riccia rhenana* auftraten, muß geschlossen werden, daß bei Erweiterung des Untersuchungsgebietes eine stärkere Differenzierung der Wasserlinsendecken vorgenommen werden muß.

Das Vorkommen der Kleinen Wasserlinse ist im Untersuchungsgebiet nicht auf die Wasserlinsendecken beschränkt, sondern greift auf andere Vegetationseinheiten, die Standorte besiedeln, die für *Lemna minor* günstige ökologische Bedingungen wie ausreichend Feuchtigkeit und nicht zu intensive Beschattung aufweisen, über. So tritt die Kleine Wasserlinse beispielsweise im *Lemna minor-Carex elongata*-Waldsumpf und im *Carex elata*-Seggenbruch auf.

5.1.2 Erlenbruchartige Gesellschaften

Die unter den Erlenbruchartigen Gesellschaften zusammengefaßten Vegetationseinheiten umfassen gehölzfreie bzw. gehölzarme Bestände bis hin zu Gebüsch und Bäumen. Sie weisen alle einen Grundbestand aus für Mardellen charakteristischen krautigen Arten, die in D17 zusammengefaßt sind, auf. Es handelt sich hierbei um die Walzensegge (*Carex elongata*), den Bittersüßen Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), das Sumpflabkraut (*Galium palustre*), das Helmkraut (*Scutellaria galericulata*) und die Grau-Segge (*Carex canescens*). Allen diesen Arten ist gemeinsam, daß sie über lange Zeit durchnäßte, luftarme Substrate besiedeln können.

Während *Carex elongata* und *Solanum dulcamara* in fast allen Mardellen anzutreffen sind, die Vegetationseinheiten dieser Großgruppe aufweisen, sind die anderen Arten, insbesondere *Carex canescens*, weniger häufig. Sie treten jedoch regelmäßig auf. Im Gegensatz zu der von ELLENBERG (1991) vorgenommenen Einstufung, besiedelt *Carex canescens* im Untersuchungsgebiet meist sehr viel stärker beschattete Standorte als *Galium palustre*.

Da innerhalb der durch die Artengruppe D17 zusammengehaltenen Großgruppe extreme Unterschiede in bezug auf ökologische Faktoren und damit auch Unterschiede in der Artenzusammensetzung auftreten, ist eine weitere Untergliederung der Erlenbruchartigen Gesellschaften in Mardellen notwendig.

5.1.2.1 *Lemna minor-Carex elongata*-Waldsumpf

Der *Lemna minor-Carex elongata*-Waldsumpf, der auch als Gesellschaft von *Lemna minor*, *Carex elongata* und *Glyceria fluitans* bezeichnet werden kann, wird neben der für alle Erlenbruchartigen Gesellschaften charakteristischen Differentialartengruppe D17, durch die Art *Lemna minor* (D3) und die nur schwach zusammengehaltene Gruppe aus *Lysimachia vulgaris*, *Iris pseudacorus* und *Glyceria fluitans* (D18) differenziert.

Die Gesellschaft besiedelt meist überschwemmte Standorte, deren Überflutungshöhe jedoch geringer ist, als die der Standorte der Wasserlinsendecken. Da ebenfalls ein recht hoher Lichtanspruch besteht, tritt die Vergesellschaftung meist im Mardelleninneren auf, während der Randbereich einer Mardelle nur in Ausnahmefällen besiedelt wird. In komplex strukturierten Mardellen kann gelegentlich beobachtet werden, daß der *Lemna minor-Carex elongata*-Waldsumpf die Bestände der Wasserlinsendecken ringförmig umschließt. In zwei Mardellen des Untersuchungsgebietes trat zusätzlich zu den, für den *Lemna minor-Carex elongata*-Waldsumpf charakteristischen Arten, das Moos *Riccia fluitans* auf. Aufgrund ihres eigenen strukturellen Charakters wurden diese Bestände extra ausgegliedert, so daß eine Unterteilung des *Lemna minor-Carex elongata*-Waldsumpfes in eine typische Ausbildung ohne *Riccia fluitans* (2.1) und eine Ausbildung mit *Riccia fluitans* vorgenommen wurde (2.2).

5.1.2.2 *Carex elata*-Seggenbruch

Ein sehr auffälliges Element der Mardellenvegetation stellt das *Carex elata*-Seggenbruch dar. Die Steife Segge (*Carex elata*) tritt dort als dominierendes Element auf. Die zur Bildung großer Bulte neigende Art bedeckt häufig große Flächen innerhalb der Mardellen. Dabei neigt *Carex elata* zur Bildung von Reinbeständen, die nur von wenigen anderen Arten regelmäßig begleitet werden. Zu diesen gehören die Walzensegge (*Carex elongata*), die ebenfalls kompakte Bulte bilden kann, der Bittersüße Nachtschatten (*Solanum dulcamara*) und der Gewöhnliche Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*).

Durch die Ausbildung der teilweise mehr als einen Meter hohen Bulte wird Lebensraum für mehrere weitere Arten geschaffen. So z.B. für den Gewöhnlichen Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*), der in *Carex elata*-Beständen in der Regel auf den Bulten angesiedelt ist (vgl. Transekt durch Mardelle 97, Kapitel 5.2.1). Ein ähnliches Verhalten zeigt das Moos *Amblystegium riparium*, das ebenfalls überwiegend an die *Carex elata*-Bulte gebunden ist, jedoch im Gegensatz zu *Dryopteris carthusiana* nicht die oberen, in der Regel nicht überschwemmten Bultbereiche besiedelt, sondern die tiefergelegenen Seitenbereiche, die vom jahreszeitlich schwankenden Wasserspiegel noch erfaßt werden.

Als wahrscheinlich wichtigster ökologischer Faktor, der die *Carex elata*-Bestände begünstigt, ist das intensive Schwanken des Wasserspiegels im Jahresverlauf zu nennen (vgl. Abb. 27). Diese Beobachtung erklärt den Umstand, daß nur wenige Arten regelmäßig zusammen mit der Steifen Segge auftreten. Denn nur wenige Spezialisten können solch starke Wasserstandsschwankungen ertragen. Während die Steife Segge auf Standorte mit extrem schwankendem Wasserspiegel spezialisiert ist, müssen die meisten anderen Arten, wie am Beispiel von *Dryopteris carthusiana* beschrieben, auf ökologisch ausgeglichene Standorte ausweichen.

Die *Carex elata*-Bestände gestalten sich jedoch nicht ganz einheitlich. Sie können in eine Ausbildung mit (3.1) und eine Ausbildung ohne (3.2) *Lemna minor* unterteilt werden. In der Ausbildung mit *Lemna minor* schwimmt die Kleine Wasserlinse zwischen den Bulten der Steifen Segge frei im Wasser. Das Vorkommen von *Lemna minor* ist weitgehend unabhängig vom schwankenden Wasserspiegel, da diese Art auf der Wasseroberfläche schwimmt und somit jede Schwankung der Wasseroberfläche begleitet. Aus dem Auftreten der Kleinen Wasserlinse kann jedoch geschlossen werden, daß der Standort nicht für längere Zeit im Jahr völlig trocken fällt. Beobachtungen im Gelände zeigten, daß selbst in den warmen und trockenen Sommern von 1991 und 1992, wobei 1991 nur etwas mehr als die Hälfte der im langjährigen Mittel erreichten Jahresniederschläge fielen, an den Standorten mit *Lemna minor* ausreichend Feuchtigkeit für diese Art vorhanden war. Im Spätsommer war zwar teilweise keine offene Wasserfläche mit frei schwimmenden Wasserlinsenbeständen mehr vorhanden, es wurde jedoch aus dem unterlagernden, wasserdurchtränkten Detritus, Faulschlamm und Seggentorf immer ausreichend Wasser zur Verfügung gestellt, um ein Absterben der Wasserlinsen zu verhindern. Dies ging mit einem Zusammensinken des unterlagernden organischen Sediments, wie unter Kapitel 4 beschrieben, einher.

In den Beständen des *Carex elata*-Seggenbruches ohne *Lemna minor* konnte im Spätsommer teilweise ein intensives Austrocknen der Sedimente beobachtet wer-

den. In Mardellen, die durch einen Entwässerungsgraben drainiert wurden, konnte das Austrocknen solche Ausmaße erreichen, daß ein Durchqueren der Mardelle zwischen den Seggenbulten möglich wurde.

Carex elata-Bestände zeigen in sehr hellen Mardellen mit intensiver Sonneneinstrahlung ihre optimale Entwicklung. Reinbestände der Steifen Segge sind nur selten bei intensiver Beschattung anzutreffen. In Mardellen unter Buchen-Hochwald können zwar einzelne Pflanzen von *Carex elata* angetroffen werden, diese sind dann jedoch sehr kümmerlich und weisen den typischen Habitus mit steifen, schneidenden Blättern und bultförmigem Wuchs nur noch andeutungsweise auf.

Wie schon im vorausgehenden Text angedeutet, nehmen *Carex elata*-Bestände in mehreren Fällen im Untersuchungsgebiet ganze Mardellen ein. Eine weitere charakteristische Anordnung stellt das Umschließen einer Wasserlinsendecke im Zentrum einer Mardelle dar. Aufgrund der durchaus unterschiedlichen ökologischen Bedingungen in einer einzigen Mardelle, können in mehreren Fällen die Ausbildungen des Seggenbruches mit und ohne *Lemna minor* nebeneinander auftreten.

5.1.2.3 *Carex paniculata*-Seggenbruch

Das *Carex paniculata*-Seggenbruch zeigt in ökologischer und struktureller Hinsicht eine nahe Verwandtschaft zum *Carex elata*-Seggenbruch. Die *Carex paniculata*-Bestände (Rispensegge) treten im Untersuchungsgebiet an etwas trockeneren Standorten auf als diejenigen der Steifen Segge. Die Wasserstandsschwankungen zeigen, wie in Abb. 24 dargestellt, ebenfalls eine große Amplitude, weisen jedoch die extremen Ausschläge nach oben und unten nicht in gleichem Ausmaß auf, wie dies bei der hinsichtlich der Wasserstandsschwankungen untersuchten Mardelle mit *Carex elata* der Fall ist.

Die Rispensegge bildet ebenfalls auffällige Bulte, die große Teile einer Mardelle dominieren. Die Bulte selbst werden wie die Bulte der Steifen Segge auch, von weiteren Arten entsprechend deren ökologischer Valenz besiedelt. So ist auch hier der Gewöhnliche Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*) auf den nie überschwemmten Bultspitzen anzutreffen, während die Moose *Amblystegium riparium* und *Plagiothecium ruthei* im seitlichen, regelmäßig vom schwankenden Wasserspiegel erreichten, Bultbereich anzutreffen sind. Auch *Carex paniculata* zeigt einen hohen Lichtbedarf. Im Gegensatz zu *Carex elata* tritt sie meist in reich strukturierten Mardellen auf, die neben Beständen der Rispensegge auch Weidengebüsche und im Randbereich der Mardelle vereinzelt Torfmoose aufweisen, die aufgrund ihres nur sehr kleinflächigen Auftretens nicht gesondert aufgenommen wurden.

5.1.2.4 *Carex rostrata*-Seggenbruch

Als *Carex rostrata*-Seggenbruch wurden in der Tabelle alle dem Niedermoor nahestehenden Vegetationseinheiten zusammengefaßt. *Carex rostrata* tritt zwar nur mit relativ geringer Stetigkeit auf, sie ist jedoch das einzige bindende Glied dieser physiognomisch doch sehr einheitlichen Gruppe. Zu dieser gehören *Sphagnum fibriatum*-Torfmoosrasen, *Carex rostrata*-Reinbestände, *Thelypteris palustris*-Farnherden, *Sphagnum palustre*-Reinbestände und *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen, die im folgenden näher beschrieben werden.

Als allgemeine Charakteristika der Gruppe sind zu verzeichnen, daß die Bestände zwar ähnlich wie die im vorhergehenden besprochenen Vegetationseinheiten passe Standorte besiedeln, daß sie jedoch meist an stärker beschattete Standorte mit relativ niedrigen pH-Werten gebunden sind. Bei einzelnen Stichproben, bei denen mit "Merck"-Indikatorpapier der pH-Wert abgeschätzt wurde, ergaben sich Werte im Bereich von pH 4,5 bis 5.

An nicht durch überstehende Weidengebüsche beschatteten Standorten ist neben den, für die Erlenbruchartigen Gesellschaften charakteristischen Arten, der Gewöhnliche Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) als regelmäßiger Begleiter zu nennen. Um eine Aussage über die im Jahresverlauf auftretenden Wasserstandsschwankungen treffen zu können, wurde exemplarisch für das *Carex rostrata*-Seggenbruch Mardelle 202 ausgewählt, an der Wasserstandsschwankungsmessungen durchgeführt wurden (vgl. Abb. 29). Die an der ausgewählten Mardelle gemessenen Schwankungen weisen eine mäßig große Amplitude auf.

Die Messungen charakterisieren in erster Linie diejenigen Mardellen der Gruppe, die von Fichtenmonokulturen umgeben sind. Die bei Fichten im Gegensatz zu Laubbäumen fehlende Baumkrone verhindert eine Beschattung der Mardelle, so daß mit höheren Schwankungen durch eine höhere Verdunstung, insbesondere während der Sommermonate, zu rechnen ist, als bei einer Beschattung durch einen relativ alten Eichen-Hainbuchen-Mittelwald. Zusätzlich wurde während der Meßperiode ein Teil des die Mardelle direkt umgebenden Fichtenbestandes entfernt, wodurch einerseits die Einstrahlung noch erhöht wurde, andererseits jedoch der Wasserbrauch im Einzugsgebiet der Mardelle durch die Entnahme der Fichten reduziert wurde. Es bleibt zu vermuten, daß bei ungestörter Entwicklung der Mardelle innerhalb eines Fichtenbestandes die Wasserstandsschwankungen noch ausgeprägter wären als dies nach den Messungen der Fall ist. Im Falle der Beschattung der Mardelle durch einen umgebenden Laubwald, wären nur geringe Wasserstandsschwankungen zu erwarten. Diese Vermutung wird durch Beobachtungen an anderen Mardellen dieser Gruppe, die in Laubwaldbeständen liegen, gestützt.

5.1.2.4.1 *Sphagnum fimbriatum*-Torfmoosrasen

Die *Sphagnum fimbriatum*-Torfmoosrasen werden durch die Schlanke Segge (*Carex gracilis*), das Moos *Aulacomnium palustre* und das Torfmoos *Sphagnum fimbriatum* (D8) charakterisiert. Es handelt sich hierbei um ausgedehnte Torfmoosrasen, die in eine Ausbildung ohne *Salix aurita* (5.1.1) und eine Ausbildung mit *Salix aurita* (5.1.2) unterteilt werden können. Diese Unterteilung beruht in erster Linie auf der strukturellen Verschiedenheit der Bestände. Bei der Ausbildung mit *Salix aurita* handelt es sich um einen mit Weidengebüsch überstandenen *Sphagnum fimbriatum*-Torfmoosrasen, in dem neben der Schnabelsegge (*Carex rostrata*) auch die Walzensegge (*Carex elongata*) und die Grausegge (*Carex canescens*) auftreten. Diese Ausbildung mit *Salix aurita* ist auf das Zentrum der Mardelle beschränkt. In den das Zentrum umgebenden Bereichen, bis teilweise zum Randbereich der Mardelle, tritt die Ausbildung ohne *Salix aurita* auf. Hier treten die Arten der Hauptgruppe der Erlenbruchartigen Gesellschaften stark zurück. Die für die anderen Gesellschaften so typischen Kleinbulte von *Carex elongata* und *Carex canescens* fehlen fast vollständig. Die Schnabelsegge (*Carex rostrata*) tritt mit hoher Dominanz auf.

Die Ausgliederung dieser Vegetationseinheit im Untersuchungsgebiet konnte aufgrund der Einzigartigkeit der mit *Sphagnum fimbriatum* bestandenen Mardelle nur auf den Aufnahmen aus einer einzigen Mardelle basieren. Es bleibt jedoch zu hoffen, daß bei einer größerräumlichen Untersuchung der Vegetation der Mardellen eine auf einer umfangreicheren Datenbasis beruhende Differenzierung dieser Vegetationseinheit vorgenommen werden kann.

5.1.2.4.2 *Carex rostrata*-Reinbestände

Die in der Tabelle als *Carex rostrata*-Reinbestände ausgegliederte Vegetationseinheit wird durch das dominante Auftreten einer einzigen Art, nämlich der Schnabelsegge, gekennzeichnet. *Carex rostrata*-Reinbestände treten meist in komplex strukturierten, vermoorten Mardellen auf. Dort bilden sie einen Ring oder Halbring um unterschiedlich geartete Torfmoosrasen. Sie besiedeln während eines Großteils des Jahres überschwemmte Standorte auf torfigem Substrat. Ein Beispiel hierfür ist im Transekt durch Mardelle 157 dargestellt.

5.1.2.4.3 *Thelypteris palustris*-Farnherden

Thelypteris palustris-Farnherden werden durch eine Artengruppe aus Sumpflappenfarn (*Thelypteris palustris*), Sumpflblutauge (*Potentilla palustris*) (D10) und dem Torfmoos *Sphagnum palustre* (D11) gekennzeichnet. Auch diese Vegetationseinheit ist streng an vermoorte Mardellen gebunden. Ebenso wie die vorherige Vegetationseinheit, besiedeln die *Thelypteris palustris*-Farnherden stau-nasse Standorte auf torfigem Substrat. Sie treten im Untersuchungsgebiet in drei Mardellen auf, in denen sie ringförmig Torfmoosrasen mit überstehendem Weidengebüsch umschließen (vgl. Transekt durch Mardelle 181). Die die *Thelypteris palustris*-Farnherden gegen die *Sphagnum fimbriatum*-Torfmoosrasen und die *Carex rostrata*-Reinbestände abtrennende *Sphagnum palustre*, dringt in einigen Fällen vom Zentrum der Mardelle aus in die *Thelypteris*-Farnherden ein. Die *Thelypteris palustris*-Bestände selbst, sind, wie der Begriff Herden bereits betont, häufig sehr dicht und bedecken eine große Fläche (siehe Bildanhang), was durch den kriechenden Wurzelstock des Sumpflappenfarns zu erklären ist.

5.1.2.4.4 *Sphagnum palustre*-Reinbestände

Sphagnum palustre-Reinbestände werden, wie der Name schon sagt, nur durch das Torfmoos *Sphagnum palustre* (D11) dominiert. Weitere differenzierende und charakterisierende Arten fehlen. Die Bestände befinden sich meist in Mardellen mit beginnender Vermoorung. Weidengebüsche konnten über diesen Torfmoosrasen noch nicht Fuß fassen.

5.1.2.4.5 *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen

Ein, im Vergleich zu den anderen dem Niedermoor nahestehenden Vegetationseinheiten, sehr viel häufiger zu beobachtendes Element stellen die *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen dar. Sie sind fast immer im Zentrum der Mardelle anzutreffen oder nehmen sogar größere Flächen ein, so daß im Kopf von Vegetationstabelle 4 in mehreren Fällen ein "a" für allgemeine Lage vergeben wurde.

Gekennzeichnet werden die *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen durch die beiden an mineralisches Wasser gebundenen Torfmoose *Sphagnum squarrosum* und *Sphagnum flexuosum*. Die beiden Torfmoose treten gemeinsam oder in Reinbeständen auf.

Aufgrund der insbesondere strukturell unterschiedlichen Ausprägung können zwei Ausbildungen, und zwar eine Ausbildung ohne *Salix aurita*-Gebüsche (5.5.1; siehe auch Transekte durch Mardelle 159) und eine Ausbildung mit *Salix aurita*-Gebüsch (5.5.2; siehe auch Transekt durch Mardelle 181) unterschieden werden. Die Ausbildung mit überstehendem Weidengebüsch ist im Gelände sehr viel markanter und charakterisiert eine Mardelle rein strukturell bereits bei erster Betrachtung. Tendenziell konnte während der Feldarbeit beobachtet werden, daß die mit Weidengebüsch überstandenen Torfmoosrasen meist an der Oberfläche sehr viel trockener sind als diejenigen ohne Weidengebüsch.

Dieser Sachverhalt zeigt sich dadurch, daß im Frühjahr ein Teil der Torfmoosrasen ohne überstehendes Weidengebüsch völlig von Wasser überflutet ist, so daß sie nur ershwert zu erkennen sind. Die Weidengebüsch tragenden Bestände hingegen liegen meist oberhalb der Wasseroberfläche, so daß sie bereits frühzeitig im Jahr gut zu erkennen waren. Einen weiteren Hinweis für diesen Sachverhalt liefert die Erfahrung, die ich während der Durchführung der Vegetationsaufnahmen sammeln konnte: Torfmoosrasen ohne Weidengebüsch können zwar in der Regel nach Überwinden der umliegenden Bereiche betreten werden, sind aber so naß und teilweise auch nur mäßig tragend, daß selbst während der Sommermonate ein wadentiefes Einsinken regelmäßig festgestellt werden mußte. Bei den mit Weidengebüsch überstandenen Torfmoosrasen liegt das größte Problem in der Regel im Erreichen des Bestandes. Die umliegenden Bereiche zeichnen sich im allgemeinen durch extreme Nässe und kaum tragendes Substrat aus. Ist es jedoch gelungen, den Torfmoosrasen im Zentrum der Mardelle zu erreichen, so steht man auf einem stabilen, weichen Moostepich, dessen Durchquerung in den Sommermonaten selbst mit Halbschuhen kaum Probleme bereitet.

Einen weiteren Hinweis auf größere Trockenheit der mit Öhrchenweidengebüsch überstandenen Torfmoosrasen findet man in extrem nassen Mardellen, die kaum zu durchqueren sind. Hier treten in den Torfmoosrasen im Zentrum der Mardellen vereinzelt Buchen-, Hainbuchen- und Stieleichen-Keimlinge auf. Diese erreichen im Durchschnitt ein Alter von 2-3 Jahren.

Ein möglicher Erklärungsansatz hierfür, liegt in der zeitweise größeren Trockenheit der Oberfläche höher gewachsener Torfmoosrasen. In warmen Sommern trocknen die Spitzen der Torfmoose fast völlig ab. Sie ermöglichen so das Aufkommen von Gehölzjungwuchs, der sich jedoch kaum halten kann, verkümmert und nach wenigen Jahren abstirbt.

Mit den *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen mit *Salix aurita* vergleichbare Vegetationsstrukturen wurden von BICK (1986) als *Salix aurita-Sphagnum recurvum*-Gesellschaft im Bereich minerotropher Moore in der montanen Stufe der Zentralvogesen beschrieben. BICK interpretierte die Öhrchenweidengebüsche als Pioniergesellschaften an Stellen mit beginnender soligener Moorbildung. Er fand die Gesellschaft besonders auf alten Rodungsflächen und stellte fest, daß die

Weidensträucher im mineralischen Untergrund wurzeln und bei einer Mächtigkeit der Torfbildung von ca. 60 cm auf Dauer absterben. Als Beleg für diese Beobachtung führt BICK Hangmoore an, in deren tieferen Torfschichten Weiden- und Birkengehölz nachgewiesen werden kann. Ein kontinuierliches Vorhandensein von Weidengebüschen ist nach BICK nur dort möglich, wo durch Bachwasser wiederholt neuer Sand über dem Torf abgesetzt wird.

Im Gegensatz hierzu konnten im Zentrum einzelner Mardellen des Untersuchungsgebietes unter kräftig ausgebildeten Weidengebüschen Torffüllungen von bis zu 3,95 m erbohrt werden. Die Torffüllung, die einen hohen Anteil an Weidenblättern und Makroresten von Seggen enthielt, wies in ihrer vertikalen Erstreckung nur sehr wenige, meist maximal 1-2 cm mächtige, Tonbändchen auf. Ein Wurzeln der Weidengüsch in mineralischem Substrat, wie es von BICK für die *Salix aurita-Sphagnum recurvum*-Gesellschaft der Zentralvogesen beschrieben wurde, kann somit für die Mardellen des Untersuchungsgebietes nicht bestätigt werden.

Nach TISCHLER (1984) können Weiden teilweise sauerstoffärmere und über längere Zeit überschwemmte Standorte besiedeln als Schwarzerlen, da sie Adventivwurzeln ausbilden können, die in sauerstoffhaltige Oberflächenwässer ragen. Dies steht durchaus im Einklang mit den Ergebnissen der Wasserstandsschwankungsmessungen an den Mardellen 6 und 202. Ein möglicher Erklärungsansatz für das üppige Wachstum der Öhrchenweidengebüsche im Zentrum von Mardellen, könnte in der Art der Anreicherung allochthonen Materials in Mardellen liegen: es ist regelmäßig zu beobachten, daß am Rand einer Mardelle stehende Bäume beim Absterben oder bei Entwurzelung in Richtung des größten Gefälles, d.h. in die Mardelle kippen. Die Erscheinung zentripetal in Mardellen lagernder Baumstämme konnte bereits bei den Ausgrabungen durch COLBUS (1905) festgestellt werden. Da es sich bei Mardellen um Gewässer mit relativ kleinem Durchmesser handelt, kommt es besonders in der Mitte der Mardelle zur Anhäufung des Holzes der in die Mardelle gekippten Baumstämme und Baumkronen; insbesondere dann, wenn sich die Baumkronen mehrerer Bäume überschneiden. Bei den in einzelnen Mardellen durchgeführten Bohrungen konnte ein hoher Anteil an kleinen Ästchen bis hin zu kräftigen Hölzern, die nicht durchbohrt werden konnten, unter den Öhrchenweidengebüschen festgestellt werden. Deshalb liegt die Vermutung nahe, daß die Öhrchenweidengebüsche möglicherweise auf Ästen und Baumstämmen siedeln, die in der Sedimentfüllung der Mardelle enthalten sind.

Dies gilt sowohl für die mit Öhrchenweidengebüschen überstandenen Torfmoosrasen als auch für die in Kapitel 5.1.2.5 beschriebenen Öhrchenweidengebüsche, die an über lange Zeiträume überfluteten Standorten zusammen mit der Kleinen Wasserlinse auftreten.

Wie nicht zuletzt aus den Transekten in Kapitel 5.2.1 zu ersehen ist, können die *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen von unterschiedlichsten Vegetationselementen umgeben werden.

Gekennzeichnet werden die *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen durch drei Torfmoosarten, nämlich *Sphagnum palustre* (D11) und *Sphagnum squarrosum* sowie *Sphagnum flexuosum* (D12). Die drei Torfmoosarten treten in unterschiedlichen Kombinationen und Deckungsanteilen auf. Im Extremfall konnten sogar, wie im Beispiel von Mardelle 160, alle drei Arten mit annähernd gleichen Deckungen in einem Torfmoosrasen beobachtet werden.

5.1.2.5 *Salix aurita*-Gebüsch

Gebüsch mit der Öhrchenweide (*Salix aurita*) stellen eine strukturell sehr auffallende Pflanzengemeinschaft dar. Im Untersuchungsgebiet greift *Salix aurita* auch vereinzelt auf andere Pflanzengemeinschaften der Erlenbruchartigen Gesellschaften über. Neben den bereits ausführlich diskutierten Torfmoosrasen ist hier beispielsweise das *Carex elata*-Seggenbruch zu nennen. Ein Anfliegen der Holzgewächse auf den Bulten von *Carex elata* oder *Carex paniculata*, wie es von MÖLLER (1970) für die Erlenbruchwälder Holsteins beschrieben wird, konnte im Untersuchungsgebiet jedoch nicht beobachtet werden.

Werden die Weiden so dicht, daß nur noch wenige Arten unter ihnen gedeihen können oder fallen aus anderen Gründen die ansonsten besprochenen Differentialartengruppen aus, wurde ein *Salix aurita*-Gebüsch ausgegrenzt. Häufig handelt es sich um Standorte im Zentrum oder in allgemeiner Lage in der Mardelle, die über einen langen Zeitraum des Jahres überschwemmt oder staunaß sind. Deshalb sind nur wenige höhere Pflanzen als Begleiter der Weidengebüsch zu verzeichnen. Als gelegentliche Begleiter sind die Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) und die Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) zu erwähnen. Als regelmäßige Begleiter treten der Bittersüße Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), der an den Weiden bis in die Strauchschicht emporklimmt, und die Walzensegge (*Carex elongata*) auf, die jedoch in der Regel nicht im überschwemmten Substrat wurzelt, sondern auf den aufsteigenden Stämmen der Weiden oder größerem Detritus aufsitzt.

Die *Salix aurita*-Gebüsch können in eine typische Variante (6.1) und in eine Variante mit *Salix caprea*, der Salweide, (6.2) untergliedert werden. *Salix caprea* bevorzugt meist deutlich trockenere Standorte als die Öhrchenweide (*Salix aurita*). Dies zeigt bereits eine weitere Entwicklungstendenz im Rahmen der Sukzession an. Eine ausführlichere Betrachtung der Mardellen in Bezug auf Sukzessionstendenzen soll jedoch erst später durchgeführt werden.

5.1.2.6 Bruchwaldartige Erlenbestände

Der einzige Baum, der, von einzelnen kleinen Birken über Torfmoosrasen abgesehen, in feuchten Mardellen Fuß fassen kann, ist die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Die Erle bildet Erlenbruchwälder aus, die jedoch, da sie auf die Mardellenstandorte begrenzt sind, nur eine geringe Ausdehnung erreichen können. Durch die Ausbildung von Lentizellen an den Wurzeln, ist die Erle befähigt überschwemmte und staunasse Standorte, die sich durch extreme Luftarmut im zu durchwurzelnden Substrat auszeichnen, zu besiedeln. Wie aus dem Transekt durch Mardelle 214 zu ersehen ist, bildet der Wurzelstock der Erle, die in Mardellen durchaus Höhen von über 20 Metern erreichen kann, einzelne Inselbiotope innerhalb der für einen Großteil des Jahres eine offene Wasserfläche aufweisenden Mardellen. Die mit Erlen bestandenen Mardellen zeigen, wie die an Mardelle 6 gemessenen Wasserstandsschwankungen belegen, intensive Schwankungen des Wasserstandes mit einer großen Amplitude im Jahresverlauf. Bei einigen Mardellen mit Bruchwaldartigen Erlenbeständen war sogar ein oberflächliches Austrocknen des Mardellenkörpers im Spätsommer zu verzeichnen, während dieselben Mardellen im Frühjahr eine ausgedehnte offene Wasserfläche mit hohem Wasserstand aufwiesen.

Die selbst bei hohem Wasserstand über die Wasseroberfläche ragenden Wurzelstöcke der Erle bilden Mikrostandorte in der Mardelle. Sie dienen mehreren Pflanzenarten als Substrat für die Besiedlung der Mardelle, die die überschwemmten und luftarmen Standorte zwischen den Erlen nicht besiedeln können. Außerdem sammelt sich auf den Wurzelstellern Bestandsabfall an. Dieser bildet Moder oder Rohhumus aus, auf dem vor allem Arten der bodensauerer Laubwälder gedeihen können. So ist insbesondere das Moos *Mnium hornum* stets anzutreffen. Aufgrund seiner in Bezug auf Staunässe stark eingeschränkten ökologischen Valenz ist es *Mnium hornum* nicht möglich zwischen den Erlen zu siedeln, es sei denn auf anderen in der Mardelle lagernden Holzstücken.

Als weitere Begleiter, die an den Wurzelstock der Erlen gebunden sind, können die Farne *Dryopteris carthusiana* (Gewöhnlicher Dornfarn) und *Athyrium filix-femina* (Frauenhaarfarn) sowie eine Brombeere aus der *Rubus fruticosus*-Verwandtschaft verzeichnet werden. Im Bereich des schwankenden Wasserspiegels wachsen an den Wurzelstöcken der Erlen, ähnlich wie für die Seggenbulte beschrieben, die Moose *Plagiothecium ruthei* und *Amblystegium riparium*. Weitere Moose wie *Thuidium tamariscinum*, *Lophocolea heterophylla*, *Rhizomnium punctatum*, *Atrichum undulatum* und *Plagiothecium nemorale* besiedeln die nicht überschwemmten Bereiche des Wurzelstockes.

Eine Sonderstellung innerhalb der Erlenbestände nimmt *Carex elongata* ein. Die Walzensegge besiedelt sowohl die Ränder der Wurzelsteller der Erlen als auch,

zumindest dem Anschein nach, die dazwischen liegenden überschwemmten Bereiche. Bei genauerer Betrachtung ist auffällig, daß sich die im offenen Wasser wachsenden Bulte der Walzensegge häufig in Reihen anordnen. Bei niedrigem Wasserstand während des Sommers wird ersichtlich, daß *Carex elongata* häufig auf in die Mardelle gestürzten Baumstämmen, die die lineare Anordnung der Bulte erklären, siedelt. Bei geringer mächtigem Wasserkörper kann die Walzensegge jedoch auch auf normalem Detritus wachsen.

5.1.2.7 Basisgesellschaft von *Carex elongata*

Die Basisgesellschaft¹ von *Carex elongata* wird nur durch die alle Erlenbruchartigen Gesellschaften kennzeichnenden Arten wie die Walzensegge selbst, den Bittersüßen Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), das Sumpf-Labkraut (*Galium palustre*), das Helmkraut (*Scutellaria galericulata*) und die Grau-Segge (*Carex canescens*) differenziert. Weitere kennzeichnende Arten fehlen in diesen Beständen. Es handelt sich meistens um nasse, stark beschattete Standorte. Die Basisgesellschaft von *Carex elongata* kann in unmittelbarer Nachbarschaft zu allen anderen in Mardellen auftretenden Vegetationseinheiten vorkommen. Bei Änderung einzelner Standortfaktoren (z.B. Hydrologie, Böden, Sedimente, Insolation ...) können sich aus ihr durch Neuansiedlung weiterer Arten die unterschiedlichsten Vegetationseinheiten der erlenbruchartigen Gesellschaften mit *Carex elongata* entwickeln. Umgekehrt liegt aufgrund der Geländebeobachtungen die Vermutung nahe, daß die Basisgesellschaft von *Carex elongata* diejenige Gesellschaft darstellt, die bei Einwirkung vegetationsschädigender Einflüsse auf Mardellen, die mit Erlenbruchartigen Gesellschaften bestanden sind, noch erhalten bleibt. Dies scheint in einigen Fällen bei sehr starker Beschattung, bei Entwässerung und bei Zerstörung der gewachsenen Struktur der Mardellenfüllung durch Wühlarbeit der Wildschweine der Fall zu sein.

5.1.2.8 *Glyceria fluitans*- und *Lysimachia vulgaris*-Waldsumpf

Die als *Glyceria fluitans*- und *Lysimachia vulgaris*-Waldsumpf zusammengefaßten Vegetationseinheiten besiedeln neben leicht anmoorigen, organisch geprägten Standorten, überwiegend Standorte, bei denen die mineralische Kompo-

¹ Der Begriff "Basisgesellschaft" darf nicht mit dem in der pflanzensoziologischen Literatur eingeführten Begriff "Basalgemeinschaft" verwechselt werden. Unter Basalgemeinschaften werden nach KOPECKY & HEJNY (1974) Vegetationseinheiten verstanden, die neben begleitenden Arten nur Charakter- und Differentialarten höherer syntaxonomischer Rangstufen, im Rahmen der betreffenden Klasse, besitzen. Unter Basisgesellschaft wird im folgenden, völlig wertneutral, eine zentrale und weit verbreitete Vegetationseinheit aus dem Vegetationsmosaik der Mardellen verstanden.

nente des Substrates dominiert. Mit zunehmender mineralischer Ausprägung des Substrates scheint, zumindest tendenziell, eine Abnahme der Feuchtigkeit des Substrates einherzugehen. Aufgrund der durch verschiedene ökologische Faktoren bedingten unterschiedlichen Artenzusammensetzung ist der *Glyceria fluitans* und *Lysimachia vulgaris* -Waldsumpf weiter zu untergliedern.

5.1.2.8.1 *Iris pseudacorus*- und *Lysimachia vulgaris*- Waldsumpf

Der *Iris pseudacorus*- und *Lysimachia vulgaris*-Waldsumpf wird durch den Gewöhnlichen Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) und die Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) (D19) charakterisiert. Beide Arten bevorzugen mindestens wechselfeuchte bis regelmäßig überschwemmte Standorte, die nicht zu stark beschattet sind. In einzelnen Mardellen konnte die Gelbe Schwertlilie zwar auch an Standorten mit einer Beschattung von über 70% angetroffen werden; dort konnte während des Beobachtungszeitraums jedoch kein Erblühen der Pflanzen verzeichnet werden. Der *Lysimachia vulgaris*-und *Iris pseudacorus*-Waldsumpf besiedelt den weitgestreckten Übergangsbereich zwischen organisch und mineralisch geprägtem Substrat. Es werden sowohl torfige Böden als auch reine Lehm- und Tonböden besiedelt. Deshalb ist die Vegetationseinheit einerseits in komplex strukturierten Mardellen im randlichen Verlandungsbereich der Mardelle anzutreffen; beispielsweise in Mardellen, die einen *Lemna minor* und *Carex elongata*-Waldsumpf oder Torfmoosrasen im Zentrum aufweisen. Andererseits kann auch ein großflächiges Auftreten im Zentrum der Mardelle oder ein sich in allgemeiner Lage über einen Großteil der Mardelle erstreckendes Auftreten beobachtet werden, wenn nur Wasserlinsendecken oder keine weiteren Vegetationseinheiten auftreten und entsprechende ökologische Bedingungen vorliegen, die ein Wachstum der beiden Arten ermöglichen.

Die Gesellschaft kann in eine Ausprägung ohne (9.1.1) und in eine Ausprägung mit (9.1.2) *Glyceria fluitans* (D20) unterteilt werden. Das Flutende Süßgras (*Glyceria fluitans*) ist ebenfalls an zeitweise überschwemmte Standorte mit nicht zu starker Beschattung gebunden. Im Untersuchungsgebiet konnte das Flutende Süßgras auch in extrem beschatteten Mardellen beobachtet werden, in denen es stellenweise Deckungen von über 75% erreicht. Dies ist wahrscheinlich auf die im Vergleich zu anderen Arten geringere Konkurrenzkraft zurückzuführen. Die Ausbildung des *Iris pseudacorus* und *Lysimachia vulgaris*-Waldsumpfes mit *Glyceria fluitans* leitet bereits zu den *Glyceria fluitans*-Rasen über.

5.1.2.8.2 *Glyceria fluitans*-Rasen

Die in den Mardellen des Untersuchungsgebietes häufig auftretenden *Glyceria fluitans*-Rasen, werden nur durch das Flutende Süßgras selbst (D21) gekennzeichnet. In stark beschatteten Mardellen treten *Glyceria fluitans*-Rasen auch im Zentrum und in allgemeiner Lage in der Mardelle auf, während sie ansonsten fast immer nur im zeitweise überschwemmten Randbereich oder im Überlaufbereich der Mardellen anzutreffen sind. Die Standorte der *Glyceria fluitans*-Rasen werden zwar zeitweise überschwemmt, trocknen jedoch witterungsabhängig im allgemeinen im Sommer so stark aus, daß sie zumindest während der Sommermonate nur noch feucht sind und meistens betreten werden können.

Eine genauere Aussage über die in diesen Beständen auftretenden Wasserstandsschwankungen kann durch die Messungen an Mardelle 20 getroffen werden. Bei Mardelle 20 handelt es sich um eine sehr stark beschattete und ausgesprochen nasse Mardelle, die im Zentrum keine Vegetation und in den weiter randlich gelegenen Bereichen *Glyceria fluitans*-Rasen aufweist. Die Amplitude an einer nur wenig vom *Glyceria fluitans*-Bestand entfernten Meßplatte beträgt, wie Abb. 25 zeigt, 22,5 cm. Dies ist eine durchaus markante Wasserstandsschwankung, mit der eine zeitweise Überflutung der *Glyceria fluitans*-Bestände einhergeht. Im Vergleich zu anderen Wasserstandsschwankungen an Mardellen im Untersuchungsgebiet, wie z.B. im *Carex elata*-Seggenbruch, ist diese Schwankung jedoch als gering zu betrachten.

Die *Glyceria fluitans*-Rasen können in eine Ausbildung (9.2.1) ohne und eine Ausbildung mit (9.2.2) *Ranunculus repens* (D23), dem Kriechenden Hahnenfuß, unterteilt werden. Die Ausbildung mit *Ranunculus repens* ist an trockeneren, meist nur noch wechselfeuchten Standorten in der Mardelle anzutreffen. In nassen Mardellen tritt sie nur im Rand- und Überlaufbereich der Mardelle auf. Dies ist beispielsweise in der zeichnerischen Darstellung des Längstransektes durch Mardelle 159 zu erkennen. Bei nur feuchten Mardellen hingegen kann diese Vegetationseinheit auch Bereiche im Zentrum der Mardelle besiedeln. Auffallend ist, daß der Kriechende Hahnenfuß, der durch seine langen oberirdischen Ausläufer sehr schnell in angrenzende Flächen übergreifen kann, regelmäßig als erste Gefäßpflanze gestörte Stellen innerhalb einer Mardelle, wie z.B. Wildschweinsuhlen, wiederbesiedelt. Während *Ranunculus repens* im allgemeinen mineralisch geprägte, höchstens wechselfeuchte Ton- und Lehmböden besiedelt, kann er an Störstellen auch auf sehr nassen, stärker organisch geprägten Substraten angetroffen werden.

5.1.2.9 Krautreiches Seggenbruch mit *Circaea lutetiana*

Im Gegensatz zu den unter Kapitel 5.1.2.8.2 besprochenen *Glyceria fluitans*-Rasen, sind die Bestände des Krautreichen Seggenbruches mit *Circaea lutetiana* ausschließlich auf die wechselfeuchten bis teilweise trockenen Rand- und Überlaufbereiche der Mardellen beschränkt. Das Krautreiche Seggenbruch mit *Circaea lutetiana* wird durch das Gewöhnliche Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), den Hain-Ampfer (*Rumex sanguineus*), die Spierstaude (*Filipendula ulmaria* ssp. *denudata*) und die Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa*) charakterisiert (D24). Hierbei handelt es sich um Arten, die regelmäßig auf sickerfeuchten bis nassen, luftarmen, aber nährstoffreichen Lehm- und Tonböden im Bereich des anstehenden lothringischen Gipskeupers angetroffen werden können. Als weitere regelmäßig auftretende Arten, die jedoch keine Differentialarten zu den *Glyceria fluitans*-Rasen darstellen, sind *Glyceria fluitans* und *Ranunculus repens* zu erwähnen.

Die Gesellschaft des Krautreichen Seggenbruches läßt sich anhand des Artenbestandes in eine trennartenfreie Untergesellschaft (10.1), die lediglich den bereits aufgeführten Artenbestand aufweist, mit einer Variante (10.1.2) des im Rahmen weiterer Sukzession auftretenden, Wasserschneeballs (*Viburnum opulus*) (D25), und in eine Untergesellschaft (10.2) mit weiteren Arten luftarmer, feuchter Lehm Böden (D26) untergliedern.

Zu den Arten dieser Untergesellschaft gehören, neben weiteren Arten, die aus Vegetationstabelle 8 zu ersehen sind, die Gräser *Milium effusum* und *Carex sylvatica*. Beide sind häufige Arten der für den Gipskeuper typischen Eichen-Hainbuchenwälder und leiten zu diesen über.

5.1.3 Eichen - Hainbuchenwald - Gesellschaften

Die Waldgesellschaften, bei denen es sich um Gesellschaften der Eichen-Hainbuchenwälder handelt, stellen die dritte der in der Übersichtstabelle ersichtlichen Großgruppen dar. Sowohl strukturell als auch floristisch unterscheidet sich diese Großgruppe von allen anderen in den Mardellen des Untersuchungsgebietes anzutreffenden Vegetationseinheiten durch das Vorhandensein einer Baumschicht, die aus in der Mardelle selbst wurzelnden Stieleichen (*Quercus robur*) und Hainbuchen (*Carpinus betulus*) gebildet wird. Die Gesellschaft der Eichen-Hainbuchen-Wälder läßt sich aufgrund der Anwesenheit (11.1) oder des Fehlens (11.2) bestimmter, an feuchte Lehm Böden gebundener, kleiner Erdmoose wie *Ephemerum serratum*, *Fissidens bryoides*, *Fissidens taxifolius* und *Fissidens exilis* (D27), die ein eigenes Moossynusium darstellen, untergliedern. Die Ausgliederung kann im Untersuchungsgebiet jedoch nur aufgrund einer sehr

geringen Anzahl an Aufnahmen durchgeführt werden, da es sich bei den Standorten dieser Gesellschaften um trockene oder nur zeitweise feuchte Mardellen handelt, die im Untersuchungsgebiet den Ausnahmefall darstellen. Bei einer Erweiterung des Untersuchungsgebietes ist zu erwarten, daß eine genauere Differenzierung aufgrund eines umfangreicheren Datenmaterials durchgeführt werden kann.

5.2 Das Vegetationsmosaik der Mardellen in seiner räumlichen und zeitlichen Dynamik

Wie im methodischen Teil der Arbeit bereits ausgeführt, besteht die Vegetation einer Mardelle nur in Ausnahmefällen aus einem einzigen, einheitlichen Vegetationsbestand. In der Regel sind mehrere unterschiedliche Pflanzenbestände im räumlichen Nebeneinander vorhanden, die jeweils durch eine eigene Vegetationsaufnahme belegt wurden. Diese Aufnahmen wurden im Rahmen der Tabellenarbeit durch synoptischen Vergleich zu den in Kapitel 5.1 besprochenen Vegetationseinheiten zusammengefaßt. Dabei wurden in einigen wenigen Fällen mehrere Aufnahmen aus einer Mardelle der gleichen Vegetationseinheit zugeordnet. In den meisten Fällen jedoch wurde der optische Geländeeindruck der Verschiedenheit der Pflanzenbestände bestätigt und die Vegetationsaufnahmen wurden unterschiedlichen Vegetationseinheiten zugeordnet. In einer Mardelle können somit mehrere Vegetationseinheiten zur gleichen Zeit räumlich nebeneinander auftreten (vgl. Vegetationstabelle 10).

Deshalb muß korrekter Weise, wenn man die gesamte Vegetation einer Mardelle betrachtet, von einem Vegetationsmosaik gesprochen werden. Die Vegetationseinheiten können demzufolge auch als Vegetationsbausteine des Vegetationsmosaiks bezeichnet werden.

Die Vegetationsbausteine können nicht nur im räumlichen Nebeneinander, sondern auch im zeitlichen Nacheinander auftreten. Die räumliche Anordnung und die zeitliche Abfolge dieser Vegetationsbausteine soll im folgenden dargestellt werden.

5.2.1 Räumliche Anordnung einzelner Vegetationsbausteine innerhalb einer Mardelle

In der Übersichtstabelle (Veg.Tab. 1) wurden die, die Vegetationseinheiten charakterisierenden Artengruppen in einer sich diagonal durch die Tabelle ziehenden Abfolge angeordnet. Diese diagonale Abfolge beschreibt ökologische Reihen, die eine räumliche und eine zeitliche Komponente aufweisen.

Diese Zusammenhänge werden in der Tabelle, die lediglich eine zweidimensionale Darstellung zuläßt, jedoch nur sehr vereinfacht dargestellt, da im Ökosystem Mardelle multidimensionale Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Faktoren und Elementen auftreten.

Deshalb soll im folgenden am Beispiel unterschiedlich zusammengesetzter und hinsichtlich ihrer Komplexität differierender Vegetationsmosaik die räumliche Anordnung der Vegetationsbausteine in der Mardelle und deren Abhängigkeit von ökologischen Faktoren dargestellt werden. Hierzu wurden an fünf Mardellen des Untersuchungsgebietes Transekte gelegt, die als exemplarische Fallbeispiele zur Verdeutlichung sowohl tabellarisch als auch teilweise zeichnerisch dargestellt wurden. Es wurde von drei Mardellen je ein Quertransekt, von einer Mardelle ein Längstransekt und von einer Mardelle sowohl ein Längs- als auch ein Quertransekt angefertigt.

Transektaufnahmen erfassen aufgrund ihrer kleinen Aufnahmefläche (vgl. Kapitel 2.5.5) nur einen Ausschnitt aus einem möglicherweise größeren Vegetationsbestand. Ihre Aufgabe besteht darin, die Artenzusammensetzung und deren Veränderung entlang einer festgelegten Strecke darzustellen, wodurch sich ökologische Zusammenhänge erkennen lassen.

Zwischen der Transektendarstellung und dem in der Aufsicht auf eine Mardelle dargestellten Vegetationsmosaik können, aufgrund des unterschiedlichen methodischen Ansatzes, leichte Abweichungen auftreten. Beispielsweise kann es vorkommen, daß für eine Mardelle nur eine Vegetationseinheit ausgegliedert wurde, während die Transektaufnahme den Eindruck vortäuscht, es sei noch eine zweite, artenärmere Vegetationseinheit ausgebildet. So z.B. in den Aufnahmen 1.1 und 1.2 des Quertransektes durch Mardelle 91, die keine *Carex elata* enthalten, da genau der Zwischenraum zwischen zwei Bulten, die aufgrund der stärkeren Beschattung auch kleiner sind als im Zentrum der Mardelle, erfaßt wurde.

5.2.1.1 Quertransekt durch eine von *Carex elata* dominierte Mardelle

Mardelle 91 wird in ihrer Gesamtheit von Beständen der Steifen Segge, d.h. einem *Carex elata*-Seggenbruch mit *Lemna minor*, geprägt. Es ist keine symmetrische Vegetationszonierung, die sich in der Tabelle (Tab. 1) in der Anordnung der Einträge in Form eines "U" ausdrücken würde, zu erkennen, sondern lediglich eine allmähliche, in Form einer Diagonale dargestellte Veränderung vom einen zum anderen Rand der Mardelle festzustellen. Dies offenbart sich in der Darstellung der gemittelten Lichtwerte, die von geringen Werten unter 4 am Rand der Mardelle auf Werte über 7 im Zentrum ansteigen und dann zum anderen Rand hin nur sehr flach

abfallen. Diese Erscheinung ist zum einen durch die die Mardelle umgebenden Fichten zu erklären, die nur geringe Flächen beschatten, diese dann aber so stark, daß sich keine Arten des Krautreichen Seggenbruches, die zwischen Mardellenvegetation und umgebender Vegetation vermitteln, einstellen konnten. Zum anderen erstreckt sich der Transekt von Südsüdwest nach Nordnordost, so daß aufgrund des unterschiedlichen Sonneneinfalls bei ausreichender Feuchtigkeit am nordexponierten Mardellenrand eine starke Beschattung durch die Fichten zu verzeichnen ist.

Infolgedessen sind am Mardellenrand weniger lichtliebende Arten vertreten bzw. im Falle von *Carex elata* nur kleinere Bulte mit größerem Abstand voneinander ausgebildet. Am südexponierten Mardellenrand hingegen sind kräftige Bulte bis zum äußersten Randbereich ausgebildet. Während die Feuchtigkeit von Süden nach Norden allmählich zunimmt, zeigen die Reaktions- und Stickstoffwerte ihr Maximum am nordexponierten Mardellenrand und annähernd im Zentrum der Mardelle. Die hohen Werte am Rand sind möglicherweise durch Eintrag von außen durch Oberflächenwässer oder zoogenen Einfluß zu erklären. Das Ansteigen der Werte zum Zentrum der Mardelle beruht möglicherweise auf der Anreicherung großer Mengen organischen Materials und der Anwesenheit des Rohrkolbens, der sonst in den Mardellen des Untersuchungsgebietes nur sehr selten anzutreffen ist.

5.2.1.2 Längstransekt durch Mardelle 214

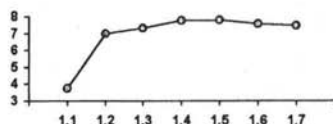
In Mardelle 214 sind Bruchwaldartige Erlenbestände und *Glyceria fluitans*-Rasen ausgebildet (vgl. Tab. 2). Zusätzlich befinden sich im äußeren Überlaufbereich kleine Bestände, die dem Krautreichen Seggenbruch nahestehen, jedoch aufgrund ihrer geringen Deckung nicht soziologisch aufgenommen wurden.

Sowohl strukturell als auch ökologisch wird die Mardelle durch die Erlen dominiert. Die Schwarzerle bildet in den Aufnahmeflächen 1.3, 1.6, 1.7, 1.10 und 1.11 die oben beschriebenen Inselbiotope. Die in der Fläche 1.3 wurzelnde Erle wurde gefällt, so daß von ihr, im Gegensatz zu den anderen in der Mardelle wurzelnden Erlen, keine Beschattung der benachbarten Flächen ausgeht. Der Verlauf der Kurven der Licht- und Stickstoffwerte entlang des Transektes ist direkt von den Erlen abhängig. Einerseits bestimmen die Erlen durch Beschattung den Lichteinfall in die Mardelle, so daß die höchsten Lichtwerte zwischen zwei Erlen erreicht werden. Andererseits gehen Schwarzerlen mit Strahlenpilzen der Gattung *Actinomyces* eine Symbiose ein, bei der die Strahlenpilze nicht pflanzenverfügbaren Luftstickstoff in pflanzenverfügbare Nitrate umwandeln. Da die Erle außerdem vor dem Laubabwurf kaum Stickstoff aus den Blättern zurückzieht (TISCHLER 1984), ergibt sich eine große Menge stickstoffreichen und damit gut abbaubaren Materials.

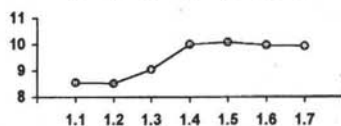
Tab. 1: Quertransekt durch Mardelle 91

Aufnahme - Nr.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
Aufnahmebeginn (m)	0	1	3	5	7	9	11
Aufnahmefläche (qm)	2	2	2	2	2	2	2
Artenzahl	8	12	11	10	10	6	5
Höhe Krautschicht (m)	0.40	0.80	1.20	1.60	1.60	1.60	1.20
Deckung Krautschicht (%)	20	40	70	100	100	100	100
Höhe Bodenschicht (m)	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Deckung Bodenschicht (%)	20	20	20	20	30	7	3
<i>Lophocolea bidentata</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Carex remota</i>	2	.	.	.	.	.	1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Carex elongata</i>	2	+	.	.	.	.	.
<i>Eurhynchium praelongum</i>	2	+	.	.	.	.	.
<i>Calliergonella cuspidata</i>	.	2	.	.	.	.	.
<i>Scutellaria galericulata</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Rhizomnium punctatum</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	2	.	.	.	.	.
<i>Pellia endiviifolia</i>	.	.	r	.	.	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	+	1	+	+	.	.	.
<i>Galium palustre s.str.</i>	1	2	+	+	.	.	.
<i>Carex canescens</i>	.	2	2	.	+	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	2	1	+	+	.	.
<i>Amblystegium riparium</i>	.	2	2	2	2	1	.
<i>Brachythecium rutabulum</i>	1	1	2	2	2	2	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	.	2	1	1	2	2
<i>Carex elata</i>	.	.	4	5	5	5	5
<i>Lemna minor</i>	.	.	1	2	2	+	.
<i>Epilobium adenocaulon</i>	.	.	2	1	+	+	.
<i>Typha latifolia</i>	.	.	.	1	2	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	+	.	.

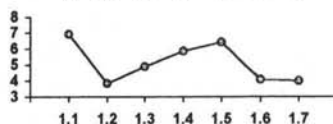
Verlauf der
Mittleren Lichtwerte
für Gefäßpflanzen:



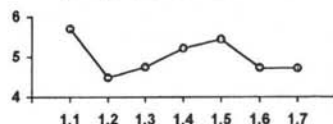
Verlauf der
Mittleren Feuchtwerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Reaktionswerte
für Gefäßpflanzen:



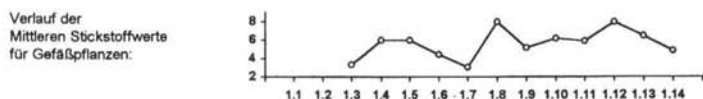
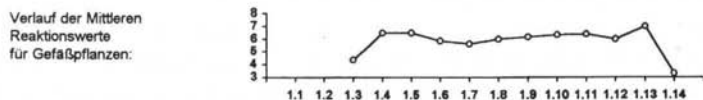
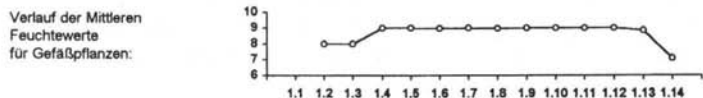
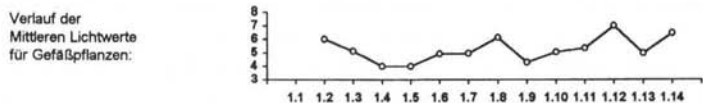
Verlauf der
Mittleren Stickstoffwerte
für Gefäßpflanzen:



Tab. 2: Längstransect durch Mardelle 214

Aufnahme - Nr.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14
Aufnahmebeginn (m)	0	2	3	5	7	9	11	12	14	15	17	18	20	22
Aufnahmefläche (qm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Artenzahl	0	2	11	5	5	11	7	4	9	10	7	3	8	15
Höhe Baumschicht (m)	-	-	-	7	7	15	7	15	-	15	15	7	-	-
Deckung Baumschicht(%)	-	-	-	10*	20*	90	20	60*	-	90	90	40*	-	-
Höhe Krautschicht (m)	-	0.45	1.5	0.8	0.8	1.1	1.0	0.4	1.0	1.2	1.3	0.2	1.1	0.8
Deckung Krautschicht (%)	-	2	50	20	23	70	7	3	60	30	60	1	90	80
Höhe Bodenschicht (m)	-	0.02	0.05	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02	0.10	0.10	0.10	0.03	0.03	0.03
Deckung Bodenschicht (%)	-	2	90	10	20	70	40	1	50	40	50	2	4	10

<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Circaea lutetiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Plagiomnium undulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Viburnum opulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Eurhynchium praelongum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1 2
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	2 1
<i>Hedera helix</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i> s.str.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tetraphis pellucida</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium ruthei</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum montanum</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.
<i>Carex canescens</i>	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	+	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	2
<i>Thuidium tamariscinum</i>	.	.	.	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	2	.	.	.	2	2	1	2	.	.	.
<i>Amblystegium riparium</i>	.	.	.	1	2	2	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Carex elongata</i>	.	.	.	1	2	2	3	+	.	3	2	2	.	4 1
<i>Mnium hornum</i>	.	.	.	4	1	1	4	3	.	.	2	3	.	+
<i>Calliergonella cuspidata</i>	.	.	.	.	.	1	2	2	.	2	2	2	+	1 1
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	+	.	.	.	1	.	1	+	.	.	+
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	.	2	2	5	4	4	.	5	5	3
<i>Sphagnum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.
<i>Rubus caesius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.
<i>Nowellia curvifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.



* - nicht in der Aufnahmefläche wurzelnd, aber von außen beschattend

Aufgrund des sehr feuchten Milieus in der Mardelle mit einhergehender intensiver Beschattung und hohem Stickstoffangebot tritt häufig nur noch eine Art außerhalb des Wurzelstockes der Erlen auf; nämlich *Solanum dulcamara*, der Bittersüße Nachtschatten, der nach ELLENBERG (1991) ein ausgesprochener Stickstoffzeiger ist und somit die hohen Werte in der Kurve der Stickstoffmittelwerte bedingt. In den Aufnahmen mit Wurzelstöcken der Erlen sind geringere Stickstoffwerte in der Kurve abgetragen, da auf den Wurzeltellern Arten auftreten, die stickstoffärmere Standorte bevorzugen, wie z.B. *Dryopteris carthusiana*. Bemerkenswert erscheinen die geringen Reaktionswerte, die im Randbereich der Mardelle, außerhalb der Erlenbestände, auftreten. Der äußere Randbereich ist, wie die Aufnahmen 1.1 und 1.2 zeigen, einseitig nicht mit Vegetation bestanden. Die in der Mardelle auftretenden *Glyceria fluitans*-Rasen werden im Transekt durch die Aufnahme 1.13 tangiert. Sie befinden sich zwar im noch sehr nassen Bereich der Mardelle, liegen jedoch schon soweit randlich, daß ein zeitweiliges Trockenfallen während der Sommermonate gegeben ist. Sie leiten zu den noch trockeneren Standorte bevorzugenden Arten des Krautreichen Seggenbruchs in Aufnahme 1.14 über.

5.2.1.3 Längs- und Quertransekt durch Mardelle 159

Durch Mardelle 159 wurden Längs- und Quertransekt gelegt (Tab. 3, Tab 4.), um am Beispiel eines komplexer strukturierten Vegetationsmosaiks die Abfolge und Anordnung der Vegetationsbausteine in zwei Richtungen zu verfolgen.

An Vegetationseinheiten sind in der Mardelle *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen ohne Öhrchenweidengebüsche, *Glyceria fluitans*-Rasen und das Krautreiche Seggenbruch mit *Carex elongata* ausgebildet. Die Anordnung der Vegetationsbausteine ist in der Mardellenaufsicht dargestellt. Hierbei wird deutlich, daß die *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen (5.5.1) im Zentrum der Mardelle liegen, während die *Glyceria fluitans*-Rasen (9.9.2) etwas weiter randlich angeordnet sind und daß das krautreiche Seggenbruch (10.1) auf den bereits relativ weit verlandeten, westlichen Randbereich und den gelegentlich überschwemmten, hangabwärts gerichteten Überlaufbereich beschränkt ist.

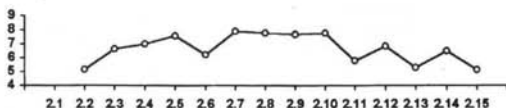
Betrachtet man nun zunächst den Quertransekt, so wird deutlich, daß im Gegensatz zu den bisher betrachteten Transekten unterschiedliche Vegetationsbausteine direkt aneinander grenzen und daß fließende Übergänge zwischen diesen entlang eines Gradienten auftreten. Weiterhin ist aus dem Verlauf der Kurve der Mittleren Lichtwerte zu ersehen, daß wie zu erwarten, in der Mitte der Mardelle die geringste Beschattung durch den umgebenden Wald und damit der höchste Lichteinfall zu verzeichnen ist. Ebenfalls zu erwarten war die im Zentrum der Mardelle auftretende größte Feuchte. Bemerkenswert erscheint jedoch,

Tab. 3: Längstransect durch Mardelle 159

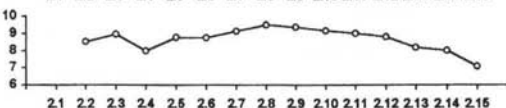
Aufnahme - Nr.	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15
Aufnahmebeginn (m)	0	2	3	5	7	9	11	13	15	17	18	20	22	24	26
Aufnahmefläche (qm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Artenzahl	0	5	6	11	12	11	13	10	12	7	7	6	7	6	7
Höhe Krautschicht (m)	-	0.8	0.8	0.5	1.0	1.0	1.3	1.0	0.7	1.0	1.0	0.4	1.0	0.3	0.3
Deckung Krautschicht (%)	-	50	80	90	95	95	90	90	80	80	90	95	95	30	40
Höhe Bodenschicht (m)	-	-	0.02	0.05	0.03	0.02	0.10	0.10	0.03	0.01	0.01	-	0.02	-	-
Deckung Bodenschicht (%)	-	-	1	2	1	1	90	30	15	1	1	-	1	-	-

<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ 2
<i>Epilobium adenocaulon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ +
<i>Carex remota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	+	2	
<i>Rumex sanguineus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
<i>Plagiomnium undulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amblystegium riparium</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	+	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i>	.	.	.	3	3	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	4	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2 2
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	+	2	.	
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	1	4	3	2	1	.	.	.	.	2	1	
<i>Carex canescens</i>	.	.	.	.	1	+	.	.	.	2	2	.	.	.	.
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	.	+	.	1	+	.	.	2	+	.	.	.	+	
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	2	3	2	+	+	1	.	.	2	+	5	2	2 1
<i>Carex elongata</i>	.	.	3	3	1	1	3	1	2	2	2	4	.	1	.	+
<i>Solanum dulcamara</i>	.	1	+	+	2	2	2	2	2	2	2	2	.	.	.	
<i>Galium palustre s. str.</i>	.	.	.	.	+	+	2	2	1	2	.	.	+	.	.	
<i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	3	2	3	4	4	3	2	.	.	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	+	.	1	.	+	.	.	.	.	.
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	.	2	3	2	.	.	.	
<i>Sphagnum squarrosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	2	.	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eurhynchium praelongum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	1	.	.	.	.
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	+	.	.	.	
<i>Calliergonella cuspidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium ruthei</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.

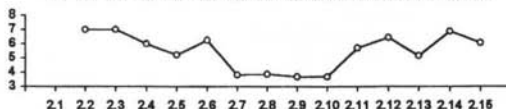
Verlauf der
Mittleren Lichtwerte
für Gefäßpflanzen:



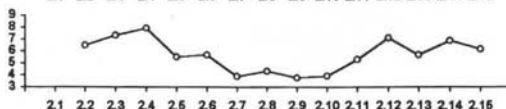
Verlauf der
Mittleren Feuchtwerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Reaktionswerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Stickstoffwerte
für Gefäßpflanzen:

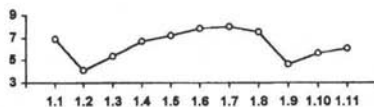


Tab. 4: Quertransekt durch Mardelle 159

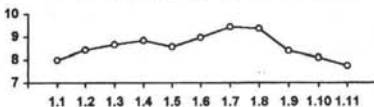
Aufnahme - Nr.	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,10	1,11
Aufnahmebeginn (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Aufnahmefläche (qm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Artenzahl	2	4	6	9	13	13	12	15	15	14	6
Höhe Strauchschicht (m)	-	-	-	-	-	-	-	2,2	2,0	-	-
Deckung Strauchschicht(%)	-	-	-	-	-	-	5	10	-	-	-
Höhe Krautschicht (m)	0,1	0,7	0,08	1,0	0,9	1,2	1,8	1,1	1,3	1,4	0,3
Deckung Krautschicht (%)	1	70	95	90	95	90	90	80	80	95	30
Höhe Bodenschicht (cm)	1	-	-	3	3	1	1	0,5	3	3	2
Deckung Bodenschicht (%)	<1	-	-	1	1	40	40	30	15	1	1

<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 2
<i>Filipendula ulm. ssp. denudata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Circaea lutetiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 1
<i>Scirpus sylvaticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 3
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 2 1
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ 2
<i>Cardamine pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Salix aurita</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 2
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 +
<i>Rhizomnium punctatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 +
<i>Carex canescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Carex remota</i>	r	3	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 1 2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 1 2
<i>Solanum dulcamara</i>	+	r	3	2	2	2	2	2	1	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ r + 2 2
<i>Carex elongata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 4 3 2
<i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 + + + 1 2 2 2 +
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ + 1 1 2 2 +
<i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3 2 4 4 4
<i>Calliergonella cuspidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ 2 2 + 1 +
<i>Eurhynchium praelongum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ 2 2
<i>Plagiothecium ruthei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 1 2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3 1
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ 1
<i>Galium palustre</i> s.str.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 1
<i>Sphagnum squarrosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2 2 1

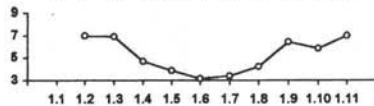
Verlauf der
Mittleren Lichtwerte
für Gefäßpflanzen:



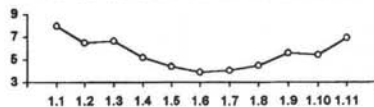
Verlauf der
Mittleren Feuchtwerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Reaktionswerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Stickstoffwerte
für Gefäßpflanzen:



daß im Zentrum der Mardelle die niedrigsten Mittel der Reaktions- und Stickstoffwerte zu verzeichnen sind. Dies geht mit einer Vermoorung und einem Wachstum von Torfmoosen, d.h. mit der Verbreitung der *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen in der Mardelle, einher. Um diese durch das Auftreten bestimmter Pflanzenarten angezeigten Unterschiede hinsichtlich der Acidität und des Stickstoffgehaltes des wasserdurchtränkten Substrates auf nur wenigen Metern zu erklären, muß die Wasserversorgung einer Mardelle berücksichtigt werden. Eine Mardelle erhält einerseits Oberflächenwasser aus dem Einzugsgebiet der Mardelle und andererseits Niederschlagswasser. Ein Teil der im Oberflächenwasser enthaltenen Nährstoffe wird möglicherweise durch die Vegetation im Randbereich der Mardelle bereits verbraucht, so daß nur ein Teil der Nährstoffe bis zum Inneren der Mardelle gelangt. Dies wird möglicherweise durch eine, aufgrund der Sedimentfüllung der Mardelle erschwerte Wasserzirkulation verstärkt, die jedoch nicht näher untersucht wurde. D.h., daß die Torfmoosrasen im Zentrum der Mardelle durch einen relativ hohen Anteil an Niederschlagswasser und von an Nährstoffen verarmtem Oberflächenwasser mit Feuchtigkeit versorgt werden. Da die Zellmembranen von Sphagnen zum Austausch von Kationen befähigt sind, wobei die H^+ -Ionen-Konzentration im Wasser erhöht wird, bewirken die Sphagnen selbst ein weiteres Absinken des pH-Wertes (TISCHLER 1984). Ein zusätzlicher Nährstoffeintrag von außen, wie beispielsweise durch Ablagerung von Ästen, die während der Waldarbeiten anfallen, schlägt sich sofort in der Vegetation nieder. So konnte in mehreren Mardellen an solchen Stellen ein kleinräumig begrenztes Auftreten von *Ranunculus repens* mit hohen Deckungen beobachtet werden.

Betrachtet man nun den Längstransect durch die Mardelle, so werden die durch Pflanzen angezeigten graduellen Unterschiede bezüglich des Licht-, Feuchte-, Säuren- und Stickstoffangebotes noch deutlicher. Entlang des Längstransectes ist ein Übergang vom nicht mit Vegetation bestandenen Randbereich, über *Glyceria fluitans*-Rasen, die hohe Deckungen des Rohbodenbesiedlers *Alopecurus aequalis* aufweisen, zu *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen und dann, zum Überlaufbereich der Mardelle hin, zum Krautreichen Seggenbruch mit *Circaea lutetiana* zu verzeichnen.

Bei dieser Mardelle handelt es sich insofern um ein besonders typisches Beispiel, als regelmäßig an Mardellen beobachtet werden kann, daß in den Rand- und Überlaufbereichen trotz zunächst unterschiedlichen Aussehens, eng verwandte Pflanzengesellschaften angesiedelt sind, die etwas basischere, nicht zu nasse Standorte bevorzugen.

5.2.1.4 Quertransekt durch Mardelle 181

Der Quertransekt durch Mardelle 181 weist die bereits angesprochene "U-Form" der Einträge in der Tabelle auf, was auf einer annähernd symmetrischen Anordnung der Vegetationsbausteine innerhalb der Mardelle beruht. Es handelt sich hierbei um *Glyceria fluitans*-Rasen mit *Ranunculus repens* (9.2.2), *Thelypteris palustris*-Farnherden (5.3), *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen mit *Salix aurita* (5.5.2) und reine *Salix aurita*-Gebüsche (6.). Zusätzlich ist das Krautreiche Seggenbruch (10) in Ansätzen, wie in Aufnahme 1.1 zu erkennen, im Randbereich und im Überlaufbereich der Mardelle ausgebildet. Für eine pflanzensoziologische Aufnahme war die Ausbildung im Randbereich jedoch zu spärlich, während sich der Überlaufbereich gut geeignet hätte. Eine Aufnahme war jedoch trotzdem nicht möglich, da der Bestand wenige Tage vor der vegetationskundlichen Erfassung weitgehend durch Wildschweine zerwühlt wurde.

Wie die schematische Darstellung der Verbreitung der einzelnen Vegetationsbausteine in der Mardelle in der Aufsicht zeigt, konnten durch den Transekt nicht alle in der Mardelle auftretenden Vegetationsbausteine erfaßt werden. Der Transekt durchläuft lediglich *Thelypteris palustris* - Farnherden und *Sphagnum squarrosum* - Torfmoosrasen mit *Salix aurita*.

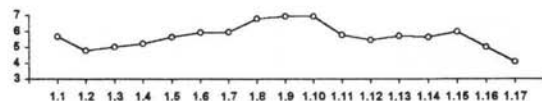
Interessanterweise schließen sich die *Thelypteris*-Farnherden ringförmig um den im Zentrum der Mardelle ausgebildeten Torfmoosrasen. Am östlichen Mardellenrand schließt sich zusätzlich der bereits erwähnte spärlich ausgebildete Randbereich mit Arten des Krautreichen Seggenbruches an. Bei Betrachtung der Kurven der gemittelten Zeigerwerte wird deutlich, daß auch bei dieser Mardelle zum Zentrum hin Arten auftreten, die saure Substrate bei geringer Beschattung bevorzugen.

Tab. 5: Quertransekt durch Mardelle 181

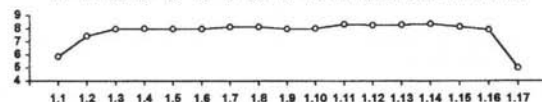
Aufnahme - Nr.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17
Aufnahmebeginn (m)	0	1	2	4	6	8	10	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
Aufnahmefläche (qm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Artenzahl	6	4	5	12	9	8	11	7	11	11	11	16	13	9	9	9	6
Höhe Strauchschicht (m)	-	-	-	3	4	4	5	5	6	8	7	5	4	3	-	-	-
Deckung Strauchschicht(%)	-	-	-	60	70	80	90	50	95	100	60	50	40	15	-	-	-
Höhe Krautschicht (m)	0.50	0.95	0.70	0.90	0.70	0.90	0.80	0.80	0.20	0.35	0.60	0.50	0.80	0.70	1.30	0.80	0.40
Deckung Krautschicht (%)	30	50	95	90	80	95	95	20	30	5	60	70	95	80	80	80	20
Höhe Bodenschicht (m)	-	-	-	0.03	0.03	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	-	-
Deckung Bodenschicht (%)	-	-	-	10	5	15	60	100	100	50	20	30	10	10	5	-	-

<i>Quercus robur</i>	r	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fagus sylvatica</i>	r	-	-	-	-	-	-	+	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Milium effusum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sorbus torminalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Convallaria majalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hedera helix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Circaea lutetiana</i>	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Cardamine pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	2	1	2	+	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	-
<i>Lonicera periclymenum</i>	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex remota</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Carpinus betulus</i>	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lonicera periclymenum</i>	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiothecium ruthii</i>	-	-	-	1	1	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Plagiommium undulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+
<i>Galium palustre</i> s. str.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	2	+	-
<i>Lophocolea bidentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Calliergonella cuspidata</i>	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	+	+	-	-	-
<i>Eurhynchium praelongum</i>	-	-	-	+	+	-	1	-	-	-	1	+	+	2	-	-	-
<i>Thelypteris palustris</i>	-	3	5	4	4	5	5	-	-	-	2	3	3	2	3	5	-
<i>Solanum dulcamara</i>	-	-	-	+	+	2	2	1	-	-	1	2	3	3	3	1	-
<i>Dryopteris carthusiana</i>	-	2	2	-	-	-	1	-	-	+	-	2	+	+	-	-	-
<i>Lysimachia vulgaris</i>	-	-	-	2	+	2	2	2	+	-	-	+	+	1	+	+	-
<i>Carex elongata</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	+	3	3	3	+	+	-
<i>Brachythecium rutabulum</i>	-	-	-	2	1	2	3	-	-	+	+	2	2	2	2	2	-
<i>Salix aurita</i> agg.	-	-	-	+	2	4	5	4	4	3	4	3	3	2	-	-	-
<i>Sphagnum squarrosum</i>	-	-	-	-	-	-	3	5	5	2	1	+	-	-	-	-	-
<i>Carex canescens</i>	-	-	-	-	-	-	2	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thuidium tamariscinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	+	2	2	-	-	-	-
<i>Frangula alnus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mnium hornum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	+	-	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxalis acetosella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnum cupressiforme</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

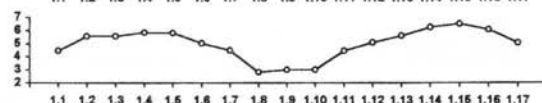
Verlauf der
Mittleren Lichtwerte
für Gefäßpflanzen:



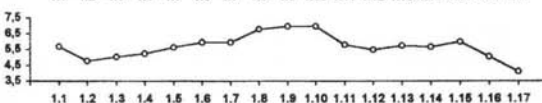
Verlauf der
Mittleren Feuchtwerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Reaktionswerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Stickstoffwerte
für Gefäßpflanzen:

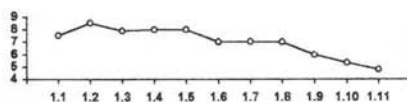


Tab. 6: Quertransekt durch Mardelle 157

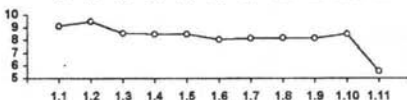
Aufnahme - Nr.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11
Aufnahmebeginn (m)	0	2	4	6	8	10	11	12	14	16	18
Aufnahmefläche (qm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Artenzahl	6	6	1	7	6	4	6	7	6	15	12
Höhe Strauchschicht (m)	-	2	6	6	6	6	5	5	7	4	-
Deckung Strauchschicht (%)	-	7	50	50	60	75	90	70	40	30	-
Höhe Krautschicht (m)	1,0	1,0	0,8	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,4	0,6
Deckung Krautschicht (%)	80	80	60	40	25	3	7	5	2	40	7
Höhe Bodenschicht (m)	-	0,02	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,1	0,3
Deckung Bodenschicht (%)	-	2	100	100	100	100	100	100	5	5	80

<i>Prunus spinosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Sorbus torminalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Anemone nemorosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Milium effusum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rhynchospora triquetra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Eurhynchium striatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Brachythecium salebrosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Mnium hornum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	+
<i>Plagiochila asplenioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Galium palustre s. str.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Scutellaria galericulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Fagus sylvatica juv.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lophocolea bidentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Callitriche stagnalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Calligon cordifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Amblystegium riparium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Scirpus sylvaticus</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum dulcamara</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Calligonella cuspidata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Eurhynchium praelongum</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Brachythecium rutabulum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Dryopteris carthusiana</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Rhizomnium punctatum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Thuidium tamariscinum</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Carex elongata</i>	1	-	+	-	-	-	-	-	-	2	1
<i>Lysimachia vulgaris</i>	2	2	+	r	-	-	-	-	-	-	+
<i>Carex rostrata</i>	3	5	2	2	2	-	+	-	-	-	-
<i>Potentilla palustris</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex canescens</i>	1	-	2	2	2	1	2	2	-	1	-
<i>Salix aurita agg.</i>	-	2	4	4	4	5	5	4	3	3	-
<i>Sphagnum palustre</i>	-	-	5	2	1	2	2	2	-	-	-
<i>Sphagnum flexuosum</i>	-	-	2	5	5	5	5	2	-	-	-
<i>Sphagnum squarrosum</i>	-	-	-	2	-	-	2	4	r	-	-
<i>Betula pendula juv.</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	r	-	-

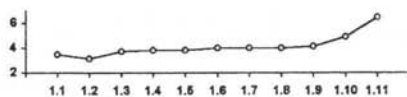
Verlauf der
Mittleren Lichtwerte
für Gefäßpflanzen:



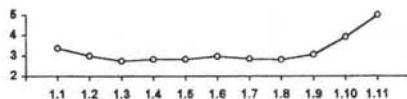
Verlauf der
Mittleren Feuchtwerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Reaktionswerte
für Gefäßpflanzen:



Verlauf der
Mittleren Stickstoffwerte
für Gefäßpflanzen:



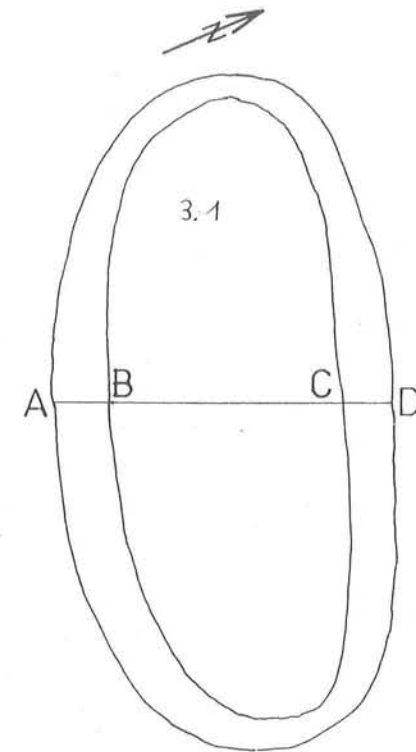
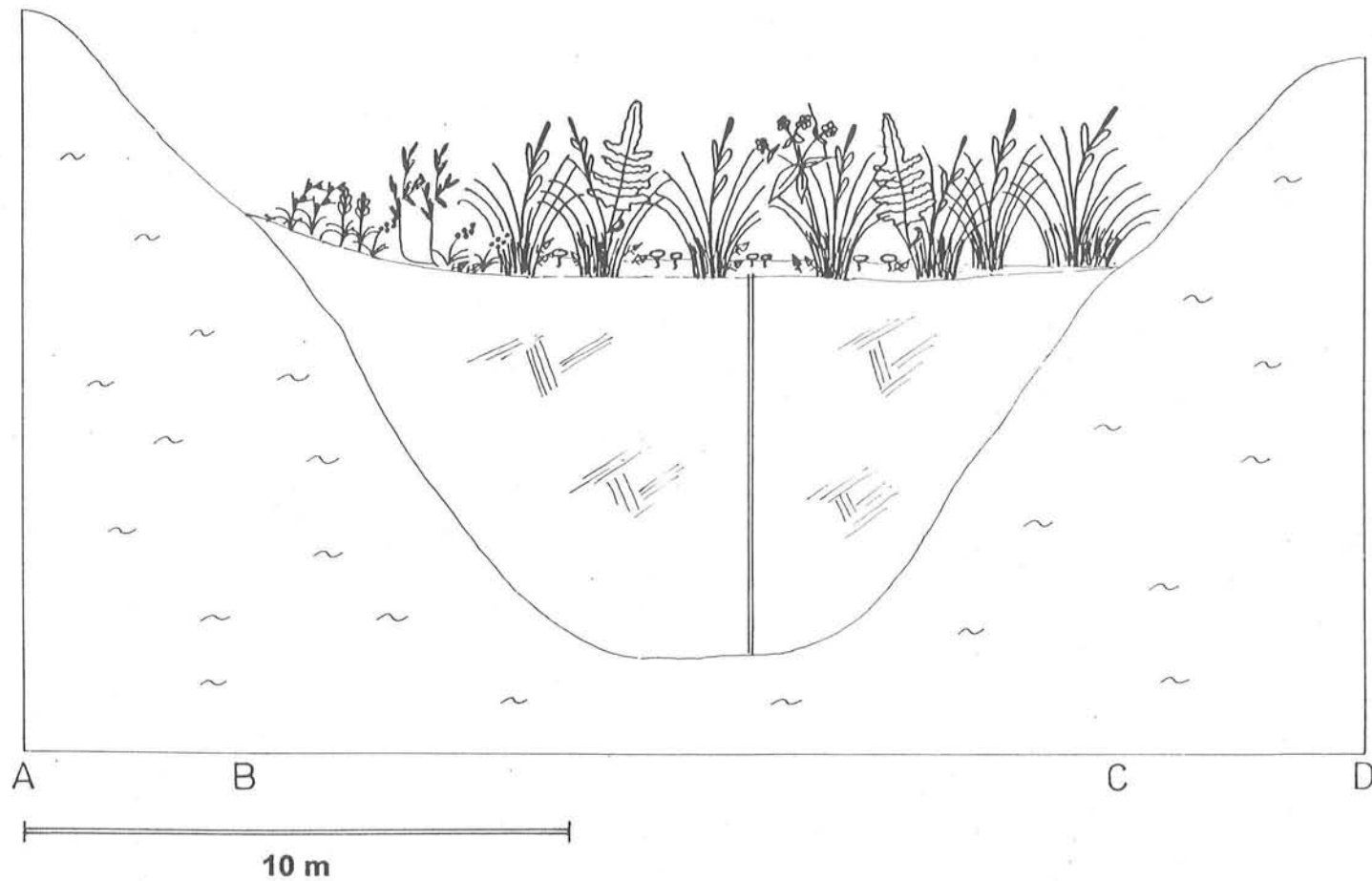


Abb. 32: Quertransekt durch Mardelle 91 und Aufsicht

Vergleiche hierzu Vegetationsaufnahmen des Transektabschnittes BC und ökologische Diagramme in Tab.1.

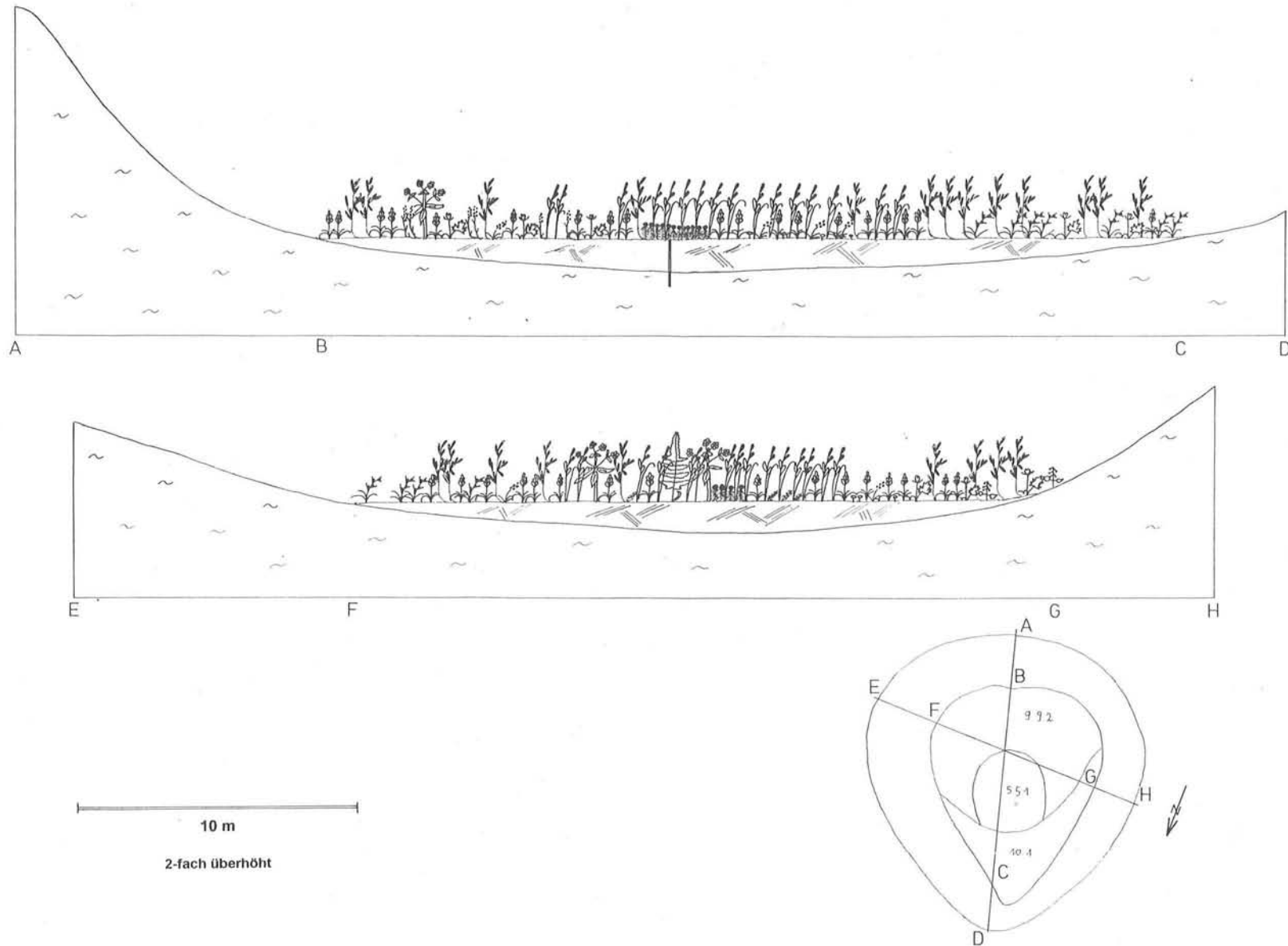


Abb. 33: Längs- und Quertransekt durch Mardelle 159 mit Aufsicht

Der Längstransekt AD ist oben dargestellt und wurde entlang der Gefällsachse angefertigt. Vergleiche Vegetationsaufnahmen des Transektabschnittes BC und ökologische Diagramme in Tab. 3.

Der Quertransekt EH ist unten dargestellt. Vergleiche Vegetationsaufnahmen des Transektabschnittes FG und ökologische Diagramme in Tab. 4.

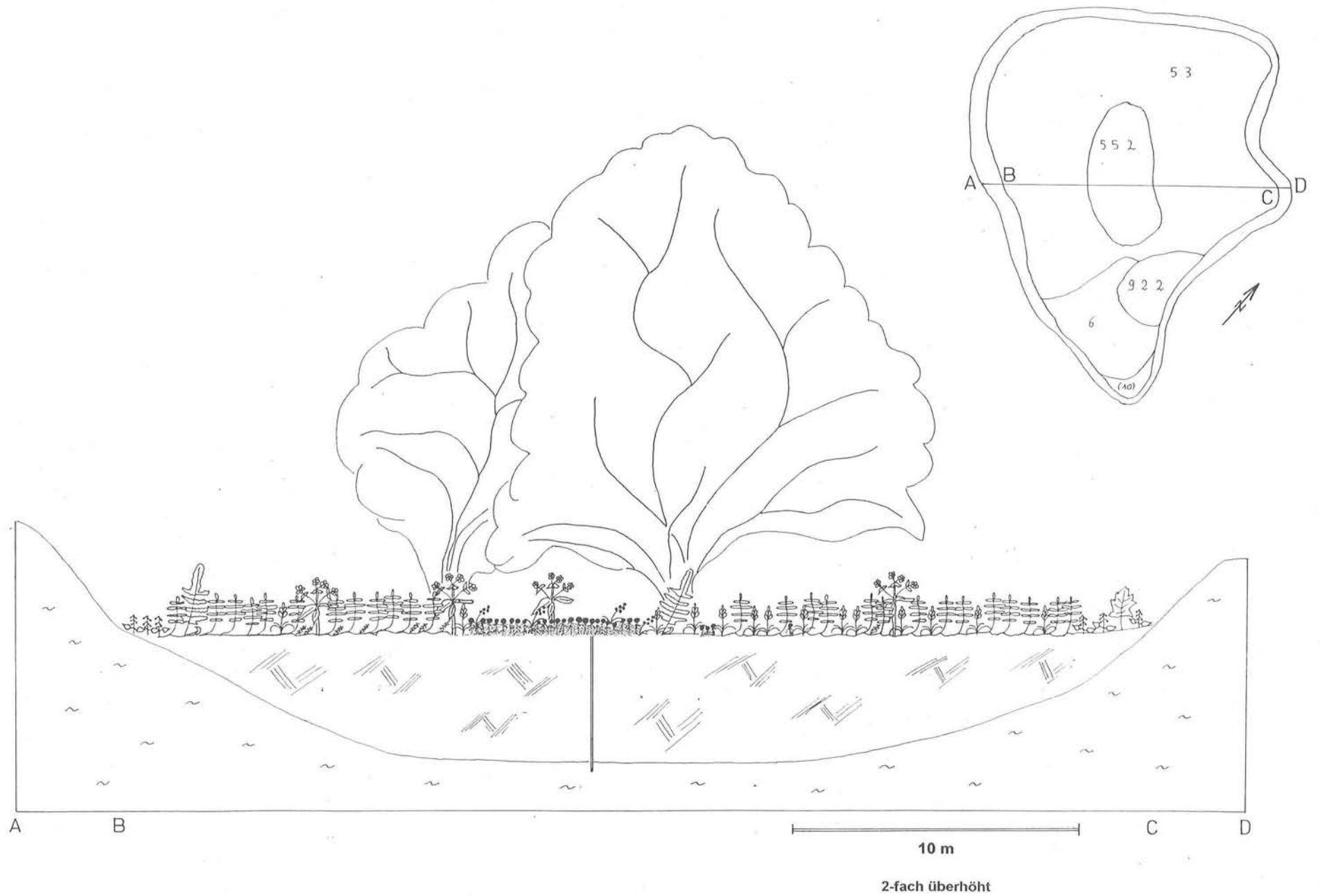


Abb. 34: Quertransekt durch Mardelle 181 mit Aufsicht
 Vergleiche Vegetationsaufnahmen des Transektabschnittes BC und ökologische Diagramme in Tab. 5.

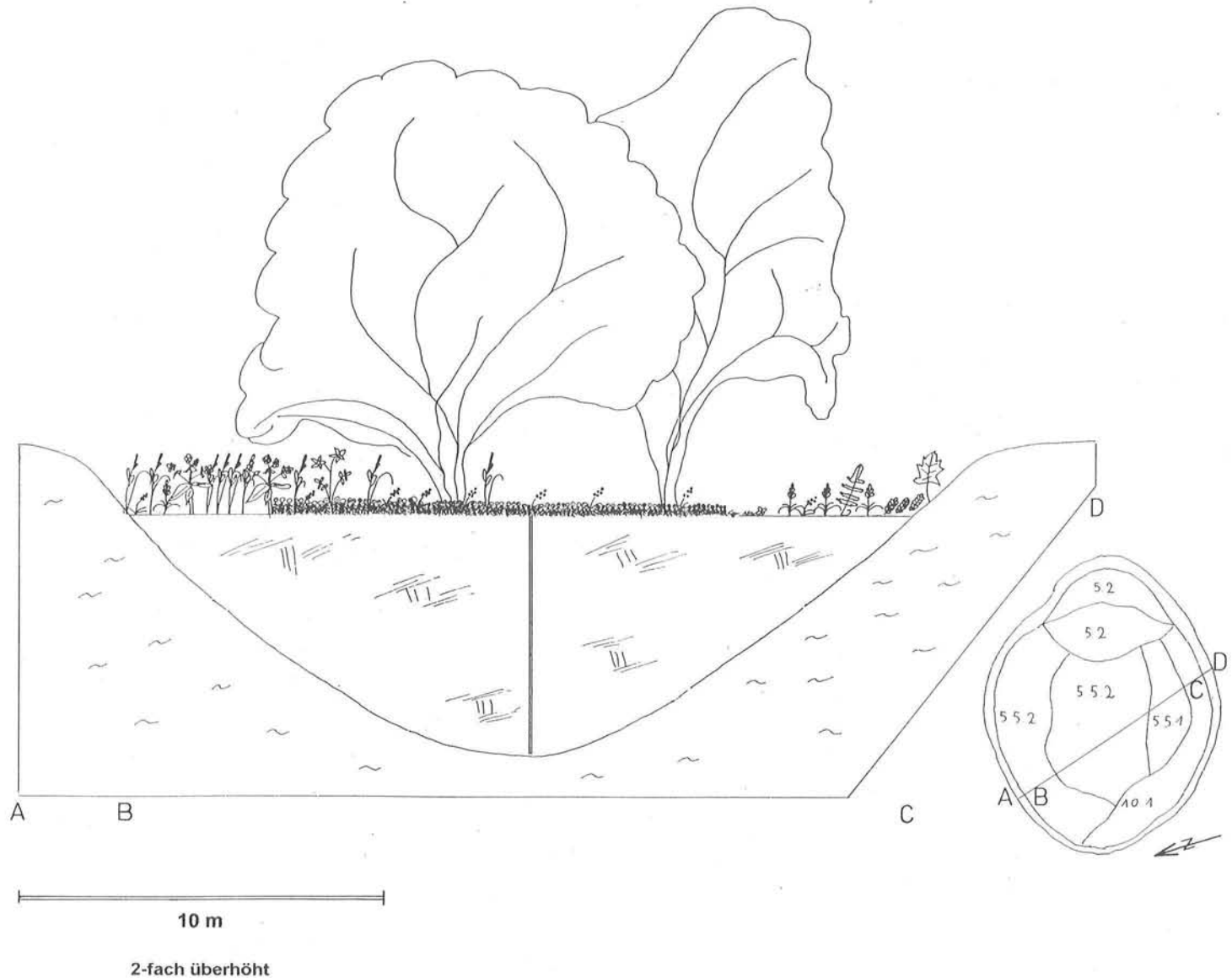


Abb. 35: Quertransekt durch Mardelle 157 mit Aufsicht
 Der Transekt wurde entlang eines NNW-SSE Profils gelegt.
 Vergleiche Vegetationsaufnahmen des Transektabschnittes BC und ökologische Diagramme in Tab. 6.

Legende zu den Vegetationstransekten



	<i>Carex elongata</i>		<i>Ranunculus repens</i>
	<i>Carex canescens</i>		<i>Alopecurus aequalis</i>
	<i>Carex elata</i>		<i>Glyceria fluitans</i>
	<i>Carex rostrata</i>		<i>Circaea lutetiana</i>
	<i>Carex remota</i>		<i>Callitriche stagnalis</i>
	<i>Thelypteris palustris</i>		<i>Lemna minor</i>
	<i>Dryopteris carthusiana</i>		<i>Sphagnum palustre</i>
	<i>Potentilla palustris</i>		<i>Sphagnum squarrosum</i>
	<i>Lysimachia vulgaris</i>		<i>Sphagnum flexuosum</i>
	<i>Sorbus torminalis</i> juv.		<i>Plagiochila asplenioides</i>
			<i>Calliargon cordifolium</i>
			<i>Amblystegium riparium</i>
			<i>Plagiothecium ruthei</i>
			Öhrchenweidengebüsche (Signatur verkleinert)
			organische Sedimentfüllung mit Bohrpunkt
			anorganische Sedimentfüllung, Gipskeupersschichten, vereinzelt lößlehmreiche Deckschichten

Abb. 36: Legende zu den Vegetationstransekten

5.2.1.5 Quertransekt durch Mardelle 157

Auch Mardelle 157 weist eine annähernde "U-Form" der tabellarischen Einträge auf. In der Mardelle sind an Vegetationsbausteinen *Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen mit (5.5.2) und ohne (5.5.1) überstehenden *Salix aurita*-Gebüschchen, *Carex rostrata*-Reinbestände (5.2) und Bestände des Krautreichen Seggenbruches (10.1) ausgebildet. Vom Transekt erfaßt wurden *Sphagnum squarrosum* - Torfmoosrasen mit und ohne *Salix aurita* und Bestände des Krautreichen Seggenbruches. Im Unterschied zu den anderen vermoorten Mardellen, durch die Transekte gelegt wurden, sind die Torfmoosrasen in dieser Mardelle wesentlich ausgedehnter entwickelt. Der in zwei Fällen doppelte Eintrag aneinandergrenzender Vegetationsbausteine (5.2 und 5.5.2) in der Aufsichtsdarstellung beruht darauf, daß die Vegetationsbestände im Gelände bereits strukturelle Unterschiede aufweisen, bei der Tabellenarbeit jedoch zusammengefaßt werden mußten, da für eine weitere Untergliederung im Untersuchungsgebiet keine ausreichende Anzahl dieser Bestände zur Verfügung stand. Die Kurve der Feuchtwerte zeigt, daß die Feuchtemittelwerte der die Torfmoosrasen umgebenden Bestände etwas höher sind als die der Torfmoosrasen selbst. Die Schwankungen der Stickstoffwerte beschränken sich auf den als mäßig stickstoffreich zu betrachtenden Bereich und weisen nur eine geringe Amplitude auf.

5.2.2 Zeitliche Dynamik des Vegetationsmosaiks in einer Mardelle

Bei zunächst zweidimensionaler Betrachtung der Übersichtstabelle (Veg.tab. 1) ist im oberhalb der Differentialartengruppe D17 gelegenen Teil der Tabelle eine zeitliche Komponente der Entwicklung der Mardellenvegetation, d.h. eine Sukzessionsabfolge zu erkennen. Diese Sukzessionsabfolge läuft bei überwiegender Akkumulation von **organischem** Material ab. Sie beginnt bei sehr einfach strukturierten Wasserlinsendecken und entwickelt sich über verschiedene Linien zum, wenn auch unterschiedlich ausgebildeten, Erlenbruchwald, der wahrscheinlich in den meisten Fällen als Endstadium der Vegetationsentwicklung anzusehen ist.

Etwas problematisch erscheint eine Prognose der Weiterentwicklung vermoorter Mardellen, die teilweise zum Birkenbruch tendieren. Daß eine Weiterentwicklung vom Flachmoor zum Übergangsmoor in Mardellen nicht ausgeschlossen werden kann, belegen Fundortangaben einiger Pflanzenarten durch BARBICHE (1870).

Neben *Drosera rotundifolia* und *Eriophorum angustifolium*, gibt BARBICHE auch *Eriophorum gracile* und *Eriophorum vaginatum* aus Mardellen in der Umgebung von Thionville an. Nach OBERDORFER (1990) ist *Eriophorum gracile* eine Art der Zwischenmoore, während *Eriophorum vaginatum* Torfmoos-Bulten und -Decken der Hochmoore sowie Kiefern- und Birkenmoore auf nährstoff- und basenarmen, sauren Torfböden, vor allem in Anfangs- und Abbauzuständen, besiedelt. *Eriophorum vaginatum* tritt auch, insbesondere in stärker atlantisch geprägten Gebieten in Nieder- und Übergangsmooren auf.

Bei dieser Entwicklung handelt es sich, betrachtet man die gesamte Mardelle, um eine Abfolge vom Zentrum der Mardelle zu ihrem Rand hin, d.h. von **innen nach außen**. Es konnte beobachtet werden, daß sich organisches Material besonders im Zentrum der Mardellen anreichert. Dies ist einerseits durch den Eintrag allochthonen Materials zu erklären: Äste oder Bäume, die in die Mardelle kippen, führen zwangsläufig aufgrund des geringen Durchmessers der Hohlform zu einer Anreicherung organischer Substanz in der Mitte der Mardelle. Andererseits ist ein selbstverstärkender Prozeß zu beobachten. Sobald große Seggenbulte oder Torfmoosrasen im Zentrum der Mardelle Fuß gefaßt haben, reichern sie selbst organisches Material an. Sie dringen dann von ihrer Ansiedlungsstelle her nach außen vor.

Eine zweite Entwicklungsreihe ist unterhalb der Differentialartengruppe D17 zu erkennen. Sie beginnt möglicherweise ebenfalls bei den einfach strukturierten Wasserlinsendecken und verläuft zum Krautreichen Seggenbruch, welches zu dem, die Mardellen in der Regel umgebenden, edaphisch bedingten Eichen-Hainbuchenwald überleitet.

Beschränkt man die Betrachtung auf **einen eng umgrenzten Raum** in der Mardelle, so läuft in zeitlicher Dimension hier eine Sukzession ab, bei der sich die einzelnen oben beschriebenen Vegetationseinheiten ablösen. Betrachtet man die Mardelle als **Gesamtheit**, so handelt es sich um eine Entwicklung, die bei überwiegender Sedimentation mineralischen Materials eine Verschiebung der Vegetationsbausteine vom **Rand** der Mardelle **zum Zentrum** hin verursacht. Ein weiter randlich gelegener Vegetationsbaustein ersetzt somit den nach innen benachbarten.

Einen Sonderfall stellen die in den Mardellen 116, 150 und 170 ausgebildeten Fragmente (Veg.tab. 9) von Eichen-Hainbuchenwald-Gesellschaften dar, die einerseits als Endstadium einer Entwicklungsreihe, andererseits aber auch als Vegetation einer in ihrer zeitlichen Entwicklung niemals wassergefüllten Mardelle angesehen werden können. Diese noch offene Frage könnte durch Erbohren der Sedimentfüllung der Mardelle geklärt werden.

Im Rahmen der Sukzession müssen bzw. können jedoch nicht alle in den Tabellen dargestellten Vegetationsstadien nacheinander durchlaufen werden. Es handelt sich in den Tabellen vielmehr um eine Zusammenstellung der im Untersuchungsgebiet auftretenden Vegetationsstadien, die unterschiedlichen Entwicklungsreihen, die teilweise parallel laufen, entstammen.

Aus den Vegetationstabellen und den Transektdarstellungen läßt sich unter Zuhilfenahme ergänzender Geländebeobachtungen ein vorläufiges Modell der Sukzessionsabläufe in Mardellen darstellen (Abb. 37). Für dieses Modell soll jedoch kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden.

So ist beispielsweise eine Entwicklung denkbar, die von den Wasserlinsendecken über den *Lemna minor-Carex elongata*-Waldsumpf zum Großseggenried mit *Carex elata* oder *Carex paniculata* verläuft. *Carex elata* und *Carex paniculata* konnten im Untersuchungsgebiet nie zusammen beobachtet werden. Es handelt sich vielmehr um zwei Arten, die die gleiche ökologische Nische besetzen und somit Konkurrenten darstellen. Welche der beiden Arten nun eine Mardelle besiedelt, hängt wahrscheinlich davon ab, welche von beiden als erste den Standort erreicht und die Nische besetzt. Wie das vereinzelte Auftreten von *Sphagnum fimbriatum* in Beständen der Großseggenriede andeutet, ist eine Weiterentwicklung zum *Carex rostrata*-Seggenbruch durchaus denkbar. Ebenso konnte ein Kontakt mit Bruchwaldartigen Erlenbeständen beobachtet werden.

Daß nicht alle unterschiedlichen Stadien durchlaufen werden müssen, zeigen Mardellen, die in den Tabellen nicht gesondert aufgeführt sind, die eine offene, stark beschattete Wasserfläche ohne jegliche Vegetation aufweisen. Lediglich im

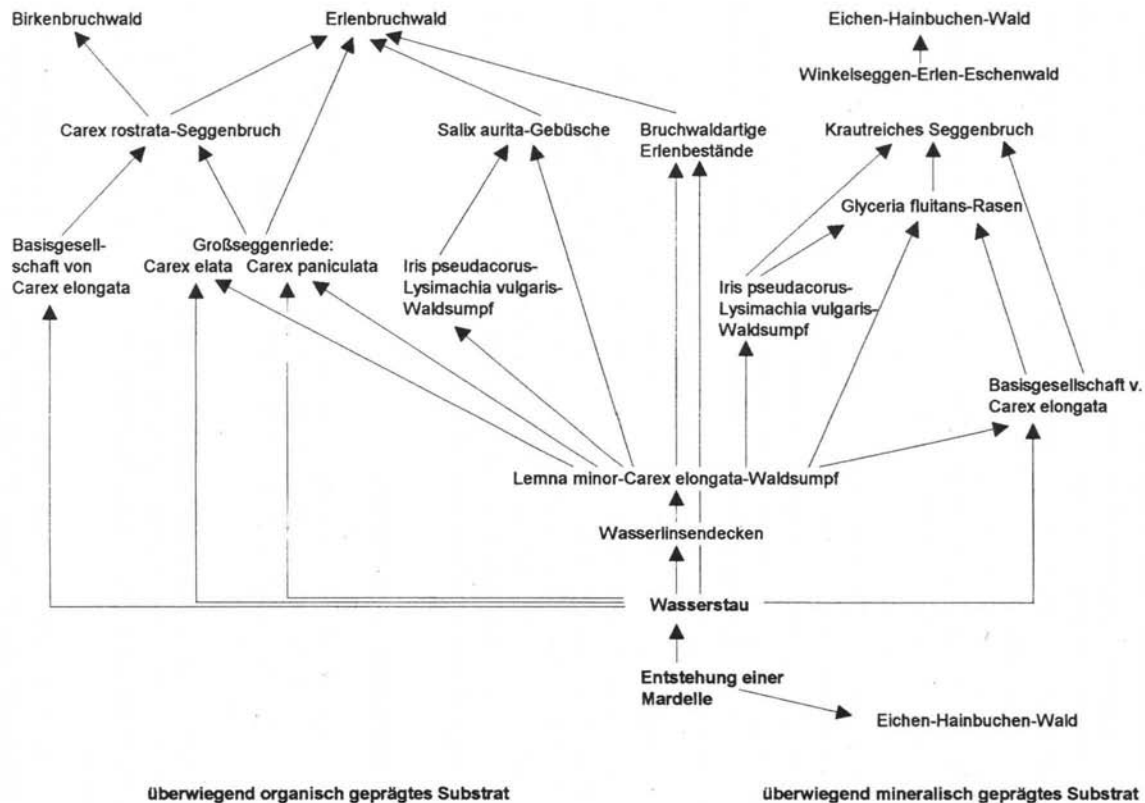


Abb. 37: Darstellung einiger denkbarer Sukzessionsabfolgen in den Mardellen des Untersuchungsgebietes

Randbereich der Mardelle sind Erlen angesiedelt, die für die Beschattung der Mardelle verantwortlich sind. Unter Bedingungen, bei denen eine Pflanzentart gegenüber anderen aufgrund ihrer ökologischen Valenz einen besonderen Konkurrenzvorteil erlangt, wie dies vor allem bei extremen ökologischen Bedingungen der Fall ist, kann sich die durch sie bestimmte Vegetation entwickeln, ohne die ansonsten zu beobachtenden Sukzessionsstadien zu durchlaufen. Dies gilt beispielsweise für die Erlen bei sehr hohen Wasserständen in Mardellen. Eine solche Mardelle zeigt das Photo der Mardelle 64 im Bildanhang. In einer Mardelle laufen mindestens zwei Sukzessionsreihen gleichzeitig ab. Davon stellt eine Sukzessionsreihe die zeitliche Entwicklung der räumlichen Abfolge vom Rand der Mardelle zum Zentrum hin dar. Hierbei ist durchaus denkbar, daß im Rahmen einer typischen Verlandung eines Kleingewässers bei fortschreitender Sedimentation und damit einhergehender zunehmender Trockenheit des Standortes, ein Vegetationsbaustein durch den zum Mardellenrand hin benachbarten ersetzt wird. **Hier findet eine Entwicklung von außen nach innen statt bei überwiegender minerogener Sedimentbildung.**

Betrachtet man jedoch eine Mardelle mit einer Vermoorung im Zentrum, so muß davon ausgegangen werden, daß bei einer weiteren Entwicklung zum Niedermoor die Vegetation des umgebenden Bereiches ebenfalls durch den Torfmoosrasen ersetzt wird, während sich der Torfmoosrasen selbst zu Vegetationseinheiten weiterentwickelt, die in der Mardelle noch nicht vorhanden sind. **Hier findet, im Gegensatz zu oben, eine Entwicklung von innen nach außen bei überwiegender organogener Sedimentbildung statt.**

6. Pollenanalytische Sondierungen

Zunächst ging es bei der pollenanalytischen Sondierung schwerpunktmäßig darum, festzustellen, ob in den torfigen Sedimenten der Mardellen des Untersuchungsgebietes ausreichend sauerstoffarme Bedingungen herrschen, um Pollen zu konservieren.

Dazu wurden in sechs Mardellen Bohrungen durchgeführt. Da im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine vollständige Beprobung und Auswertung eines Profils durchgeführt werden konnte, wurden mehrere Proben aus unterschiedlichen Tiefen entnommen.

In allen Mardellen wurde versucht, eine Probe aus dem Übergangsbereich zwischen organischer und anorganischer Sedimentfüllung bzw. dem Anstehenden zu entnehmen, da über diese Probe die Festlegung des Mindestalters einer Mardelle erreicht werden kann.

Dieser Übergangsbereich wurde in den sechs beprobten Mardellen in unterschiedlicher Tiefe angetroffen. Wie Abb. 38 zeigt, schwankt die erbohrte Tiefe zwischen 50 cm und 3,95 m.

Probleme stellten sich bei der Probenahme einerseits durch den hohen Anteil an Hölzern in der Sedimentfüllung, von denen die größeren nicht durchbohrt werden konnten. Zum anderen existierten sehr stark wasserdurchtränkte Bereiche innerhalb der Torffüllung, so daß bei umfangreicheren Beprobungen der Einsatz eines Kammerbohrers empfehlenswert wäre, um ein Ausfließen sehr flüssiger Proben zu vermeiden.

Die Probenaufbereitung und Auswertung wurde dankenswerterweise von Herrn Dr. Hölzer übernommen. Er bestätigte, daß es sich um leicht für Pollen aufzubereitende Proben handelt, die durch eine hohe Anzahl an Pollen und eine gute Erhaltung der Pollen gekennzeichnet sind. Lediglich die sehr stark tonhaltigen Proben aus dem unteren Bereich des Profils sind schwieriger aufzubereiten, da zunächst eine Tonzerstörung durchgeführt werden muß. Die stark tonhaltigen Proben sind pollenärmer als die anderen Proben.

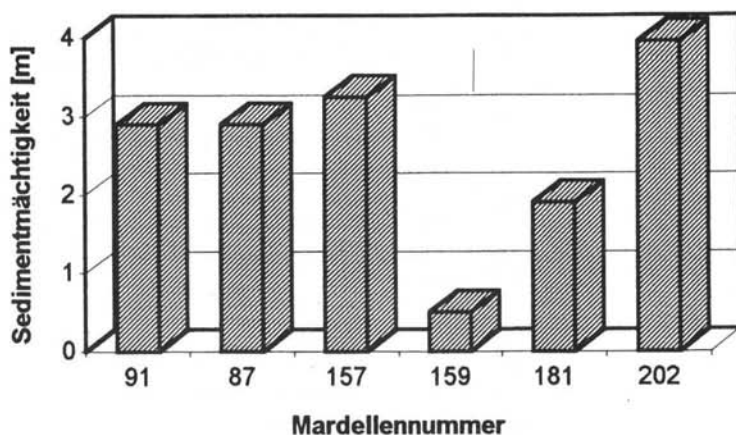


Abb. 38: Mächtigkeit der bei der pollenanalytischen Probennahme erbohrten Mardellenfüllung in einzelnen ausgewählten Mardellen

Um zunächst eine Übersicht über die Pollenzusammensetzung in den Proben zu erhalten, wurden die oberen Proben auf eine Summe von 250 Baumpollen, die unteren Proben auf 50 Baumpollen gezählt.

Abb. 39: Pollendiagramm der Mardelle 202. Die im Diagramm dargestellten Werte sind auf eine Baumpollensumme von 100% bezogen. Die schraffierten Flächen entsprechen den am oberen Rand des Diagrammes abgetragenen Skalen. Die weißen Flächen stellen die zehnfachen Werte dar. Überschreitet der zehnfache Wert den Skalenendwert, so wird die Fläche am Skalenendwert abgeschnitten.

In Mardelle 202 wurden Proben in einer Tiefe von 2,60 m, 3,10 m, 3,60 m und 3,85 m entnommen. Das Ergebnis dieser vier Proben ist im Pollendiagramm der Abb. 39 dargestellt.

Von besonderem Interesse ist zunächst die unterste Probe, in der bereits Hainbuchen-Pollen in einer Größenordnung von ungefähr 10% auftreten. Die weist auf ein relativ junges Alter der Torffüllung hin.

In HUNTLEY & BIRKS (1983) treten höhere Werte für *Carpinus*-Pollen erst nach dem Jahr 1000 n. Chr. auf. Nach GRÜNIG & WEISCHEDEL (in FIRBAS 1949) können erste *Carpinus*-Pollen in den Vogesen bereits zu Beginn der Buchen- und Tannenausbreitung oder etwas früher beobachtet werden. In den Süd- und Mittelvogesen ist ein deutlicher Hainbuchengipfel in der Nachwärmezeit zu verzeichnen. Dieser wird von WEISCHEDEL (in FIRBAS 1949) etwa auf die Mitte oder den Beginn der zweiten Hälfte des 1. Jahrtausends eingestuft.

LESCHIK (1961) gibt in einem Pollenprofil von Pachten im mittleren Saartal Anteile an Hainbuchen-Pollen in einer Größenordnung von 10% für die Zeit vor und nach 600 n. Chr. an, wobei um 600 n. Chr. ein Hainbuchengipfel von ca. 13% erreicht wird. BECKER (1975) beobachtete im Hunsrück das Einsetzen einer geschlossenen *Carpinus*-Kurve ebenfalls zu Beginn des ersten Jahrtausends.

Ein Vergleich mit diesen Profilen läßt eine Einordnung des Alters der organischen Sedimentfüllung in die Zeit des ersten Jahrtausends zu. Gleichzeitig ist in der untersten Probe der Anteil an Siedlungszeigern wie z.B. Pollen von *Plantago lanceolata* und Getreidepollen besonders hoch. Dies weist auf Besiedlung und Ackerbau des Menschen im Gebiet hin.

Erstaunlicherweise fehlen jedoch Pollen von *Potamogeton*, die in späteren Proben auftreten. Bei Arten der Gattung *Potamogeton* handelt es sich um Wasserpflanzen, die offene, wenig beschattete Gewässer besiedeln. Im heutigen Entwicklungsstadium der Mardellen des Untersuchungsgebietes konnten keine Vorkommen von *Potamogeton*-Arten nachgewiesen werden. Für das Fehlen von *Potamogeton*-

Pollen in der untersten Probe können verschiedene Ursachen angenommen werden. Eine mögliche Erklärung ist in der zur Zeit der Ablagerung der Probe noch geringen Überprägung des Waldes durch den Menschen zu suchen. D.h. der umgebende Wald könnte die Mardelle so stark beschattet haben, daß eine Ansiedlung der relativ lichtbedürftigen *Potamogeton*-Arten nicht möglich war. Eine andere Erklärungsmöglichkeit könnte jedoch darin liegen, daß die Mardelle zur Zeit der Ablagerung der Probe keine offene Wasserfläche aufwies, die von Wasserpflanzen hätte besiedelt werden können.

Erstaunlicherweise sind bei allen sechs Mardellen in der untersten Probe, obwohl diese aus unterschiedlichen Tiefen von 50 cm bis 3,95 m entnommen wurden, hohe Anteile an Pollen der Hainbuche enthalten. Dies läßt vermuten, daß die Sedimentfüllungen aller sechs beprobten Mardellen ein ähnliches Alter innerhalb der postglazialen Waldgeschichte aufweisen. Die Basis der organischen Füllungen der pollenanalytisch untersuchten Mardellen erweist sich somit als erstaunlich jung.

Bei Betrachtung der ersten pollenanalytischen Ergebnisse stellen sich viele Fragen, auch bezüglich der Entstehung der Mardellen und ihres genaueren Entstehungszeitraumes, die im Rahmen dieser Arbeit lediglich teilweise andiskutiert, jedoch nicht ausführlicher behandelt oder beantwortet werden können. In Kapitel 7 sollen, im Zusammenhang mit der Diskussion über die Entstehung der Mardellen, die durch die pollenanalytischen Untersuchungen aufgeworfenen Fragen wieder aufgegriffen werden.

7. Diskussion und Ausblick

Beschäftigt man sich mit dem Phänomen "Mardellen", sei es durch Begegnung mit diesen ungewöhnlichen Formen beim Aufenthalt in den Wäldern Lothringens oder auch im Rahmen detaillierter Untersuchungen zu diesem Themenkomplex, so stellt sich angesichts der großen Häufigkeit, der eher ungewöhnlichen Gestalt der Hohlformen und der weitgestreuten Verbreitung der Mardellen in Schichten unterschiedlicher Geologie wie Muschelkalk, Keuper, Lias und Terrassenmaterial immer wieder die Frage nach deren Entstehung.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von COLIN & GODARD (1962) konnte im Untersuchungsgebiet weder eine Orientierung der Mardellen entlang von Verwerfungen beobachtet werden, noch konnten linienhafte Anordnungen von mehr als drei Mardellen festgestellt werden. Auffällig ist jedoch der Zusammenhang zwischen der Verbreitung der Mardellen und dem heutigen Relief. Mardellen treten fast immer an Rücken auf und fehlen in den heutigen Tiefenlinien oder am Hangfuß.

Würden Mardellen im Bereich der Tiefenlinien entstehen, so würden diese sehr schnell der verstärkten Morphodynamik in diesem Reliefbereich zum Opfer fallen. Es konnten im Untersuchungsgebiet keine eindeutigen Hinweise auf sich rezent bildende Mardellen im Bereich der Talsohlen gefunden werden.

Mardellen, die im Bereich des Hangfußes liegen, werden hingegen sehr schnell zusedimentiert und sind möglicherweise als verfüllte Formen noch vorhanden, jedoch in der Morphologie des Geländes nicht mehr zu erkennen. Gleiches könnte für Mardellen im Unterhang der Flanke eines Rückens gelten. Dem widerspricht jedoch das Vorkommen von Mardellen im Unterhang des Kulminationsbereiches eines Rückens. Denn diese Lage wird durch einen langen Hang oberhalb der Hohlform gekennzeichnet und somit müßte auch hier mit einem relativ schnellen Verfüllen der Mardelle zu rechnen sein.

Geht man zunächst davon aus, daß es sich bei Mardellen um Hohlformen natürlicher Entstehung handelt, so kommt eine Entstehung durch Thermokarst oder Unterirdischen Karst in Betracht.

Sollten die Mardellen durch Thermokarst entstanden sein, so ist davon auszugehen, daß Sedimentation und Akkumulation gleich nach Abtauen des Eiskörpers einsetzen. Damit stellt sich die Frage, warum keine älteren organischen Ablagerungen in den beprobten Mardellen angetroffen wurden. Es ist deshalb anzunehmen, daß entweder die älteren Ablagerungen aufgrund zwischengelagerter Tonschichten, die nicht durchbohrt werden konnten, nicht durch die Bohrung

erreicht wurden oder daß keine älteren organischen Ablagerungen vorhanden sind. Würde sich das Fehlen älterer organischer Ablagerungen bei intensiveren Untersuchungen bestätigen, so würde eine Entstehung der Mardellen durch Kryokarst sehr unwahrscheinlich. Eine Existenz mardellenähnlicher Hohlformen ist über Zeiträume von mindestens 6000 bis 8000 Jahren, vom Abtauen einer eventuell vorhandenen Eisfüllung bis zur tendenziellen Datierung der Mardellenfüllung ins erste Jahrtausend, ohne Ablagerung organischer und pollenführender Sedimente kaum denkbar.

Geht man von einer Entstehung der Mardellen durch Lösung löslicher Gesteine im Untergrund aus, so liegt Unterirdischen Karst im Sinne von PFEFFER (1978) vor. In den anstehenden bzw. liegenden Schichten des Untersuchungsgebietes sind im Bereich des Unteren Keupers Dolomitbänke enthalten. Im Bereich des Gipskeupers treten Salze und linsen- oder bandförmig in die dolomitischen Mergel und Tone eingelagerte Gipsvorkommen auf. Durch Lösung und Abführung der Gipse und Salze ist mit einem allmählichen Nachsacken des darüberlagernden Materials zu rechnen. Dabei entstehen bei fortschreitender Lösung und Abführung des gelösten Materials kleine Hohlformen an der Oberfläche, die sich über lange Zeiträume bis zu den heutigen Mardellen entwickeln können.

Damit stellt sich die Frage, in welchem zeitlichen Zusammenhang die Entstehung einer Mardelle und ihre Auffüllung mit Wasser stehen. Da bisher im Untersuchungsgebiet keine Schlucklöcher an Mardellen beobachtet werden konnten und das umgebende tonig-mergelige Material eine Erhaltung entstehender Schlucklöcher sehr unwahrscheinlich macht, kann man sich die Entwicklung einer neu entstandenen Hohlform wie folgt vorstellen: Bei beginnendem Einsacken des Untergrundes kommt es zur Ausbildung einer Hohlform, in der sich Wasser sammelt. Erreicht die Hohlform eine entsprechende Größe, so entsteht ein Wasserkörper, der bei ausreichender Tiefe die Akkumulation und Konservierung organischen Materials ermöglicht. Aufgrund der wahrscheinlich gleichzeitig mit der Entstehung der Mardelle einsetzenden Sedimentation und Akkumulation dürften die Mardellen nur wenig älter sein als die untersten in ihnen befindlichen Sedimente.

Die Hohlform selbst ist zwar älter als die in ihr befindlichen Sedimente, das Alter einer Probe aus dem Übergangsbereich zwischen organischer und anorganischer Sedimentfüllung bzw. dem Anstehenden kann jedoch als Zeitmarke für einen bestimmten Entwicklungszustand einer Mardelle, der nach ihrer Entstehung mehr oder weniger schnell erreicht wird, angeführt werden. Die zeitliche Einordnung dieser Probe erlangt damit besondere Bedeutung.

Aufgrund der Ergebnisse der pollenanalytischen Sondierungen, die den Übergang zwischen organischer und anorganischer Füllung ins erste Jahrtausend datieren, wären die Mardellen des Untersuchungsgebietes, unter der Voraussetzung einer Entstehung durch Unterirdischen Karst, als sehr junge geomorphologische Formen anzusehen.

Um eine Absicherung dieser ersten Ergebnisse zu erlangen und die noch offenen Fragen zu klären, erscheint es unumgänglich, eine pollenanalytische Beprobung der Profile in sehr viel engeren Abständen durchzuführen; dabei müßte man die Baumpollen auf eine höhere Baumpollensumme zählen. Die Altersdatierung sollte desweiteren mit sedimentologischen und radiometrischen Methoden (C^{14} -Datierung) abgesichert werden.

Es erscheint unter der Annahme einer natürlichen Entstehung der Mardellen eine Entstehung durch Unterirdischen Karst am wahrscheinlichsten. Dennoch bleiben auch bei dieser Interpretation manche Fragen offen.

Mardellen als Phänomene des Unterirdischen Karstes durch Lösung von Evaporiten zu erklären, ist zwar einerseits sehr plausibel, da sowohl Salze als auch Gips in die Schichten des Gipskeupers eingelagert sind. Der Gips tritt nach Angaben in der geologischen Literatur teilweise in Linsen auf und ist ansonsten in dünnen Bändchen, wie im Aufschluß in der Abteilung 94 des Forêt Domaniale de Sierck zu erkennen ist (siehe Bildanhang), in Wechsellagerung mit Mergeln und Tonen zu beobachten. Diese gipsführenden Zonen sind durch mächtige Mergel- und Tonlagen voneinander getrennt. Beim Neubau oder Ausbau von Straßen konnten nach eigenen Beobachtungen stets nur Gipsvorkommen geringmächtiger Bändchen in Wechsellagerung mit mächtigen Ton- und Mergellagen gefunden werden. Dies bedeutet, daß ganz erhebliche Mengen dieser Gipsbändchen gelöst werden müssen, um eine Hohlform in der Größe einer Mardelle an der Geländeoberfläche zu erzeugen. Geht man von einer Mächtigkeit der Gipsbändchen von 3 bis 4 Zentimetern aus, wie sie in dem Aufschluß im Untersuchungsgebiet zu beobachten sind, so müssen, um eine Hohlform mit einer Tiefe von 5 Metern zu erzeugen, über 125 Gipsbändchen vollständig gelöst werden. Bei einem Abstand der gemeinsam auftretenden Gipsbändchen von ca. 5 Zentimetern und Verhältnissen, die dem im Photo des Bildanhangs abgebildeten Aufschluß vergleichbar sind, müßten somit die Gipsvorkommen aus einem Schichtpaket von mindestens 40 bis 60 Metern Mächtigkeit vollständig gelöst und abgeführt werden. Unter diesen Voraussetzungen erscheint es erstaunlich, daß sich in den plastischen, tonigen Gipskeuperschichten, deren Verhalten mit demjenigen von Knet durchaus vergleichbar ist, punktuelle, tiefe Sackungsformen ausbilden, anstelle von großflächigen, weniger tiefen Wannsen. Die Entstehung einer punktu-

ellen und den Mardellen vergleichbar tiefen Sackungsform erscheint nur dann wahrscheinlich, wenn die Gipsvorkommen erstens sehr lokal sind und zweitens nur in geringer Tiefe unter der heutigen Hohlform gelegen waren.

Die Erklärung der Mardellen als Sackungsform wird unter der Annahme linsenförmiger, mächtiger Gipsvorkommen etwas einfacher. Allerdings ist hier zu bemerken, daß in den Gipskeuperschichten meines Wissens bisher keine sehr mächtigen und damit abbauwürdigen Gipsvorkommen bekannt geworden sind. Die in der Umgebung des Untersuchungsgebietes vorhandenen Gipsbrüche, wie z.B. der Gipsbruch von Kemplich, liegen alle in den stratigraphisch höheren Schichten des Steinmergelkeupers. Dies muß jedoch nicht bedeuten, daß in den im Untersuchungsgebiet liegenden Schichten des Gipskeupers nicht trotzdem mächtigere Gipslinsen vorhanden sind, die aufgrund der geringen Zahl an Aufschlüssen nicht zu beobachten sind. Allerdings müßte auch für diese Gipslinsen ein punktuell Vorkommen in einer nicht zu tiefen Lage unter der heutigen Mardelle angenommen werden, da auch hier ansonsten weite Hohlformen mit geringerer Tiefe zu erwarten wären.

Für die Interpretation der Mardellen als Formen des Unterirdischen Karstes, sprechen Beobachtungen an Mardellen im Lateswald südlich der Verbindungsstraße zwischen Sinz und Remich. Hier kann eine Abfolge von Mardellen beobachtet werden, die sich hangabwärts gesehen zunächst in Deckschichten und dann in Terrassenschottern der Mosel befinden, die den Unteren Keuper überlagern. Mit der Änderung der Geologie geht eine allmähliche Veränderung der Gestalt der Hohlformen einher. Zunächst trifft man auf Hohlformen, die die typische Gestalt einer Mardelle aufweisen. Es sind sanft geböschte Hohlformen, die mit Wasser und Detritus gefüllt sind. Hangabwärts ist ein Übergang zu Formen, die den Charakter einer "klassischen" Doline mit Schluckloch und steilen Wänden besitzen bis hin zu Uvala-ähnlichen Formen zu beobachten.

Die Beobachtungen an diesen Formen sind jedoch nur bedingt auf Mardellen im Gipskeuper zu übertragen, da dort zum einen Kalk und Dolomit und kein Gips im Untergrund ansteht und zum anderen von wenig plastischen Gesteinen ausgegangen werden muß, in welchen sich Einsturztrichter mit steilen Wänden ausbilden können.

Eine befriedigende Lösung der noch offenen Fragen zur Entstehung der in Lothringen und den angrenzenden Räumen weit verbreiteten Mardellen könnte möglicherweise durch eine gezielt angesetzte, tiefe Bohrung in anorganische Sedimente und in den Mardellenuntergrund erreicht werden.

Führt man nun abschließend eine zusammenfassende geökologische Betrachtung der in den vorherigen Kapiteln erarbeiteten Ergebnisse durch, so wird deutlich,

daß es sich bei Mardellen um komplex strukturierte Ökotope handelt, die ein Ökosystem tragen, dessen Elemente von vielen unterschiedlichen Faktoren beeinflusst werden, welche wiederum Wechselwirkungen untereinander und mit ihrer Umgebung aufweisen.

Das Ökosystem der Mardellen durchläuft während seiner Entwicklung unterschiedliche Phasen. Jede dieser Phasen ist durch die Kombination einzelner ökologischer Parameter gekennzeichnet.

Ein charakteristisches Beispiel hierfür stellt der bereits oben erwähnte und in Abb. 23 dargestellte Zusammenhang zwischen Sedimentfüllung und Wasserhaushalt einer Mardelle dar. Im folgenden soll versucht werden, einzelne Mardellen mit ihrem Vegetationsmosaik einem Entwicklungsstand, bezogen auf die beiden Entwicklungsrichtungen von Mardellen zur trockenen Waldmardelle mit Sedimentfüllung einerseits und zum Niedermoor andererseits, zuzuordnen. Hierfür wurden 13 Mardellen des Untersuchungsgebietes stellvertretend ausgewählt (Abb. 40). Diese Einordnung erfolgte entsprechend Abb. 23.

Aus dem Erscheinungsbild einer Mardelle, das sich neben der Gestalt der Hohlform aus der Art der Sedimentfüllung, dem Wasserhaushalt mit den unterschiedlichen Feuchtypen (vgl. Kapitel 3.4) und dem aktuell zu beobachtenden Vegetationsmosaik einer Mardelle zusammensetzt, lassen sich Aussagen über die bisherige Entwicklungsrichtung und den Entwicklungsstand einer Mardelle treffen.

Mardelle 84 besitzt eine offene Wasserfläche mit Wasserlinsendecken und enthält als Füllung eine Detritusmulde. Sie wurde an den potentiellen Anfang der Mardellenentwicklung gestellt.

Mardelle 116 ist mit einem Eichen- Hainbuchenwald - Fragment auf wechselfeuchten Lehmböden bestanden. Diese im Vergleich zu den anderen Mardellen trockene und mit überwiegend anorganischem Sediment verfüllte Mardelle, steht fast am Ende der Entwicklungsrichtung zur trockenen Waldmardelle.

Im Gegensatz hierzu stehen die vermoorten Mardellen 87 und 157. Sie haben unter intensiver Akkumulation organischen Materials und Ausbildung ausgedehnter Torfmoosrasen bereits ein dem Niedermoor nahestehendes Stadium erreicht.

Zwischen diesen Extremen sind annähernd alle Übergangsformen zu beobachten. Als Beispiel für eine solche Übergangsform soll Mardelle 159 dienen. Diese Mardelle weist eine Feuchtypenkombination aus Versumpfung, teilweiser Vermoorung und Feuchte auf, wobei ein hoher Anteil an organischem Material mit pollenkonservierendem Milieu im Zentrum der Mardelle zu beobachten ist. Das in

der Mardelle auftretende Vegetationsmosaik besteht aus *Glyceria fluitans* - Rasen, Torfmoosrasen und krautreichem Seggenbruch mit *Circaea lutetiana* im Randbereich der Mardelle. Dies weist auf eine zumindest für den Randbereich geltende Tendenz zu anorganisch geprägten Sedimenten hin.

Die Frage, ob unterschiedlich entwickelte Mardellen einen gleich langen Zeitraum für ihre Entwicklung zur Verfügung hatten, d.h. ob die Mardellen ein gleiches Alter aufweisen oder nicht, läßt sich aufgrund der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen nicht abschließend beantworten.

Die Ergebnisse der pollenanalytischen Sondierungen lassen vermuten, daß eine Vielzahl der in Bezug auf ihre Morphologie und Vegetationsentwicklung unterschiedlichen Mardellen ein ähnliches Alter aufweisen. Aufgrund der geringen Anzahl beprobter Mardellen ist jedoch nicht auszuschließen, daß ältere oder noch jüngere Mardellen existieren, in denen jedoch bisher noch keine Bohrung bzw. Beprobung durchgeführt wurde. Hier würden weitere Bohrungen und Beprobungen einer größeren Anzahl an Mardellen sicherlich genauere Aussagen ermöglichen.

Ähnliches gilt für das exakte Alter der Mardellen. Um genauere Aussagen über Alter und Entwicklung der Mardellen zu ermöglichen, sind differenzierte pollenanalytische Untersuchungen einzelner Profile in Verbindung mit C^{14} -Datierungen sicherlich unumgänglich. Dies erscheint aufgrund der guten Pollenerhaltung und der gleichzeitig geringen Größe der Mardellen, die einen niedrigen Anteil an Fernflug erwarten lassen, besonders interessant und vielversprechend.

Würden im Rahmen weiterer Untersuchungen ältere Mardellen als die bisher ins 1. Jahrtausend datierten angetroffen werden, so würde dies auch eine Entstehung durch Unterirdischen Karst plausibler machen; denn den klimatischen Verhältnissen der Nacheiszeit entsprechend, müßten sich auch in früheren Jahrtausenden Lösungsformen gebildet haben.

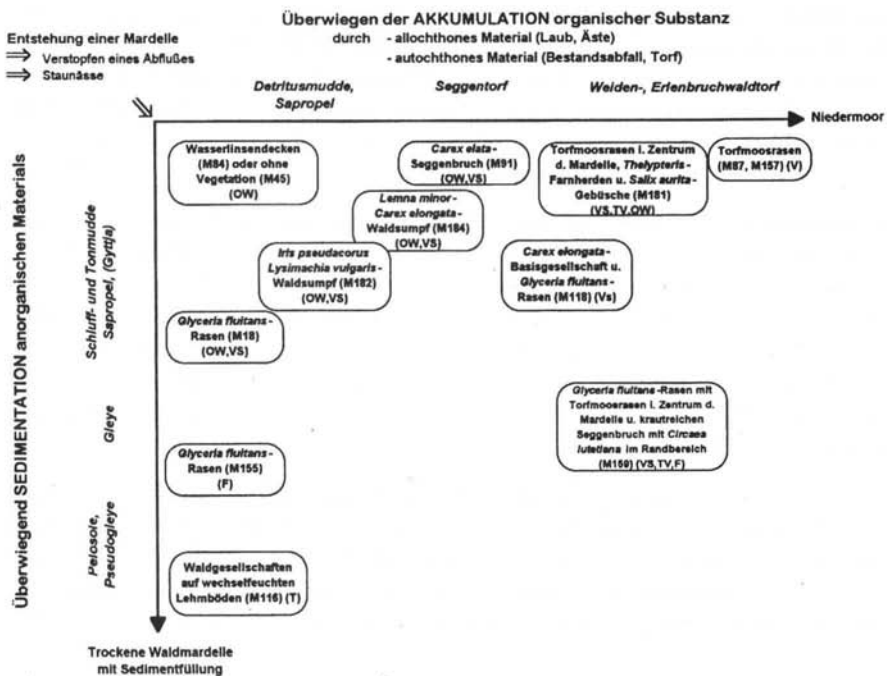


Abb. 40: Entwicklungsstand einzelner Mardellen

Mardellen haben eine hohe Bedeutung für die Wissenschaft. Sie können über geomorphologische und palynologische Untersuchungen einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Landschaftsgeschichte und Waldgeschichte des lothringischen Schichtstufenlandes leisten. Die Erforschung der Wald- und Siedlungsgeschichte wird für die Forstwirtschaft von immer größerem Interesse werden, wie die Entwicklung der letzten Jahre beispielsweise in Baden-Württemberg gezeigt hat. Forstwirtschaftler sind heute, angesichts der Bedrohung unserer Wälder durch das weiterhin fortschreitende "Waldsterben", stärker denn je an Informationen über die ursprünglichen Waldgesellschaften interessiert.

Mardellen sind gleichermaßen als die letzten natürlich entstandenen stehenden Gewässern des Schichtstufenlandes als Rückzugsgebiete feuchtigkeitsliebender Pflanzen und Tierarten von höchster ökologischer Wertigkeit; vor allem angesichts

der weiter rapiden Rückläufigkeit der Flächenanteile von Feuchtgebieten in unserer Kulturlandschaft. Für die Flora bieten Mardellen, je nach Ausprägung, Standorte für im Naturraum und teilweise darüber hinaus seltene und teilweise gefährdete Pflanzenarten, wie z.B. *Alopecurus aequalis*, *Carex canescens*, *Carex elata*, *Carex pseudocyperus*, *Potentilla palustris*, *Sphagnum fimbriatum* und *Thelypteris palustris*, um nur einige zu nennen.

Es erscheint erschreckend, daß gerade diese Ökotope noch aktuell sehr häufig zerstört werden. Dies geschieht einerseits durch systematische Entwässerung der Mardellen von forstlicher Seite und andererseits durch Verfüllen der Hohlformen mit Bauschutt oder Müll. In ganz besonderem Maße sind Feldmardellen in ihrer Existenz bedroht. Da sie die landwirtschaftliche Nutzung, insbesondere den Einsatz großer Maschinen vereinzelt behindern, werden Feldmardellen häufig durch den Pflug zerstört und in die Nutzung einbezogen, soweit dies irgendwie möglich ist.

Um eine Erhaltung dieser insbesondere für den Biotop- und Artenschutz wichtigen Strukturelemente der Landschaft, die erheblich zur, auch für den Einzelnen wahrnehmbaren, Strukturvielfalt beitragen, zu gewährleisten, erscheint ein Umdenken bezüglich des Umgangs mit Mardellen und eine Einschränkung der sie zerstörenden bzw. negativ beeinflussenden Tätigkeiten des Menschen unumgänglich.

8. Quellenverzeichnis

8.1 Literaturverzeichnis

- ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 3. Auflage. Hannover.
- BARBICHE, T.-R. (1870): Florule de l'arrondissement de Thionville. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de la Moselle*, **12**: 51-90.
- BARSCH, D. & G. STÄBLEIN (1978): EDV gerechter Symbolschlüssel für die geomorphologische Detailaufnahme. *Berliner Geogr. Abh.* **30**: 63-78.
- BECKER, T. (1975): Zur nacheiszeitlichen Waldgeschichte des Hunsrücks.- in : Fritton, F. (Hrsg): *Geologisch-Mineralogisches Sammelheft*, 97-120 (= *Annales Universitatis Saraviensis. Reihe Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät* **12**). - Berlin, Stuttgart.
- BENOIT, J. (1929): *Elements de Phytostatique pour le département de la Moselle publiés d'après les notes de feu M. l'abbé T.-R. Barbiche*. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de la Moselle*, **32**: 83-162.
- BERTSCH, K. (1942): *Lehrbuch der Pollenanalyse*. - Stuttgart.
- BERTSCH, K. (1951): *Geschichte des deutschen Waldes*. - Jena.
- BICK, H. (1986): *Die Moorvegetation der zentralen Hochvogesen*. (= *Dissertationes Botanicae* **91**). - Berlin, Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET (1951): *Pflanzensoziologie*. 2. Aufl. - Wien.
- BRAQUE, R. (1966): Observations sur les mardelles du Plateau Nivernais. *Bulletin de l'Association Française pour l'étude de Quaternaire*, **3**: 167-179.
- CAILLEUX, A. (1956): Mares, mardelles et pingos. *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, **242**: 1912-1914.
- CAILLEUX, A. (1957): Les mares du Sud-Est de Sjælland (Danemark). *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, **245**: 1074-1076.
- CAILLEUX, A. (1960): Sur les mares et lacs ronds des plaines aujourd'hui tempérées. *Revue de Géomorphologie Dynamique* **11**: 28-29.
- COLBUS, E. (1905): Neue Untersuchungen von Maren und der daneben gelegenen Tumuli. *Jahrbuch der Gesellschaft für lothringische Geschichte und Altertumskunde*. **17**(2): 236-271.
- COLBUS, E. (1913): *Die Maren oder Grubenwohnungen - Lothringen und seine Hauptstadt*. Festschrift zur 60. Generalversammlung der Katholiken Deutschlands in Metz: 60-66.
- COLIN, G. & A. GODARD (1962): Les Dépressions Fermées en Lorraine. *Revue Géographique de l'Est*, **3**: 233-261.
- COUDERC, J.M. (1978): Les mardelles de Touraine et leurs groupement végétaux. *Colloques phytosociologiques* **7**: 35-60.

- COUTEAUX, M. (1969): Recherches palynologiques en Gaume, au pays d'Arlon, en Ardenne méridionale (Luxembourg Belge) et au Gutland (Grand-Duché de Luxembourg). *Acta Geographica Lovaniensia* **8**: 1- 193.
- DANGIEN B. & J.-M. DECORNET (1977): Aperçu phytosociologique des groupements aquatiques et semi-aquatiques des mardelles du Bassigny. *Documents phytosociologiques N.S.* **1**: 51-70.
- DANGIEN B. (1978a): Des mardelles du Bassigny et leur flore. *Bulletin de la Société de Sciences Naturelles et d' Archéologie de la Haute-Marne* **21**(2): 41-51.
- DANGIEN B. (1978b): La flore des mardelles du Bassigny: Plantes toxiques et plantes médicinales. *Bulletin de la Société de Sciences Naturelles et d' Archéologie de la Haute-Marne* **21**(4): 85-91.
- DEFFONTAINES, M.M. & H. GUYOT (1922): Les mardelles de Lorraine. *Revue anthropologique* **32**: 359-362.
- DELAFOSSÉ, W. & H. GUYOT (1932): La question des mardelles en Moselle. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de la Moselle*, **33**: 89-102.
- DE LANGHE, J.-E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J. et al. (1983): *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines*. 3. Auflage. - Meise.
- DIERSSEN, K. (1990): *Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde)*. - Darmstadt.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & D. PAULISSEN (1991): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. (= *Scripta Geobotanica* **18**.) - Göttingen.
- ELLENBERG, H. (1986): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht*. 4. Aufl. - Stuttgart.
- ERDTMAN, G. (1952): *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. - Stockholm, Waltham, Mass., U.S.A.
- FISCHER, F. (1962): Geomorphologische Beobachtungen zwischen dem mittleren Oberrhein und der mittleren Mosel (= *Annales. Universitatis Saraviensis Abt. Naturwissenschaften*, **10** (1/2): 13-48). - Saarbrücken.
- FRAHM, J.-P. & W. FREY (1983): *Moosflora*. 1. Auflage. - Stuttgart
- FRAHM, J.-P. & W. FREY (1987): *Moosflora*. 2. Auflage. - Stuttgart.
- FRECAUT, R. (1983): *Geographie de la Lorraine*. - Nancy.
- FRIREN, A. (1908): Simple causerie sur les Fougères de la Lorraine. *Bulletin de la Société d' Histoire Naturelle de Metz*, **25**: 91-125.
- FRIREN, A. (1909): Observations sur quelques Plantes de la Lorraine. *Bulletin de la Société d' Histoire Naturelle de Metz*, **26**: 97-129.
- GODRON, D.-A. (1883): *Flore de Lorraine*. 3. Auflage. - Nancy.
- GRENIER, A. (1906): *Habitations gauloises et villas latines chez les Medioma-triques*. - Paris.

- HÄBERLE, D. (1928): Zur Kenntnis der Maren (Mardellen, Pfühle) Südwestdeutschlands und Lothringens. *Geographische Zeitschrift*, **34**: 260-270.
- HAMMERSTEIN, F. von (1894): Eine prähistorische Wohnstätte und eine römische trua. *Jahrbuch der Gesellschaft für lothringische Geschichte und Altertumskunde*, **6**: 310-313.
- HOLANDRE, J.J.J. (1842): *Nouvelle Flore de la Moselle ou Manuel d'Herborisation dans les environs de Metz principalement et dans les autres parties du département.*- Metz, Paris, Nancy.
- HUNTLEY, B. & H.J.B. BIRKS (1983): *An Atlas of past an present pollen maps for Europe: 0 - 13.000 years ago.* - Cambridge.
- JESSEN, O. (1922): Das lothringische Keuperland. Ein Beitrag zur Landeskunde Deutsch-Lothringens. *Geographischer Anzeiger* **23**: 49-56 und 84-88.
- KESSLER, P.(1924): Über eine Art von Pseudodolinen. *Geologische Rundschau*, **15**: 48-49.
- KLEIN, A. (1989): *Limnologische Charakterisierung einer Mardelle im Oberen Muschelkalk. Diplomarbeit an der Universität des Saarlandes. (Unveröffentlicht).*
- KOHLER, A. (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft und Stadt*, **10** (2): 73-85.
- KONOLD, W. & A. KOHLER (1986): Vegetationstransecte in Feuchtgebieten und Möglichkeiten ihrer Interpretation. *Landschaft und Stadt*, **18** (3): 133-143.
- KOPECKY, K. & S. HEJNY (1974): A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Vegetatio* **29** (1): 17-21. - The Hague.
- LIEDTKE, H. (1969): *Grundzüge und Probleme der Oberflächenformen des Saarlandes und seiner Umgebung. (= Forschung zur deutschen Landeskunde, 183.)* - Bad Godesberg.
- LINCKENHELD, E. (1928): Die lothringischen Mertel. *Elsaßland-Lothringer Heimat. Illustrierte Monatsschrift für Heimatkunde und Touristik* **8**: 237 - 245.
- LOES (1899): Les mardelles. Extrait des publications du Congrès archéologique d'Arlon *Annales de l'Institut archéologique du Luxembourg* **54**.
- MATTERN, H. & H. BUCHMANN (1982): Die Hülben der nordöstlichen Schwäbischen Alb - Bestandaufnahme, Erhaltungsmaßnahmen. *Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg*, **55/56**: 101-166.
- MAUBEUGE, P. L. (1990): Stratigraphie des horizons sulfates du trias lorrain. *Bulletin de l'Académie et Société lorraines des Sciences*. **29** (2): 67-86.

- MAUS, E. (1980): Die Mardellen der Gemarkung Villingen. Heimatkalender: Das Pirmasenser und Zweibrücker Land, seine wechselvolle Geschichte und seine entwicklungsfreudige Gegenwart, 187-192.
- MÖLLER, H. (1970): Soziologisch-ökologische Untersuchungen in Erlenwäldern Holsteins. (= Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Floristik in Schleswig- Holstein und Hamburg 19). - Kiel.
- MULLENDERS, W. & F. HAESENDONCK (1963): Note préliminaire sur la palynologie des pingos du Plateau des Tailles (Belgique). Zeitschrift für Geomorphologie N.F. 7: 165-168.
- OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 6. Auflage. - Stuttgart.
- PISSART, A. (1958): Les dépressions fermées de la région parisienne - Le problème de leur origine. Revue de géomorphologie dynamique, 9(5-6): 73-83.
- PISSART, A. (1960): Les dépressions fermées dans la région parisienne, les difficultés d' admettre une origine humaine. Revue de Géomorphologie dynamique, 11: 73-84.
- PISSART, A. (1963): Les traces de "pingos" du Pays de Galles (Grande-Bretagne) et du Plateau des Hautes Fagnes (Belgique). Zeitschrift für Geomorphologie N.F. 7: 147-165.
- ROHDENBURG, H. & B. MEYER (1963): Rezente Mikroformung in Kalkgebieten durch inneren Abtrag und die Rolle der periglazialen Gesteinsverwitterung. Zeitschrift für Geomorphologie N.F. 7: 120-146.
- ROTHMALER, W. (1988): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 4. Kritischer Band. 7. Aufl.. - Berlin.
- SAUER, E. (1982): Die Pflanzenwelt des Jägerpfuhles auf dem Hölschberg bei Biesingen und seiner unmittelbaren Umgebung. Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland, 14 (2): 135-148.
- SCHÄFER-GUIGNIER, O. (1987): Vegetationskundliche Untersuchungen an Kleingewässern des Pfälzerwaldes und der Westricher Hochfläche (Sohle und Mardellen). Mitteilungen der Pollichia 74: 175-204.
- SCHUMACHER, E. (1885): Über einige Oberflächenphänomene in Deutsch-Lothringen, welche mit einer ehemaligen Vereisung des Landes in Verbindung zu stehen scheinen. Tageblatt der 58. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte, 394 - 400.
- SCHUMACHER, E. (1890): Die Bildung und der Aufbau des oberrheinischen Tieflandes. Mitteilungen der geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, 2: 314-349.
- SLOTBOOM, R.T. (1963): Comparative geomorphological and palynological investigation of the Pingos (Viviers) in the Hautes Fagnes (Belgium) and the Mardellen in the Gutland (Luxemburg). Zeitschrift für Geomorphologie N.F. 7: 193-231.
- SMITH, A.J.E. (1980): The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge.

- SPRATER, C. (1924): Trichtergruben in der Süd- und Westpfalz. Keine vorge-
schichtlichen Denkmäler. Pfälzische Rundschau vom 19.11.1924,
S.4.
- STRAKA, H. (1970): Pollenanalyse und Vegetationsgeschichte. - Wittenberg,
Lutherstadt.
- TISCHLER, W. (1984): Einführung in die Ökologie. - Stuttgart.
- TROLL, C. (1962): "Sölle and Mardelles" - Glacial and Periglacial Phenomena in
Continental Europe. Erdkunde, **16**:31-34.
- VALDI, F. (1983): Schutz und Pflege von Höhlen, Erdfällen und anderen
Karsterscheinungen nach dem Nieders. Naturschutzgesetz. Natur
und Landschaft **58** (11): 409-411.
- VOEGELE, E. (1935): Die Marenfrage in Lothringen. Der Wanderfalke, **4**: 7-9.
- WELTER, J. (1903): Die Maren oder Mardellen: Keltische Wohngruben in
Lothringen. Correspondenz-Blatt der deutschen Gesellschaft für
Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, **34** (11): 132-135.
- WELTER, J. (1924): Les mares. Un jacquard préhistorique en lorraine. Annuaire
de la Société d'Historique et d'Archéologique de la Lorraine.
33:196-201.
- WERVEKE, L. van (1887): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von
Elsass-Lothringen. Blatt Monneren. Strasburg.
- WERVEKE, L. van (1903): Beitrag zur Kenntnis der lothringischen Mardellen.
Zugleich Beitrag zur Kenntnis des lothringischen Dilluviums.
Mitteilungen der geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen,
5 (4): 351-366.
- WERVEKE, L. van (1906): Erläuterungen zu Blatt Saarbrücken der geologischen
Übersichtskarte von Elsaß-Lothringen 1:200 000. Strasbourg.
- WICHMANN, K. (1901): Über die Verbreitung und Bestimmung der Mare in
Lothringen. Correspondenz-Blatt der deutschen Gesellschaft für
Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, **32** (9): 78
- WICHMANN, K. (1903): Über die Maren oder Mertel in Lothringen. Jahrbuch der
Gesellschaft für lothringische Geschichte und Altertumskunde, **15**:
218-262
- WIEGAND, G. (1965): Fossile Pingos in Mitteleuropa. (= Würzburger
Geographische Arbeiten **16**). - Würzburg.
- WIEGAND, G. (1967): Eine neue Frostbodenform im würmkaltzeitlichen Perigla-
zialgebiet Europas. (= Würzburger geographische Arbeiten, **20**). -
Würzburg.
- WIRTHMANN, A. (1961): Zur Geomorphologie der nördlichen Oberpfälzer Senke.
(= Würzburger Geographische Arbeiten 9). - Würzburg.

8.2 Kartenverzeichnis

Geologische Karten

- Carte de la France au 50.000^e. - Feuilles XXXIV-II et XXXV-II, Thionville-Waldwisse, 1957. Hrsg. Service de la Carte Géologique de la France, Paris.
- Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000, Bundesrepublik Deutschland CC 7102 Saarbrücken, 1979. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland und benachbarter Staaten.
- Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000 von Elsaß-Lothringen und den angrenzenden Gebieten, Blatt Saarbrücken 1906. Hrsg. Direction der geologischen Landes-Untersuchung von Elsaß-Lothringen, Straßburg.
- Geologische Karte des Saarlandes 1 : 100.000, 1974. Hrsg. Geolog. Institut der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.

Topographische Karten

- Carte de la France 1 : 20.000. - Blatt Thionville N^{OS}. 7-8, 1954. Hrsg. L' Institut Géographique National, Paris.
- Carte de la France 1 : 25.000. - Blatt 3411 est Sierck-les-bains, 1985. Hrsg. L' Institut Géographique Nationale, Paris.
- Carte de la France au 1 : 25.000. - Blatt 3411 est Sierck-les-bains, 1990. Hrsg. L' Institut Géographique Nationale, Paris.
- Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1 : 25.000. - Blatt 3525 Sierck, 1880; Ausg. 1882, einzelne Nachträge 1891; Berlin.
- Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1 : 25.000. - Blatt 3536 Monneren, 1882, Berlin.
- Topographische Karte 1 : 25.000, 6504 Perl. Hrsg. Landesvermessungsamt des Saarlandes, 1962; Ausg. 1977. Saarbrücken.
- Topographische Karte 1 : 25.000, 6504 Perl. Hrsg. Landesvermessungsamt des Saarlandes, 1962; Ausg. 1982. Saarbrücken.
- Topographische Karte 1 : 50.000, L 6504 Merzig. Hrsg. Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz, 1963; Ausg. 1970. Koblenz.
- Topographische Karte 1 : 50.000, L 6504 Merzig. Hrsg. Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz, 1963; Ausg. 1991. Koblenz.
- Topographische Karte 1 : 50.000, Orohydrographische Ausgabe, L 6504 Merzig., Hrsg. Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz, 1963; Ausg. 1991. Koblenz.

Topographische Karte 1 : 50.000, L 6704 Hemmersdorf. Hrsg.
Landesvermessungsamt des Saarlandes, 1965; Ausg. 1977.
Saarbrücken.

Topographische Karte 1 : 50.000, Orohydrographische Ausgabe, L 6704
Hemmersdorf. Hrsg. Landesvermessungsamt des Saarlandes, 1965;
Ausg. 1982. Saarbrücken.

Anschrift der Verfasserin:

Dipl. Geogr. Claudia Schneider

Rentrischer Weg 14

66386 St. Ingbert

9. Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

- Abb 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes
- Abb. 2: Stratigraphische Gliederung des Keupers in Lothringen
- Abb. 3: Geomorphologische und tektonische Übersicht über den Raum zwischen Mosel, Saar und Nied.
- Abb. 4: Klimadiagramm der Station Halstroff
- Abb. 5: Lage der Mardellen des Untersuchungsgebietes - Mardellennummern
- Abb. 6: Lage der Mardellen des Untersuchungsgebietes - Abteilungsnummern
- Abb. 7: Morphographische Begriffe zur Beschreibung der Reliefposition einer Mardelle
- Abb. 8: Isohypsenkarte der Reliefform "Sattel"
- Abb. 9: Isohypsenkarte der Reliefform "Rücken"
- Abb. 10: Landschaftsausschnitt einer Keuperlandschaft. In ihm sind typische Reliefpositionen einiger Mardellen eingetragen.
- Abb. 11: Umrisse von Mardellen: rund, oval, tropfenförmig, nierenförmig, langgestreckt, in Form einer Acht und unregelmäßig.
- Abb. 12: Umrechnung des Deckungsgrades in Prozent (nach ELLENBERG 1991).
- Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der Lage der Mardellen im Relief.
- Abb. 14: Verteilung der Mardellen des Untersuchungsgebietes auf bestimmte Expositionen
- Abb. 15: Verteilung der Mardellen des Untersuchungsgebietes auf einzelne Geländeneigungen
- Abb. 16: Häufigkeitsverteilung der an den Mardellen des Untersuchungsgebietes beobachteten Umrißschemata.
- Abb. 17: Schüsselform und Sesselform der Mardellen
- Abb. 18: Verteilung der Längen der Gefällsachsen der Mardellen auf einzelne Größenklassen
- Abb. 19: Verteilung der Größenmaßzahlen der Mardellen des Untersuchungsgebietes
- Abb. 20: Verteilung der Tiefe oberhalb des Wasserspiegels auf einzelne Klassen
- Abb. 21: Schematische Darstellung der Entstehung einer Mardelle unter Annahme von Gipslösung im Untergrund. Oben bei geringer bis fehlender Geländeneigung; unten bei hoher Geländeneigung
- Abb. 22: Übersicht über die in Mardellen zu beobachtenden Feuchttypen und deren Verteilung auf die Mardellen

- Abb. 23: Morphologische Entwicklung einer Mardelle in räumlicher und zeitlicher Hinsicht unter Berücksichtigung von Sedimentation und Akkumulation
- Abb. 24: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 1 (*Carex paniculata*-Seggenbruch)
- Abb. 25: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 20 (*Glyceria fluitans*-Rasen)
- Abb. 26: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 6 (Bruchwaldartige Erlenbestände)
- Abb. 27: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 97 (*Carex elata*-Seggenbruch)
- Abb. 28: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 19 (*Sphagnum squarrosum*-Torfmoosrasen)
- Abb. 29: Verlauf der Wasserstandsschwankungen in Mardelle 202 (*Thelypteris palustris*-Farnherden)
- Abb. 30: Maximale Amplitude der Wasserstandsschwankungen an den einzelnen Meßstellen
- Abb. 31: Übersicht über Faktoren, die den Wasserstand der Mardellen beeinflussen und deren Wechselwirkungen
- Abb. 32: Quertransekt durch Mardelle 91 mit Aufsicht
- Abb. 33: Quer- und Längstransekt durch Mardelle 159 mit Aufsicht
- Abb. 34: Quertransekt durch Mardelle 181 mit Aufsicht
- Abb. 35: Quertransekt durch Mardelle 157 mit Aufsicht
- Abb. 36: Legende zu den Vegetationstransekten
- Abb. 37: Darstellung einiger denkbarer Sukzessionsabfolgen in den Mardellen des Untersuchungsgebietes
- Abb. 38: Mächtigkeit der bei der pollenanalytischen Probennahme erbohrten Mardellenfüllung in einzelnen ausgewählten Mardellen
- Abb. 39: Pollendiagramm der Mardelle 202
- Abb. 40: Entwicklungsstand einzelner Mardellen

9.2 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Quertransekt durch Mardelle 91
- Tab. 2: Längstransekt durch Mardelle 214
- Tab. 3: Längstransekt durch Mardelle 159
- Tab. 4: Quertransekt durch Mardelle 159
- Tab. 5: Quertransekt durch Mardelle 181
- Tab. 6: Quertransekt durch Mardelle 157

9.3 Verzeichnis der Vegetationstabellen

- Vegetationstabelle 1: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck - Übersichtstabelle (Einbandtasche)
- Vegetationstabelle 2: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 1 - Gesellschaft der Wasserlinsendecken
- Vegetationstabelle 3: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 2 - Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 1 (Einbandtasche)
- Vegetationstabelle 4: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 3 - Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 2 (Einbandtasche)
- Vegetationstabelle 5: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 4 - Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 3
- Vegetationstabelle 6: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 5 - Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 4 (Einbandtasche)
- Vegetationstabelle 7: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 6 - Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 5
- Vegetationstabelle 8: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 7 - Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 6
- Vegetationstabelle 9: Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 8 - Eichen-Hainbuchenwald-Gesellschaften auf luftarmen, wechselfeuchten Lehmböden
- Vegetationstabelle 10: Vegetation des Forêt de Sierck. Das Vegetationsmosaik der Mardellen: Verteilung der Vegetationsbausteine auf die einzelnen Mardellen

9.4 Erläuterung der in den Vegetationstabellen verwandten Abkürzungen

Allgemein

- (B) Differentialart, die der Baumschicht zugehört
(S) Differentialart, die der Strauchschicht zugehört
agg. Aggregat, Artengruppe
cfr. confer = vergleiche mit (bei unsicheren Bestimmungen)
s.str. sensu stricto = im engen Sinne

Beschattung (Prozentklassen)

- 1 0-5%
2 5-25%
3 25-50%
4 50-75%
5 75-100%

Lage in der Mardelle

- a allgemeine Lage in der Mardelle, die weder Zentrum noch Randbereiche umfaßt
r Randbereich
ü Überlaufbereich
za Lage im Zentrum der Mardelle und weder zw noch za
zv Vermoorung im Zentrum der Mardelle
zw offene Wasserfläche im Zentrum der Mardelle

mittlere Feuchte

- 1 trocken
2 feucht
3 feucht bis naß
4 naß
5 sehr naß (nicht zu betreten; auch offene Wasserfläche)

relative Wasserstandsschwankung

- g geringe Amplitude
m mäßig große Amplitude
h große Amplitude

zoogene Beeinflussung

- g gering bis keine
m mäßig (deutliche Wühlstellen von Wildschweinen zu erkennen)
h hoch (Vegetationsbestand weitgehend zerstört)

Entwässerungsgrad

- g gering
m mäßig
h hoch

Holzabfälle

- h anthropogene Holzabfälle vorhanden

9.5 Bilder



Bild 1: (oben)

Mardelle 64. Vegetationsfreie, offene Wasserfläche mit Erlen am Rand der Mardelle

Bild 2: (unten)

Tropfenförmige Mardelle mit Basisgesellschaft von *Carex elongata*





Bild 3: Auf Ästen aufsitzende *Carex elongata* - Bulte



Bild 4: Achteförmige Mardelle mit *Lysimachia vulgaris* - *Iris pseudacorus* - Waldsumpf

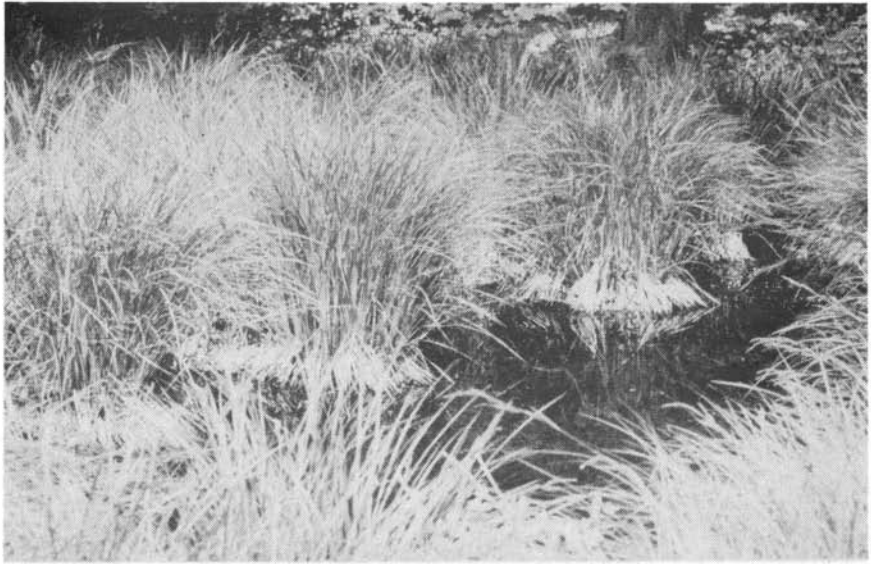


Bild 5: Bulte von *Carex elata* in einer Mardelle mit offener Wasserfläche



Bild 6: *Sphagnum fimbriatum* - Torfmoosrasen mit Öhrchenweidengebüschen in einer vermoorten Mardelle



Bild 7: (oben)
Gipskeuper - Aufschluß im
Forêt des Quatre Seigneurs

Bild 8: (unten)
Ausschnitt mit Gipsbändchen
aus dem oben abgebildeten
Aufschluß



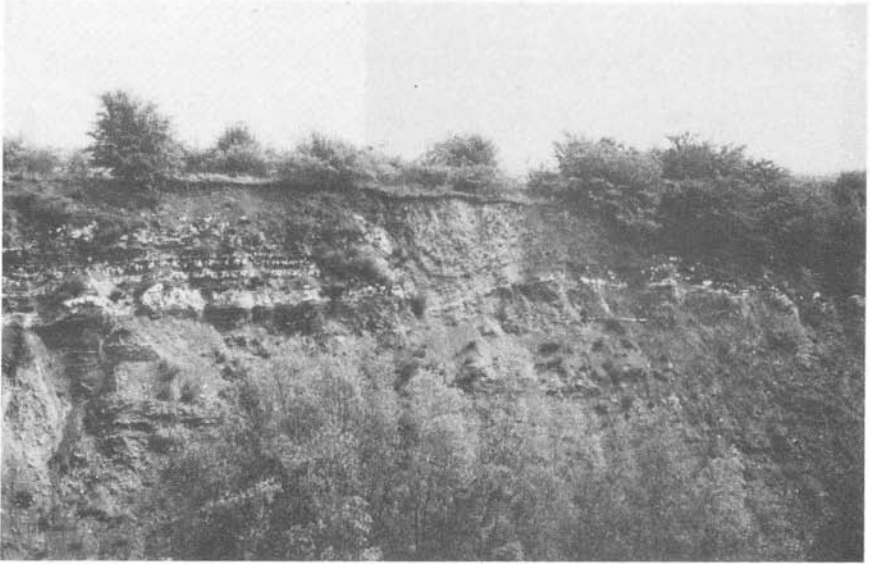


Bild 9: Verfüllte Hohlform (Mardelle?) im Gipsbruch am Mont du Coucou NW Kemplich

9.6 Vegetationstabellen

(Die Vegetationstabellen 1, 3, 4 und 6 befinden sich in der Einbandtasche.)

Vegetationstabelle 2:

Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 1
Gesellschaft der Wasserlinsendecken

		Wasserlinsendecken (1)											
Mardellen-Nr.		169	167	139	137	154	110	93	51	66	203	97	84
Aufnahme-Nr.		28	30	37	39	41	53	61	70	115	128	142	118
Aufnahmefläche (qm)		1	1	1	2	2	2	2	1	2	3	1	4
Höhe Krautschicht (m)		-	-	-	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Deckung Krautschicht (%)		-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-
Höhe Bodenschicht (m)		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Deckung Bodenschicht (%)		100	95	80	85	80	80	80	90	85	80	40	20
Artenzahl		2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	3	1
Beschattung (Prozentklassen)		3	3	5	3	3	2	2	1	3	1	1	5
Lage in der Mardelle	a	zw	zw	zw	zw	zw	zw	zw	zw	zw	zw	zw	zw
mittlere Feuchte	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
relative Wasserstandsschw.	m	m	g	g	m	h	m	m	m	m	h	m	
zoogene Beeinflussung	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Entwässerungsgrad	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	m	g
Holzabfälle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gruppe	Differenzierende Arten:												
D1	Lemna minor	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 2 2											
	Sonstige:												
	Amblystegium riparium	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.
	Carex elongata	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
	Carex canescens	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
	Grünalgen indet.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

C. Schneider: Geoökologische Untersuchungen an Mardellen im Forêt de Sierck
Vegetationstabelle 3:

Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 2
 Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 1

		Erlenbruchartige Gesellschaften mit Carex elongata Teil 1																																																
		Lemna minor - Carex elongata - Waldsumpf (2)										Carex elata - Seggenbruch (3)																				Carex paniculata - Seggenbruch (4)																		
		Typische Ausbildung (2.1)					Ausbildung mit Riccia fluitans (2.1)					Ausbildung mit Lemna minor (3.1)										Ausbildung ohne Lemna minor (3.2)																												
Mardellen-Nr.		51	17	110	154	66	203	184	1	167	85	153	112	117	112	112	112	93	91	138	138	97	98	92	91	110	110	93	96	135	115	35	118	100	92	99	134	139	133	92	135	1	4	4	4	1	4			
Aufnahme-Nr.		71	7	54	44	116	129	16	67	177	221	33	205	78	86	82	206	155	138	151	152	141	143	139	137	158	153	154	147	150	156	148	157	146	140	145	149	225	180	171	181	65	62	63	197	198	196			
Aufnahmefläche (qm)		8	12	15	3	30	40	8	10	16	45	25	40	16	20	30	20	40	9	30	50	12	12	12	30	12	6	60	30	50	60	12	60	8	6	9	40	40	80	30	25	30	50	20	20	40	60			
Höhe Strauchschicht (m)		-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	5,0	-	4,0	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Deckung Strauchschicht (%)		-	-	-	-	-	-	-	-	10	40	-	70	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe Krautschicht (m)		1,6	1,4	1,4	1,4	1,7	1,2	1,7	1,2	1,6	1,7	1,4	1,2	1,7	1,7	1,7	1,5	1,5	1,4	2,0	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8	1,6	1,3	1,2	1,6	1,4	1,6	1,4	1,5	1,2	1,5	1,7	1,0	1,3	1,3	1,7	1,2	1,6	1,6	1,8	1,2	1,3	0,4	1,7		
Deckung Krautschicht (%)		90	80	90	40	80	90	60	90	65	50	70	30	30	95	95	90	25	60	95	90	90	70	80	85	90	100	100	90	100	80	70	90	30	90	30	80	80	95	60	100	90	100	60	60	10	60			
Höhe Bodenschicht (m)		-	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,08	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	-	0,03	0,03	-	-	-	0,02	0,01	-	0,02	0,02	0,03	-	0,1	-	0,02	0,03	-	0,1	0,02	0,03			
Deckung Bodenschicht (%)		<1	10	30	10	5	1	3	4	5	30	10	80	15	30	15	10	10	3	3	<1	4	10	35	<1	-	1	1	-	-	-	1	<1	-	<1	<1	2	-	20	-	3	5	-	40	5	20				
Artenzahl		5	9	10	5	8	4	8	13	11	11	15	16	16	19	15	18	10	16	11	12	4	10	10	7	7	4	8	7	5	5	4	12	5	10	2	9	15	15	14	17	11	11	8	21	9	12			
Beschattung (Prozentklassen)		3	4	3	3	2	2	3	5	3	3	1	3	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	3	1	2	2	2	4	2	5	1	5	5	4	4	5	5	4	4	1	2	1	2	4	4	4			
Lage in der Mardelle		a	a	r	a	a	a	a	a	r	a	z	a	z	a	z	a	a	a	a	a	a	a	a	r	r	a	a	a	a	z	a	a	z	a	a	z	a	a	z	a	z	a	r	a	a	a			
mittlere Feuchte		3	4	3	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	3	5	2	3	5	2	4	5	2	2	3	4	2	5	2	5	5	2	5	4	4	2	4	2	5	4	3	3	4	4			
relative Wasserstandsschw.		m	m	h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	h	m	m	m	h	h	h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	g	h	g	m	h	m	m	h			
zoogene Beeinflussung		g	m	g	m	g	g	m	g	m	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g		
Entwässerungsgrad		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g		
Holzabfälle		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Strauchschicht:
 Betula pendula
 Rubus fruticosus agg.
 Lonicera periclymenum
 Carpinus betulus
 Viburnum opulus

Gruppe Differenzierende Arten:
D3,4 Lemna minor
D5 Riccia fluitans
D6 Carex elata
D7 Carex paniculata
D18 Lysimachia vulgaris
 Iris pseudacorus
 Glyceria fluitans

Arten der Erlenbruchwald-artigen Gesellschaften (D17):
 Carex elongata
 Solanum dulcamara
 Galium palustre s.str.
 Scutellaria galericulata
 Carex canescens

Arten aus sonstigen Differentialartengruppen:
 Sphagnum fimbriatum
 Salix aurita agg. (S)
 Salix caprea (S)
 Mniium hornum
 Ranunculus repens
 Circaea lutetiana
 Rumex sanguineus
 Miliium effusum
 Geranium robertianum
 Poa trivialis

Waldarten:
 Carex remota
 Quercus robur
 Scrophularia nodosa
 Carpinus betulus
 Impatiens noli-tangere

Wiesenarten:
 Juncus effusus
 Scirpus sylvaticus
 Epilobium tetragonum
 Eupatorium cannabinum
 Angelica sylvestris
 Cirsium palustre

Arten der Großseggenriede:
 Carex vesicaria
 Carex pseudocyperus
 Lycopus europaeus
 Sparganium erectum
 Carex riparia

Auf offenem Rohboden:
 Callitriche stagnalis

Moose auf Bulten und auf wasserdurchtränktem Detritus:
 Plagiothecium ruthei
 Amblystegium riparium
 Calliergon cordifolium
 Chiloscypus pallescens

Moose auf verrottendem Holz:
 Lophocolea bidentata
 Lophocolea heterophylla
 Amblystegium serpens
 Rhizomnium punctatum
 Atrichum undulatum
 Hypnum andoi

Sonstige Farn- u. Gefäßpfl.:
 Dryopteris carthusiana
 Athyrium filix-femina
 Rubus idaeus
 Rubus fruticosus agg.
 Epilobium adenocaulon

Sonstige Moose:
 Brachythecium rutabulum
 Eurhynchium praelongum
 Calliergonella cuspidata
 Hypnum cupressiforme
 Polytrichum formosum
 Eurhynchium hians v. swartzii

Außerdem je zweimal: Typha latifolia: Aufn. 151: 3, Aufn. 137: +; **je einmal:** Amblystegium varium: Aufn. 146: +; Brachythecium cfr. rivulare: Aufn. 33: +; Brachythecium salebrosum: Aufn. 158: +; Bryum indet.: Aufn. 78: +; Calamagrostis canescens: Aufn. 181: 2; Campylopus flexuosus: Aufn. 197: 1; Campylopus introflexus: Aufn. 197: 1; Carex acutiformis: Aufn. 180: +; Cirriphyllum crassinervium: Aufn. 86: +; Dicranella heteromalla: Aufn. 197: 1; Epilobium angustifolium: Aufn. 152: r; Epilobium parviflorum: Aufn. 78: 1; Epilobium spec.: Aufn. 155: +; Galeopsis tetrahit: Aufn. 63: +; Grünalgen indet.: Aufn. 78: 1; Picea abies: Aufn. 181: r; Pohlia nutans: Aufn. 197: 1; Rosa arvensis: Aufn. 158: +; Salix aurita agg.: Aufn. 206: +; Salix caprea: Aufn. 180: 1.

C. Schneider: Geoökologische Untersuchungen an Mardellen im Forêt de Sierck

Vegetationstabelle 4:

Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 3
Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 2

Table with columns for vegetation types (Carex rostrata, Salix aurita, Bruchwaldartige) and various parameters (Mardellen-Nr., Aufnahme-Nr., etc.). Includes detailed species lists and abundance data for various plant groups like Baumschicht, Strauchschicht, and Moosarten.

Außerdem je dreimal: Salix aurita agg.: Afn. 200: +, Afn. 183: +, Afn. 95: 1; je zweimal: Brachythecium salebrosum: Afn. 201: +, Afn. 90: +; Calamagrostis canescens: Afn. 92: 1, Afn. 32: +; Molinia arundinacea: Afn. 76: 4, Afn. 200: +; je einmal: Carex x pseudoturfæa: Afn. 97: 2; Epilobium spec.: Afn. 96: +; Eurhynchium striatum: Afn. 92: +; Peltia endiviifolia: Afn. 32: +; Picea abies: Afn. 199: +; Ptidium pulcherrimum: Afn. 213: +; Scleropodium purum: Afn. 76: 1; Senecio sylvaticus: Afn. 92: +

Vegetationstabelle 5:

Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 4
Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 3

		Erlenbruchartige Gesellschaften mit <i>Carex elongata</i> , Teil 3																						
		Salix aurita - Gebüsche (6)										Bruchwaldartige Erlenbestände (7)												
		Typische Variante (6.1)					Variante mit Salix caprea (6.2)																	
Mardellen-Nr.		66	181	3	75	192	135	184	153	180	67	15	178	152	3	93	3	169	214	163	75	75	168	151
Aufnahme-Nr.		218	168	195	217	170	182	169	178	185	219	165	173	190	194	192	193	172	179	211	216	215	176	187
Aufnahmefläche (qm)		100	20	45	60	15	100	8	30	30	150	30	100	80	25	50	30	30	100	70	35	50	70	150
Höhe Baumschicht (m)		-	-	-	-	-	-	-	-	7	20	12	25	12	12	12	12	15	25	10	8	20	25	25
Deckung Baumschicht (%)		-	-	-	-	-	-	-	-	80	80	40	70	95	25	60	25	80	30	60	10	90	50	80
Höhe Strauchschicht (m)		5	5	7	7	5	5	4	5	-	3	-	3	-	2	-	2,5	5	5	-	-	-	-	-
Deckung Strauchschicht (%)		90	80	95	95	30	100	40	90	-	10	-	3	-	1	-	1	10	90	-	-	-	-	-
Höhe Krautschicht (m)		0,5	0,5	0,5	1	0,8	-	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	1,5	1,2	1,2	1,2	0,8	0,7	1	1,4	1,7	1,6	0,8
Deckung Krautschicht (%)		1	5	3	1	80	-	30	20	70	3	1	50	10	80	30	60	15	30	40	90	60	10	5
Höhe Bodenschicht (m)		0	-	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0
Deckung Bodenschicht (%)		60	-	1	7	2	1	1	20	5	6	1	10	3	60	1	1	50	15	20	25	5	1	10
Artenzahl		5	6	8	5	8	8	9	7	10	15	5	10	15	20	11	19	22	15	10	13	14	14	11
Beschattung (Prozentklassen)		4	3	4	5	3	3	3	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5
Lage in der Mardelle		zw	a	a	zw	za	za	a	zw	za	a	a	a	a	a	zw	a	za	a	za	a	a	a	a
mittlere Feuchte		5	4	5	5	4	4	5	5	3	1	2	3	5	4	5	5	3	5	4	4	4	4	2
relative Wasserstandsschw.		m	m	m	h	m	m	m	m	m	m	h	h	m	m	m	m	m	m	h	h	h	h	h
zoogene Beeinflussung		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Entwässerungsgrad		g	g	g	g	g	m	g	g	g	h	h	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Holzabfälle		-	h	-	-	-	-	-	-	-	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strauchschicht:																								
Frangula alnus		.	.	.	2	.	.	.	3	.	.	.	.	+	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.
Corylus avellana		.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Rubus fruticosus agg.		.	+	1	.	.	.	.	.	.
Alnus glutinosa		5	.	.	.	.	.	.
Viburnum opulus		.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gruppe Differenzierende Arten:																								
D14 Salix aurita agg. (S)		5	2	5	5	2	5	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
D15 Salix caprea (S)		2	2	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D16 Alnus glutinosa (B)		4	3	4	5	2	4	2	5	3	4	2	5	4	5
Mnium hornum		1	.	.	.	2	1	+	2	1	.	1	.	2	2	2	.	1	+	2

Fortsetzung Vegetationstabelle 5

Aufnahme-Nr.

Arten der Erlenbruchwald-
artigen Gesellschaften (D17):

	218	168	195	217	170	182	169	178	185	219	165	173	190	194	192	193	172	179	211	216	215	176	187
Carex elongata	+	1	1	.	4	+	2	2	4	1	+	2	2	2	2	3	2	3	2	2	1	2	1
Solanum dulcamara	.	.	+	1	3	.	.	1	1	+	.	.	+	2	.	2	2	+	2	3	2	+	.
Galium palustre s.str.	1	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Scutellaria galericulata	+	+
Carex canescens	.	.	+	1	+	.	1	.	.	2	1	1	.	.

Arten aus sonstigen

Differentialartengruppen:

Lemna minor	4	.	1	.	.	.	+	2	.	2	.	.	.	1	1	.	2	.	.	.	.	.	.
Carex elata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Lysimachia vulgaris	.	.	.	2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	.	.	+
Iris pseudacorus	+	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	1
Sphagnum fimbriatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Sphagnum palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Glyceria fluitans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	1	+	.	.	.	+	3	2	+
Rumex sanguineus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Milium effusum	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Waldarten:

Carex remota	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	2	.	+	.	.	.	.	.	.
Quercus robur	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Fagus sylvatica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scrophularia nodosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Wiesenarten:

Juncus effusus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.
Cardamine pratensis	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scirpus sylvaticus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.

Arten der Großseggenriede:

Carex pseudocyperus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Sparganium erectum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Lycopus europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Arten auf offenem Rohboden:

Callitriche stagnalis	+
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Moose an Bultbasen und auf
wasserdurchtränktem Detritus:

Plagiothecium ruthei	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	1	.	2	.	.	.	.
Amblystegium riparium	.	.	.	2	.	1	+	.	.	1	.	+	+	1	+	+	1	.	.	.	.	+	.
Calliergon cordifolium	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	.
Chiloscyphus pallescens	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Fortsetzung Vegetationstabelle 5

Aufnahme-Nr.	218	168	195	217	170	182	169	178	185	219	165	173	190	194	192	193	172	179	211	216	215	176	187	
Moose auf morschem Holz:																								
<i>Thuidium tamariscinum</i>	+	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+
<i>Rhizomnium punctatum</i>	+
<i>Atrichum undulatum</i>	+
<i>Hypnum andoi</i>	1	.
<i>Plagiothecium nemorale</i>	+
Sonstige Farn - u. Gefäßpfl.:																								
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1	+	+	.	+	.	.	.	1	1	+	1	+	+	+	1	1	1	.	+	1	+	+	
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	1	.	.	.	+	+	.	.	1	+	.	.	+	+	+	
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	.	.	.	+	2	.	1	.	.	.	+	.
<i>Oxalis acetosella</i>	2	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	+
Sonstige Moose:																								
<i>Brachythecium rutabulum</i>	1	.	+	1	.	.	.	+	+	1	+	+	.	+	+	+	.	1	
<i>Calliergonella cuspidata</i>	1	.	.	.	+	.	.	.	3	.	+	.	+	.	1	1	.	+	
<i>Eurhynchium praelongum</i>	+	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiomnium undulatum</i>	+
<i>Polytrichum formosum</i>	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem je einmal: *Anemone nemorosa*: Aufn. 193.; *Carex acutiformis*: Aufn. 194.4; *Cirriphyllum crassinervium*: Aufn. 219: +; *Dicranella heteromalla*: Aufn. 176: +; *Epilobium palustre*: Aufn. 194: 2; *Frangula alnus*: Aufn. 179: +; *Herzogiella seligeri*: Aufn. 172: +; *Pellia endiviifolia*: Aufn. 172: +; *Rosa arvensis*: Aufn. 187: +; *Tetraphis pellucida*: Aufn. 176: +.

Vegetationstabelle 7:
 Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 6
 Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 5

		Erlenbruchartige Gesellschaften mit <i>Carex elongata</i> Teil 5																																	
		Glyceria fluitans - und Lysimachia vulgaris - Waldsumpf (9) Teil 2																																	
		Glyceria fluitans - Rasen (9.2)															Ausb. mit Ranunculus repens (9.2.2)																		
		Ausbildung ohne Ranunculus repens (9.2.1)															Ausb. mit Ranunculus repens (9.2.2)																		
Mardellen-Nr.		50	222	18	152	180	16	111	1	51	218	219	1	108	191	100	20	16	134	219	217	96	202	180	155	159	112	206	181	214	215	160	181	155	
Aufnahme-Nr.		121	161	9	59	50	21	55	69	73	102	136	66	57	123	25	22	2	36	135	101	26	91	52	45	99	83	93	12	35	60	105	13	47	
Aufnahmefläche (qm)		8	35	12	20	25	5	20	15	6	25	7	10	15	7	6	10	6	10	25	30	4	20	15	20	8	15	15	4	10	15	20	6	20	
Höhe Baumschicht (m)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Deckung Baumschicht (%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Höhe Strauchschicht (m)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Deckung Strauchschicht (%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Höhe Krautschicht (m)		0,8	1,2	1,2	1,3	0,9	1,4	1,5	1,5	0,8	1,2	1,6	1,4	1,7	1	1	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1	1	1	1,2	1,2	1,4	1,5	0,8	1,4	1,4	1,4	
Deckung Krautschicht (%)		80	90	70	95	70	100	80	60	70	100	90	100	90	80	70	70	70	50	90	80	95	60	90	70	80	90	90	95	90	90	70	95		
Höhe Bodenschicht (m)		-	-	0,03	0,02	0,02	-	-	0,02	0,02	-	-	0,02	-	-	0,3	0,01	-	-	0,02	0,02	-	0,03	0,03	0,03	-	0,03	-	0,03	-	0,03	-	0,03	-	
Deckung Bodenschicht (%)		-	-	<1	<1	1	-	-	3	2	-	-	1	-	5	-	<1	-	1	<1	-	1	<1	-	1	5	<1	-	1	-	<1	-	<1	-	
Artenzahl		5	5	11	4	7	7	3	10	13	6	5	6	4	9	5	1	8	5	10	5	6	8	10	8	11	15	11	5	13	7	4	7	7	
Beschattung (Prozentklassen)		4	5	4	4	4	4	3	3	4	5	2	4	2	4	5	4	5	1	5	4	2	5	3	5	3	5	4	2	3	3	3	3	3	
Lage in der Mardelle		1	8	8	1	8	1	2a	1	2a	8	8	8	1	1	8	8	1	2a	1	1	1	0	8	8	8	0	1	0	1	0	1	0	1	
mittlere Feuchte		4	4	3	2	5	2	2	2	3	4	2	4	2	5	4	2	2	5	3	2	2	2	2	4	4	4	3	2	2	5	3	2		
relative Wasserstandsschw.		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m		
zoogene Beeinflussung		g	g	g	g	m	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g		
Entwässerungsgrad		g	g	g	g	g	m	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g		
Holzabfälle		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gruppe	Differenzierende Arten:																																		
D21	Glyceria fluitans	4	3	3	5	2	3	5	1	2	3	5	4	5	5	4	2	4	4	5	2	2	1	4	2	3	2	5	4	4	5	+			
D23	Ranunculus repens	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	2	4	2	2	2	2	3	
	Arten der Erlenbruchwald- artigen Gesellschaften (D17):																																		
	<i>Carex elongata</i>	1	4	+	1	4	+	-	-	1	1	+	-	+	-	-	3	+	1	-	+	-	2	-	4	2	2	-	2	3	-	+	3		
	<i>Solanum dulcamara</i>	-	-	+	r	1	2	-	2	+	2	1	-	+	+	-	2	-	2	-	+	-	2	-	1	-	1	-	+	1	-	2	-		
	<i>Gallium palustre</i> s. str.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	1	+	-	-	-	-	1	-	-	+	-	-	1	+	1	+	2	-	1	-	-	+	1		
	<i>Scutellaria galericulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	2	-	2	-	2	-	+	-	-	-	-	1	1	2	1	+	1	-	+	-	-	1		
	<i>Carex canescens</i>	1	1	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	
	Arten aus sonstigen Differentialartengruppen:																																		
	<i>Lemna minor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
	<i>Thelypteris palustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Potentilla palustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	1	+	1	-	-	-	
	<i>Iris pseudacorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Circaea kletiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Rumex sanguineus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	<i>Lysimachia nummularia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Poa trivialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Fraxinus excelsior</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Fortsetzung Vegetationstabelle 7

Aufnahme-Nr.	121	161	9	59	50	21	55	69	73	102	136	66	57	123	25	22	2	36	135	101	26	91	52	45	99	83	93	12	35	60	105	13	47		
Waldarten:																																			
Carex remota	2	2	2	.	.	+	+	.	2	3	.	1	2	+	+	.	3	.	.	1	5	.	.	3	.	.	+	.	.	.	.	.	2		
Quercus robur	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Wiesenarten:																																			
Juncus effusus	.	.	.	.	1	3	.	1	2	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	2	.	.	+	+	
Scirpus sylvaticus	.	.	+	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	1	.	4	.	
Epilobium tetragonum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cardamine pratensis	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Eupatorium cannabinum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirsium palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arten der Großseggenriede:																																			
Carex vesicaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	1	.	.	.	.	.	.
Carex pseudocyperus	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Lycopus europæus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arten auf offenem Rohboden:																																			
Alopecurus aequalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis canina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callitriche stagnalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moose an Bultbasen und auf wasserdurchtränktem Debritus:																																			
Amblystegium riparium	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moose auf morschem Holz:																																			
Lophocolea heterophylla	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Farn - u. Gefäßpfl.:																																			
Athyrium filix-femina	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Rubus fruticosus agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium adenocaulon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rubus idaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Moose:																																			
Brachythecium rutabulum	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calliergonella cuspidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurhynchium praelongum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiommium undulatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum formosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem je zweimal: Salix caprea: Aufn. 2: +, Aufn. 35: +; Je einmal: Brachythecium velutinum: Aufn. 99: +; Carex nigra: Aufn. 91: 1; Cirriphyllum crassinervium: Aufn. 9: +; Cirsium olereacum: Aufn. 47: 2; Dactylis polygama: Aufn. 36: +; Epilobium parviflorum: Aufn. 101: 1; Eurhynchium striatum: Aufn. 91: +; Lythrum salicaria: Aufn. 69: 1; Oenanthe aquatica: Aufn. 135: +; Sorbus torminalis: Aufn. 123: r; Urbica dioica: Aufn. 47: +; Valeriana procurrens: Aufn. 47: 2.

Vegetationstabelle 8:

Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 7

Erlenbruchartige Gesellschaften, Teil 6

		Erlenbruchartige Gesellschaften mit <i>Carex elongata</i> Teil 6																													
		Krautreiches Seggenbruch mit <i>Circaea lutetiana</i> (10)																													
		Trennartenfreie Untergesellschaft (10.1)															Unterges. mit Arten luftarmer, feuchter Lehmböden														
																	Variante v. <i>Vib. opulus</i> (10.1.2)														
Mardellen-Nr.		112	222	159	157	19	151	159	219	111	4	85	190	155	117	191	154	20	163	1	203	112	192	112	218	178	117	117			
Aufnahme-Nr.		88	162	98	164	6	188	209	163	56	64	120	24	46	80	127	42	3	103	68	131	85	18	84	210	174	204	81			
Aufnahmefläche (qm)		15	12	25	12	6	20	25	12	20	6	15	9	9	9	16	15	7	15	15	15	30	16	12	30	40	30	6			
Höhe Baumschicht (m)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-			
Deckung Baumschicht (%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-			
Höhe Strauchschicht (m)		-	-	-	-	3	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	8	-				
Deckung Strauchschicht (%)		-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10	-				
Höhe Krautschicht (m)		1,4	0,8	1,2	0,9	1,4	0,5	1,5	1	0,5	0,5	1,2	1,3	1,2	0,8	0,8	1,2	0,6	1,3	1,2	1,4	1,3	1,4	1,5	0,8	1,2	1,8	1,7			
Deckung Krautschicht (%)		90	70	60	80	25	70	70	90	100	20	90	60	100	40	30	50	80	50	40	100	90	80	100	100	60	100	70			
Höhe Bodenschicht (m)		-	0,02	-	0,02	0,03	0,02	0,03	-	-	0,02	0,02	-	-	-	0,02	0,03	-	-	0,02	0,02	0,03	-	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01			
Deckung Bodenschicht (%)		1	-	10	1	3	1	-	-	1	1	-	-	5	1	-	-	1	<1	1	-	30	1	3	1	4	-				
Artenzahl		13	12	12	16	4	18	12	8	7	12	10	10	15	21	11	10	11	15	11	27	11	18	17	23	36	19				
Beschattung (Prozentklassen)		4	4	4	3	4	5	3	4	3	3	2	4	5	2	3	5	5	2	4	3	3	4	3	5	5	2	5			
Lage in der Mardelle		r	0	0	0	r	0	r	0	r	0	0	r	r	r	0	0	r	0	0	r	0	0	r	0	0	0	r			
mittlere Feuchte		2	3	2	2	1	1	3	3	1	2	5	1	1	1	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2			
relative Wasserstandsschw.		m	g	m	g	g	m	g	m	g	g	m	g	g	g	g	m	m	m	m	m	m	m	g	h	m	m				
zoogene Beeinflussung		g	m	g	g	g	g	g	g	h	g	g	g	g	m	m	g	h	h	g	h	g	g	g	g	g	g	g			
Entwässerungsgrad		g	g	g	g	h	g	g	m	g	g	g	g	g	m	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g			
Holzabfälle		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Baumschicht:																															
Fraxinus excelsior																										4					
Strauchschicht:																															
Carpinus betulus							1																				1				
Rubus fruticosus agg.							1																								
Crataegus monogyna agg.																											1				
Gruppe Differenzierende Arten:																															
D22 Glyceria fluitans		3	2	3	-	2	-	1	+ 1	-	-	-	-	+	-	+	2	-	2	1	+ 3	+ 1	-	+	-	-	2	1			
Ranunculus repens		3	-	2	-	-	-	5	5	2	4	-	-	-	-	2	-	-	-	3	5	2	3	3	5	3	2	2			
D24 Circaea lutetiana		1	2	1	-	1	1	2	+ +	+ +	2	1	2	+	-	1	1	1	+ 1	2	-	1	+ +	1	1						
Rumex sanguineus		2	-	+ 1	-	-	-	+	-	1	+ 1	-	+	-	+	-	-	-	-	1	1	-	2	-	1	+ +	2	1			
Filipendula ulm. ssp. denudata		-	-	+ 1	-	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	3	-	-	+ 1				
Deschampsia cespitosa		-	-	+ 1	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	+				
D25 Viburnum opulus		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Fortsetzung Vegetationstabelle 8

Aufnahme-Nr.

Sonstige Farn - u. Gefäßpfl.:

Dryopteris carthusiana

Athyrium filix-femina

Rubus fruticosus agg.

Rubus idaeus

Epilobium adenocaulon

Oxalis acetosella

Sonstige Moose:

Brachythecium rutabulum

Calliergonella cuspidata

Eurhynchium praelongum

Plagiomnium undulatum

Polytrichum formosum

Eurhynchium hians v. swartzii

	88	162	98	164	6	188	209	163	56	64	120	24	46	80	127	42	3	103	68	131	85	18	84	210	174	204	81	
Dryopteris carthusiana	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
Athyrium filix-femina	.	1	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	1	+	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	2	.
Rubus fruticosus agg.	.	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	r	.	+	.	.	.	+	+	.	1	+	.	.	.	1	.	.
Rubus idaeus	+	.
Epilobium adenocaulon	1	.	.	.	.
Oxalis acetosella	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Brachythecium rutabulum	.	+	.	+	+	+	1	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.	+	+	+	.	2	.	+	+	1
Calliergonella cuspidata	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Eurhynchium praelongum	.	+	.	2	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	+	+	1
Plagiomnium undulatum	+
Polytrichum formosum	+
Eurhynchium hians v. swartzii	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.

Außerdem: je dreimal: Festuca gigantea: Aufn. 85: +, Aufn. 84: r, Aufn. 210: 1; Prunella vulgaris: Aufn. 98: 1, Aufn. 188: +, Aufn. 127: +; je zweimal: Hypericum maculatum: Aufn. 84: +, Aufn. 204: 1; Vicia sepium: Aufn. 204: +, Aufn. 85: +; je einmal: Brachypodium sylvaticum: Aufn. 80: 1; Callitriche stagnalis: Aufn. 64: 1; Carex nigra: Aufn. 188: +; Carex tomentosa: Aufn. 204: +; Chiloscypus pallescens: Aufn. 127: 1; Cirriophyllum piliferum: Aufn. 81: 1; Dactylis polygama: Aufn. 204: +; Filipendula ulmaria: Aufn. 84: 1; Frangula alnus: Aufn. 84: +; Hypericum hirsutum: Aufn. 204: 1; Lamiastrum galeobdolon: Aufn. 127: +; Lychnis flos-cuculi: Aufn. 204: +; Lythrum salicaria: Aufn. 164: 1; Melampyrum pratense: Aufn. 210: +; Moehringia trinervia: Aufn. 210: +; Poa nemoralis: Aufn. 42: +; Populus tremula: Aufn. 127: r; Quercus petraea: Aufn. 3: 1; Salix aurita agg.: Aufn. 204: +; Stellaria holostea: Aufn. 80: 2; Valeriana procurrens: Aufn. 131: 1; Veronica montana: Aufn. 174: 1; Viola spec.: Aufn. 85: +.

Vegetationstabelle 9:

Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck, Teiltabelle 8
Eichen - Hainbuchenwald - Gesellschaften auf Luftarmen,
wechselfeuchten Lehmböden

		Eichen - Hainbuchenwald - Fragmente auf luftarmen, wechselfeuchten Lehmböden (11)			
		mit <i>Fissidens exilis</i> (11.1)		mit <i>Carex sylvatica</i> (11.2)	
Mardellen-Nr.		116	116	150	170
Aufnahme-Nr.		202	89	189	175
Aufnahmefläche (qm)		50	0,01	70	40
Höhe Baumschicht (m)		18	-	15	20
Deckung Baumschicht (%)		10	-	3	30
Höhe Strauchschicht (m)		2	-	2	3
Deckung Strauchschicht (%)		1	-	1	2
Höhe Krautschicht (m)		1	-	1	1,4
Deckung Krautschicht (%)		10	-	100	50
Höhe Bodenschicht (m)		0,01	0,005	-	0,02
Deckung Bodenschicht (%)		1	100	-	<1
Artenzahl		27	7	20	18
Beschattung (Prozentklassen)		5	5	5	4
Lage in der Mardelle		a	a	a	a
mittlere Feuchte		1	1	1	2
relative Wasserstandsschw.		g	g	g	g
zoogene Beeinflussung		g	g	g	g
Entwässerungsgrad		g	g	h	h
Holzabfälle		-	-	-	-
Strauchschicht:					
	<i>Fagus sylvatica</i>	+	.	+	.
	<i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	+
Gruppe	Differenzierende Arten:				
D1	<i>Quercus robur</i> (B)	4	3	.	2
	<i>Carpinus betulus</i> (B)	2	3	1	.
D27	<i>Ephemerum serratum</i> v.serratum	+	4	.	.
	<i>Fissidens bryoides</i>	+	2	.	.
	<i>Fissidens taxifolius</i>	+	2	.	.
	<i>Fissidens exilis</i>	+	2	.	.
Arten aus sonstigen Differentialartengruppen:					
	<i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	1
	<i>Glyceria fluitans</i>	1	.	.	.
	<i>Ranunculus repens</i>	.	.	+	1
	<i>Circaea lutetiana</i>	1	.	+	+
	<i>Rumex sanguineus</i>	1	.	+	.
	<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	.	.	.
	<i>Fragaria vesca</i>	1	.	+	.
	<i>Milium effusum</i>	+	.	1	.
	<i>Geranium robertianum</i>	.	.	+	.
	<i>Carex sylvatica</i>	2	.	2	1
	<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	+
	<i>Stachys sylvatica</i>	.	.	+	1

Fortsetzung Vegetationstabelle 9

Aufnahme-Nr.	202	89	189	175
Waldarten:				
Carex remota	2	.	5	3
Scrophularia nodosa	+	.	+	+
Quercus robur	+	.	.	2
Fagus sylvatica	1	.	.	.
Carpinus betulus	+	.	.	.
Sonstige Farn - u. Gefäßpfl.:				
Rubus fruticosus agg.	+	.	+	.
Juncus effusus	+	.	1	.
Athyrium filix-femina	.	.	.	+
Oxalis acetosella	.	.	2	.
Sonstige Moose:				
Hypnum cupressiforme	+	+	.	+
Brachythecium rutabulum	.	.	.	+
Dicranum scoparium	.	.	.	+
Sonstige Arten mit geringer Stetigkeit:				
Hedera helix	+	.	+	.
Veronica montana	.	.	.	2
Brachypodium sylvaticum	.	.	1	.
Primula elatior	.	.	1	.
Valeriana procurrens	.	.	.	+
Lamiaeum galeobdolon	.	.	+	.
Rosa arvensis	+	.	.	.
Carex flacca	+	.	.	.
Viola reichenbachiana	+	.	.	.
Taraxacum officinale agg.	.	.	+	.
Isoethecium alopecuroides	+	.	.	.
Ajuga reptans	.	.	.	+

Außerdem je zweimal: Hedera helix: Aufn. 202: +, Aufn. 189: +; **je einmal:** Ajuga reptans: Aufn. 175: +; Brachypodium sylvaticum: Aufn. 189: 1; Carex flacca: Aufn. 202: +; Isoethecium alopecuroides: Aufn. 202: +; Lamiaeum galeobdolon: Aufn. 189: +; Primula elatior: Aufn. 189: 1; Rosa arvensis: Aufn. 202: +; Taraxacum officinale agg.: Aufn. 189: +; Valeriana procurrens: Aufn. 175: +; Veronica montana: Aufn. 175: 2; Viola reichenbachiana: Aufn. 202: +.

Vegetationstabelle 10:

Vegetation der Mardellen des Forêt de Sierck

Das Vegetationsmosaik der Mardellen: Verteilung der Vegetationsbausteine auf die einzelnen Mardellen

Vegetationsmosaik der Mardellen	
Mardellen-Nr.	177 84 77 182 98 108 155 87 190 202 191 19 50 181 157 159 8 212 116 99 133 135 115 96 100 134 94 138 92 97 10 132 117 51 14 153 203 167 88 184 192 190 218 195 216 111 20 222 19 46 217 163 75 169 93 176 3 152 144 151 67 168 1 116 150 170
Vegetationsbausteine:	
<i>Carex rostrata</i> - Seggenbruch (5)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
<i>Carex elata</i> - Seggenbruch (3)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
<i>Lemma minor</i> - <i>Carex elongata</i> - Waldsumpf (2)	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
Wasserlinsendecken (1)	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
<i>Iris pseudacorus</i> und <i>Lysimachia vulgaris</i> - Waldsumpf (9.1)	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
Krautreiches Seggenbruch mit <i>Circaea lutetiana</i> (10)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
<i>Salix aurita</i> - Gebüsch (6)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
<i>Glyceria fluitans</i> - Rasen (9.2)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
Basisesellschaft von <i>Carex elongata</i> (8)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
Bruchwaldartige Erlenbestände (7)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
<i>Carex paniculata</i> - Seggenbruch (4)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
Eichen - Hainbuchwald - Fragmente (11)+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+