



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Maly Dunaj und Mosoni Duna – Grenzflüsse der
Großen und Kleinen Schüttinsel: die Makrophyten-
Vegetation zweier Seitenarme der Donau im
räumlichen und zeitlichen Vergleich

Verfasserin

Michaela Leuchtenmüller

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 444

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Ökologie

Betreuerin / Betreuer:

Univ. Prof. Dr. Georg A. Janauer

Mein großer Dank gilt

Herrn **Univ. Prof. Dr.Georg A. Janauer** für das Thema meiner Diplomarbeit und die hilfsbereite und freundliche Betreuung dieser.

Herrn **DI Norbert Exler** für die Hilfe bei der Datenaufbereitung

Herrn **MSc. Udo Schmidt Mumm** für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten.

Frau **Dr. Helena Otahelova** und **Univ. Prof. Dr.Georg A. Janauer** für die Bereitstellung der Daten

Slovakischen Hydromorphologischen Institut für die Bereitstellung der hydrologischen chemischen Parameter.

Dem **Inspektorat für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwesen Nord-Transdanubien** für d für die Bereitstellung der hydrologischen chemischen Parameter, die Bereitstellung des Bootes und die herzliche Gastfreundschaft.

Frau **MSc. Ildikó Vásárhelyi-Tóth** für ihre Unterstützung und ihre Gastfreundschaft.

Frau **Dr. Johanna Janauer** für die nette Unterstützung bei der Datenaufnahme.

Silvia Gager für die Unterstützung im Freiland, ihre Gesellschaft und ihre Ruhe in jeder Situation.

Meinen Eltern **Ferdinand** und **Hilda Leuchtenmüller** für die finanzielle und moralische Unterstützung, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Valentin Gasser, der es immer wieder schafft ,auch an schweren Tagen, einem ein Lächeln zu entlocken.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Makrophyten	3
2.1	<i>Makrophyten Definition</i>	3
2.2	Wasserpflanzen Definition	3
2.3	Anpassung an das Leben im Wasser	4
2.4	Wuchsformen	5
3	Material und Methoden	6
3.1	Untersuchungsgebiet	6
3.1.1	Donau	6
3.1.2	Mosoni Duna	7
3.1.3	Maly Dunaj	8
3.2	Chemische Parameter	20
3.2.1	Mosoni Duna 2005	20
3.2.2	Mosoni Duna 2011	20
3.2.3	Maly Dunaj 1995	21
3.2.4	Maly Dunaj 2011	21
3.2.5	Allgemeiner Vergleich mit der Donau	21
3.3	Hydrologie	23
3.3.1	Mosoni Duna	23
3.3.2	Maly Dunaj	24
3.4.	Datenaufnahme von Mosoni Duna und Maly Dunaj	30
3.4.1	Mosoni Duna	30
3.4.2	Maly Dunaj	30
3.5	Kartierungsmethode nach Kohler	31
3.5.1	Relative Pflanzenmasse (RPM)	33
3.5.2	Mittlerer Mengenindex (MMI)	33
3.5.3	MMO (Mean Mass Occurance)	33
3.5.4	MMT (Mean Mass Total)	33
3.6.	StatistischeAnalse	35
3.6.1	Multiple-response permutation (MRPP)	35
3.6.2	Indicator species analysis (ISA)	36
3.6.3	Simpson Index	36
3.6.4	Berger Parker Index	37

4 Ergebnisse	38
4.1 Pflanzenvorkommen und Gefährdung laut Roter Liste	38
4.1.1 Mosoni Duna 2005	44
4.1.2 Mosoni Duna 2011	44
4.1.3 Vergleich 2005/2011	44
4.1.4 Maly Dunaj 1995	45
4.1.5 Maly Dunaj 2011	45
4.1.6 Vergleich 1995/2011	46
4.1.7 Vergleich Maly Dunaj Mosoni Duna	46
4.2 Zusammensetzung und Verteilung der Pflanzen-Gesellschaften	51
4.2.1 Mosoni Duna 2005	51
4.2.2 Mosoni Duna 2011	51
4.2.3 Vergleich 2005/2011	51
4.2.4 Maly Dunaj 1995	52
4.2.5 Maly Dunaj 2011	52
4.2.6 Vergleich 1995/2011	53
Statistische Analyse	64
4.3.1 Multiple-response permutation (MRPP)	64
4.3.2 Indicator species analysis (ISA)	64
4.3.2.1 Mosoni Duna	64
4.3.2.2 Maly Dunaj	65
4.3.2.3 Mosoni Duna & Maly Dunaj 2011	65
4.2.3 Diversitätsindices	65
4.2.3.1 Mosoni Duna	65
4.2.3.2 Maly Dunaj	66
4.2.3.3 Mosoni Duna & Maly Dunaj 2011	66
5 Wichtige Pflanzenarten	76
5.1 <i>Butomus umbellatus</i>	76
5.2 <i>Eleocharis palustris</i>	77
5.3 <i>Najas marina</i>	78
5.4 <i>Potamogeton crispus</i>	79
5.5 <i>Potamogeton friesii</i>	80
5.6 <i>Potamogeton nodosus</i>	81
5.7 <i>Potamogeton obtusifolius</i>	82
5.8 <i>Potamogeton pectinatus</i>	83
5.9 <i>Potamogeton perfoliatus</i>	84
5.10 <i>Sagittaria sagittifolia</i>	85
5.11 <i>Sparganium erectum</i>	86

6 Diskussion	87
6.1 Mosoni Duna 2005	89
6.2 Mosoni Duna 2011	90
6.3 Vergleich Mosoni Duna 2005/2011	92
6.4 Maly Dunaj 1995	93
6.5 Maly Dunaj 2011	93
6.6 Vergleich Maly Dunaj 1995/2011	94
6.7 Vergleich Mosoni Duna 2011 & Maly Dunaj 2011	95
8 Zusammenfassung	97
9 Abbildungsverzeichnis	99
10 Tabellenverzeichnis	103
11 Quellen	104
11.1 Internetquellen	107
11.2 Bildquellen	107
Abstract	108
Lebenslauf	111

1 Einleitung

Diese Diplomarbeit untersucht die Artenzusammensetzung von Makrophyten an zwei Seitenarmen der Donau (Maly Dunaj & Mosoni Duna), welche die Inseln Zitny ostrov (SK) im Norden und Szigetköz (HU) im Süden säumen.

Makrophyten sind ein wichtiger Bestandteil aquatischer Ökosysteme, die eine Abschätzung der allgemeinen ökologischen Qualität und die Überwachung des ökologischen Zustands erleichtern (CEN 2012).

Neben ihrer ökologischen Bedeutung beruht der Einsatz von Makrophyten als Indikatoren für die ökologische Beschaffenheit auf der Tatsache, dass bestimmte Makrophytenarten und Artengruppen Indikatoren für spezielle Fließgewässertypen sind und durch menschliche Einwirkung nachteilig beeinflusst werden können (CEN 2012).

Flüsse sind sehr wichtig als Habitate für viele Makrophytenarten (Baattrup-Pedersen & Riis 1999). Aquatische Makrophyten bieten essentielle Laich- und Nistplätze für Fische und sind Filter die Sediment und Nährstoffe auffangen (Croft & Chow-Fraser 2009). Außerdem helfen sie Schäden am Ufer, welche Wind und Wellen verursachen, zu reduzieren, indem sie das Sediment mit ihren Wurzeln stabilisieren (Croft & Chow-Fraser 2009).

In dieser Arbeit wurde eine Kartierung nach Kohler vorgenommen um die Artenzusammensetzung und das Vorkommen der Pflanzen zu erfassen.

Wiederholungskartierungen des Makrophytenbestandes ganzer Fließgewässersysteme in mehrjährigen Abständen sind eine geeignete Methode die zeitliche Entwicklung der Gewässerflora und Vegetation aufzuzeigen (Kohler & Schiele 1985).

Trotz der sehr instabilen Verhältnisse innerhalb des Flussbettes, wo die Ansiedlungsbedingungen kleinräumig stark wechseln, ist auf längeren Strecken bei gleichbleibenden ökologischen Verhältnissen doch mit einer, sich nur im geringen Umfang veränderten Flora zu rechnen (Kohler et al. 1971).

Bestandsrückgang, fortschreitende Arealeinbuße und schließlich Ausrottung von Pflanzenarten haben im Gefolge eines tiefgreifenden Wandels der Kulturlandschaft in den letzten Jahrzehnten beängstigende Ausmaße angenommen (Niklfeld 1999). Wasserpflanzen sind von besonderer Bedeutung für den biologischen Umweltschutz, denn sie besiedeln den gefährdetsten Lebensraum und

viele von ihnen sind stark vom Aussterben bedroht. Sie können zur praktischen Gewässerpflege beitragen und als Indikator für den Zustand der von ihnen besiedelten Gewässer eingesetzt werden (Wilmanns 1989).

Das Studium mittelfristiger Vegetationsänderungen in Fließgewässern ist geeignet, Aussagen über die Entwicklung zu machen und somit ein Urteil über den Gefährdungsgrad mancher Sippen zu gewinnen (Kohler et al. 1992).

Die Erforschung der Fließgewässer in den kultivierten Gebieten zählt zu den dringendsten Erfordernissen unserer Zeit (Liepolt 1967).

Folgende Fragestellungen wurden bearbeitet:

- Welche Veränderungen in der Artenzusammensetzung sind zu erkennen im Hinblick auf einen zeitlichen und einen geographischen Vergleich.
- Wie unterscheiden sich die beiden Flüsse in ihrer Artenzusammensetzung und der Abundanz der Makrophyten in Bezug auf ihre Umwelt.
- Wie können die Flüsse in Hinblick auf Umweltschutz charakterisiert werden, speziell im Hinblick auf gefährdete Arten und die Gefahr des Aussterbens unter veränderten Lebensraumbedingungen.

2 Makrophyten

2.1 Definition Makrophyten

Der ökologische Terminus „Makrophyten“ umfasst taxonomisch gesehen laut Casper & Krausch (1980) Armleuchteralgen (Charophyta), Moose (Bryophyta), Farne, Schachtelhalme, Bärlappgewächse und Verwandte (Pteridophyta) sowie Samenpflanzen (Spermatophyta).

2.2 Definition Wasserpflanzen

Es ist nicht einfach, den Begriff „Wasserpflanze“ zu definieren. In der botanischen Literatur gibt es sehr unterschiedliche Meinungen darüber. Dies deshalb, weil die Grenzen zwischen zwei Lebensräumen meist nicht so scharf gezogen werden kann. Cook 1974 versteht unter „Süßwasser-Makrophyten“ jene Pflanzen, deren photosynthetisch aktive Teile dauernd oder zumindest für einige Monate im Jahr untergetaucht leben oder auf der Oberfläche treiben. Außerdem werden auch Pflanzen dazu gezählt, die im Untergrund verwurzelt sind und deren basale Abschnitte fast immer unter der Wasseroberfläche sind, deren Blätter und Blütenstände aber über der Wasseroberfläche bleiben. Diese werden Helophyten genannt. Dazu zählen Arten wie *Typha latifolia* und *Phragmites australis*. Auch die Pleustophyten, die auf der Wasseroberfläche treiben gehören dazu wie zum Beispiel *Lemna minor* (Casper & Krausch 1980). Auch Wilmanns 1989 definiert die Hydrophyten ähnlich. Für ihn müssen Pflanzen, die unter die den Begriff fallen submers sein und auch untergetaucht blühen, jedoch auch Pflanzen, die submers leben, aber an der Luft blühen und Pflanzen, die zum Teil Blätter unter und über der Wasseroberfläche ausbilden werden dazu gezählt werden. Auch Pflanzen die an der Oberfläche treiben und Amphiphyten werden unter dem Begriff der Hydrophyten zusammengefasst (Wilmanns 1989). Durch die Unschärfe des Begriffes „Wasserpflanzen“ wird aber jede Einteilung in gewisser Weise subjektiv sein (Casper & Krausch 1980).

2.3 Anpassung an das Leben im Wasser

1. Die submersen Blätter der Hydrophyten sind in der Regel bandartig oder zerschlitzt, dadurch wird die Oberfläche vergrößert und somit der Stoffaustausch, vor allem der Gaswechsel, erleichtert.
2. An den Unterwasserblättern und an der Unterseite von Schwimmblättern ist die Cuticula sehr dünn oder fehlt, um einen besseren Stoffaustausch zu ermöglichen. Außerdem brauchen diese Teile keinen Verdunstungsschutz.
3. Hydrophyten benötigen keine wasserleitenden Gefäße. Diese sind nur schwach entwickelt oder fehlen.
4. Stomata an Unterwasserblättern bzw. den Unterseiten von Schwimmblättern fehlen meist, damit kein Wasser kapillar in die Interzellularen eindringen kann.
5. Manche Arten besitzen winzige Ausdünnungen der Cuticula im Bereich der Hydropoten. Dies erleichtert ebenfalls den Stoffaustausch.
6. Die Oberseite der Schwimmblätter aber besitzt Stomata und eine kräftige Cuticula, welche meist wasserabstoßend wirkt.
7. Manche Hydrophyten haben Haarbüschel an der Oberseite ihrer Schwimmblätter. Diese sind auch wasserabweisend sind aber auch dazu da den Bakterien- und Algenaufwuchs zu verhindern.
8. Wurzeln können fehlen oder weniger entwickelt sein, da der Gasaustausch und der Mineralstoffwechsel zum Teil vom Sprosssystem übernommen werden kann.
9. Die meisten Hydrophyten haben ein Durchlüftungsgewebe (Aerenchym) mit großen Interzellularen (Lakunen). Das Aerenchym verringert auch das Gewicht der Pflanze, was den Auftrieb von Schwimmblättern erleichtert. Das Aerenchym reicht bei wurzelnden Hydrophyten von den Blättern bis in die Wurzeln und dient dem Gastransport.

Die Leitbündel sind nur grobmaschig vernetzt und wenig bis gar nicht verholzt. Dies führt zu einer größeren Biegsamkeit, was in Fließgewässern von großer Wichtigkeit ist (Wilmanns 1989, Krausch 1999).

2.4 Wuchsformen

Die Einnischung von Wasser- und Sumpfpflanzen in verschiedene Gewässertypen und auch in verschiedene räumliche bzw. zeitliche Kompartimente eines speziellen Gewässertyps, wie beispielsweise in Zonen wechselnder Wasserstände und Wasserbewegung, erfordert besondere Lebensstrategien. Die Lebensform beschreibt die Potenz, einen bestimmten Lebensraum auf Dauer zu besiedeln (Pott & Remy 2000). Schon Raunkiaer 1934 hat Pflanzen anhand ihrer Wuchsformen unterteilt. Ein anderer Autor der sich stark damit auseinandergesetzt hat war Wiegleb 1991.

Helophyten sind Wasserpflanzen welche an der Uferbank wachsen, aber noch dem Wasserkörper angegliedert sind (*Phragmites australis*). Amphiphyten wachsen am Flussufer wie Helophyten, wachsen aber zur gleichen Zeit auch im Wasser wie submers wurzelnde Pflanzen (*Alisma lanceolatum*). Submerse Rhizophyten sind durch Wurzeln, Rhizome oder anderen Befestigungsorgane am Boden verankert (*Elodea nuttallii*). Wurzelnde Schwimmblattpflanzen sind im Sediment verankert und bilden submerse und/oder schwimmende Blätter aus (*Nymphaea alba*).

Acropleustophyten sind nicht verwurzelt und treiben an der Wasseroberfläche (*Lemna minor*). Mesopleustophyt sind Pflanzen die nicht an der Oberfläche treiben, aber auch nicht im Sediment verankert sind (*Ceratophyllum demersum*).

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsgebiet

3.1.1 Donau

Die Donau hat ihren Ursprung bei Donaueschingen im Schwarzwald, wo sie aus dem Zusammenfluss von Breg und Brigach entsteht. Von dort fließt sie 2872 km in mehrheitlich südöstlicher Richtung, bis sie nahe Izmail (H) und Tulcea (RO) ins Schwarze Meer mündet. Die Donau besitzt ein Einzugsgebiet von 801093 km² und fließt durch 10 Länder. Das Donaubecken sammelt Wasser aus Gebieten aus 19 Nationen und formt die internationalen Grenzen zwischen acht von ihnen (Tockner 2009).

Nach der Wolga ist sie der zweitlängste Fluss in Europa. Außerdem verbindet die Donau mehr Länder als jeder andere Fluss der Welt (Tockner 2009).

Der größte Teil des Einzugsgebietes gehört zur alpidischen oder neoeuropäisch-geologischen Makroregion in Europa. Kleinere Teile gehören zu den westlichen und östlichen variskischen Subregionen und zur präpaleozoischen russischen Plattform (Tockner 2009).

Die Donau lässt sich in drei Abschnitte unterteilen. Die obere Donau erstreckt sich von ihrem Ursprung bis zum Zufluss der March nahe Bratislava und zeigt sich bis dort als Fluss mit Gebirgsbachcharakter hinsichtlich Gefälle, Sedimentzusammensetzung und Fließgeschwindigkeit. Der mittlere Teil der Donau verläuft von Bratislava bis zum Staudamm des Eisernen Tors, und ist somit der längste der drei Abschnitte. Der unterste Teil des Flusses zeigt die typischen Charakteristika eines Tieflandflusses.

Das Klima im Einzugsgebiet der Donau ist sehr unterschiedlich, da es viele verschiedene Regionen umfasst. Die westlichen Regionen zeigen atlantisches Klima, das bedeutet große Niederschlagsmengen, wohingegen die östlichen Regionen von kontinentalem Klima beeinflusst sind und daher weniger Niederschlag, aber dafür tiefere Temperaturen im Winter aufweisen. Die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften wird stark von der Wassertemperatur, dem Niederschlag und der Verfügbarkeit der Nährstoffe beeinflusst. Die Niederschlagsmenge hat starke Auswirkungen auf hydrologische Parameter wie

Fließgeschwindigkeit und Durchfluss, welche wiederum großen Einfluss auf das Vorkommen aquatischer Makrophyten nimmt (ICPDR 2005, Tockner et al. 2009).

Nach Bratislava zweigen zwei Seitenarme, Mosoni Duna (H) und Maly Dunaj (SK), von der Donau ab, die sich später wieder mit ihr verbinden. Diese bilden gemeinsam mit der Donau zwei Inseln, Žitný Ostrov im Norden (SK) und Szigetköz im Süden (H). Diese stellen im Wesentlichen die beiden Teile eines riesigen Schüttkegels dar, der sich flussab der „ungarischen Pforte“ (Braunsberg – Thebener Kogel), an der Stelle einer bedeutsamen Gefälleminderung beim Übergang des Flusses in den östlichen Ausläufer der Ungarischen Tiefebene, gebildet hat. Dieser Teil des Flusses ist sehr interessant, weil sich hier die hohe Fließgeschwindigkeit des alpin geprägten Laufs verlangsamt und der Bereich intensiver Sedimentation beginnt (Otahelova & Valachovic 2002).

3.1.2 Mosoni Duna

Die Mosoni Duna weist eine Gesamtlänge von 123,7 km auf und entspricht dem Typ eines Flachlandflusses. Außerdem ist sie wegen einiger flussbaulicher Eingriffe ein verändertes Gewässer. Die Mosoni Duna kann in drei Teile unterteilt werden. Der Zufluss aus der Donau, dem heutigen Beginn des Flusses, wird flussauf von Rajka durch eine Schleuse geregelt. Dieser obere Teil reicht bis zur rechtsufrigen Einmündung der Lajta in Mosonmagyaróvár und bildet viele Mäander. Das Fließkontinuum wird durch ein Wehr flussab von Mosonmagyaróvár unterbrochen. Der mittlere Teil mäandriert ebenfalls und weist viele Inseln auf. Der mittlere Flussabschnitt endet bei Győr. Hier ist der Einfluss der Donau erkennbar. Der untere Teil beginnt im Stadtgebiet von Győr und hier mündet auch rechtsufrig die Raab. Der Lauf des Flusses ist begradigt und mäandriert nicht. Die Ufer sind teilweise gesichert, aber der Wasserfluss wird nirgends unterbrochen.

Zwischen Donau und Mosoni Duna befindet sich die Kleine Schüttinsel. 1905-1907 wurde als Maßnahme zum Hochwasserschutz eine Schleuse in Rajka gebaut. Vor dieser Regulierung betrug der durchschnittliche Durchfluss $300\text{m}^3\text{s}^{-1}$.

1980 wurde mit dem Bau des Gabčíkovo Wasserkraftwerk begonnen, welches 1993 fertiggestellt wurde. Dafür wurde ein Teil der Donau abgeleitet. Das dazugehörige Staubecken liegt zwischen Čunovo und Hrušov. Der obere Teil der Mosoni Duna lag vor der Ableitung von Wasser aus der Donau (zum Betrieb des Kraftwerkes) mehrmals trocken. 1986 folgte der Bau des Szigetköz Hochwasserschutzdammes. Zwischen 1791 und 1793 wurde der Donau-Lejta Damm errichtet. Weiters wurde 1995 eine Sohlgleite gebaut.

3.1.3 Maly Dunaj

Die Maly Dunaj ist der längste Seitenarm der Donau und verläuft größtenteils mäandrierend. Sie zweigt in der Nähe von Bratislava von der Donau ab und mündet nach 128 km Fließstrecke bei Kolárovo in die Waag, welche wieder in die Donau fließt. Die Maly Dunaj wird direkt von der Donau gespeist, deren Schwebstofffracht die Transparenz dieses Seitenarms beeinträchtigt. Die Maly Dunaj bildet die nördliche Grenze von Žitný ostrov (Große Schüttinsel), welche aus Kies aus dem Pleistozän und dem Holozän besteht, von Löss und Sand überschichtet ist und den größten Grundwasserspeicher in Zentraleuropa bildet (Hulman et al. 1974). Die dominierenden Substrate des Hauptstromes sind große Steine und mittlerer bis grober Kies, überlagert von Sand und Lehm (Lehotský et al. 2009). Das Klima ist heiß mit geringerem Niederschlag als im Rest der Slowakei. Das Landschaftsbild des Einzugsgebietes wird durch die Landwirtschaft geprägt. Der obere Flussabschnitt ist nicht mäandrierend, da die Uferböschungen reguliert sind. Der mittlere Flussabschnitt mäandriert, das Wasser ist trüb aber geruchsfrei. Die Verschmutzung die in diesem Bereich entsteht, passiert entlang der Dörfer. Der Fluss in diesen Abschnitt ist breit und einige kleinere Zubringer fließen hier zu. Im unteren Flussabschnitt sind die Ufer reguliert und meist frei von Vegetation. 1978 wurde ein großer Teil von Žitný ostrov zum Wasserschutzgebiet erklärt. Im 18. Jhd. wurde eine Regulierung des Wasserlaufes vorgenommen und das Flusssystem rund um die Stadt zu einem Kanal zusammengeleitet und Dämme zum Hochwasserschutz errichtet. 1980 begann auch der Bau des Gabčíkovo Kraftwerks, welcher 1993 abgeschlossen war.

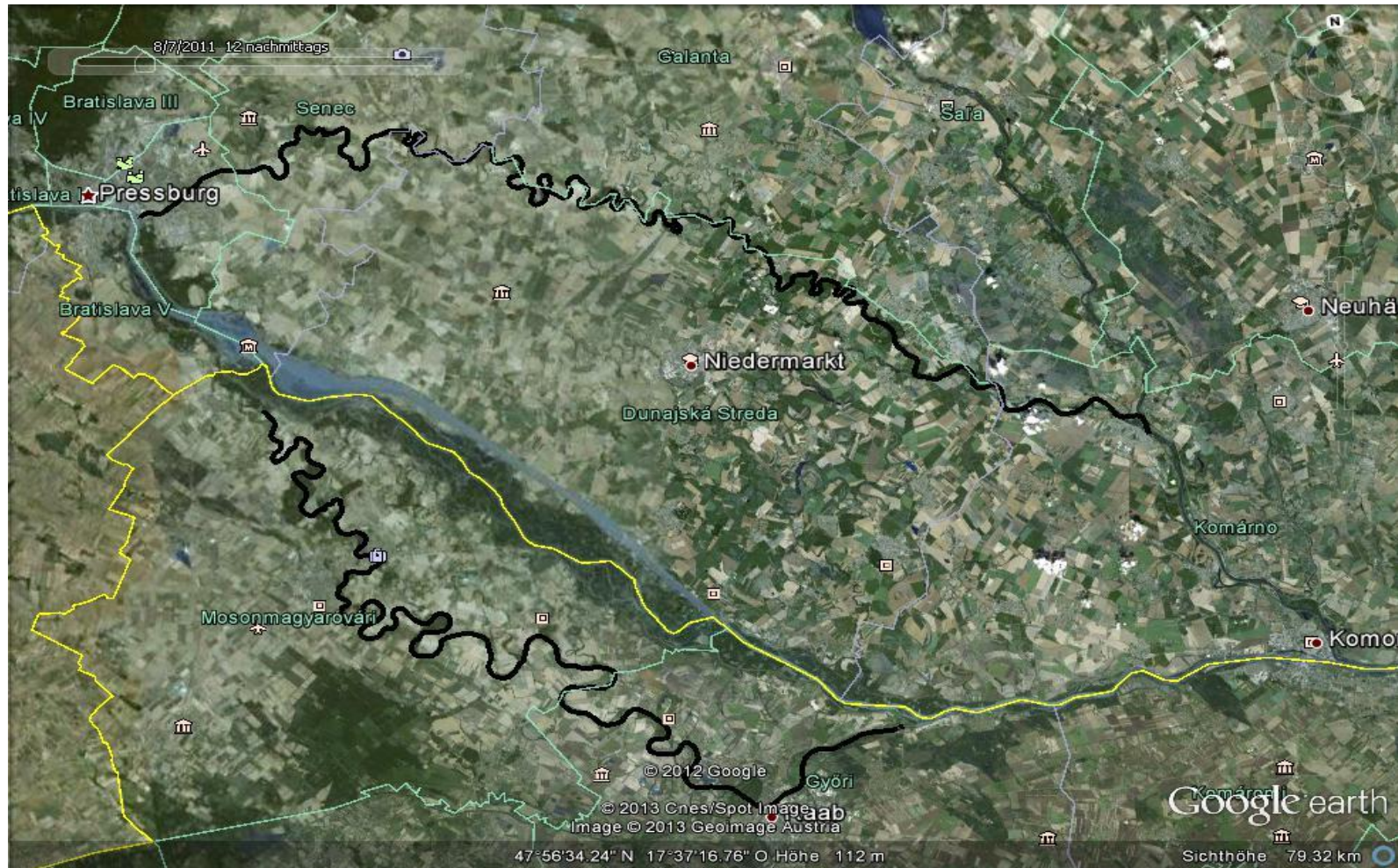


Abb.1: Übersichtskarte des gesamten Untersuchungsgebietes Mosoni Duna und Maly Dunaj; Quelle: Google Earth



Abb. 2: Mosoni Duna 2005; rote Punkte: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth

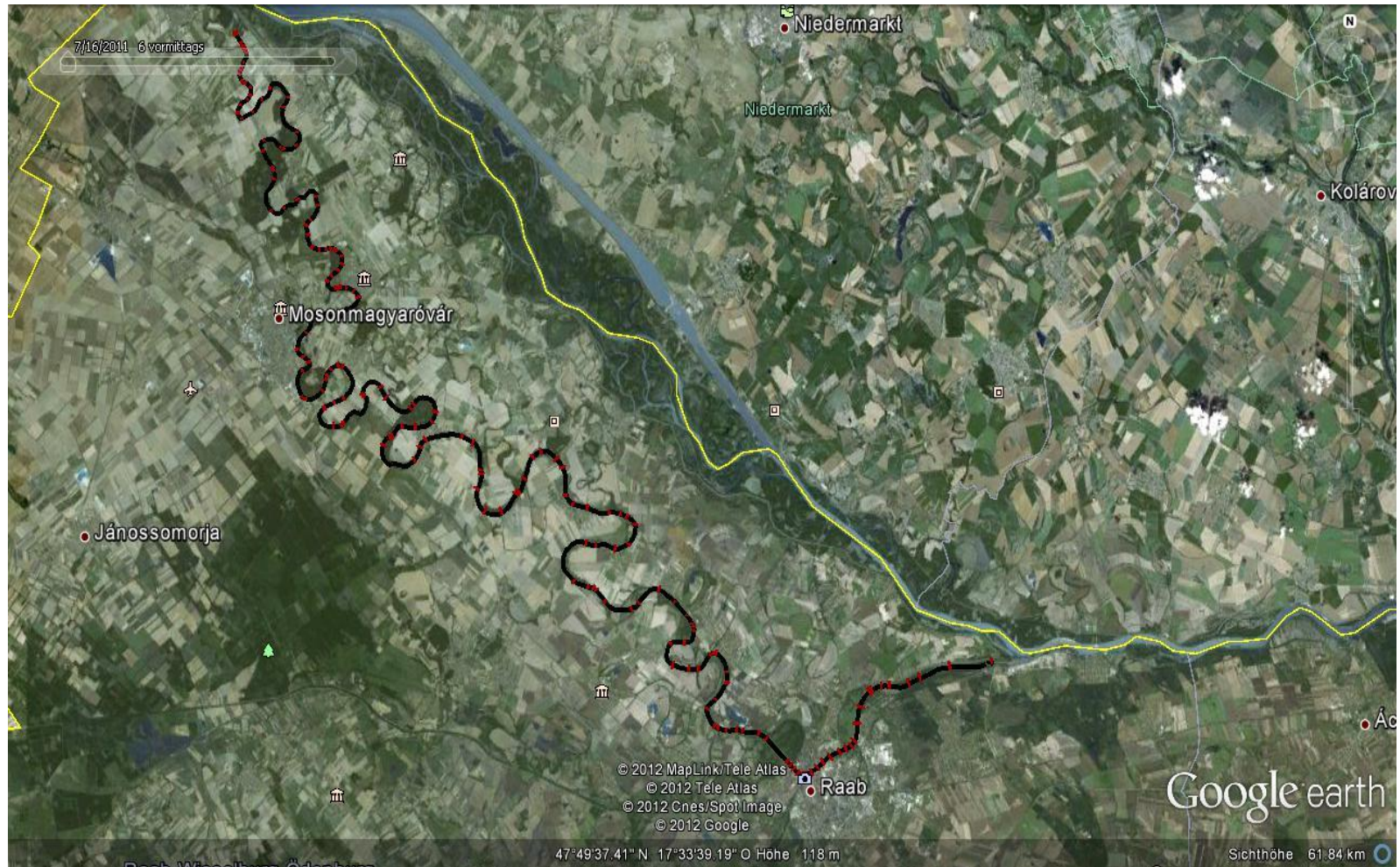


Abb.3: Mosoni Duna 2011; rote Punkte: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth

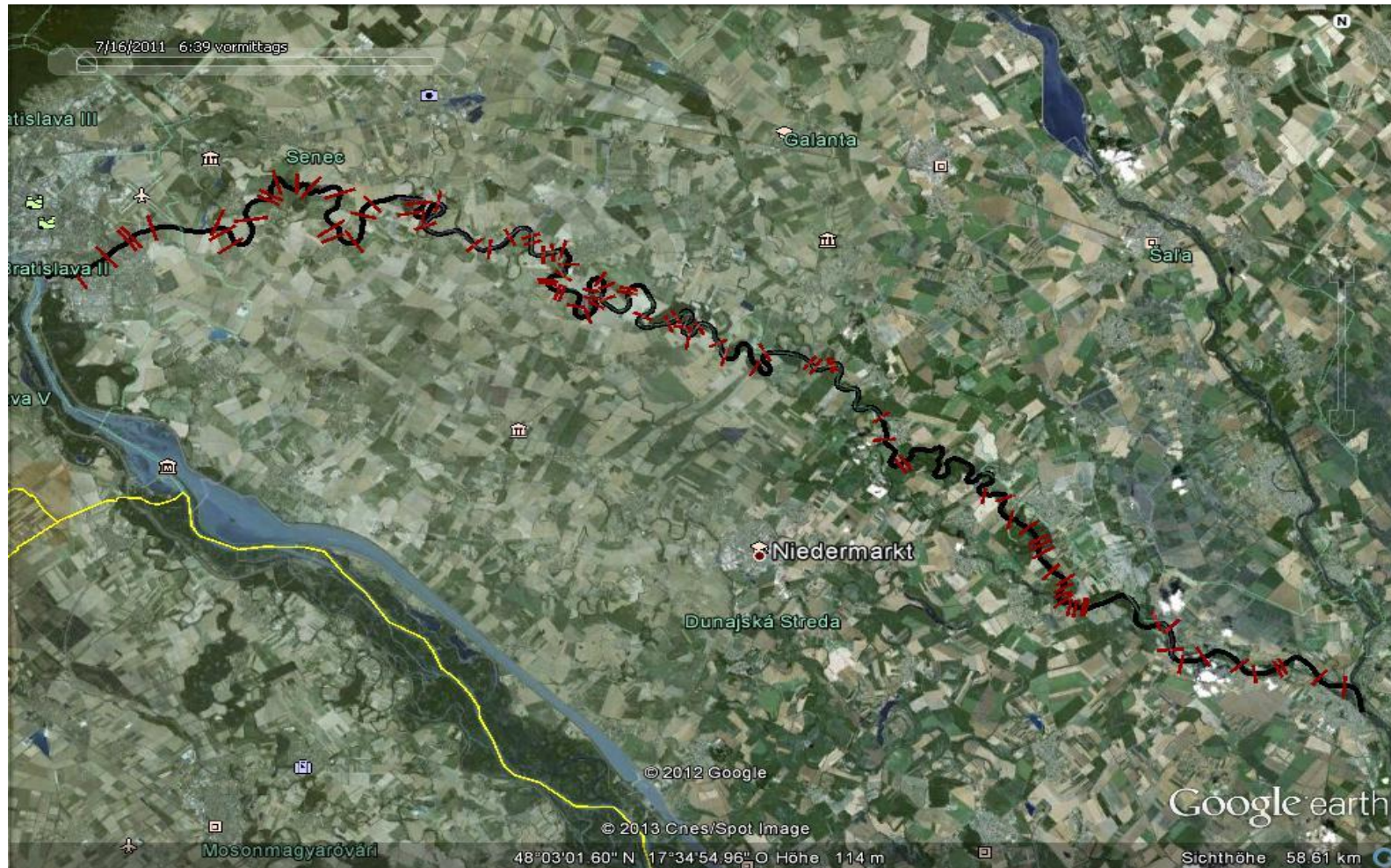


Abb. 4. Maly Duanj 1995; gesamte Länge rote Punkte: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth

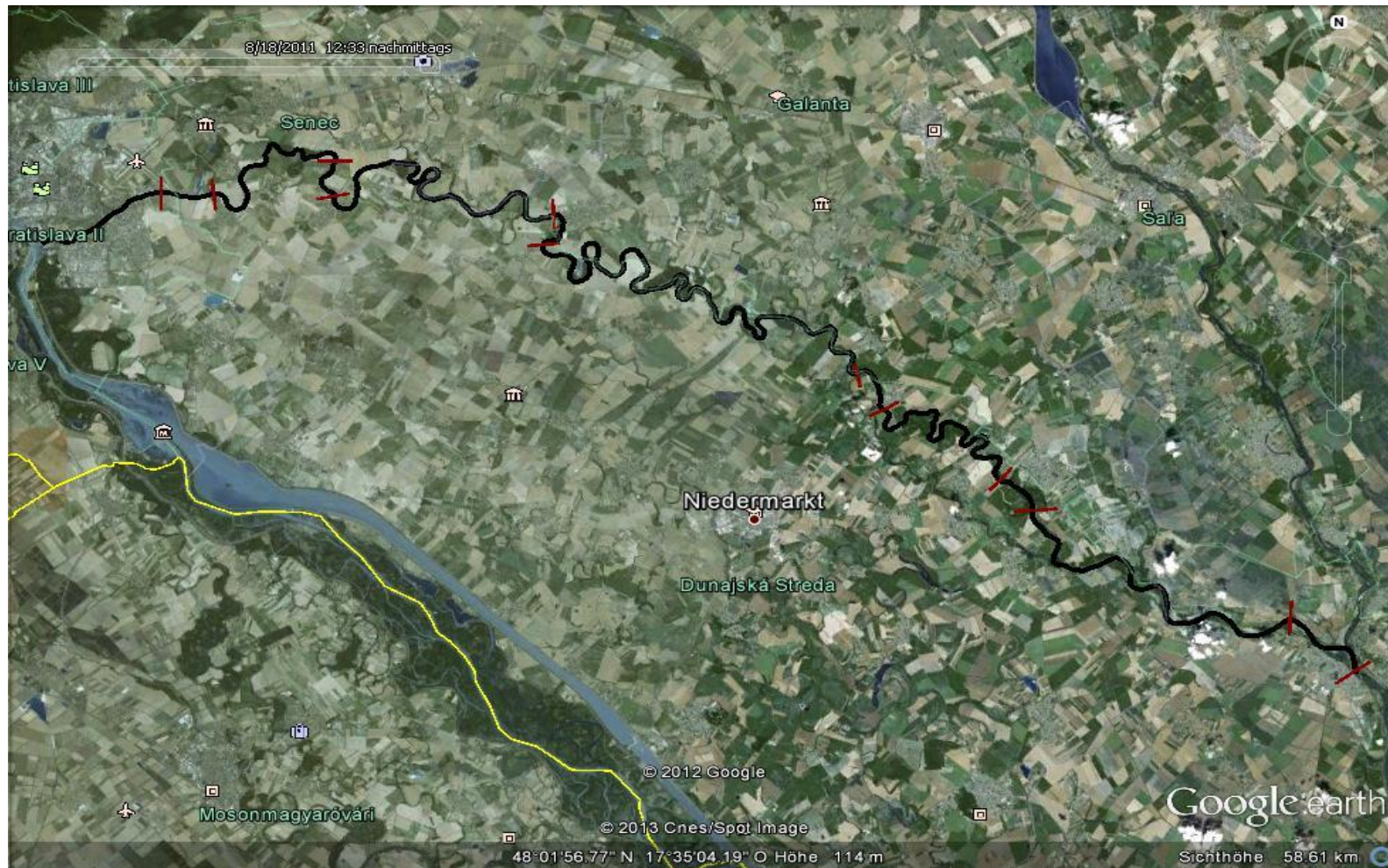


Abb.5. Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecken; rote Punkte: Streckengrenzen; Quelle: Google Earth



Abb. 6. Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 1; rote Linien: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth

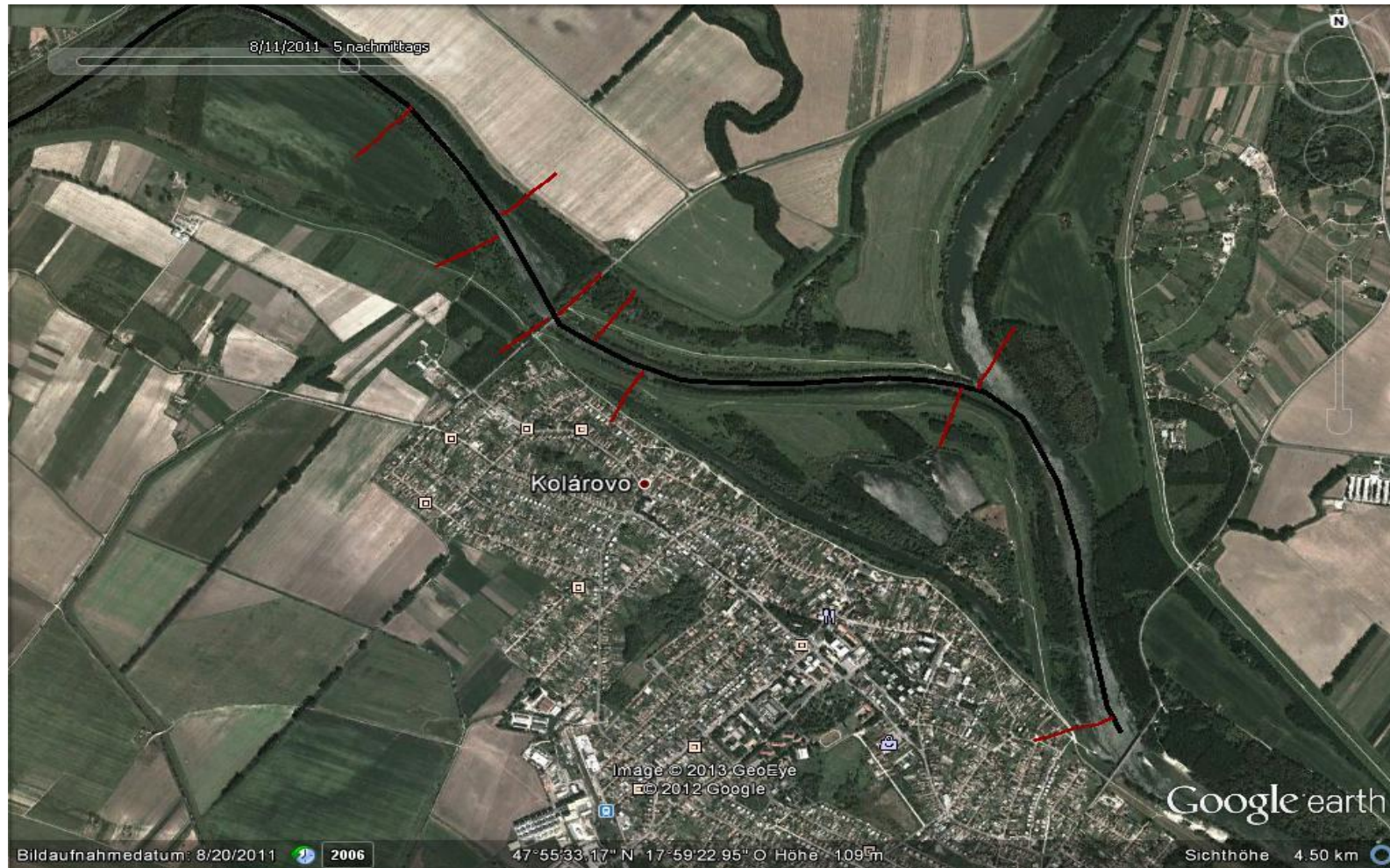


Abb. 7. Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 2; rote Linien: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth



Abb. 8. Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 3; rote Linien: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth

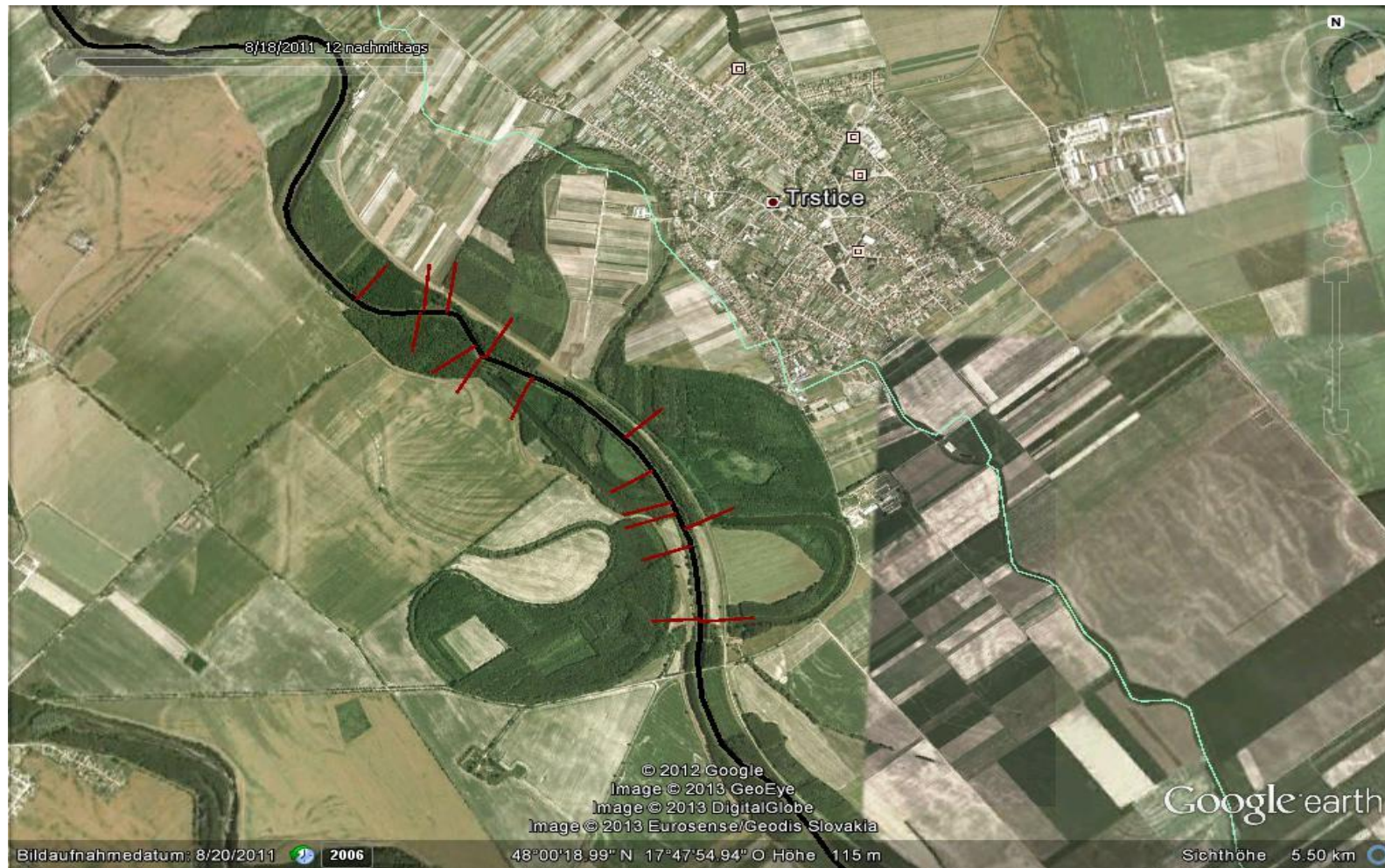


Abb.9. Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 4; rote Linien: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth



Abb. 10. Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 5; rote Linien: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth



Abb.11. Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 6; rote Linien: Abschnittsgrenzen; Quelle: Google Earth

3.2 Chemische Parameter

Die chemischen Parameter der Mosoni Duna wurden vom Inspektorat für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwesen Nord-Transdanubien, und die Daten der Maly Dunaj vom Slowakischen Hydromorphologischen Institut, zur Verfügung gestellt. Die Daten der Donau und der March stammen vom Österreichischen Umweltbundesamt.

3.2.1 Mosoni Duna 2005

Die Monatsmittel für Gesamtphosphor lagen zwischen $0,09 \text{ mg L}^{-1}$ und $0,43 \text{ mg L}^{-1}$. Die höchsten Monatsmittel wurden in Vének und die niedrigsten in Feketeerdő gemessen. Anders ist die Verteilung der Werte beim Gesamtstickstoff, welcher Werte zwischen $1,34$ und mit $4,02 \text{ mg L}^{-1}$ aufwies. Der höchste Wert hier wurde in Vének gemessen. Der Saprobienindex wurde nur in Mecser ermittelt und lag zwischen $2,18$ und $2,84$ (Abb.1, Anhang).

3.2.2 Mosoni Duna 2011

Die Gesamtphosphorwerte erreichten Monatsmittel zwischen $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ und $0,41 \text{ mg L}^{-1}$. Die Werte für den Gesamtstickstoff lagen zwischen $1,38 \text{ mg L}^{-1}$ und $5,11 \text{ mg L}^{-1}$. Bei Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor wurden die höchsten Monatsmittelwerte in Vének, nahe der Mündung in die Donau, und die niedrigsten in Feketeerdő gemessen. Bei diesen chemischen Parametern kann man im Vergleich der beiden Jahre keine ausschlaggebenden Unterschiede erkennen. Das heißt die Chemie des Gewässers hat sich zwischen 2005 und 2011 nicht maßgeblich verändert (Abb.2, Anhang). Es kann somit angenommen werden, dass das in die Mosoni Duna einströmende Wasser sehr ähnliche chemische Beschaffenheit besitzt wie jenes der Donau. Veränderungen in der Mosoni Duna sind somit lokalen Bedingungen zuzuschreiben.

3.2.3 Maly Dunaj 1995

Die Werte für Gesamtphosphor lagen zwischen $0,09 \text{ mg L}^{-1}$ und $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ und ähneln somit den Werten an der Mosoni Duna. Für den Gesamtstickstoff gibt es im Jahr 1995 von der Maly Duanj leider keine Daten. In Nitrat gebundener Stickstoff zeigte Monatsmittel zwischen $1,65 \text{ mg L}^{-1}$ und $4,8 \text{ mg L}^{-1}$. Der in Nitrit gebundene Stickstoff zeigte Werte zwischen $0,04 \text{ mg L}^{-1}$ und $0,33 \text{ mg L}^{-1}$. Der höchste Monatsmittelwert hier wurde in Jelka gemessen. Das Monatsmittel des Saprobienindex lag zwischen 2,05 und 3,3 (Abb.3, Anhang).

3.2.4 Maly Dunaj 2011

Für 2011 sind leider noch keine chemischen Daten für die Maly Dunaj erhältlich. Dennoch lassen sich dazu ein paar Überlegungen anstellen. Da die March westlich von Bratislava in die Donau mündet, kann man anhand der dort gemessenen Werte und der Werte der Donau im Bereich Hainburg auf die, die Qualität der Maly Dunaj bedingenden Werte schließen.

Die Werte des Gesamtphosphors in der Donau lagen in Hainburg 2011 zwischen $0,03$ und $0,12 \text{ mg L}^{-1}$. Der Gehalt des Gesamtphosphor in der March lag zwischen $0,088$ und $0,32 \text{ mg L}^{-1}$. Der Ammoniumgehalt lag zwischen $0,004$ und $0,1 \text{ mg L}^{-1}$. In der March lagen die Werte für Ammonium zwischen $0,009$ und $0,2 \text{ mg L}^{-1}$. Die Werte beider Flüsse ähneln sich, und weisen auf einen guten Zustand des jeweiligen Gewässers hin. Es ist anzunehmen, dass das in die Maly Dunaj einströmende Wasser sehr ähnliche chemische Beschaffenheit besitzt wie jenes von Donau und March. Stärkere Veränderungen in der Maly Dunaj sind somit lokalen Bedingungen entlang dieses Seitenarms zuzuschreiben.

3.2.5 Allgemeiner Vergleich mit der Donau

Der Gesamtphosphor in Hainburg lag zwischen $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ und $0,123 \text{ mg L}^{-1}$. In der Mosoni Duna lagen die Werte 2005 zwischen $0,09 \text{ mg L}^{-1}$ und

0,43 mg L⁻¹, und 2011 zwischen 0,02 mg L⁻¹ und 0,41 mg L⁻¹. In der Maly Dunaj lag der Gesamtphosphorwert 1995 zwischen 0,09 mg L⁻¹ und 0,5 mg L⁻¹ und somit noch höher als die 2005 und 2011 in der Mosoni Duna gemessenen Werte. Die Gesamtphosphorwerte des 2011 in die Maly Dunaj fließenden Wassers lagen mit 0,03 und 0,32 mg L⁻¹ unter den 1995 gemessenen Werten. Die Werte beider Flüsse lagen wieder über den Werten der Donau.

Die Nitratwerte in Hainburg liegen zwischen 1,6 mg L⁻¹ und 3,63 mg L⁻¹. In der Mosoni Duna lagen sie 2005 zwischen 1,27 mg L⁻¹ und 12,6 mg L⁻¹. 2011 lagen die Werte zwischen <0,4 mg L⁻¹ und 15,1 mg L⁻¹. Die Werte der Mosoni Duna 2005 und 2011 lagen beide über den Werten, die 2011 in der Donau gemessen wurden. Außerdem lagen die 1995 in der Maly Dunaj gemessenen Nitratwerte über denen der Mosoni Duna.

Der in Nitrat gebundene Stickstoff in der Maly Dunaj 1995 lag zwischen 1,65 mg L⁻¹ und 4,8 mg L⁻¹, was näher an die Werte der Donau heranreicht.

Die 2011 in Hainburg gemessenen Nitritwerte lagen zwischen 0,003 mg L⁻¹ und 0,031 mg L⁻¹. In der Mosoni waren die Nitritwerte 2005 sowie 2011 um einiges höher. Sie lagen 2005 zwischen 0,008 mg L⁻¹ und 0,138 mg L⁻¹, und 2011 zwischen 0,008 und 0,15 mg L⁻¹. Die Werte haben sich also über die Jahre verbessert, liegen aber noch nicht so tief wie in der Donau. Die Werte der Maly Dunaj sind noch höher und erreichten 1995 zwischen 0,04 mg L⁻¹ und 0,33 mg L⁻¹. Die Werte des 2011 in die Maly Dunaj fließenden Wassers sind viel geringer als die 1995 gemessenen Werte. Das heißt, die Wasserqualität hat sich in den letzten sechzehn Jahren verbessert.

Der Saprobienindex der Mosoni Duna lag 2005 zwischen 2 und 3,3. Dies deutet auf eine geringe bis kritische Belastung hin. 2011 liegt der Saprobienindex zwischen 1,38 und 4,78. Das heißt Teile des Gewässers hatten Güteklasse 1 und andere Teile Güteklasse 4. Güteklasse 1 bedeutet unbelastet, Güteklasse 4 übermäßig verschmutzt. Der sehr hohe Wert wurde im Jänner in Feketeerdő gemessen. Auch in Vének wurde im Jänner ein erhöhter Wert von 4,64 gemessen.

In der Maly Dunaj 1995 lag der Saprobienindex wieder zwischen 2 und 3,3. Das Gewässer war also gering bis kritisch belastet.

Sowohl die March als auch die Donau in Hainburg sind Gewässer der Güteklasse 2, was bedeutet, dass es sich um ein gering belastetes Gewässer handelt.

3.3 Hydrologie

3.3.1 Mosoni Duna

In diesem Kapitel werden die Pegelstände und der Durchfluss zwischen Jänner und Dezember in den Jahren 2005 und 2011 gezeigt. Die Pegelstände wurden an vier Messstellen (Rajka, Mosonmagyaróvár, Mecser und Bacsa), der Durchfluss an zwei Messstellen (Rajka, Bacsa) entlang der Mosoni Duna vom Inspektorat für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwesen Nord-Transdanubien aufgenommen und uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Für die Grafiken wurden Wochenmittel errechnet.

Die höchsten Pegelstände 2005 waren in Rajka zu verzeichnen, welches auch die höchstgelegene Messstelle war. Die Monatsmittelwerte dieser Messstelle lagen weit über den Werten der Anderen. Gefolgt wurde diese von Mosonmagyaróvár, Mecser und Bacsa. Die Pegelstände in Bacsa fluktuieren am stärksten. Die geringsten Schwankungen sind in Rajka zu erkennen, wo die Pegeldifferenz (Max/Min) 1,3m (123,2 - 124,5 m über Ostsee/müO) betrug. In Mosonmagyaróvár war die Pegeldifferenz 1,2m (115,9 - 117,1 müO), in Mecser 1,4m (110,8 - 112,2 müO) und in Bacsa 4,1 m (107 - 111,1 müO).

2011 traten die höchsten Pegelschwankungen wieder in Bacsa auf. Im Februar kam es zu einem hohen Anstieg in Bacsa. Auch in Mecser, Mosonmagyaróvár und Rajka ist ein kleiner Peak zu sehen. Die dort zu sehenden Schwankungen sind auch an den anderen Messstellen in geringerer Ausprägung zu sehen. Die Pegeldifferenz in Rajka lag bei 1,04 m und in Mosonmagyaróvár bei 1,31 m . Die Differenz der Pegelstände in Mecser war 1,34 m und in Bacsa 4,73 m.

In beiden Jahren ist zu sehen, dass die Pegelstände an der Messstelle in Bacsa die höchsten Schwankungen aufwiesen, welche sich in abgeschwächter Form

z.T. auch in den Pegelständen der flussauf gelegenen Messstellen fortpflanzen. Der Grund dafür sind rücklaufende Donauhochwässer.

Beide Kurven der Monatsmittel des Durchflusses in Rajka und Bacsá, der Mosoni Duna 2005 ähneln sich in ihrem Verlauf. Die niedrigsten Werte sind im Oktober, November, Dezember und im Jänner zu erkennen. Danach erfolgt ein Anstieg ab Februar, der bis Mai stark war und dann wieder abnahm. Ab September kam es zu einem schnellen Abfall der Werte. Der Durchfluss in Rajka lag zwischen $8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ und $43,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. In Mecser wurden Werte zwischen $20,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ und $61,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ gemessen.

2011 zeigt der Durchfluss denselben Peak wie die Pegelstände. Der Durchfluss schwankte an beiden Messstellen. Die Werte in Rajka lagen zwischen $9,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ und $34,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ und in Mecser zwischen $17,9 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ und $55,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Im Februar ist der Grafik ein Peak zu entnehmen, dann eine Abnahme bis April, wieder gefolgt von einer Zunahme der Werte. Beide Kurven haben einen ähnlichen Verlauf; aber in Rajka gab es eine starke Abnahme der Werte im August und Zunahme im Oktober. Die Werte in Mecser blieben über $39 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ zwischen Juni und Oktober. Der Peak im Februar hatte Durchflusswerte bis $34,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in Rajka und bis $55,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in Mecser. Die tiefsten Werte beider Kurven wurden November, Dezember und Jänner gemessen. Der Durchfluss in Mecser war höher als der Durchfluss in Rajka. Das liegt daran, dass in Mecser der Zufluss der Lajta bereits den Abfluss erhöht.

3.3.2 Maly Dunaj

Von der Maly Dunaj sind für die Jahre in denen die Datenaufnahme stattgefunden hat leider keine Daten vorhanden, aber dafür aus dem Jahr 2010. Diese Daten wurden uns freundlicherweise vom Slowakischen Hydrometeorologischen Institut zur Verfügung gestellt. Der Durchfluss der Maly Dunaj in diesem Jahr an der Messstelle in Trstice schwankte zwischen $31,2$ und $58,6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Die Werte in Male Palenisko lagen zwischen $23,1$ und $31,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. In Trstice war im Mai der höchste Durchfluss auszumachen. Auch im Februar, März und April sind immer wieder Anstiege zu verzeichnen, welche dazwischen immer wieder zurückgingen. Im Juli kam es wieder zum Abfallen der Werte. Danach stiegen sie nicht mehr über $41 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. In Male Palenisko waren sie geringer als in

Trstice. Die höchsten Werte könnten Jänner, März und April verzeichnet werden. Die Tiefsten Werte wurden Mai und Juni gemessen.

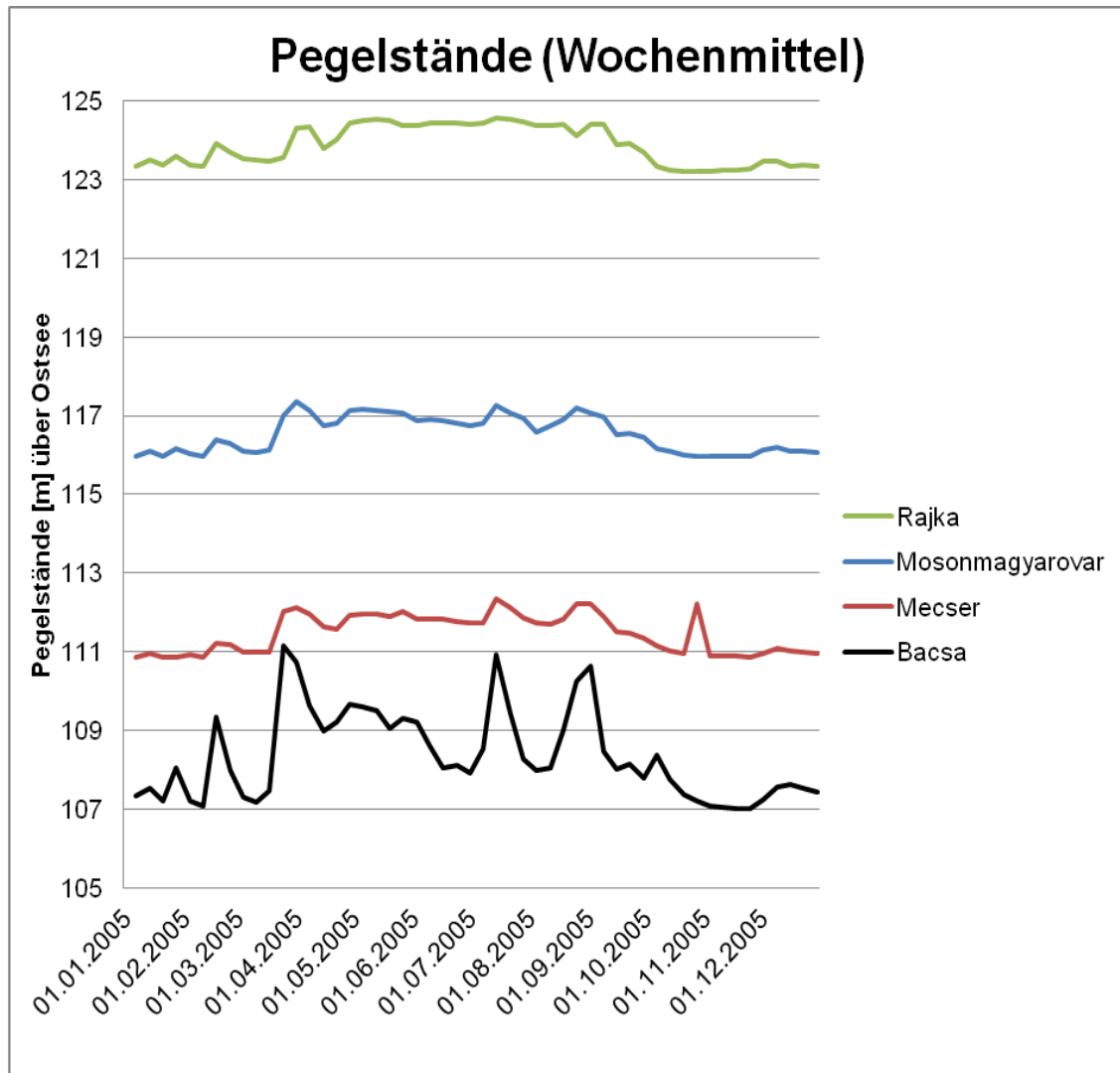


Abb. 12. Pegelstände (Höhenmeter über der Ostsee) an vier Messstellen (Bácsa, Mecser, Mosonmagyaróvár und Rajka) an der Mosoni Duna 2005

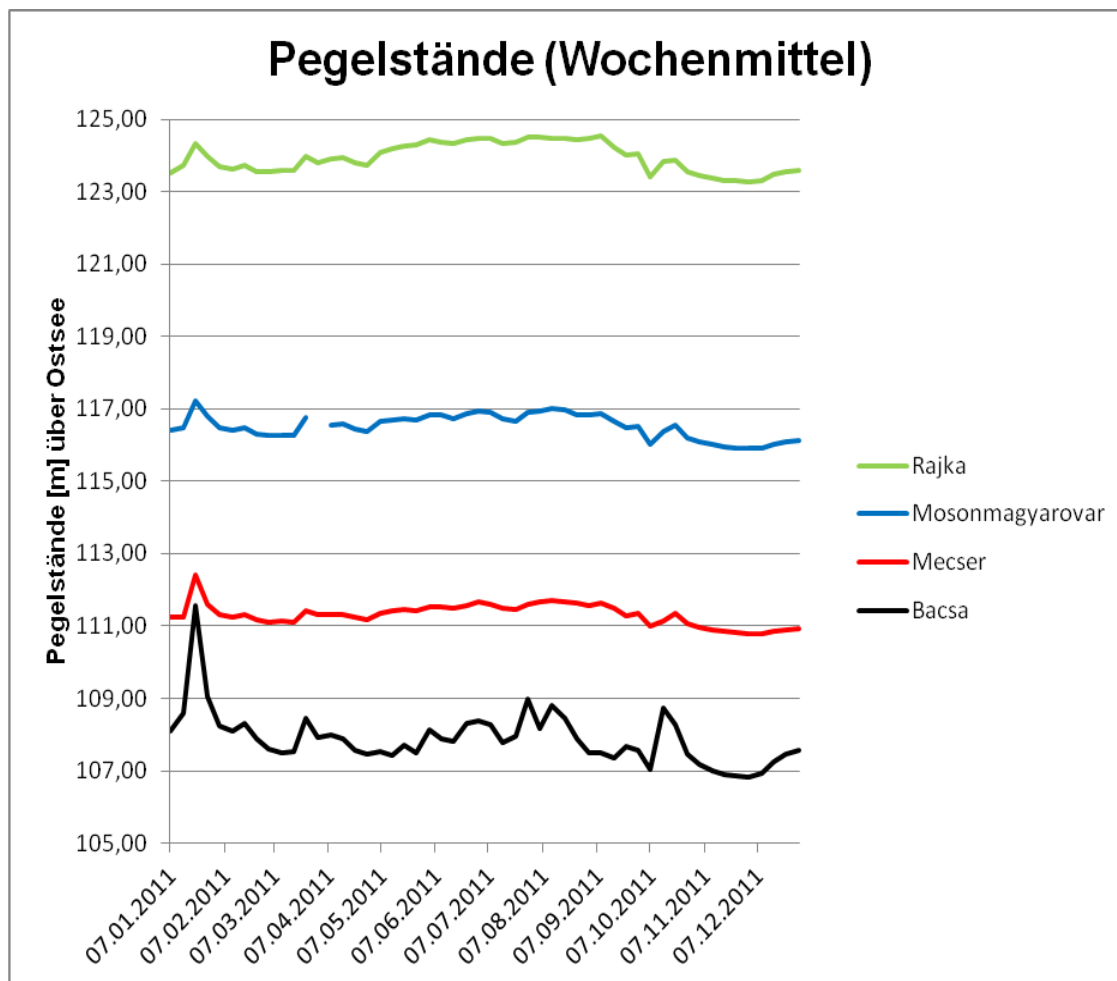


Abb.13. Pegelstände (Höhenmeter über der Ostsee) an vier Messstellen (Bácsa, Mecser, Mosonmagyaróvár und Rajka) an der Mosoni Duna 2011

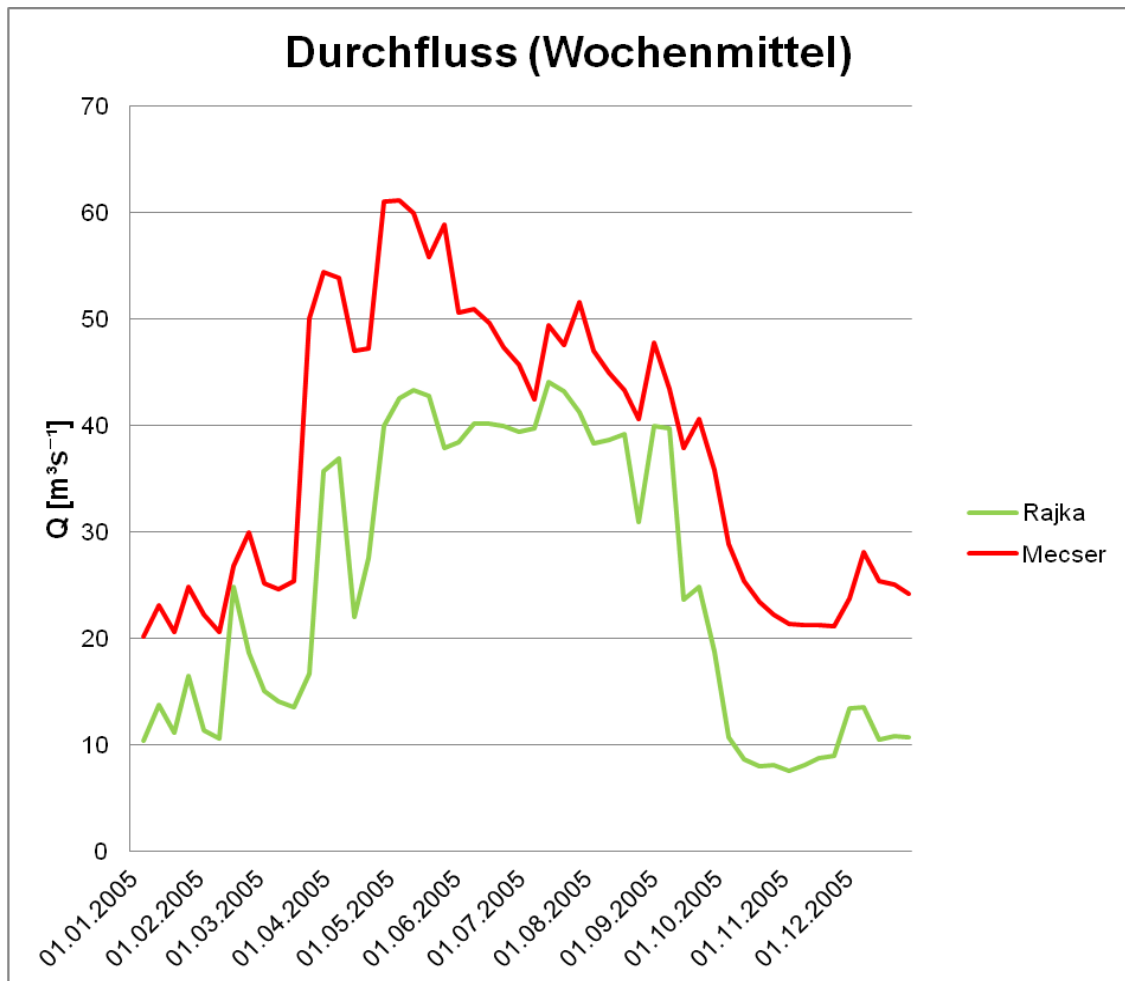


Abb. 14. Wochenmittel Durchflusses $[m^3s^{-1}]$ an zwei Messstellen (Rajka und Mecser) an der Mosoni Duna 2005; Q = Durchfluss

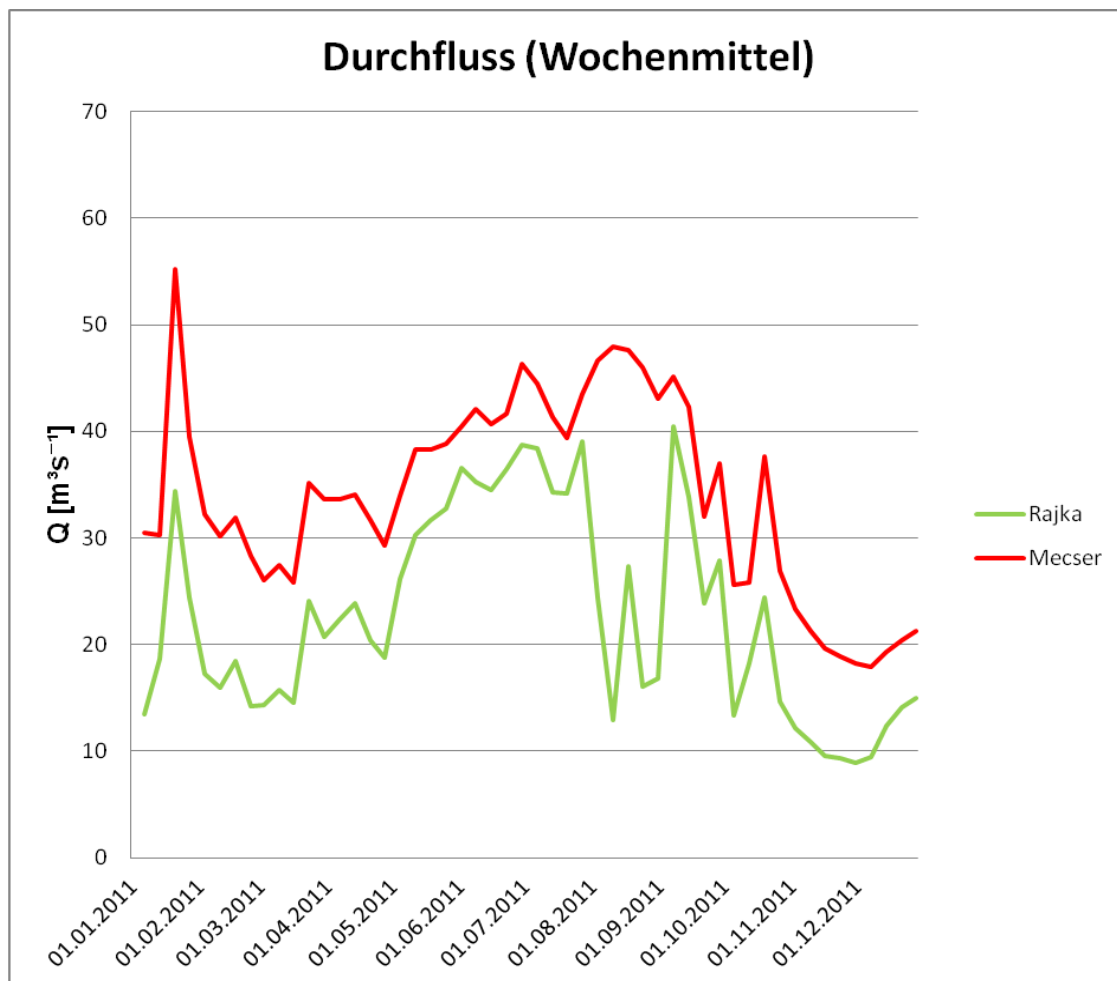


Abb. 15. Wochenmittel des Durchflusses $[m^3s^{-1}]$ an zwei Messstellen (Rajka und Mecser) an der Mosoni Duna 2011; Q = Durchfluss

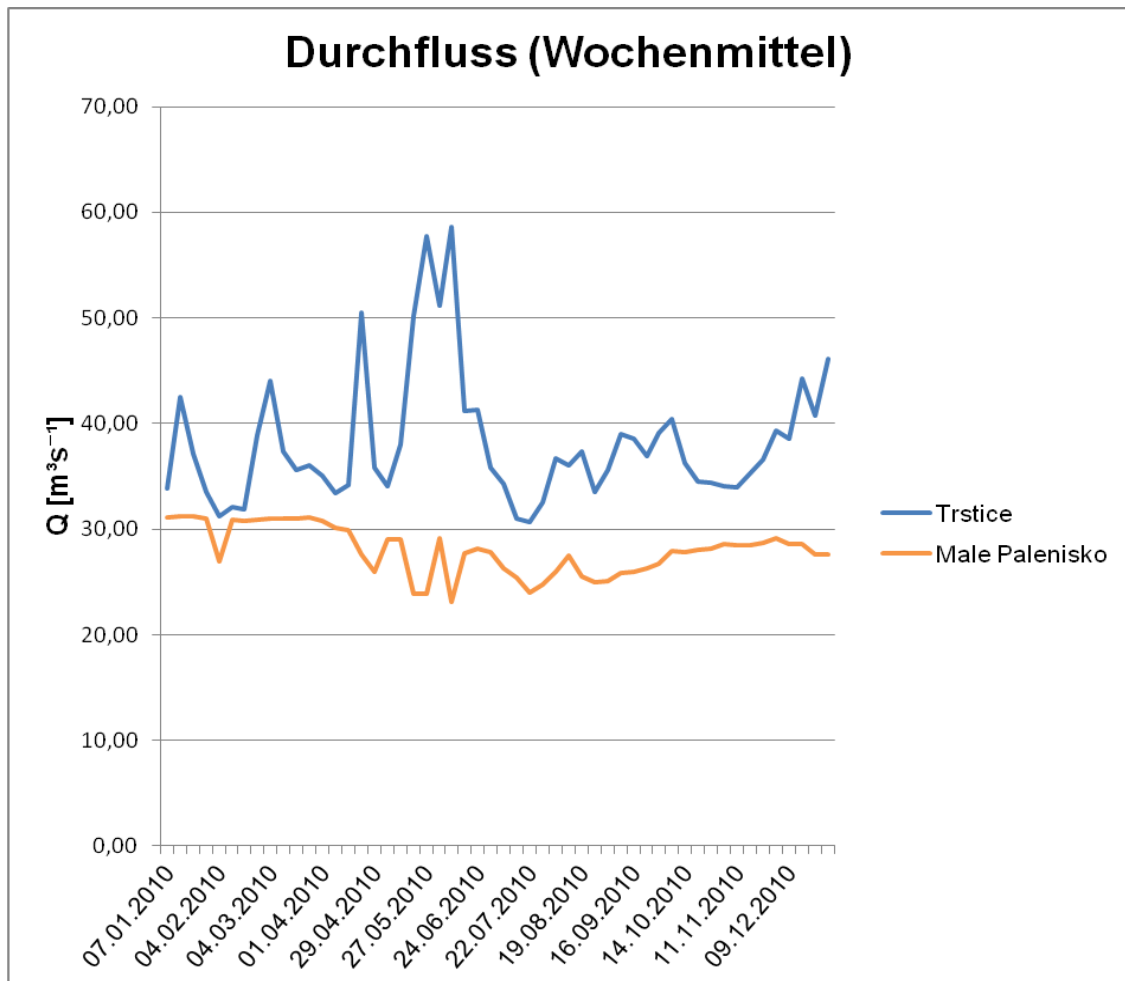


Abb. 16. Wochenmittel des Durchflusses [m^3s^{-1}] an zwei Messstellen (Trstice und Male Palenisko) an der Maly Dunaj 2010; Q = Durchfluss

3.4. Datenaufnahme von Maly Dunaj und Mosoni Duna

Ein Teil der dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten wurde bereits 1995 von Kicinova an der Maly Dunaj (Zitat Kicinnova) und 2005 von Janauer & Janauer (persönliche Information) an der Mosoni Duna aufgenommen. Die Datenaufnahme wurde jeweils im Juli und August durchgeführt und es wurde jeweils der ganze Fluss durchgehend kartiert.

3.4.1 Mosoni Duna

Die Mosoni Duna wurde 2005 und 2011 zur Gänze kartiert. In beiden Jahren wurde eine Kartierung nach Kohler vorgenommen. Dabei wurde der gesamte Fluss mit einem Motorboot abgefahren und in einzelne Abschnitte unterteilt, welche mit einem GPS-Gerät markiert wurden.

3.4.2 Maly Dunaj

Die Maly Dunaj wurde dabei zwischen der Bratislava-Podunajské Biskupice Brücke und der Brücke von Kolárovo kartiert. Dies entspricht 120 km von 128 km Gesamtlänge. Die Längen der von Kicinova untersuchten Abschnitte lagen zwischen 50 m und 10500 m. 2011 wurde eine erneute Kartierung der Maly Dunaj vorgenommen wobei mehrere repräsentative Teile ausgewählt wurden. Sechs Abschnitte entlang des Flusses, welche zwischen 2452 m und 4027 m lang waren (siehe Abb. 1 & Abb. 2) wurden ausgewählt. Diese wurden zuerst flussauf- und dann flussabwärts mit einem Motorboot abgefahren, um die Vegetation an beiden Flussseiten zu kartieren. Die Abschnitte wurden dabei mittels GPS-Gerät markiert.

2011 wurde gegenüber der Kartierung von Kicinova ein erhöhtes Augenmerk auf das Vorkommen von Helophyten gelegt.

Pflanzen wurden nicht nur direkt im Gewässer bestimmt, sondern auch am jeweils angrenzenden Uferstreifen. Die Kartierung beider Flüsse umfasste sub-

merse Rhizophyten, wurzelnde Schwimmblattpflanzen, Pleustophyten, Amphiphyten und Helophyten.

3.5 Kartierungsmethode nach Kohler

Mit wiederholter Kartierung können anthropogene und natürliche Veränderungen des Gewässerzustandes aufgezeigt werden (Kohler et. al 1992). Die wichtigste Voraussetzung für eine, auf den Vegetationsverhältnissen basierende Gewässerbeurteilung, ist die umfassende detaillierte Kartierung der aquatischen Makrophyten, wobei deren arten- mengenmäßiges Vorkommen und eventuell auch deren genaue Standorte erfasst werden. Diese Pflanzen reagieren meist deutlich auf z.B. chemische, physikalische oder geomorphologische Einflüsse am Standort. Umschichtungen in der Menge und der Zusammensetzung der aquatischen Vegetation kann als Anzeichen für hydrologische Veränderungen gewertet werden (Heindl 1997). Wasserpflanzen bilden meist extreme Dominanzgesellschaften, die nach dem Prinzip des „Erstankömmlings“ ausgebildet werden. Vegetationsbeschreibungen, in welchen das Gewässer durch Charakterarten beschrieben wird, sind daher oft mit Fehlern behaftet (Kohlbauer 2008).

Die Kartierungsmethode nach Kohler ist international anerkannt und zeichnet sich durch den bewussten Verzicht auf einen synsystematischen und damit auch syntaxonomischen Ansatz aus. Sie beschreibt die Pflanzenmenge im Sinne einer Raumerfüllung und bezieht sich auf die artspezifische Pflanzenmenge (Schlögl 1997). Die Kartierungsmethode nach Kohler basiert auf einer fünfteiligen Schätzskala.

Schätzskala nach Kohler 1971:

- 1 = sehr selten
- 2 = selten
- 3 = verbreitet
- 4 = häufig
- 5 = sehr häufig bis massenhaft

Zwischen den Schätzstufen, welche auch als Mengenindices bezeichnet werden, und der Pflanzenmenge besteht kein linearer Zusammenhang. Der Zusammenhang zwischen Raumerfüllung der Bestände im Gewässer und der Schätzskala folgt der Funktion $f(x) = x^3$ (Janauer & Heindl 1998). Für die Untersuchung wird das gesamte Flusssystem in eine größere Anzahl von Untersuchungsabschnitten aufgegliedert, oder einzelne repräsentative Fließstrecken werden ausgewählt. Die Abschnitte müssen nicht die gleiche Länge aufweisen, sondern werden nach gleichen ökologischen Bedingungen eingeteilt. Außerdem werden besonders hervorstechende permanente Geländepunkte wie Brücken, Wehre usw. als Abschnittsgrenzen verwendet, da diese auch später leicht wiedergefunden werden können. Dies hat eine leichtere Reproduzierbarkeit zur Folge. Zum Erfassen der Abschnittsgrenzen ist ein GPS- Gerät unerlässlich. Die erhobenen Schätzwerte werden in eine Excel Tabelle eingetragen und mittels des Programms Kohler on the Web (www.midcc.at) wird ein Balkendiagramm erstellt in welchem die Verbreitung der Makrophytenarten grafisch dargestellt wird. Das Verteilungsdiagramm zeigt wie hoch das Vorkommen einer Art in den einzelnen Abschnitten ist. Dafür wird eine dreistufige Skala verwendet welche die Schätzstufen 1 und 2 und 4 und 5 zusammenfasst. Diese Verteilungsdiagramme erlauben es mit einem Blick Veränderungen in der Artenzusammensetzung zu erkennen.

3.5.1 Relative Pflanzenmasse (RPM)

Dieser Wert sortiert die Arten nach ihrer Dominanz. Angegeben wird sie in Prozentzahlen. Gewichtet durch die Länge der untersuchten Abschnitte sagt sie mehr aus als nur die Häufigkeit und wird für jede Art in jedem Abschnitt errechnet.

Relative Häufigkeit in % nach Pall und Janauer 1995:

$$RPM[\%] = \frac{\sum_{i=1}^n (M_3^i \cdot L_i) \cdot 100}{\sum_{j=1}^k (\sum_{i=1}^n (M_3^i \cdot L_i))}$$

RPM = Relative Pflanzenmenge einer Art
M_i = für einen Abschnitt i geschätzte Menge einer Art
L_i = Länge der Abschnitts i
j = laufender Index der verschiedenen Pflanzenarten

3.5.2 Mittlerer Mengenindex (MMI)

Der Mittlere Mengenindex erlaubt es die Wertigkeit einer Art in einem bestimmten Gewässersystem direkt mit jener von anderen Arten zu vergleichen. Man unterscheidet MMO und MMT.

3.5.3 MMO (Mean Mass Occurance)

Der MMO ist ein mittlerer Abundanz Index von einer individuellen Art in den Abschnitten in denen die Art auftritt

3.5.4 MMT (Mean Mass Total)

Der MMT ist ein mittlerer Abundanz Index von einer individuellen Art in Bezug auf die komplette Länge des Flusses;

Arten die am Standort ihres Auftretens große Mengen haben, aber nur in wenigen Abschnitten vorkommen sind für die Prägung der Vegetation des gesamten Gewässers von begrenzter Bedeutung. Wenn der MMT an den MMO weit heranreicht sind diese Arten fast im gesamten Gewässer anzutreffen und gestalten den Gesamtaspekt der Vegetation des Gewässers. Dieses Verhältnis wird durch Verbreitungsquotient d dargestellt. Je näher dieser an 1 heranreicht desto weiter ist die Art im Gewässersystem verbreitet (Janauer et. al 1993).

MMT und MMO nach Janauer et. al 1993:

$$MMT = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n M_3^i \cdot L_i}{L}} \quad \quad \quad MMO = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=x}^n M_3^i \cdot L_i}{\sum_{i=x}^n L_i}}$$

- MMT = Mittlerer Mengenindex einer Art über alle Abschnitte
- MMO = Mittlerer Mengenindex einer Art über die Abschnitte ihres Auftretens
- M_i = Menge einer Art im Abschnitt i
- L_i = Abschnittslänge des Abschnitts i , in dem die Art auftritt
- L = Gesamtlänge der Abschnitte

Verbreitungsquotient d nach Janauer et.al 1993:

$$d = \frac{MMT^3}{MMO^3}$$

d =	Verbreitungsquotient einer Art
MMT=	Mittlerer Mengenindex einer Art über alle Abschnitte
MMO =	Mittlerer Mengenindex einer Art über die Abschnitte ihres Auftretens

3.6. Statistische Analyse

3.6.1 Multiple-response permutation (MRPP)

Das MRPP ist ein Randomisierungsverfahren für nicht parametrische Daten und braucht keine gleich großen Stichprobengrößen zwischen den Gruppen. Es wird verwendet um Unterschiede zwischen oder in Gruppen von Proben aufzuzeigen und basiert auf Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppe (Peck 2010). Es testet, ob die mittleren Unterschiede innerhalb der Gruppen (basierend auf Koeffizienten wie Bray-Curtis-Unähnlichkeit oder Euklidischer Distanz) kleiner als die bei zufälliger Verteilung zu erwartenden mittleren Unterschiede sind (Leyer & Wesche 2007). Die Stichprobeneinheiten müssen dazu in diskrete Gruppen zuordenbar sein. Zuerst wird eine Distanzmatrix erstellt. Es werden zwei Matrizen benötigt, eine Hauptmatrix und eine, welche eine Variable enthält, die die Gruppenzugehörigkeit der Stichprobeneinheiten definiert. Die Stichprobeneinheiten, die zu einer bestimmten Gruppe gehören werden mit Hilfe dieser für die Gruppen prägnanten Variable identifiziert und die Distanz dieser wird gemittelt. Dieser Vorgang wird für jede Gruppe wiederholt. Die dabei errechneten gruppeninternen Distanzen werden gemittelt und das Verhältnis der Anzahl an Stichprobeneinheiten zur Gesamtzahl der Stichprobeneinheiten in einer Gruppe berechnet. Alle Stichprobeneinheiten werden zu einer der Gruppen angenähert und neue Distanzen werden errechnet. Dazu werden die Standardabweichung und die Schiefe der Werte verwendet. Dieses Verfahren wird viele Male wiederholt (Peck 2010). Das MRPP zeigt in dieser Untersuchung ob die Flüsse in ihrer Artenzusammensetzung signifikant unterschiedlich sind. Es zeigt jedoch nicht an was dafür verantwortlich ist. Um weitere Informationen zu erhalten wurde eine Indikator Arten Analyse durchgeführt.

3.6.2 Indicator species analysis (ISA)

Die Indikator Arten Analyse gibt an inwieweit eine Art eine Gruppe kennzeichnet, das heißt welche Art als Zeigerart aufgefasst werden kann. Voraussetzung für diese Analyse ist, dass ein Faktor ausgemacht wurde, der die Arten in Gruppen unterteilt. Im Fall dieser Arbeit sind dies die einzelnen Flüsse und die einzelnen Jahre im Vergleich. Dieses Verfahren basiert auf der Beständigkeit und Verteilung der Abundanz der verschiedenen Arten, ist eine Indexkalkulation und wird verwendet für quantitative oder binäre Daten. Sie zeigt auf, welche Art für die beobachteten Unterschiede in der Zusammensetzung verantwortlich ist. Dabei wird die mittlere Abundanz von jeder Art in einer Gruppe durch die Summe der durchschnittlichen Abundanzen aller Gruppen dividiert. Der resultierende Wert zeigt wie die Verteilung der Abundanz unter den Gruppen aussieht. Die Konstanz jeder Art wird durch die Zahl an Stichprobeneinheiten in jeder Gruppe in der die Art vorkommt durch die Gesamtzahl der Stichprobeneinheiten in der Gruppe dividiert. Dieser Wert wird mit Hundert multipliziert und nennt sich Indikator Wert. Dieser Indikator Wert reicht von Null bis Hundert. Liegt dieser über 55% handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine Zeigerart. Die statistische Signifikanz wird überprüft durch das zufällige Zuteilen von Stichprobeneinheiten zu Gruppen und der wiederholten Kalkulation des Indikator Werts, und das Errechnen der Proportionen der Permutationen in welchen das zufällige Maximum größer war oder gleich als das beobachtete Maximum. Der daraus resultierende p-Wert gibt die Wahrscheinlichkeit eines hohen Indikator Wertes in einer Gruppe an. Wenn der p-Wert kleiner als 0,05 ist handelt es sich um eine signifikante Zeigerart. Der Indikator Wert (IV) gibt Auskunft über die Konstanz und relative Abundanz der Arten einer Gruppe (Peck 2010).

3.6.3 Simpson Index

Der Simpson Index gibt an mit welcher Wahrscheinlichkeit zwei aus den Individuen einer Aufnahme ausgewählte Organismen unterschiedlichen Arten angehören und ist somit eine Maßeinheit für Diversität. In dieser Arbeit sind die

Individuen die Arten in den einzelnen Flussabschnitten. Der resultierende Wert liegt zwischen null und eins. Je näher der berechnete Wert an null heranreicht, desto höher ist die Diversität. Um das Ganze etwas zu vereinfachen wird oft $1-D$ berechnet. Hierbei ist die Diversität höher wenn sie nahe an eins heranreicht. In dieser Arbeit wurde so verfahren. Der Simpson Index inkludiert die *Richness* und den Anteil jeder Art in den einzelnen Abschnitten (Simpson 1949).

3.6.4 Berger Parker Index

Der Berger Parker Index ist die Zahl der Individuen im dominanten Taxa, relativ zur Stichprobengröße. Auch hier sind die Individuen wieder die Arten der einzelnen Abschnitte. Er gibt einen Dominanzwert. Je höher der Berger Parker Index, desto mehr wird eine Population von einzelnen Arten dominiert.

4 Ergebnisse

4.1 Pflanzenvorkommen und Gefährdung laut Roter Liste

In Tabelle 4 sind alle kartierten Pflanzenarten aufgelistet und ihre Einteilung in „Rote Listen“ nach Niklfeld dargestellt. „Rote Listen“ gefährdeter Pflanzen stellen Daten über die Gefährdung der einzelnen Arten zur Verfügung und geben dadurch dem Artenschutz eine Grundlage für die Entwicklung von Strategien. In den Roten Listen gefährdeter Arten nach Niklfeld wird der Gefährdungsgrad der einzelnen Arten durch eine mehrstufige Skala ausgedrückt. In der Definition der Gefährdungsstufe sind Häufigkeit, Bestandsrückgang und Bindung an Biotoptypen berücksichtigt (Niklfeld 1999).

Gefährdungsstufen nach Niklfeld (1999):

- 0 Ausgerottet, ausgestorben oder verschollen
- 1 Vom Aussterben bedroht
- 2 Stark gefährdet
- 3 Gefährdet
- 4 Potentiell gefährdet
- r! regional gefährdet
- r regional aber nicht in ganz Österreich gefährdet

Tabelle 1: Wuchsformen und Makrophytenvorkommen; Abkürzungen: WF=Wuchsform, RL=Gefährdung laut Roter Liste (NIKL FELD 1999), MD=Maly Dunaj, MOD=Mosoni Duna, : A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmbatpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

Arten	Abkürzungen	Autor	WF	RL	MD 95	MD 11	MOD 05	MOD 11
<i>Alisma lanceolatum</i>	Ali lan	With.	A	3r!			X	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Ali pla	L.	A	-r			X	X
<i>Azolla caroliniana</i>	Azo car	Willd.	Ap			X		
<i>Berula erecta</i>	Ber ere	(Hudson) Coville	A	3r!			X	X
<i>Bidens tripartita</i>	Bid tri	L.	H	-r		X		X
<i>Butomus umbellatus</i>	But umb	L.	A	3r!	X	X	X	X
<i>Calystegia sepium</i>	Cay sep	(L.) R. Br.	H			X	X	X
<i>Carex riparia</i>	Car rip	Curtis	H			X	X	X
<i>Carex sp.</i>	Car sp.	no Author	H			X	X	X
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Cer dem	L.	Mp	-r	X	X	X	X
<i>Eleocharis palustris</i>	Ele pal	(L.) Roem. & Schult.	A	2			X	

<i>Elodea nuttallii</i>	Elo nut	(Planch.) H.St.John	R			X	X	X
<i>Epilobium hirsutum</i>	Epi hir	L.	H			X		X
<i>Glyceria maxima</i>	Gly max	(Hartm.) Holmb.	H	-r		X	X	X
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Hyd mor	L.	Ap	2r!			X	X
<i>Impatiens glandulifera</i>	Imp gla	Royle	H					X
<i>Iris pseudacorus</i>	Iri pse	L.	H	-r		X	X	X
<i>Juncus sp.</i>	Jun sp.	no author	H	-r			X	
<i>Lemna gibba</i>	Lem gib	L.	Ap	-r			X	
<i>Lemna minor</i>	Lem min	L.	Ap		X	X	X	X
<i>Lycopus europaeus</i>	Lyc eur	L.	H			X		X
<i>Lythrum salicaria</i>	Lyt sal	L.	H			X		X
<i>Mentha aquatica</i>	Men aqu	L.	A			X		X
<i>Myosotis palustris</i>	Myo pal	(L.) Nath.	A			X		X

<i>Myriophyllum spicatum</i>	Myr spi	L.	R	-r		X	X	X
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Myr ver	L.	R	3				X
<i>Najas marina</i>	Naj mar	L.	R		X	X	X	X
<i>Nuphar lutea</i>	Nup lut	(L.) Sm.	F	3	X	X	X	X
<i>Nymphaea alba</i>	Nym alb	L.	F	3r!		X		
<i>Oenanthe aquatica</i>	Oen aqu	(L.) Poir.	A	3r!				X
<i>Phalaris arundinacea</i>	Pha aru	L.	H		X	X	X	X
<i>Phragmites australis</i>	Phr aus	(Cav.) Trin. ex Steud.	H		X	X	X	X
<i>Polygonum mite</i>	Pol mit	Schrank	H			X		X
<i>Potamogeton crispus</i>	Pot cri	L.	R		X	X	X	X
<i>Potamogeton friesii</i>	Pot fri	Rupr.	R	2			X	
<i>Potamogeton lucens</i>	Pot luc	L.	R	3	X		X	X
<i>Potamogeton natans</i>	Pot nat	L.	F	-r	X			X

<i>Potamogeton nodosus</i>	Pot nod	Poir.	F	2		X	X	X
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Pot obt	Mert. & W.D.J. Koch	R	2			X	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Pot pec	L.	R		X	X	X	X
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Pot per	L.	R	3	X	X	X	X
<i>Potamogeton pusillus</i>	Pot pus	L.	R	3	X	X	X	
<i>Potamogeton sp.</i>	Pot sp	no author	R					X
<i>Potamogeton trichoides</i>	Pot tri	Cham. & Schltdl.	R	3			X	
<i>Ranunculus fluitans</i>	Ran flu	Lam.	R				X	X
<i>Rorippa amphibia</i>	Ror amp	(L.) Besser	A	-r		X	X	X
<i>Rumex hydrolapathum</i>	Rum hyd	Huds.	H	-r		X	X	X
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Sag sag	L.	A	2	X	X	X	X
<i>Salvinia natans</i>	Sav nat	(L.) All.	Ap				X	X
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Sch lac	(L.) Palla	H	-r			X	X

<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Sch tab	(C.C.Gmel) Palla	A	3r!			X	
<i>Solanum dulcamara</i>	Sol dul	L.	H			X	X	X
<i>Sparganium emersum</i>	Spa eme	Rehmann	H	3	X	X		X
<i>Sparganium erectum</i>	Spa ere	L.	A	2		X	X	X
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Spi pol	(L.) Schleid.	Ap	-r	X	X	X	X
<i>Stachys palustris</i>	Sta pal	L.	H					X
<i>Stachys sylvatica</i>	Sta syl	L.	H			X		
<i>Typha angustifolia</i>	Typ ang	L.	H	-r		X	X	X
<i>Typha latifolia</i>	Typ lat	L.	H	-r	X	X	X	X
<i>Utricularia vulgaris</i>	Utr vul	L.	Mp	3r!				X
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Ver ana	L.	A					X
<i>Zannichellia palustris</i>	Zan pal	L.	R	-r			X	

4.1.1 Mosoni Duna 2005

In der Mosoni Duna wurden 44 Pflanzenarten kartiert. 25 davon gehörten zu den Hydrophyten und 19 zu den Helophyten. Es wurden sechs nach Niklfeld (1999) stark gefährdete Arten vorgefunden (*Eleocharis palustris*, *Potamogeton friesii*, *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton obtusifolius*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium erectum*). Alle als sehr gefährdet einzustufende Pflanzen waren 2005 in der Mosoni Duna zu finden. *Alisma lanceolatum*, *Juncus sp.*, *Lemna Gibba*, *Potamogeton friesii*, *Potamogeton obtusifolius*, *Potamogeton trichoides* und *Schoenoplectus tabernaemontani* wurden nur in der Mosoni Duna im Jahr 2005 gefunden. Fünf Pflanzenarten waren als gefährdet einzustufen. Im Makrophytenbestand der Mosoni Duna 2005 hatten die submersen Rhizophyten den größten Anteil mit 43,3%. Als am wenigsten stark vertretene Gruppe zeigten sich die Mesopleustophyten.

4.1.2 Mosoni Duna 2011

2011 wurden 49 Arten in der Mosoni Duna vorgefunden. Diese konnten in 20 Hydrophytenarten und 29 Helophytenarten eingeteilt werden. Drei dieser Arten erwiesen sich als stark gefährdet (*Potamogeton nodosus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium erectum*). *Impatiens glandulifera*, *Myriophyllum verticillatum*, *Oenanthe aquatica*, *Stachys palustris*, *Utricularia vulgaris* und *Veronica anagallis-aquatica* waren nur 2011 in der Mosoni Duna aufzufinden. Fünf Pflanzenarten wurden als gefährdet eingestuft (*Myriophyllum verticillatum*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Sparganium emersum*). 2011 dominierten submerse Rhizophyten und Amphiphyten jeweils mit 34,5%. Als am wenigsten stark vertretene Gruppe zeigten sich die Mesopleustophyten.

4.1.3 Vergleich 2005/2011

2005 wurden mehr Hydrophyten kartiert. 32 Arten wurden in beiden Jahren gefunden. 13 Arten welche 2011 vorgefunden wurden kamen 2005 noch nicht vor. Wohingegen 10 Arten welche 2005 vorkamen 2011 nicht mehr aufzufinden

waren. Drei der 2011 nicht mehr vorkommenden Arten sind als stark gefährdet einzustufen (*Eleocharis palustris*, *Potamogeton friesii*, *Potamogeton obtusifolius*). Nur vier der gefährdeten Arten waren auch 2011 in der Mosoni Duna noch vertreten. *Potamogeton trichoides*, welche als gefährdet einzustufen ist, war 2011 nicht mehr anzutreffen. Die Mosoni Duna wurde 2005 und 2011 jeweils von Helophyten dominiert. Da 2005 und 2011 jeweils mit verschiedenen Schwerpunkten kartiert wurde, werden wir diese für einen kurzen Moment außer Acht lassen. Die nach diesen Kriterien am stärksten vertretene Gruppe waren 2005 die submersen Rhizophyten und 2011 die submersen Rhizophyten zusammen mit den Amphiphyten. Als am wenigsten stark vertretene Gruppe in beiden Jahren zeigten sich die Mesopleustophyten.

4.1.4 Maly Dunaj 1995

Im Jahr 1995 wurden 17 Arten kartiert. 15 davon waren Hydrophytenarten und 24 Helophytenarten. Es wurde eine stark gefährdete Pflanze gefunden (*Sagittaria sagittifolia*). Außerdem wurden fünf gefährdete Arten (*Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Sparganium emersum*) kartiert. Den größten Anteil der Lebensformen 1995 in der Maly Dunaj machten mit 40% und 36,8% submerse Rhizophyten aus. Die zweitgrößte Gruppe bildeten die Amphiphyten mit 26,7%.

4.1.5 Maly Dunaj 2011

An der Maly Dunaj 2011 wurden 39 Arten vorgefunden. Der Pflanzenbestand setzte sich aus 15 Hydrophytenarten und 24 Helophytenarten zusammen. Vier dieser Arten zählen zu den stark gefährdeten Pflanzen (*Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton nodosus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium erectum*). Zudem wurden noch vier gefährdete Arten (*Nuphar lutea*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Sparganium emersum*) kartiert. Den größten Anteil der Lebensformen 2011 in der Maly Dunaj machten mit 36,8% submerse Rhizophyten aus. Die zweitgrößte Gruppe bildeten die Amphiphyten mit 26,3%

4.1.6 Vergleich 1995/2011

Der Anteil der kartierten gefährdeten Arten stieg von 1995 auf 2011. *Potamogeton nodosus*, und *Sparganium erectum* wurden 1995 noch nicht kartiert. *Potamogeton lucens*, welcher als gefährdet einzustufen ist, wurde 2011 nicht mehr gesichtet. An der Maly Dunaj 2011 wurde die Pflanzengesellschaft jeweils von Helophyten dominiert. Da 2005 und 2011 jeweils mit verschiedenen Schwerpunkten kartiert wurde, werden wir diese für einen kurzen Moment außer Acht lassen. In beiden Jahren wurde der Fluss von submersen Rhizophyten dominiert. Die zweitgrößte Gruppe bildeten jeweils die Amphiphyten. Als am wenigsten stark vertretene Gruppe zeigten sich die Mesopleustophyten in beiden Jahren. In der Maly Dunaj ließ sich von 1995 bis 2011 eine Zunahme der Acropleustophyten und der wurzelnden Schwimmpflanzen von 13,3% auf 15,8% beobachten.

4.1.7 Vergleich Mosoni Duna Maly Dunaj 2011

In der Mosoni Duna wurden fünf Hydrophytenarten mehr als in der Maly Dunaj gefunden. 33 der Arten wurden sowohl an der Mosoni Duna als auch an der Maly Dunaj gefunden. *Azolla caroliniana*, *Nymphaea alba* und *Stachys sylvatica* kamen nur an der Maly Dunaj vor. *Impatiens glandulifera*, *Myriophyllum verticillatum*, *Oenanthe aquatica*, *Stachys palustris*, *Utricularia vulgaris* und *Veronica anagallis-aquatica* waren nur in der Mosoni Duna aufzufinden. In beiden Flüssen wurden drei stark gefährdete Arten gefunden, welche an beiden Flüssen die selben waren (*Potamogeton nodosus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium erectum*). In der Mosoni Duna wurden fünf gefährdete Arten kartiert. In der Maly Dunaj waren es vier. Drei der gefährdeten Arten (*Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton lucens*) wurden nur in der Mosoni Duna gefunden. *Potamogeton pusillus* konnte nur in der Maly Dunaj vorgefunden werden. Die Maly Dunaj dominierten submerse Rhizophyten. In der Mosoni Duna waren submerse Rhizophyten und Amphiphyten dominierend. Als am wenigsten stark vertretene Gruppe zeigten sich die Mesopleustophyten in beiden Gewässern.

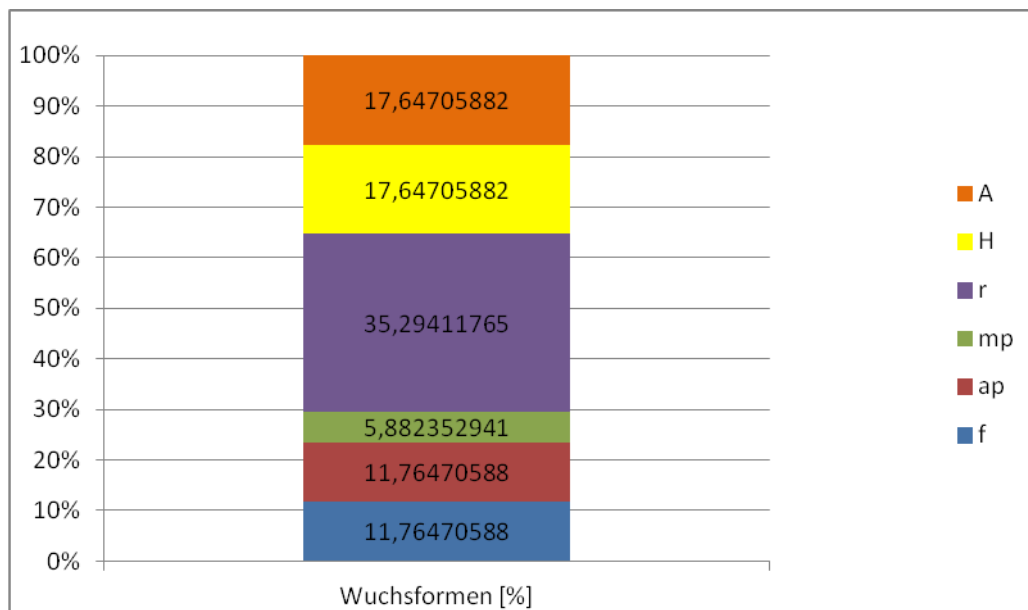


Abb. 17. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 1995 Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmbatpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

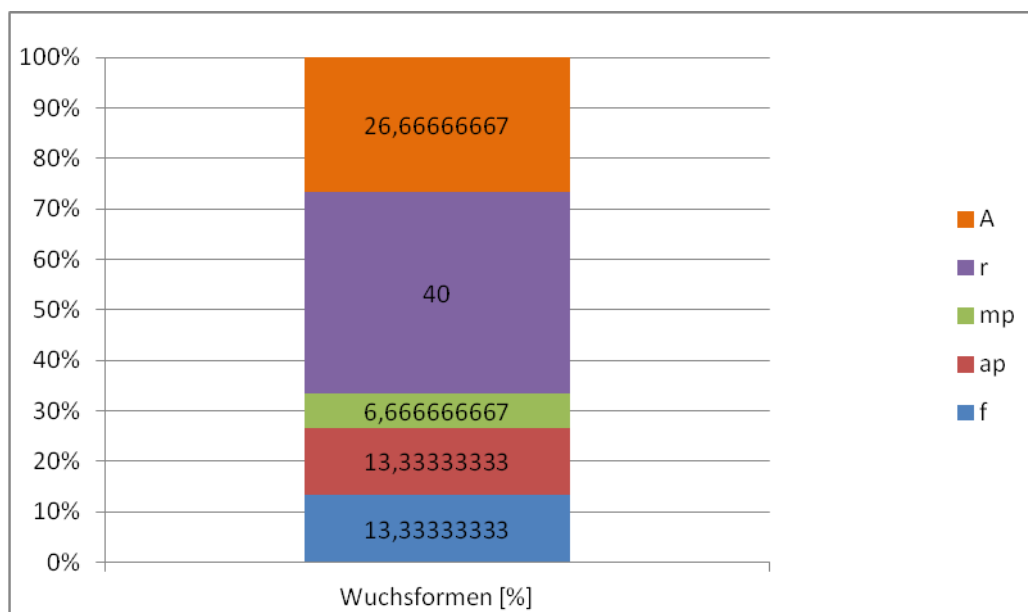


Abb. 18. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (exklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 1995 Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmbatpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

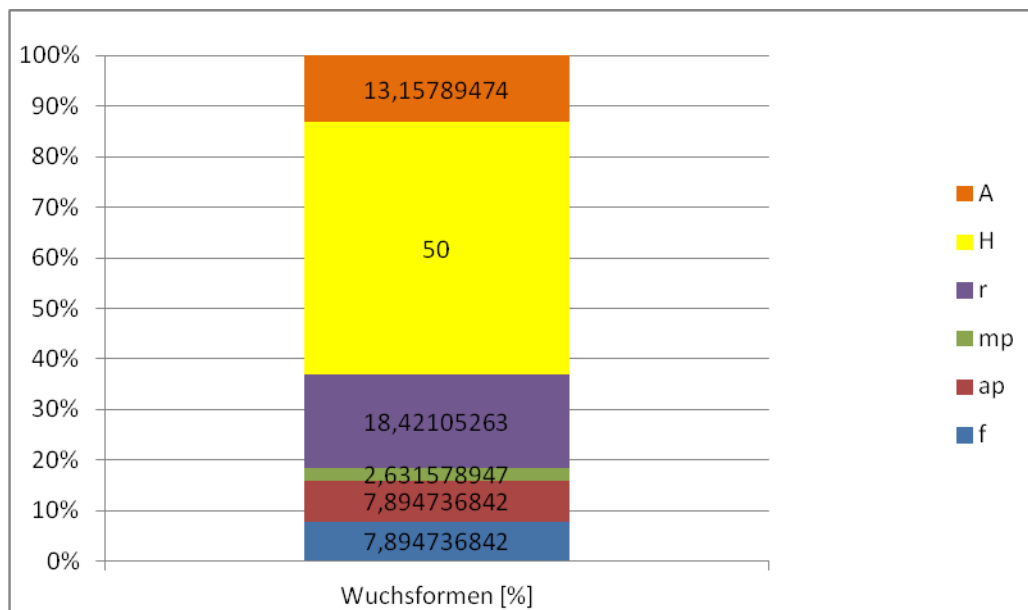


Abb. 19. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebensformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 2011; Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmblattpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

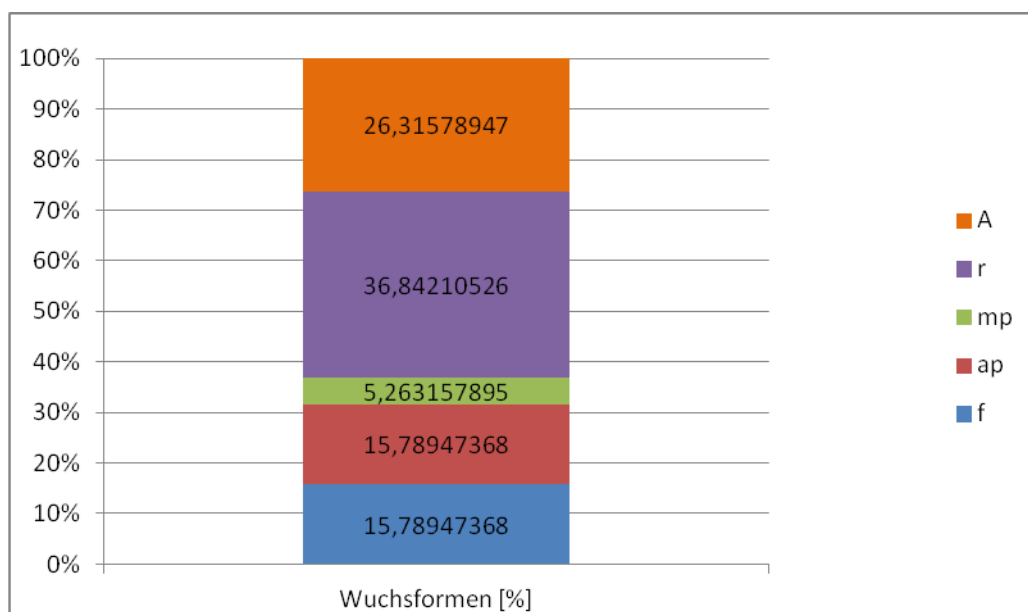


Abb. 20. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebensformen (exklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 2011; Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmblattpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

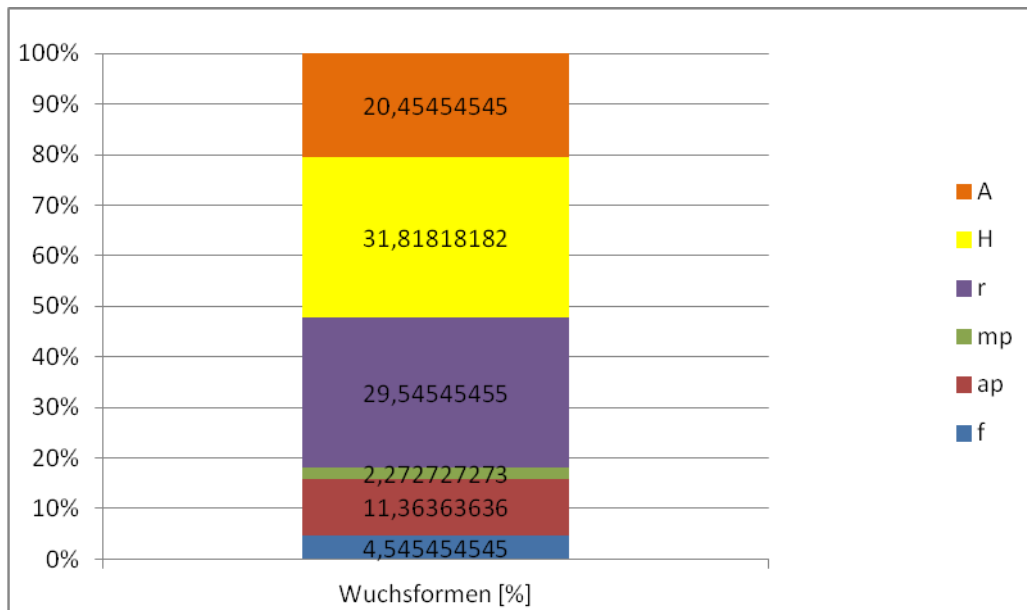


Abb. 21. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebensformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2005; Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmblattpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

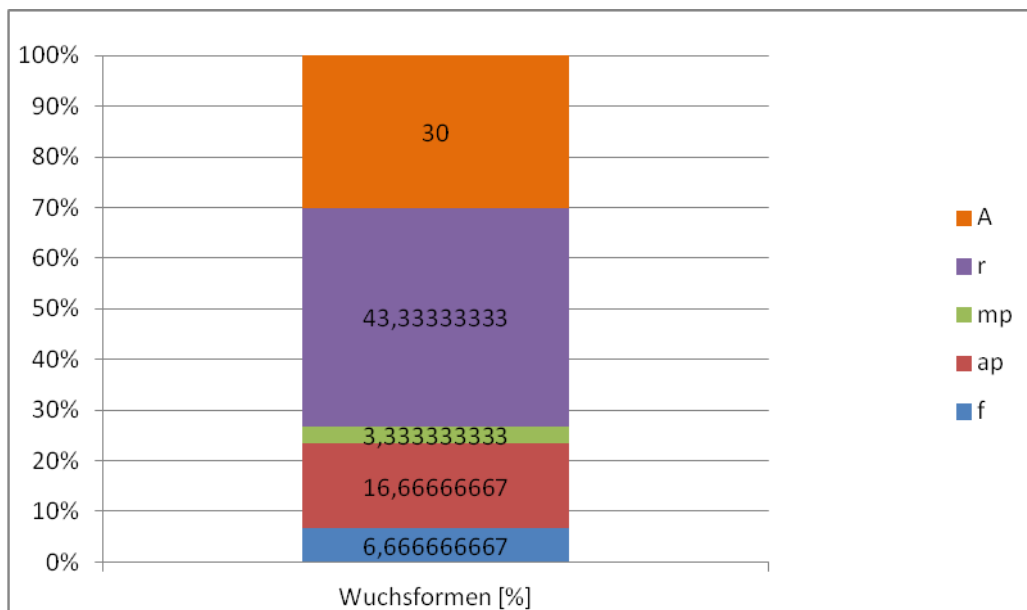


Abb. 22. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebensformen (exklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2005; Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmblattpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

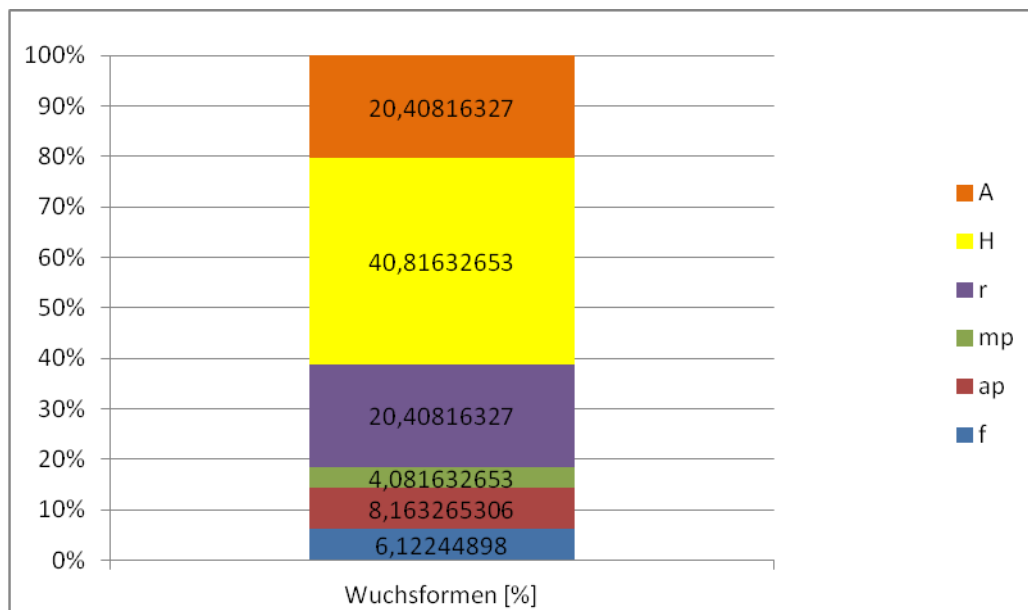


Abb. 23. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebensformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2011; Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmblattpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

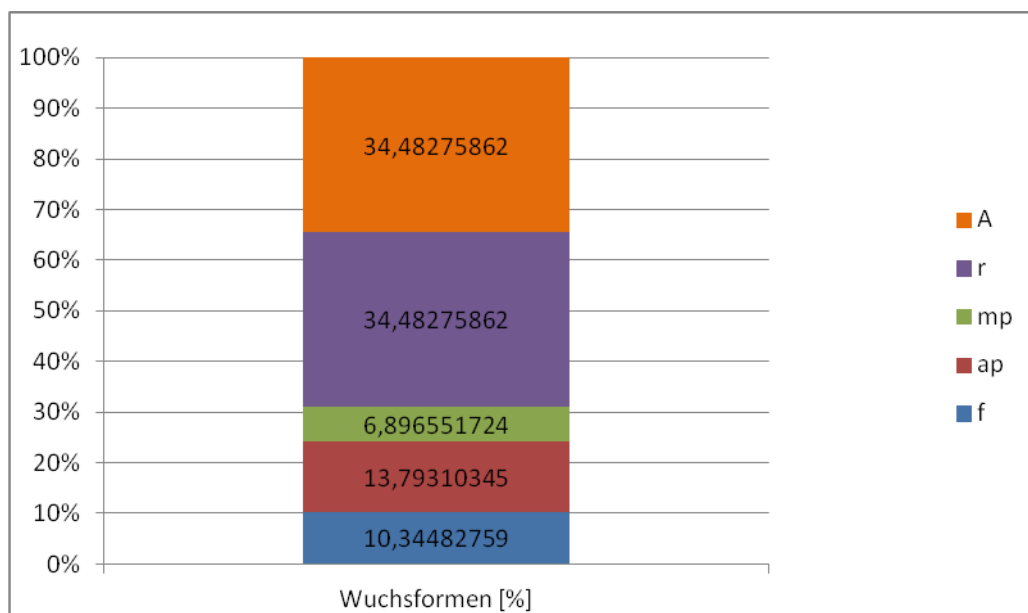


Abb. 24. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebensformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2011; Lebensformen: A = Amphiphyt, H = Helophyt, r = submerser Rhizophyt, f = wurzelnde Schwimmblattpflanze, ap = Acropleustophyt, mp = Mesopleustophyt

4.2 Zusammensetzung und Verteilung der Pflanzengesellschaften

4.2.1 Mosoni Duna 2005

2005 wurden 44 Pflanzenarten gefunden. Diese waren unterteilt in 25 Hydrophyten- und 19 Helophytenarten. Als artenreichster Abschnitt erwies sich Abschnitt 179 mit 24 Pflanzenarten. Ab Abschnitt 46 wurde die Artenzusammensetzung nicht mehr nur von *Phragmites australis* sondern auch noch von *Butomus umbellatus*, *Potamogeton perfoliatus*, und *Glyceria maxima* dominiert. Von Abschnitt 120 bis 132 kam es zu einem starken Auftreten von *Potamogeton lucens* (siehe Abb. 5).

4.2.2 Mosoni Duna 2011

2011 wurden 49 Pflanzenarten gefunden. Davon waren 20 Hydrophyten- und 29 Helophytenarten. Der Abschnitt mit der höchsten Artenzahl war Abschnitt 154 mit 18 verschiedenen Arten. Von Abschnitt 47 bis Abschnitt 59 trat *Butomus umbellatus* häufig bis massenhaft auf sowie auch in den Abschnitten 19, 52 und 66. In den Abschnitten 19 und 53 war *Potamogeton perfoliatus* stark vertreten. In den in der Mitte gelegenen Flussabschnitten kam es in zwei Abschnitten zu einem vermehrten Vorkommen von *Potamogeton lucens*. Weiter flussabwärts in Abschnitt 145 war eine Ansammlung von *Potamogeton nodosus*, *Najas marina* und *Glyceria maxima* zu erkennen (siehe Abb. 6). Aus den Verteilungsdiagrammen ist zu entnehmen, dass bei der ersten Kartierung 2005 weniger Arten gefunden wurden, es aber mehr Abschnitte gab in denen einige Pflanzen als häufig oder massenhaft eingestuft wurden.

4.2.3 Vergleich 2005/2011

Potamogeton pectinatus dominierte 2005 gefolgt von *Butomus umbellatus*. 2011 dominierte *Butomus umbellatus*, aber *Potamogeton pectinatus* war 2011 immer noch an zweiter Stelle. *Potamogeton pectinatus* war eine konstante Art.

Butomus umbellatus war 2005 und 2011 die am meisten verbreitete Art ($d=0,6$). *Potamogeton pectinatus* zeigte 2005 eine mittlere und 2011 nur noch eine geringe Verbreitung. Dafür hatte *Potamogeton nodosus* 2011 eine im Vergleich hohe Verbreitung von $d=0,5$, aber nur eine geringe relative Pflanzenmasse. *Lemna minor* hatte 2005 eine mittlere Verbreitung aber nur eine relative Pflanzenmasse von unter 10%. 2011 hatte *Lemna minor* nur noch geringe Verbreitung. *Utricularia vulgaris* und *Myiophyllum verticillatum* waren beide nur in Abschnitt 104 zu finden. Das geringste Vorkommen 2005 war bei *Potamogeton natans* und *Spirodela polyrhiza* zu finden. 2011 hat *Spirodela polyrhiza* immer noch das niedrigste Vorkommen. *Potamogeton natans* wurde jedoch von *Elodea nuttallii* abgelöst. *Elodea nuttallii* und *Spirodela polyrhiza* waren konstante Arten. *Lemna minor* und *Najas marina* welche die geringste Verbreitung aufwiesen, kamen beide jeweils nur in einem flussabwärts gelegenen Abschnitt vor. *Sagittaria sagittifolia*, welches 2005 eine relative Pflanzenmasse von über 10% aufwies, trat 2011 nicht mehr auf (siehe Abb. 11).

28,6% der 2005 in der Mosoni Duna gefundenen Arten waren 2011 nicht mehr vorhanden, aber 35% der 2011 vorkommenden Arten waren 2005 noch nicht präsent.

4.2.4 Maly Dunaj 1995

1995 wurden sowohl in den Teilstrecken als auch in der gesamten Länge 17 Arten gezählt. 13 davon waren Hydrophyten- und 4 Helophytenarten. Das höchste Vorkommen unterschiedlicher Arten in den Teilstrecken war in den Abschnitten 11 zu erkennen (15 Arten). Außerdem war zwischen den Abschnitten 10 und 13 ein allgemeiner Anstieg der Artenzahl festzustellen. In Abschnitt 7 dominierte *Potamogeton pectinatus* in Abschnitt 13 *Ceratophyllum demersum* beide mit einem Kohlerwert von 4. In allen anderen Abschnitten erreichte keine Pflanzenart einen höheren Kohlerwert als 3. Eine hohe Diversität war auch in den Abschnitten ersichtlich (siehe Abb. 8).

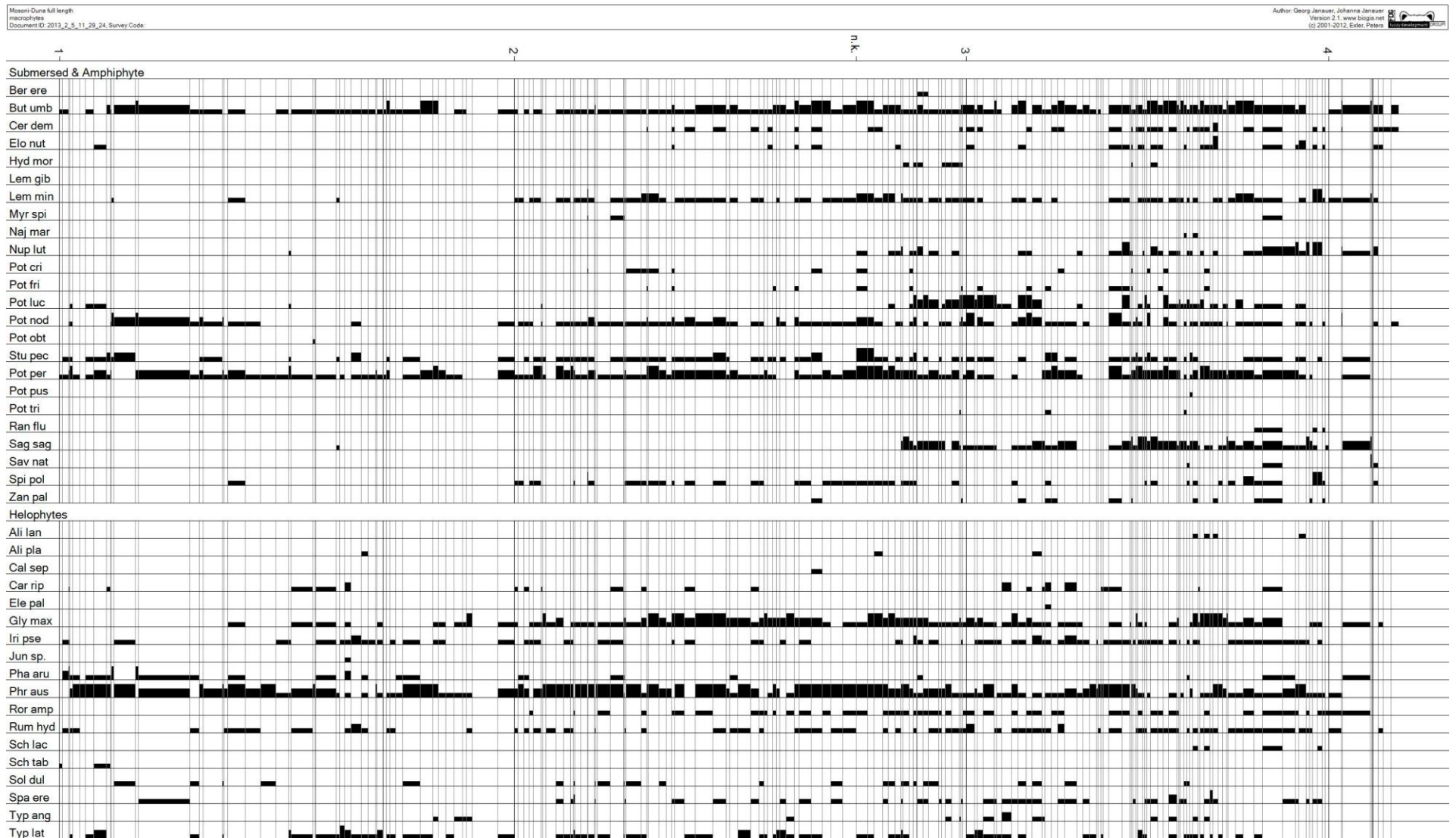
4.2.5 Maly Dunaj 2011

2011 wurden 39 Pflanzenarten gezählt. Davon waren 15 Hydrophyten- und 24 Helophytenarten. Die höchste Anzahl an Arten wurde in den Abschnitten 26 und 40 beobachtet (19 Arten). Beide Abschnitte befinden sich am linken Ufer. Flussabwärts der Orte Tomasov und Jelka ließ sich ein Anstieg der Artenzahlen erkennen. Von Abschnitt 33 bis 37 war *Sparganium emersum* eine der dominierenden Arten. Nach Abschnitt 38, der nahe dem Ort Jelka liegt tauchte auch *Nupha lutea* häufig bis massenhaft auf. In Abschnitt 42 dominierte *Mentha aquatica*. Abschnitt 70 war als einziger geprägt von *Myriophyllum spicatum* welches dort massenhaft auftrat (siehe Abb. 9).

4.2.6 Vergleich 1995/2011

Potamogeton pectinatus welches 1995 das höchste Vorkommen aufwies stellte eine konstante Art mit mittlerer Verbreitung ($d = 0,5$) dar. 2011 war diese nur noch mit einer relativen Pflanzenmasse von unter 10% vertreten, zeigte aber immer noch mittlere Verbreitung ($d = 0,4$). 2011 wurde das Gewässer von *Potamogeton nodosus* dominiert, welches mit einem Verbreitungsquotienten von 0,5 eine mittlere, aber im Vergleich zu den anderen Pflanzenarten, die höchste Verbreitung zeigte. Das niedrigste Vorkommen 1995 wurde bei *Potamogeton perfoliatus* festgestellt welches auch die niedrigste Verbreitung aufwies und nur in Abschnitt 11 anzutreffen war. Betrachtet man den ganzen Fluss und nicht nur die Teilabschnitte so waren es *Potamogeton perfoliatus* und *Najas marina* die die niedrigste Verbreitung aufwiesen. *Lemna minor* zeigte dort die höchste Verbreitung. Das niedrigste Vorkommen 2011 hatte *Potamogeton pusillus*, welches auch geringe Verbreitung aufwies. Die geringste Verbreitung 2011 war bei *Nymphaea alba* und *Azolla caroliniana* zu erkennen. Beide waren jeweils nur in einem Abschnitt zu finden (siehe Abb. 19).

23,5% der 1995 in der Maly Dunaj gefundenen Arten waren 2011 nicht mehr vorhanden, dafür waren 61,5% der 2011 wachsenden Pflanzen 1995 noch nicht präsent.



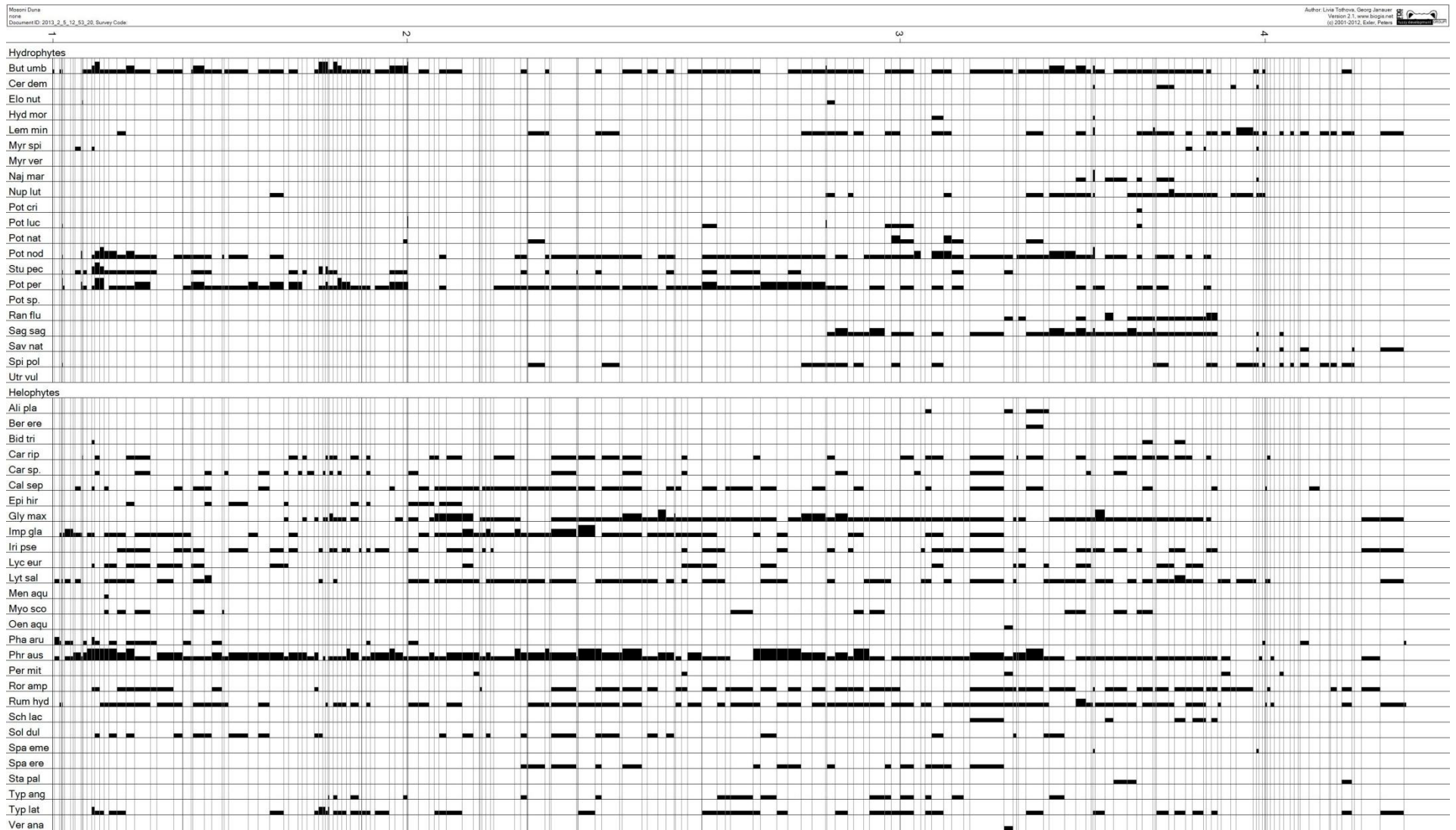


Abb.26. Verteilungsdiagramm Mosoni Duna 2011; n.k.=nicht kartiert; 1 Rajka; 2 Mosonmagyaróvár; 3 Mecser; 4 Győr;

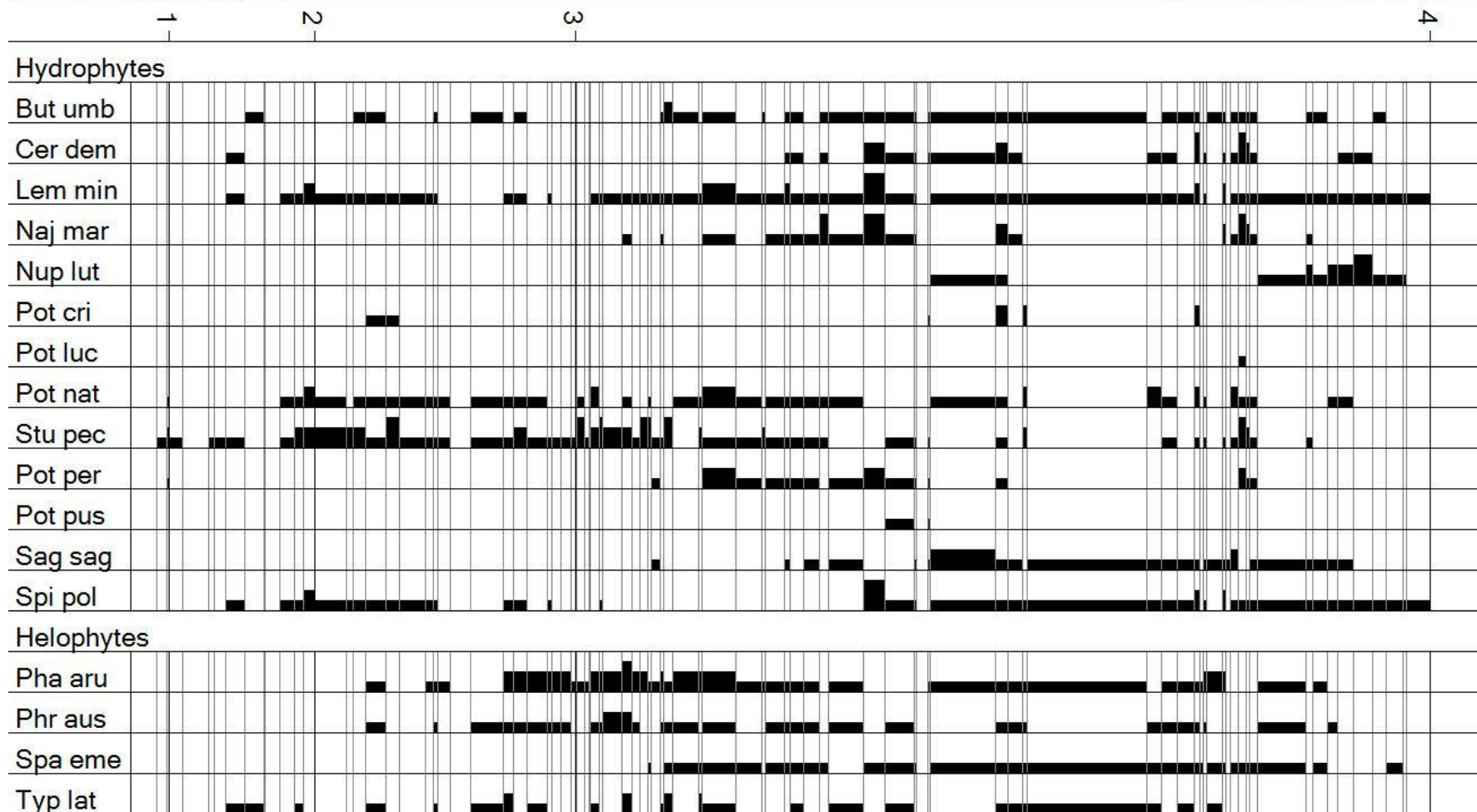


Abb 27. Verteilungsdiagramm; Maly Dunaj 1995; gesamte Länge; n.k.=nicht kartiert; 1 Bratislava; 2 Tomasov; 3 Jelka; 4 Kolárovo;

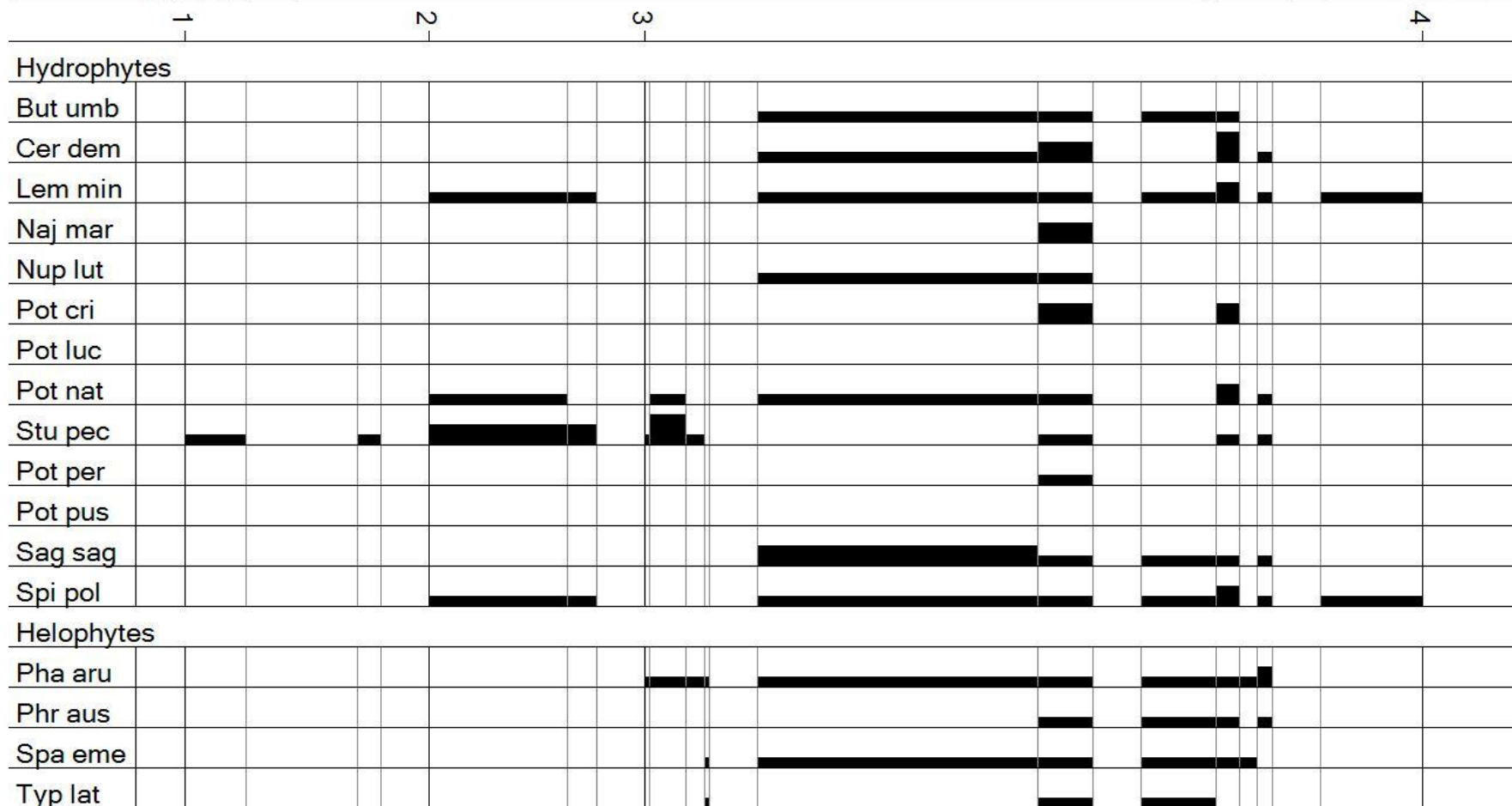


Abb. 28. Verteilungsdiagramm; Maly Dunaj 1995; Teilstrecken welchen den 2011 erneut kartierten Strecken entsprechen; n.k.=nicht kartiert; 1 Bratislava; 2 Tomasov; 3 Jelka; 4 Kolárovo;

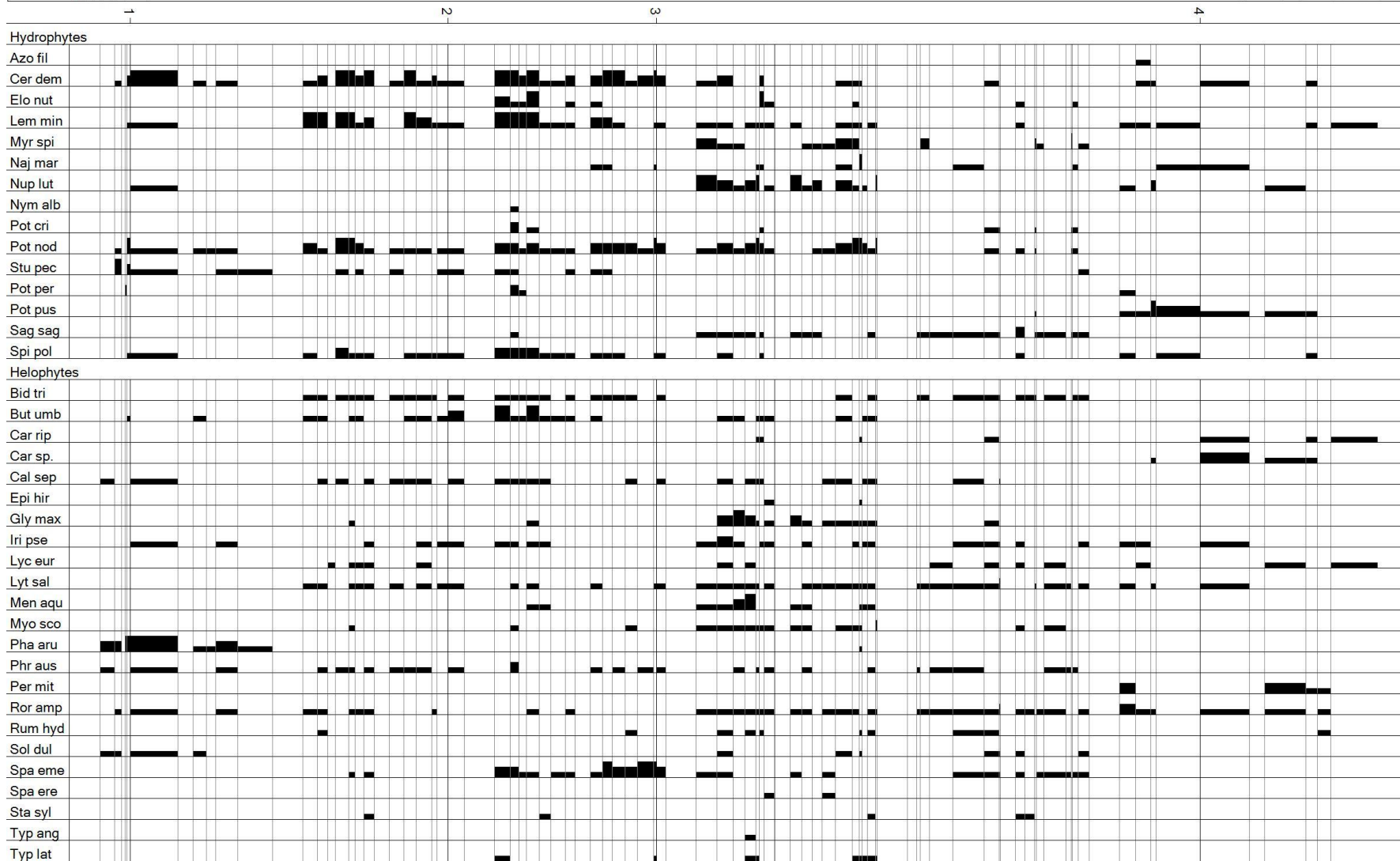


Abb. 29. Verteilungsdiagramm; Maly Dunaj 2011; Teilstrecken; n.k.=nicht kartiert; 1 Bratislava; 2 Tomasov; 3 Jelka; 4 Kolárovo;

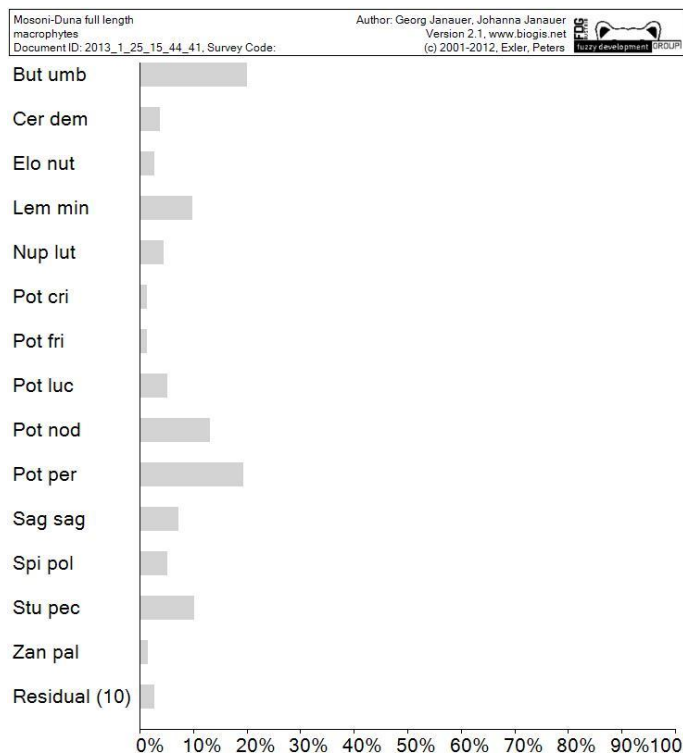


Abb.30. RPM der einzelnen Arten des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2005

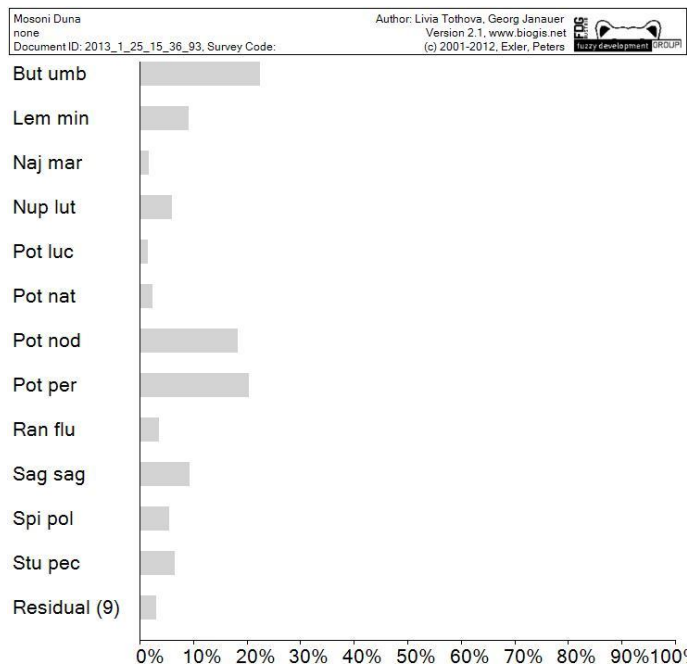


Abb.31. RPM der einzelnen Arten des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2011

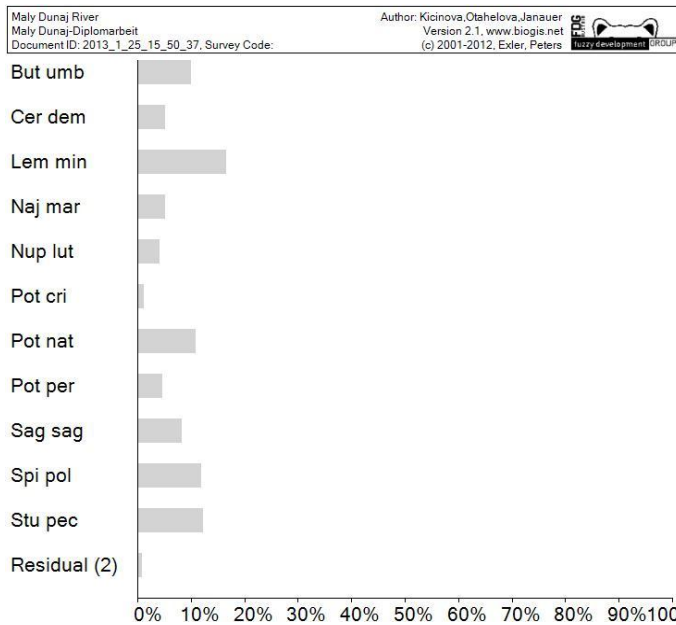


Abb.32. RPM der einzelnen Arten des Standortes Maly Dunaj (gesamte Länge) 1995

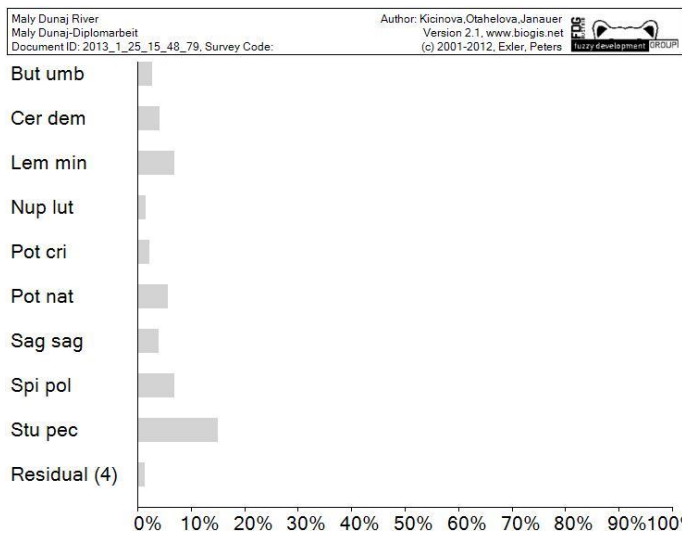


Abb.33. RPM der einzelnen Arten der 2011 erneut kartierten Strecken des Standortes Maly Dunaj 1995

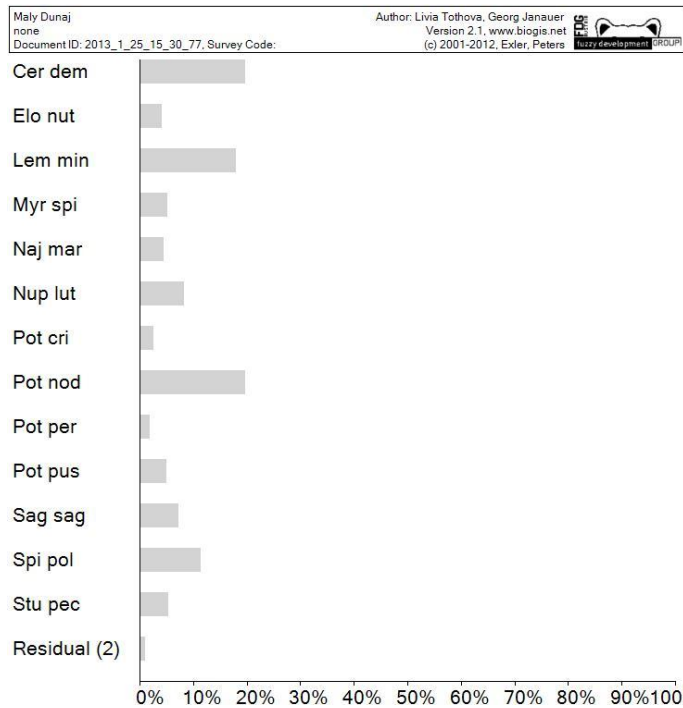


Abb.34. RPM der einzelnen Arten der 2011 erneut kartierten Strecken des Standortes Maly Dunaj 2011

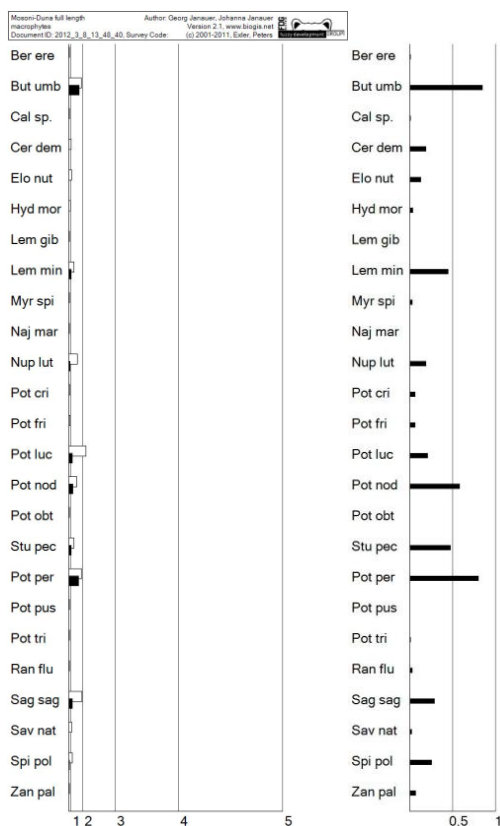


Abb. 35. Mittlere Mengenindizes des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2005; weiße Balken = MMO; schwarze Balken = MMT; rechts: d = Verbreitungsquotient

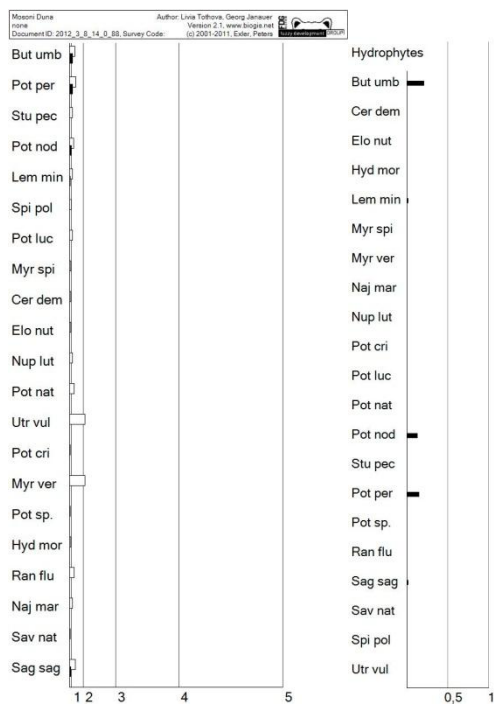


Abb. 36. Mittlere Mengenindizes des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2011; weiße Balken = MMO; schwarze Balken = MMT; rechts: d = Verbreitungsquotient

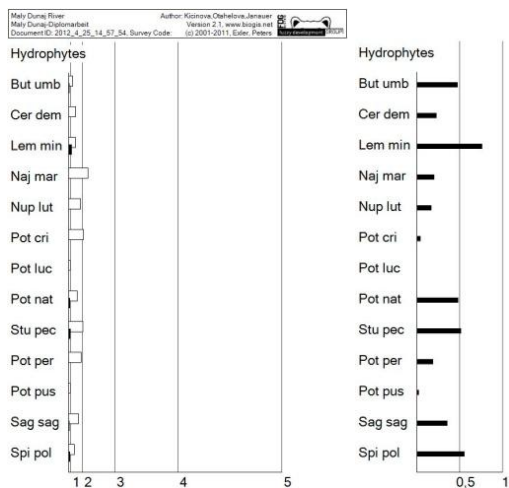


Abb. 37. Mittlere Mengenindizes der einzelnen Arten des Standortes Maly Dunaj (gesamte Länge) 1995; weiße Balken = MMO; schwarze Balken = MMT; rechts: d = Verbreitungsquotient

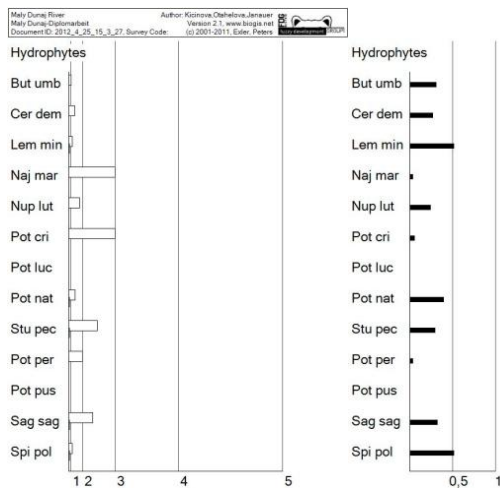


Abb. 38. Mittlere Mengenindizes der 2011 erneut kartierten Strecken des Standortes Maly Dunaj 1995; weiße Balken = MMO; schwarze Balken = MMT; rechts: d = Verbreitungsquotient

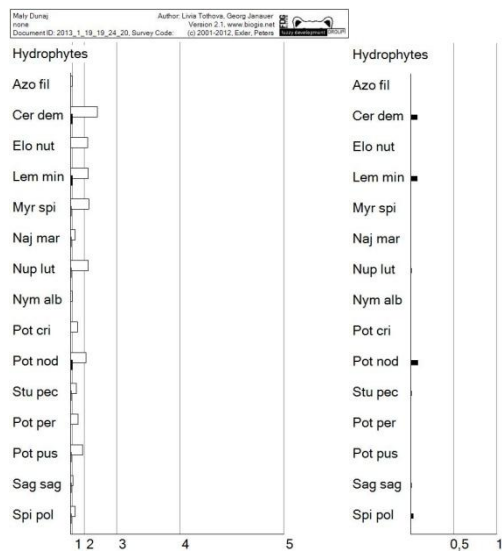


Abb. 39. Mittlere Mengenindizes der er einzelnen Arten des Standortes Maly Dunaj 2011 ; weiße Balken = MMO; schwarze Balken = MMT; rechts: d = Verbreitungsquotient

4.3 Statistische Analyse

4.3.1 Multiple-response permutation (MRPP)

Das MRPP ergab beim Vergleich der beiden Flüsse einen p-Wert von 0,00000000. Das bedeutet, die beiden Flüsse sind in ihrer Artenzusammensetzung signifikant unterschiedlich. Auch der Vergleich der Untersuchungszeiträume der beiden Flüsse ergab hochsignifikante Unterschiede der Hydrophytenvegetation der Mosoni Duna und der Maly Dunaj. Der p-Wert des Permutationstestes der Daten der Maly Dunaj 1995 und 2011 lag mit 0,00000004 weit unter dem Vertrauensintervall. Auch der p-Wert des Vergleiches der Jahre 2005 und 2011 an der Mosoni Duna lag sehr tief bei 0,00000000. Somit wurden bei allen Vergleichen höchst signifikante Unterschiede der Artenzusammensetzung festgestellt.

4.3.2 Indicator species analysis (ISA)

4.3.2.1 Mosoni Duna

Beim Vergleich der Jahre 2005 und 2011 der Arten der Mosoni Duna wurden 16 signifikante Zeigerarten ermittelt. Zwölf von ihnen sind Zeigerarten des Jahres 2005 und vier sind Zeigerarten des Jahres 2011. Nur drei dieser Arten (*Butomus umbellatus*, *Potamogeton perfoliatus* und *Potamogeton nodosus*) wurden in mehr als 55% der Abschnitte vorgefunden. *Butomus umbellatus* und *Potamogeton perfoliatus* sind mit einem Vorkommen in 86% und 79% der Abschnitte und einem p Wert von 0,0002 signifikante Zeigerarten des Jahres 2005. Die meistvorkommende Zeigerart 2011 war *Potamogeton nodosus* welches in 58% der Abschnitte anzutreffen war. Die Zeigerarten mit dem geringsten Vorkommen waren *Najas marina* und *Potamogeton friesii*. *Najas marina* war nur in 5% der Abschnitte 2011 und *Potamogeton friesii* nur in 8% der Abschnitte im Jahr 2005 anzutreffen.

4.3.2.2 Maly Dunaj

An der Maly Dunaj wurden im Vergleich der Jahre 1995 und 2011 vier Zeigerarten (*Butomus umbellatus*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton nodosus*). Drei davon sind Zeigerarten des Jahres 1995 und eine Art ist eine Zeigerart des Jahres 2011. Nur *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton nodosus* zeigten Häufigkeiten von über 55%. *Potamogeton pectinatus* kam in 77% der Abschnitte vor und war mit einem p Wert von 0,0002 eine signifikante Zeigerart des Jahres 1995. *Potamogeton nodosus* kam in 72% der Abschnitte vor und ist mit einem p Wert von 0,001 eine signifikante Zeigerart des Jahres 2011.

4.3.2.3 Mosoni Duna & Maly Dunaj 2011

Der Vergleich Maly Dunaj und Mosoni Duna zeigte das Vorhandensein von vier Zeigerarten (*Butomus umbellatus*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton nodosus*), wobei *Butomus umbellatus* und *Potamogeton natans* in weniger als 55% der Abschnitte vorkamen. Drei der aufgelisteten Arten (*Butomus umbellatus*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton pectinatus*) sind auch Zeigerarten der Mosoni Duna. *Potamogeton nodosus* ist eine Zeigerart der Maly Dunaj. *Potamogeton pectinatus* wurde in 77% der Abschnitte vorgefunden. Mit einem p Wert von 0,0002 ist es eine höchst signifikante Zeigerart der Mosoni Duna. *Potamogeton nodosus* ist mit einem Vorkommen in 72% der Abschnitte und einem p Wert von 0,001 eine signifikante Zeigerart der Maly Dunaj.

4.2.3 Diversitätsindices

4.2.3.1 Mosoni Duna

Der Simpson Index der Makrophytenzusammensetzung der Mosoni Duna der Jahre 2005 und 2011 zeigt hohe Werte von über 0,8, der Berger Parker Index zeigt mit 0,24 und 0,25 niedrige Werte. Das heißt die Diversität ist in beiden

Jahren hoch. Der Median des Simpson Index der Mosoni Duna ist 2005 höher als 2011. Die Streuung ist allerdings 2005 geringer. Der Simpson Index der Jahre 2005 und 2011 ist nicht unterschiedlich, da der p Wert bei 0,58 liegt. Der Median des Berger Parker Index ist 2011 höher als 2005 und auch die Streuung ist höher. Der Berger Parker Index des Jahres 2011 ist mit einem p Wert von 0,02 signifikant höher als der Index des Jahres 2005. Die Mosoni Duna 2005 und 2011 zeigte laut Statistik keine unterschiedliche Diversität, aber dafür war die Dominanz einzelner Arten 2011 höher als 2005.

4.2.3.2 Maly Dunaj

Der Median des Simpson Index 2011 der Maly Dunaj ist höher als 1995, aber 1995 ist viel mehr Streuung zu erkennen. Auch hier liegt der Simpson Index über 0,8 und der Berger Parker Index bei 0,3 und 0,24, was eine hohe Diversität anzeigt. Die statistische Auswertung zeigt, dass der Simpson Index der beiden Jahre keine Unterschiede aufwies. 1995 lag der Median des Berger Parker Index Maly höher als 2011 und auch die Streuung war größer. Der Berger Parker Index 1995 ist signifikant höher als 2011. Dies zeigt ein p Wert von 0,002. An der Maly Duna 1995 und 2011 ist die Diversität 1995 und 2011 gleich geblieben, aber die Pflanzengesellschaft der Maly Dunaj 1995 zeichnete sich durch eine höhere Dominanz einzelner Arten aus.

4.2.3.3 Mosoni Duna & Maly Dunaj 2011

Beide Flüsse zeigen einen hohen Simpson Index von über 0,8 was auf eine hohe Diversität schließen lässt. Der Berger Parker Index hat niedrige Werte. Der Simpson Index der Makrophyten der Maly Dunaj zeigt eine ähnliche Höhe des Median wie die der Mosoni Duna, aber die Streuung der Werte der Mosoni Duna ist höher. Der Permutationstest ergab einen p Wert von 0,001. Dies zeigt, dass der Simpson Index der Mosoni Duna signifikant höher ist als der Index der Maly Dunaj. Der Median des Berger Parker Index liegt an der Mosoni Duna höher als an der Maly Duna. Auch die Streuung der Werte der Mosoni Duna ist

größer. Der Permutationstest zeigt einen p Wert von 1,74. Dieser Wert sagt aus, dass es keine signifikanten Unterschiede des Berger Parker Index der beiden Flüsse gab. Daher ist die Diversität der Makrophyten in den beiden Flüssen unterschiedlich. Die Mosoni Duna wies eine höhere Diversität auf. Die Dominanz an beiden Flüssen war nicht unterschiedlich.

Tabelle 2. Tabelle der Indikator Pflanzen der Maly Dunaj 2011 und Mosoni Duna 2011; inkludiert Indikatorwert, Signifikanz (fettgedruckte Zahlen mit Sternen kennzeichnen *P* Werte $\leq 0,05$) und relative Häufigkeit der Indikator-Wert-Analyse; MD = Maly Dunaj, MOD = Mosoni Duna

Art	Indikator Wert	<i>P</i> Wert	Relative Häufigkeit [%]	
			MOD 2011	MD 2011
<i>Butomus umbellatus</i>	30,8	0,0002	31*	0
<i>Potamogeton natans</i>	46,2	0,0002	46*	0
<i>Potamogeton pectinatus</i>	67	0,0002	77*	22
<i>Potamogeton crispus</i>	13,6	0,1462	15	11
<i>Lemna minor</i>	48,4	0,181	62	59
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	29,8	0,2256	38	31
<i>Spirodela polyrhiza</i>	35,2	0,3301	62	43
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3,4	0,9862	8	5
<i>Potamogeton nodosus</i>	71,6	0,001	0	72*
<i>Ceratophyllum demersum</i>	41,2	0,182	31	58
<i>Myriophyllum spicatum</i>	17,6	0,2214	0	18
<i>Elodea nuttallii</i>	14,9	0,2589	0	15
<i>Nuphar lutea</i>	22,5	0,2689	15	24
<i>Potamogeton pusillus</i>	10,8	0,4161	0	11
<i>Najas marina</i>	7,4	0,9796	8	16
<i>Azolla caroliniana</i>	1,4	1	0	1
<i>Nymphaea alba</i>	1,4	1	0	1

Tabelle 3. Tabelle der Indikator Pflanzen der Mosoni Duna 2005 und 2011, inkludiert Indikatorwert, Signifikanz (fettgedruckte Zahlen mit Sternen kennzeichnen *P* Werte $\leq 0,05$) und relative Häufigkeit der Indikator-Wert-Analyse; MOD = Mosoni Duna

Tabelle 4. Tabelle der Indikator Pflanzen der Maly Dunaj 1995 und 2011, inkludiert Indikatorwert, Signifikanz (fettgedruckte Zahlen mit Sternen kennzeichnen P Werte $\leq 0,05$) und relative Häufigkeit der Indikator-Wert-Analyse; MD = Maly Dunaj

Art	Indikator Wert	P Wert	Relative Häufigkeit [%]	
			MOD 2005	MOD 2011
<i>Butomus umbellatus</i>	60	0,0002	86*	69
<i>Ceratophyllum demersum</i>	20,8	0,0002	23*	3
<i>Elodea nuttallii</i>	13,6	0,0002	15*	1
<i>Lemna minor</i>	34,3	0,0002	48*	28
<i>Potamogeton lucens</i>	23,1	0,0002	27*	6
<i>Potamogeton pectinatus</i>	35	0,0002	49*	25
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	55,7	0,0002	79*	61
<i>Ranunculus fluitans</i>	10,4	0,0002	37*	1
<i>Potamogeton friesii</i>	8,4	0,0004	8*	0
<i>Zannichellia palustris</i>	6,8	0,0018	18*	0
<i>Potamogeton crispus</i>	7,2	0,0076	8*	1
<i>Potamogeton nodosus</i>	37,3	0,0222	58*	52
<i>Nuphar lutea</i>	16,3	0,0528	21	19
<i>Potamogeton trichoides</i>	2,1	0,1314	2	0
<i>Hydrocharis morus-ranau</i>	3,8	0,147	5	1
<i>Utricularia vulgaris</i>	0,7	0,4377	7	1
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	1	0,4935	1	0
<i>Berula erecta</i>	1	0,5161	1	0
<i>Salvinia natans</i>	1,9	0,8502	26	3
<i>Calystegia sepium</i>	0,5	1	1	0
<i>Lemna gibba</i>	0,5	1	1	0
<i>Potamogeton pusillus</i>	0,5	1	1	0
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	29,2	0,0004	2	24*
<i>Potamogeton natans</i>	5,3	0,0012	0	5*
<i>Najas marina</i>	5,2	0,012	1	5*
<i>Spirodela polyrhiza</i>	20,4	0,0226	0	19*
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	0,7	0,4377	0	1
<i>Potamogeton sp.</i>	0,7	0,4377	0	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2,5	0,4839	3	3

Art	Indikator Wert	P Wert	Relative Häufigkeit [%]	
			MD 1995	MD 2011
<i>Butomus umbellatus</i>	30,8	0,0002	31*	0
<i>Potamogeton natans</i>	46,2	0,0002	46*	0
<i>Potamogeton pectinatus</i>	67	0,0002	77*	22
<i>Potamogeton crispus</i>	13,6	0,1462	15	11
<i>Lemna minor</i>	48,4	0,181	62	59
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	29,8	0,2256	38	31
<i>Spirodela polyrhiza</i>	35,2	0,3301	62	43
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3,4	0,9862	8	5
<i>Potamogeton nodosus</i>	71,6	0,001	0	72*
<i>Ceratophyllum demersum</i>	41,2	0,182	31	58
<i>Myriophyllum spicatum</i>	17,6	0,2214	0	18
<i>Elodea nuttallii</i>	14,9	0,2589	0	15
<i>Nuphar lutea</i>	22,5	0,2689	15	24
<i>Potamogeton pusillus</i>	10,8	0,4161	0	11
<i>Najas marina</i>	7,4	0,9796	8	16
<i>Azolla caroliniana</i>	1,4	1	0	1
<i>Nymphaea alba</i>	1,4	1	0	1

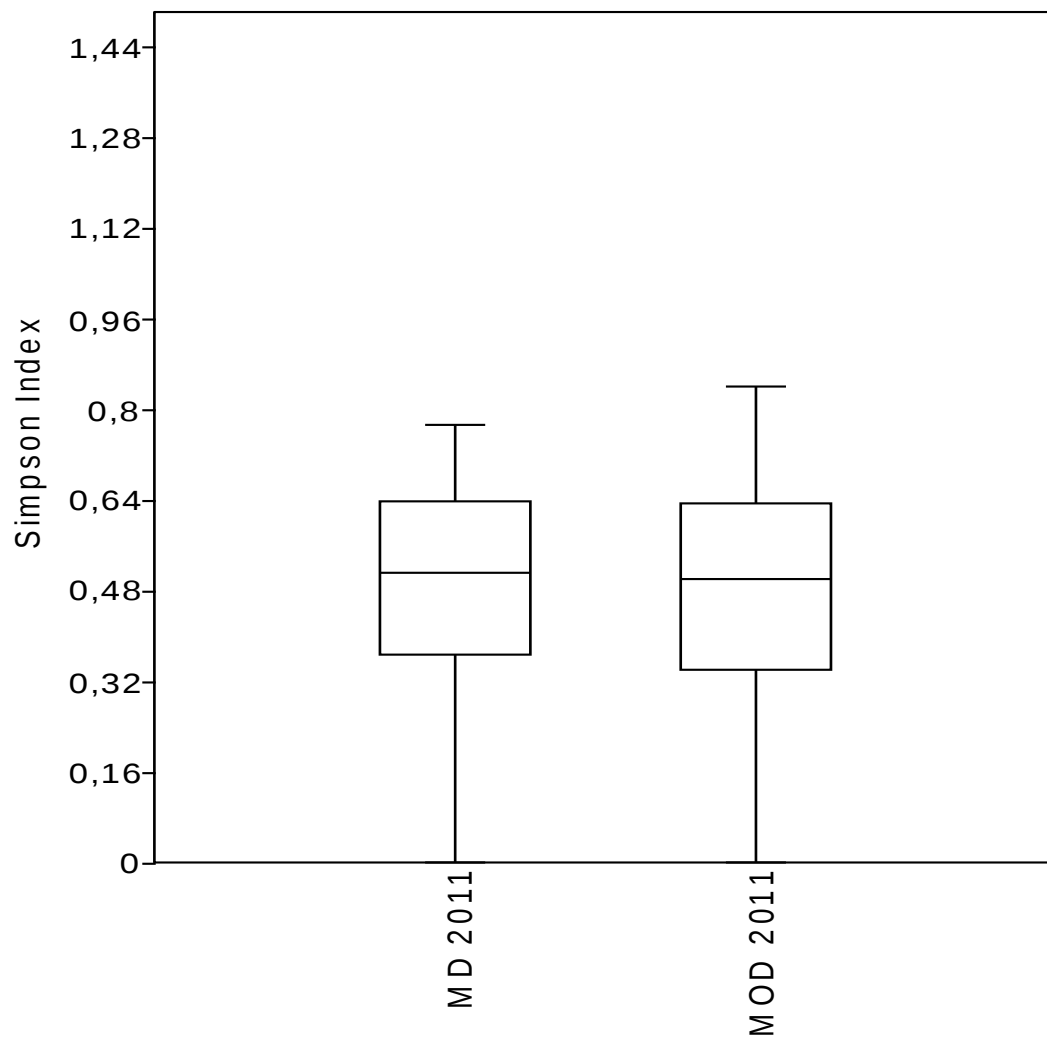


Abb. 40. Boxplot des Simpson Index 1-D der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj und Mosoni Duna 2011; MD = Maly Dunaj, MOD = Mosoni Duna

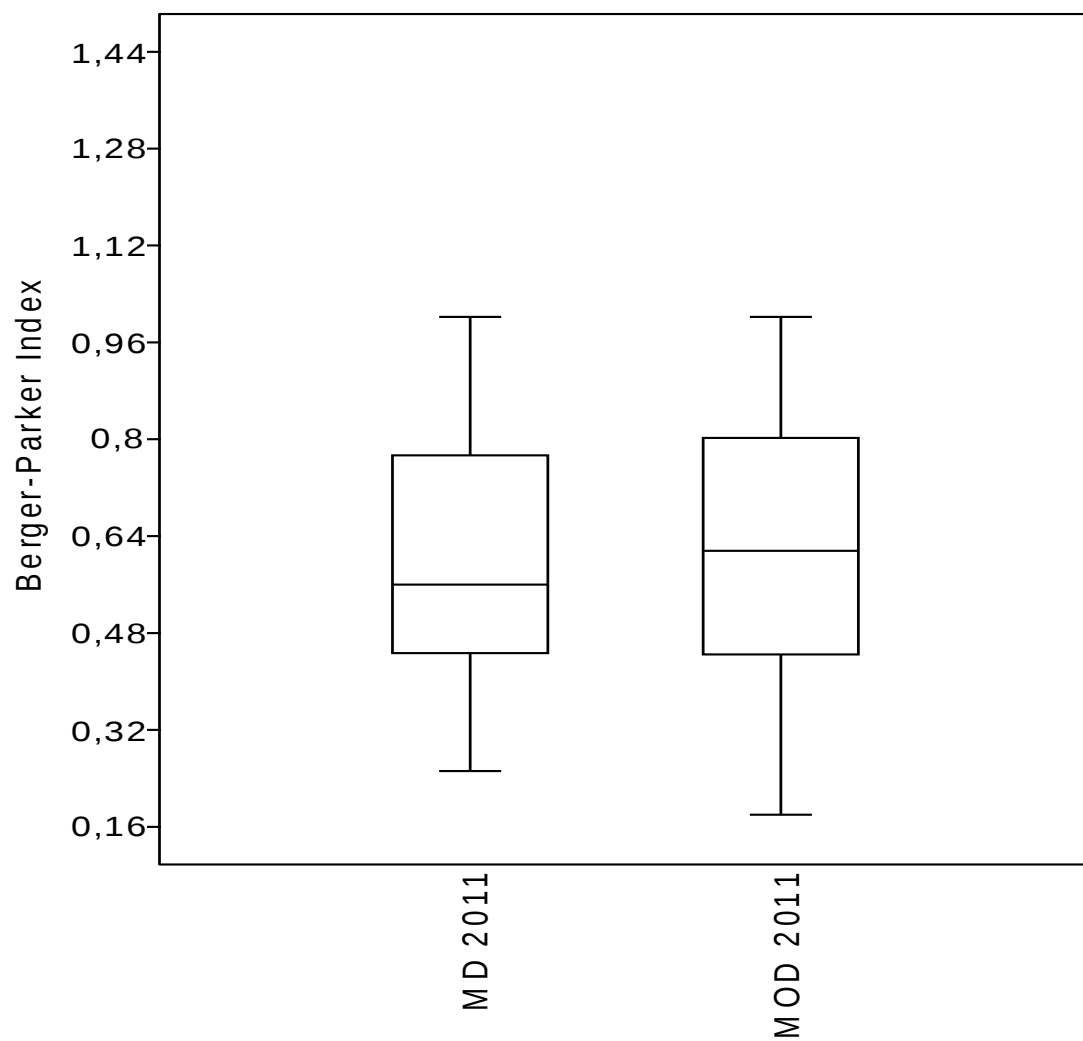


Abb.41. Berger-Parker Index der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj und Mosoni Duna 2011; MD = Maly Dunaj, MOD = Mosoni Duna

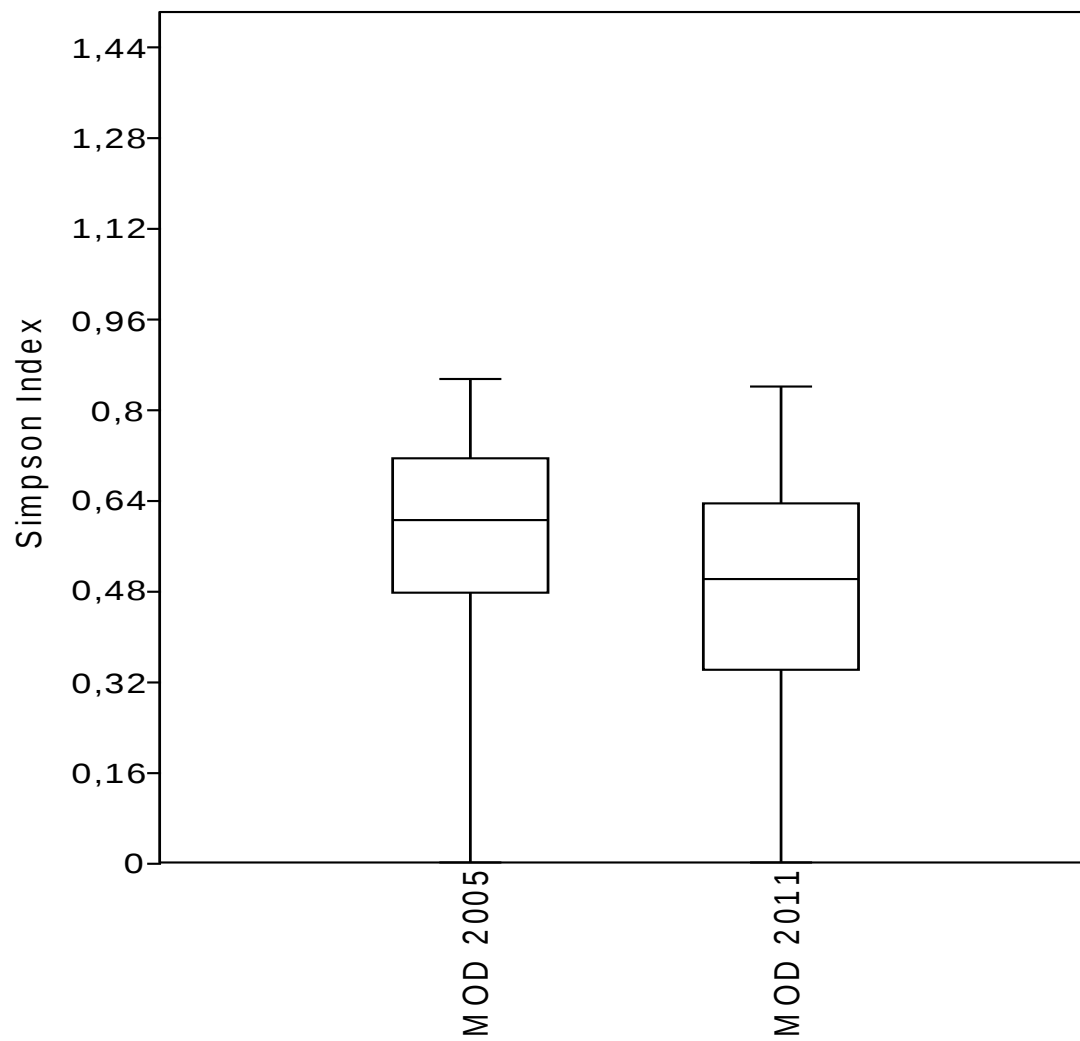


Abb. 42. Boxplot des Simpson Index 1-D der Pflanzengesellschaften der Mosoni Duna 2005 und 2011; MOD = Mosoni Duna

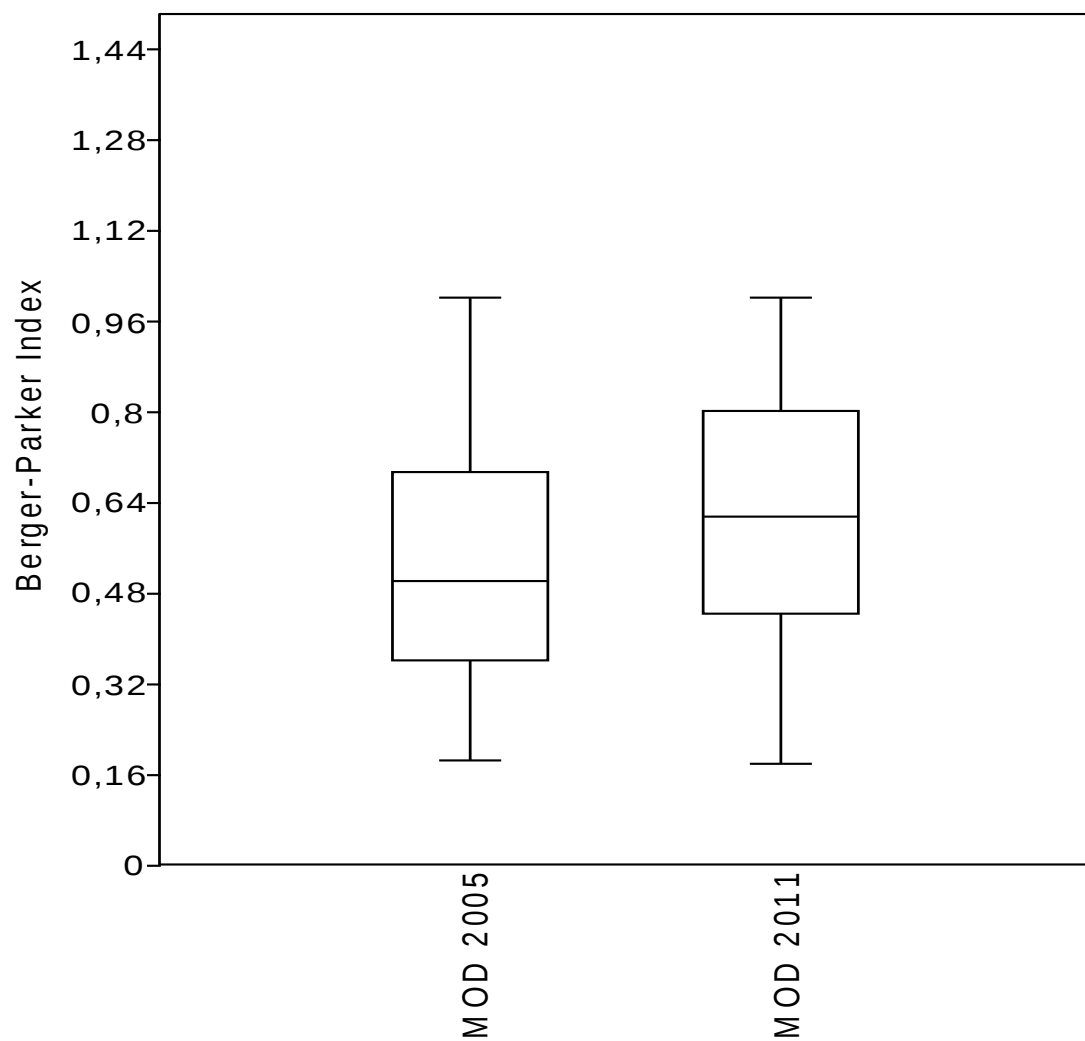


Abb. 43. Boxplot des Berger-Parker Index der Pflanzengesellschaften der Mosoni Duna 2005 und 2011; MOD = Mosoni Duna

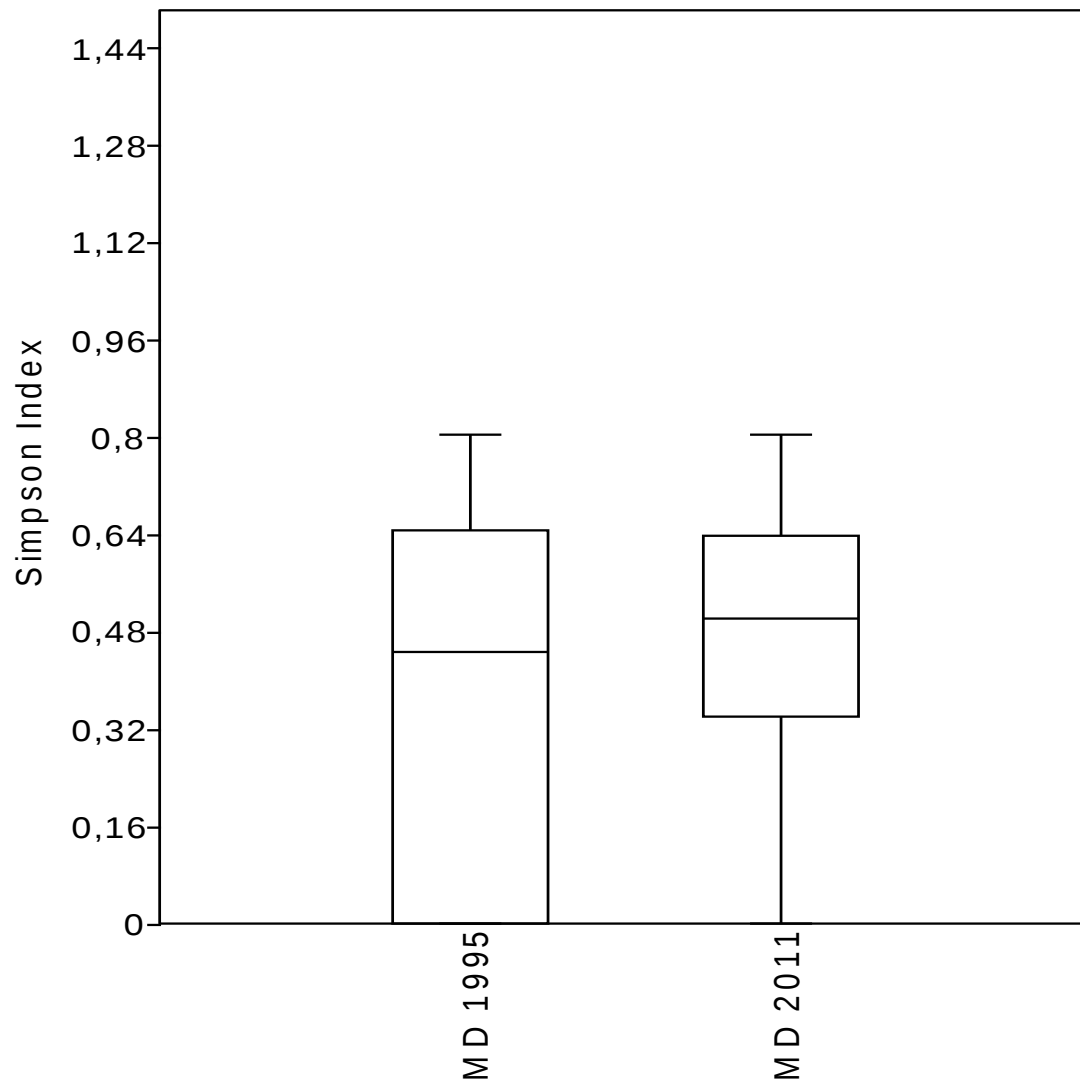


Abb. 44. Boxplot des Simpson Index 1-D der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj 1995 und 2011; MOD = Mosoni Duna

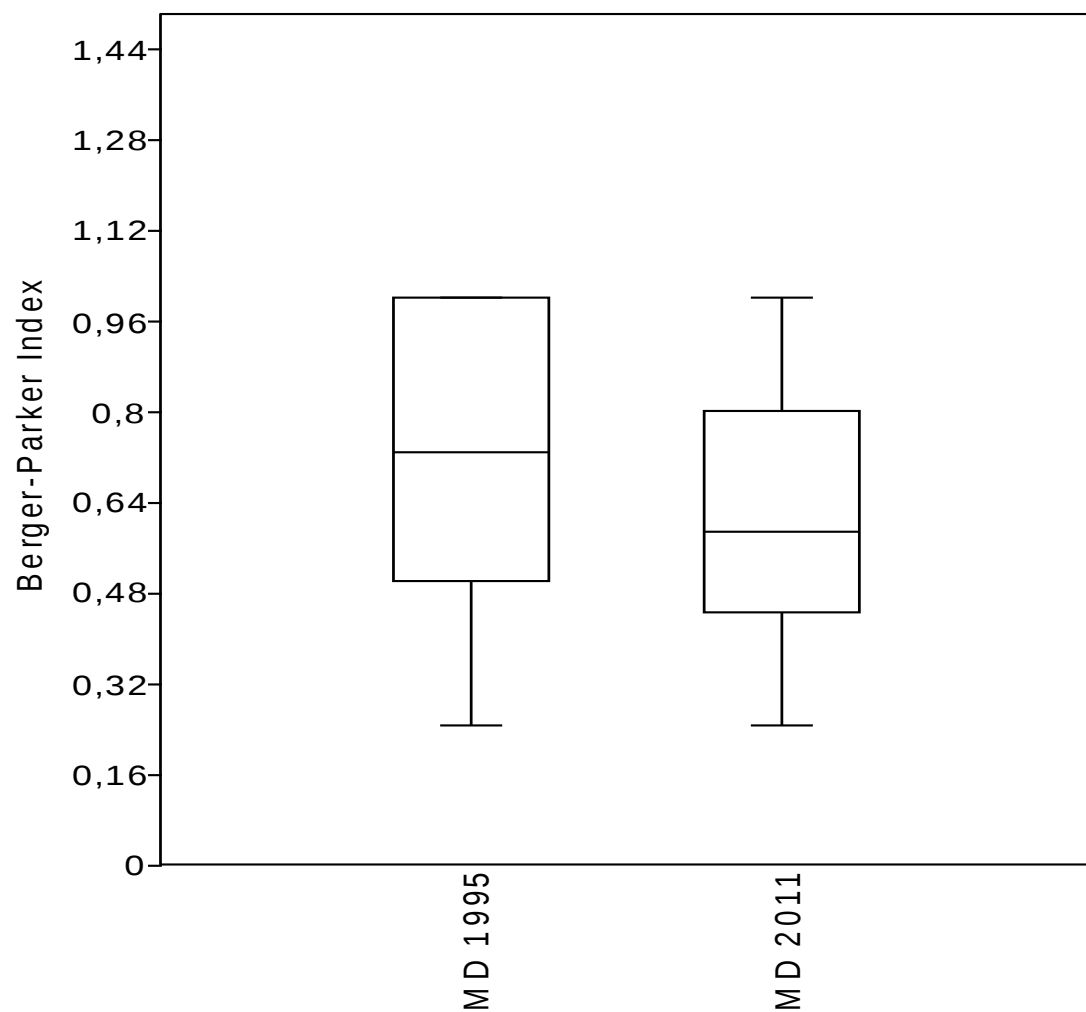


Abb. 45. Boxplot des Berger-Parker Index der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj 1995 und 2011; MD = Mosoni Duna

5 Wichtige Pflanzenarten

In diesem Teil der Arbeit werden alle Pflanzen, welche als gefährdet gelten und/oder Zeigerarten der behandelten Flüsse sind und in mehr als 55% oder weniger als 10% der Abschnitte anzutreffen waren, genauer behandelt und ihre Eigenschaften hervorgehoben.

5.1 *Butomus umbellatus* (L.)

Butomus umbellatus ist eine Zeigerart der Mosoni Duna 2005 und kommt in 86% der Abschnitte vor. Es ist eine mittelhohe Röhrichtpflanze mit dickem, pflugscharartigem Wurzelstock und vielen Blättern, Diese entspringen aus einer grundständigen Rosette. Es ist eine an Ufern stehende Pflanze, kommt aber auch in langsam fließenden, basen- und nährstoffreichen Gewässern vor. Vorzugsweise wächst es an Seen, Altwässern, Tümpeln, Ausstichen und in Gräben mit schwankendem Wasserstand, aber auch im flachen Wasser auf humosen Schlammböden. Es verträgt vorübergehendes Austrocknen des Lebensraumes. Außerdem ist es wärmeliebend (Casper & Krausch 1980; Krausch 1996).



Bild 1. *Butomus umbellatus*

5.2 *Eleocharis palustris* ((L.) Roem. & Schult.)

Eleocharis palustris wurde nur in der Mosoni Duna 2005 vorgefunden und ist laut Roter Liste stark gefährdet. Es ist eine niedrige bis mäßig hohe Sumpfpflanze mit runden Halmen, die an ihrer Spitze Ähren tragen. Es wird vorwiegend an Ufern stehender oder langsam fließender Gewässern vorgefunden, wächst aber auch in Gräben, an Kanälen, in Flutmulden, sogar auf Nasswiesen und auch auf leicht überschwemmten, zeitweise auch trockenfallenden, nährstoff- und basenreichen Sand-, Schlamm- und Schlickböden. Diese Pflanze verträgt größere Wasserstandschwankungen und ist unempfindlich gegen Tritt und Verbiss (Casper & Krausch 1980; Krausch 1996).

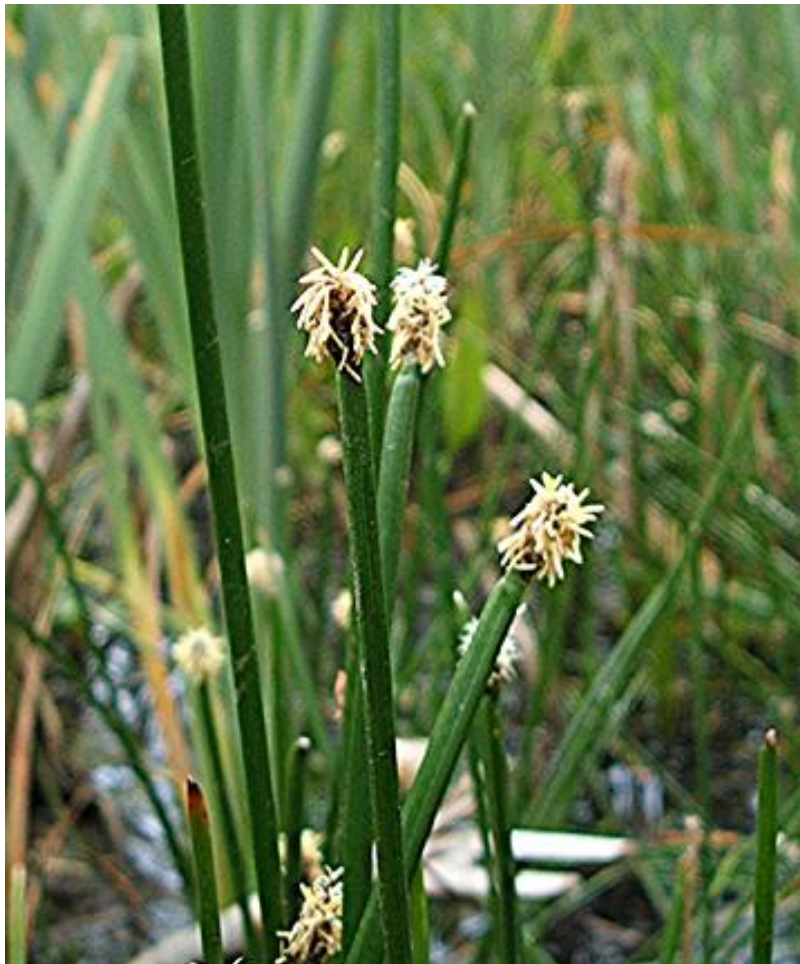


Bild 2. *Eleocharis palustris* ; <http://www.british-wild-flowers.co.uk/Flowers/Eleocharis%20palustris.htm>

5.3 *Najas marina* (L.)

Es ist eine Zeigerart der Mosoni Duna 2011, war aber nur in 5% der Abschnitte vorzufinden. Es handelt sich um eine untergetauchte, im Boden wurzelnde Pflanze, welche ihre Blüten und Fruchstände unter der Wasseroberfläche ausbildet. Die 10 bis 50 cm hohen, steifen, oft brüchigen Stängel sind gabelig verzweigt. Die Blätter sind grob gewellt und der Blattrand gezähnt. *Najas marina* ist in stehenden oder langsam fließenden Gewässern meist in geringer Wassertiefe auf sandigem oder schlammigem Grund aufzufinden. Es ist wärmeliebend und schwankt von Jahr zur Jahr in der Menge. Diese Pflanze wächst in nährstoffreichen, oft trüben Gewässern (Krausch 1996).



Bild 6. *Najas marina*

5.4 *Potamogeton crispus* (L.)

Potamogeton crispus ist eine Zeigerart der Mosoni Duna 2005, kommt aber nur in 8% der Abschnitte vor. Es ist eine Wasserpflanze mit dünnem Wurzelstock und bis 200 cm langen, verzweigten Stängeln. Die Blätter, welche alle untergetaucht sind, sind länglich, am Rand meist gewellt und kraus. Es kommt vor allem in stehenden und fließenden, nährstoffreichen Gewässern auf humosen Schlammböden vor und ist ein Nährstoffzeiger. *Potamogeton crispus* ist eine Wasserverschmutzung und -trübung gut aushaltende Wasserpflanze und daher oft noch in stärker belasteten Gewässern anzutreffen (Krausch 1996).



Bild 5. *Potamogeton crispus*

5.5 *Potamogeton friesii* (Rupr.)

Auch *Potamogeton friesii* ist stark gefährdet und trat nur in der Mosoni Duna 2005 auf. Es ist eine Unterwasserpflanze und besitzt abgeflachte, leicht verzweigte Stängel, submerse bandförmige Blätter, welche meist büschelartig am Stängel sitzen. Es wird leicht übersehen und wächst bevorzugt in mäßig nährstoffreichen Gewässern, auf sandigem und schlammigem Grund (Casper & Krausch 1980; Krausch 1996).



Bild 3. *Potamogeton friesii*; Quelle: <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Potamogeton-friesii.htm>

5.6 *Potamogeton nodosus* (Poir.)

Potamogeton nodosus ist eine stark gefährdete Pflanzenart und trat überall außer in der Maly Dunaj 1995 auf. Es ist eine Zeigerart an der Maly Dunaj 2011 und an der Mosoni Duna 2005. Es war in der Maly Dunaj in 72% der Abschnitte und in der Mosoni Duna in 58% der Abschnitte anzutreffen. Es kommt in untergetauchten Flussgesellschaften tiefer, basenreicher Gewässer, in Altwässern und Bächen vor und wächst auf humus- und schlammreichen Sand- und Kiesböden (Krausch 1996).



Bild 4. *Potamogeton nodosus*

5.7 *Potamogeton obtusifolius* (Mert. & W.D.J. Koch)

War nur in der Mosoni 2005 aufzufinden und ist stark gefährdet. Es besitzt einen dünnen Wurzelstock und sperrig verzweigte Stängel. Die Blätter sind alle untergetaucht und bandförmig. Kommt bevorzugt in stehenden, zumeist kleineren Gewässern mit mäßig nährstoffreichem, meist klarem Wasser auf humosen Schlammböden vor (Krausch 1996).



Bild 5. *Potamogeton obtusifolius*; Quelle:

<http://193.166.3.2/pub/sci/bio/life/plants/magnoliophyta/magnoliophytina/liliopsida/potamogetonaceae/potamogeton/index.html>

5.8 *Potamogeton pectinatus* (*Stuckenia pectinata*) (L.)

Potamogeton pectinatus ist eine Zeigerart in der Maly Dunaj 1995 und der Mosoni Duna 2011 und kam in beiden in 77% der Abschnitte vor. Es hat einen dünnen kriechenden Wurzelstock. Der Stängel ist meist reich verzweigt. Alle Blätter befinden sich unter der Wasseroberfläche und sind meist fadenförmig. *P. pectinatus* kommt in Seen, Tümpeln, Altwässern, Gräben, Bächen und Flüssen mit stehendem oder fließendem, kalkreichem Wasser, aber auch auf humosen Schlamm- und Sandböden vor. Es besitzt eine große Anpassungsfähigkeit und kommt in nährstoffarmen, kalk-oligotrophen bis hin zu polytrophen und stark verschmutzten Gewässern vor. Es übersteht von allen Laichkraut-Arten die höchste Belastung und ist in stark verschmutzten und trüben Gewässern oft der einzige Makrophyt (Casper & Krausch 1980; Krausch 1996).



Bild 6. *Potamogeton pectinatus*

5.9 *Potamogeton perfoliatus* (L.)

Potamogeton perfoliatus ist eine Zeigerart der Mosoni Duna 2005 und wurde in 79% der Abschnitte aufgefunden. Es besitzt einen kriechenden Wurzelstock. Die Blätter sind untergetaucht und rundlich bis eiförmig, mit herzförmigem Grund der den Stängel umfasst. Es wächst in stehenden und fließenden, meist nährstoffreichen Gewässern, auf schlammigen und auf sandigen Böden. Leichte Verschmutzung und geringe Sichttiefen werden gut von dieser Pflanze ertragen (Casper & Krausch 1980; Krausch 1996).



Bild 7. *Potamogeton perfoliatus*

5.10 *Sagittaria sagittifolia* (L.)

Sagittaria sagittifolia kam in der Maly Duna 1995 und 2011 vor und gilt als stark gefährdet. Es ist eine Sumpfpflanze mit unterirdischen knollenartigen Ausläufern und besitzt Unterwasser-, Schwimm- und Luftblätter. Es wächst an Ufern vorwiegend langsam fließender oder stehender, kalk- und nährstoffreicher Gewässer. An Flüssen, Gräben und Kanälen, Seen, Altwässern, Teichen und Tümpeln, meist an ruhigen Stellen am Gewässerrand, auf flach überfluteten Schlammböden mit humosen, sandigen oder reinen Schlammböden vor dem Schilfgürtel oder auf sommerlich trockenfallenden Schlammufeln ist diese Pflanze anzutreffen. Sie erträgt starke Wasserschwankungen und zeigt große Anpassungsfähigkeit im Bezug auf die Standorte. (Casper & Krausch 1980; Krausch 1996).



Bild 8. *Sagittaria sagittifolia*

5.11 *Sparganium erectum* (L.)

Sparganium erectum wurde überall außer in der Maly Dunaj 1995 beobachtet. Laut Roter Liste ist es stark gefährdet. Es ist eine mittelgroße Sumpf- und Uferpflanze mit dickem kriechendem Wurzelstock und hat wenige bandförmige Unterwasserblätter. Die Überwasserblätter wachsen fächerartig schräg aufrecht. Es wächst im Uferbereich stehender und fließender Gewässer auf nährstoffreichen Schlamm Böden, meist in seichten Bereichen (Krausch 1996).



Bild 9. *Sparganium erectum*

6 Diskussion

In beiden Flüssen wurden im gesamten Untersuchungszeitraum 40 Hydrophytenarten gefunden. In der Maly Dunaj wurden 1995 und 2011 gesamt 40 Makrophytenarten kartiert. In der Mosoni Duna waren es 2005 und 2011 22 Arten.

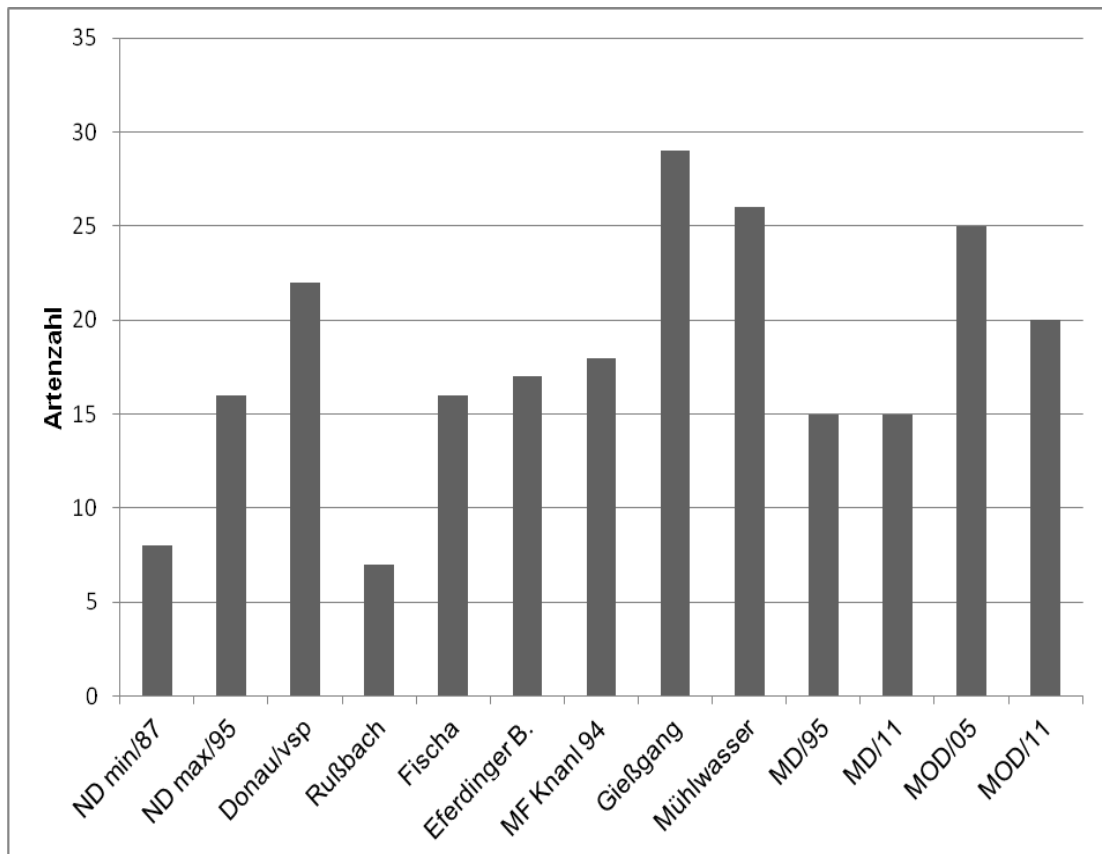


Abb.46: Zahl der in ausgesuchten Gewässern gefundenen Hydrophytenarten. Adaptiert nach: Janauer 1981, Janauer & Wychera 2000 und unpublizierte Daten. ND = Neue Donau (min/max); Donau vsp = Donau Hauptstrom, vaskuläre Arten; Rußbach, Fischa, Eferdinger Becken = regulierte Flusssysteme; MFKanal = Marchfeld Bewässerungskanal mit seminatürlichem Charakter; Gießgang = Au Fließgewässerökosystem mit natürlichen und wiederhergestellten Sektoren; Mühlwasser = Teil eines alten Augewässersystems; MD = Maly Dunaj; MOD = Mosoni Duna;

In Abbildung 1 sind die Artenzahlen verschiedener Fließgewässer Österreichs und der Maly Dunaj und Mosoni Duna zu sehen. Die höchste Artenvielfalt ist in Gießgang und Mühlwasser zu erkennen. Diese werden gefolgt von der Mosoni Duna 2005. Eine hohe Artenzahl lässt sich auch in der Mosoni Duna 2011 erkennen. Die Werte der Maly Dunaj liegen in beiden Jahren im mittleren Bereich. Gießgang und Mühlwasser sind Augewässersysteme. Der Gießgang ist

ein ständig fließendes von der Donau dosiertes und Grundwassergespeistes Gewässer mit vielen aber nicht zu hohen Stauhaltungen. Der Gießgang ist also in vielen Abschnitten langsam bis gar nicht fließend. Hochwässer gehen aber durch, Das Mühlwasser ist praktisch stehend mit Grundwasserzufluss aus der Neuen Donau und in kleiner Menge aus der Alten Donau. In diesem Gewässer gibt es aber keinen Hochwassereinfluss. Da beide Flüsse Grundwassergespeist sind und wenig bis gar nicht fließen haben sie in diesem Vergleich die höchsten Artenzahlen. In den regulierten Flusssystemen waren geringere Artenzahlen zu verzeichnen (Janauer 1981, Janauer & Wychera 2000 und unpublizierte Daten). Maly Dunaj und Mosoni Duna sind teilweise, vor allem nach Győr, verbaut. Sie besitzen jedoch auch unverbaute Teile und Refugialräume für Pflanzen z.B. kleine Buchten. Deshalb und wegen ihrer Länge wird hier auch eine hohe Artenvielfalt vorgefunden.

Der Anteil der konstanten Arten liegt im Vergleich der beiden Jahre bei 50% in der Maly Dunaj und 55,3% in der Mosoni Duna.

In Tabelle 1 ist ein Vergleich anderer mehrjähriger Untersuchungen mit den Kartierungen der beiden Flüsse zu sehen. Hier fällt auf, dass der Anteil der konstanten Arten relativ hoch ist. Als Fluss mit der höchsten Prozentzahl der konstanten Arten erweist sich der Klatovske Rameno (SK), welcher ein Seitenarm der Maly Dunaj ist. Der Klatovske Rameno ist ein Grundwasser gespeister, größtenteils unverbauter Fluss. Dieser Umstand erklärt die hohe Anzahl an konstanten Arten. Der Katovske Rameno wird gefolgt von Mosoni Duna und Maly Dunaj. Auch bei einer mehrmaligen Kartierung der Friedberger Au (DE), welche grundwassergespeist ist, ist ein großer Anteil konstanter Arten zu finden. (Veit et al. 2002.) Bei dieser Untersuchung wurde allerdings auch ein größeres Gebiet kartiert, als bei den anderen Untersuchungen, welches daher auch die unterschiedlichsten Bedingungen aufweist. Fließgewässerbereiche, die in einem oder mehreren Standortfaktoren Gradienten aufweisen, werden immer höhere Artenzahlen haben als ökologisch einheitliche Fließstrecken (Veit et al. 2002). Der untere Teil der Neuen Donau hat im Vergleich den geringsten Anteil an konstanten Arten. Die meisten Arten der Neuen Donau sind Pflanzen welche in beruhigten Gewässern wachsen und die Belastung der Wasserschwankungen beim Öffnen des Wehres nicht standhalten (O'ahel'ová

et al. 2007, Janauer & Wychera 2000, Janauer 2006, JDS 2, ICPDR; Janauer et al., 2008)

Tabelle 5. Prozentuelle Auflistung konstanter und variabler Hydrophytenarten an sechs Gewässern über mehrere Jahre;
konstante Arten = in mehr als 80% der Jahre vorkommend, JSD = Joint Danube Survey; Tno= totale Artenzahl; (Oťaheřová et al. 2007, Janauer & Wychera 2000, Janauer 2006, JDS 2, ICPDR; Janauer et al., 2008)

Gewässer	Tno	% konstant	% variabel
JDS 1 (2001) - JDS 2 (2007)	48	47.9	52.1
New Danube UI (1995 - 2007)	17	41.2	58.8
New Danube LI (1988 - 2007)	22	27.3	72.7
Rosskopf (1987/1993/1994/2009)	31	41.9	58.1
Klatovske rameno (1996/2005)	27	70.4	29.6
Maly Dunaj (1995/2011)	22	50	50
Mosoni Duna (2005/2011)	38	55.3	44.7

6.1 Mosoni Duna 2005

In den ersten Abschnitten wurden nur zwei Arten vorgefunden. Je weiter flussabwärts desto mehr Arten traten auf. Die höchste Artenvielfalt konnte in Györsamoly festgestellt werden. Dort waren 24 verschiedene Arten vertreten. Flussab von Györ wurde wieder einen Rückgang der Artenvielfalt vermerkt. Es waren sieben stark gefährdete Pflanzenarten vertreten.

Das obere Drittel des Flusses wurde von *P. australis*, *P.perfoliatus*, *P. nodosus* und *B. umbellatus* dominiert. *P. perfoliatus* und *B. umbellatus* sind laut Indicator Species Analysis (ISA) Zeigerarten, traten in 78% bzw. 89% der Abschnitte auf und dominierten das Flussbild. *P.perfoliatus* und *P. australis* kommen gut mit hohen Nährstoffkonzentrationen zurecht. *B. umbellatus* verträgt kurzzeitige Austrocknung. Es sind also Arten welche auch gut mit nicht optimalen Bedingungen zurechtkommen. Alle drei Arten leben bevorzugt an stehenden bzw. langsam fließenden Gewässerabschnitten (Krausch 1996).

P.obtusifolius gehört zu den stark gefährdeten Pflanzen. Es ist anzunehmen dass diese Art nur im oberen Drittel vorzufinden war da sie zu große Nährstoffeinträge und Wasserschwankungen nicht gut aushält und der Durchfluss im oberen Flussabschnitt reguliert ist (Krausch 1996).

Im mittleren Drittel kam noch *Iris pseudacoris* als dominierende Art dazu. *Hydrocharis morus ranae* und *Potamogeton friesii* traten erst im mittleren und unteren Flussdrittel auf.

Alisma lanceolata, *E.palustris*, *N.marina* und *L.gibba* traten erst im untersten Flussdrittel auf. *S.sagittifolia* wurde bis zum mittleren Flussdrittel nur in einem Abschnitt gefunden. Danach war es eine der dominierenden Arten.

P.nodosus und *S.sagittifolia* sind stark gefährdete Arten hatten aber ein hohes Vorkommen und gehörten zu den Arten die das Flussbild prägten. Auch *S.erectum*, welches als stark gefährdet eingestuft ist, wurde im ganzen Fluss vorgefunden.

Gesamt wurden 2005 mit der ISA 12 Zeigerarten nachgewiesen. Die statistischen Analysen zeigten einen hohen Simpson Index und einen niedrigen Berger Parker Index. Das deutet auf eine hohe Diversität und wenig Dominanz einzelner Arten hin.

6.2 Mosoni Duna 2011

In der Mosoni Duna waren vier laut Niklfeld (1999) stark gefährdete Arten vertreten. Am Beginn des Flusses wurden nur drei Arten kartiert. Je weiter Flussabwärts die Kartierung kam, desto mehr Arten wurden gefunden. Dieser Anstieg der Artenzahlen war bis Győr zu verzeichnen. Danach kam es wieder zu einer Abnahme.

Im gesamten Fluss waren *B.umbellatus*, und *P.australis* dominierend. Bei einer Untersuchung des Mittelwasser 2001, 2002 und 2003 bei Linz, trat *B.umbellatus* nur 2011 auf. Nach dem Hochwasser 2002 war sie verschwunden. Dies lässt darauf schließen, dass *B.umbellatus* als Pflanze beruhigter Bereiche keine starken Wasserschwankungen aushält (Strausz 2006).

Bidens triparas und *Phalaris arundinacea* wurden zu Beginn des Flusses und im unteren Flussdrittel vorgefunden. *B.triparia* ist eine nährstoffliebende am Ufer wachsende Pflanze (Krausch 1996). Da sie am Ufer wächst machen ihr

die schnelleren Fließgeschwindigkeiten in den verbauten Bereichen nichts aus, deshalb wächst sie auch in diesen Bereichen gut. Außerdem sind in den Stadtgebieten weniger überhängende Bäume, was mehr Licht und somit mehr Uferpflanzen zulässt.

Potamogeton natans und *Alisma plantago* traten nur im mittleren Flussdrittel auf. *P.pectinatus* ist laut ISA eine Zeigerart und wurde in 77% der Abschnitte kartiert, trat aber erst im zweiten Flussdrittel auf. Es verfügt über eine hohe Anpassungsfähigkeit und kommt auch in verschmutzten Gewässern und bei geringen Sichttiefen vor (Krausch 1996). Die meisten Arten waren am Ende des zweiten Flussdrittels vorzufinden. Dieser Teil ist eine stark mäandrierende Strecke.

Utricularia vulgaris, *Veronica angalis aquatica*, *B.erecta* und *Oenanthe aquatica* kamen nur in einem Abschnitt im unteren Flussdrittel vor. *Salvinia natans* *Najas marina*, *S.sagittifolia*, *S.erectum* *Stachys palustris*, *S.emersum*, *Schoenoplectus lacustris* und *Rannunculus fluitans* traten auch erst im unteren Flussdrittel auf. *N.marina* ist laut ISA eine Zeigerart und kam in 5% der Abschnitte vor. *R.fluitans* ist vorwiegend in stark strömenden Bereichen zu finden.

P.nodosus welches als stark gefährdete Art eingestuft ist, war bis Győr im gesamten Fluss vorzufinden. *S.erectum* und *H.morus ranae* welche auch zu den stark gefährdeten Arten zählen waren nur im oberen Teil des mittleren Drittels des Flusses vertreten. Keine der stark gefährdeten Arten wurde nach Győr vorgefunden, da alle in der Mosoni Duna vorkommenden stark gefährdeten Arten keine starken Strömungsgeschwindigkeiten tolerieren und es sich in diesem Flussabschnitt um einen Verbauten Bereich handelt.

2011 gab es vier Zeigerarten. Ein hoher Simpson Index und ein niedriger Berger Parker Index lassen auf eine hohe Diversität schließen.

6.3 Vergleich Mosoni Duna 2005/2011

Die MRPP Analyse zeigte höchst signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung der beiden Jahre. Die Simpson Diversitäts Indices unterschieden sich nicht signifikant, aber der Berger Parker Index war 2011 signifikant höher als 2005. Das zeigt, dass die Diversität 2011 gleich hoch war wie 2005. Die Dominanz einzelner Arten jedoch war 2011 signifikant höher.

Die dominierenden Arten in beiden Jahren waren *B.umbellatus*, *P.australis* und *P.nodosus*. 2005 wurden sieben stark gefährdete Arten vorgefunden. 2011 waren es nur noch vier. *P.australis* war auch bei einer Kartierung der Lobau 2009 eine der Arten, die häufig in vom Damm geschützten Arealen auftraten (Strausz 2009). Das unterstützt die Aussage, dass *P.australis* eine Pflanze ist, die bevorzugt am Rand von nur langsam fließenden Gewässern vorkommt (Krausch 1996). Dies lässt wiederum darauf schließen, dass in der Mosoni Duna viele solcher Stellen vorhanden sind.

C.demersum und *M.spicatum*, welche in einer Untersuchung der Neuen Donau zwischen 1987 und 1997 (Janauer und Wycera 2000) konstante Arten waren, wurden auch in der Mosoni Duna in beiden Jahren gefunden.

E.palustris, *P.friesii* und *P.otusifolius* waren 2011 nicht mehr aufzufinden. *P.friesii* ist eine Art, die Eutrophierung nur schwer verkraftet (Krausch 1996). Laut einer Arbeit von Janauer (2010), die Daten des Joint Danube Survey verwendet, ist *P.friesii* als Pflanze stehender Gewässer einzustufen. Auch wenn sich die chemischen Werte zwischen 2005 und 2011 verbessert haben, kann es sein, dass es genau in den Teilen in dem diese Art wuchs eine kurzzeitige Erhöhung der Werte stattgefunden hat. Das zeigt, dass das Verschwinden dieser Art von verschiedenen Einflüssen herbeigeführt worden sein kann. Anthropogen verursachte punktuelle und diffuse Einleitungen können zu raschen Veränderungen von Flora und Fauna eines Gewässers führen (Kohler et al. 1992)

6.4 Maly Dunaj 1995

1995 war nur eine der auftretenden Arten laut Niklfeld als stark gefährdet einzustufen (*S.sagittifolia*). Im oberen Flussabschnitt waren die wenigsten Arten vorzufinden. Die Artenvielfalt steigerte sich bis zur Mitte des unteren Flussabschnittes, danach war wieder ein Rückgang zu verzeichnen.

Die dominierenden Arten waren *B.umbellatus*, *L.minor*, und *P.pectinatus*. *L.minor* und *B.umbellatus* sind Pflanzen langsam fließender bzw. stehender Gewässer. *L.minor* wächst vorzugsweise in nährstoffreichen Gewässern (Krausch 1996). *P.pectinatus* ist eine Zeigerart, welche hohen Belastungen standhält (Kasper & Krausch 1980), und in 77% der Abschnitte zu finden war. *P.pectinatus* war auch bei einer Kartierung des Klatovske Rameno 1996 und 2005 eine der dominierenden Arten (Ořaheřová et al. 2007).

Potamogeton crispus, welches warme, seichte nährstoffreiche Gewässer bevorzugt (Krausch 1996), war im oberen und unteren Flussdrittel vertreten.

P.perfoliatus, *S.sagittifolia* und *S.emersum* waren ab dem mittleren Flussabschnitt vorzufinden.

Nuphar lutea, *P.lucens* und *P.pusillis* waren nur im unteren Flussdrittel zu finden, wobei *P.lucens* nur in einem und *P.pusillis* nur in zwei Abschnitten zu finden war.

6.5 Maly Dunaj 2011

2011 waren drei stark gefährdete Arten (Niklfeld 1999) vertreten. Vor Bratislava wurden nur zehn Arten kartiert. Danach gab es eine langsame Zunahme in der Artenzahl. Die meisten Arten befanden sich im mittleren Flussdrittel. Danach ging das Artenspektrum wieder zurück.

Das Flussbild wurde dominiert von *Ceratophyllum demersum*, *N.marina* und *P.nodosus*. *P.nodosus* ist als stark gefährdet eingestuft und anhand der ISA eine Zeigerart. Es kam in 72% der Abschnitte vor.

L.minor hatte in der ersten Hälfte des Flusses hohes Vorkommen, dann war es erst wieder so wie auch *P.pusillis* im unteren Flussdrittel vorzufinden.

N.marina und *Carex ripparia* waren erst ab dem mittleren Flussabschnitt vorzufinden. *Epilobium hirsutum* und *S.erectum* kamen jeweils nur in zwei Abschnitten und *T.angustifolia* nur in einem Abschnitt im mittleren Flussabschnitt vor.

Mentha aquatica, *N.alba*, *P.crispus*, *E.nuttalii*, *S.sagittifolia* und *Thypha angustifolia* waren erst im unteren Flussdrittel vertreten. Auch *Persicaria mitis* welche vorwiegend an warmen Ruderalstellen am Ufer wächst, wurde nur im unteren Flussabschnitt vorgefunden.

Die drei als stark gefährdet eingestuften Arten, zeigten alle unterschiedliches Vorkommen. *P.nodosus* ist eine im ganzen Fluss stark vertretene Art, während *S.erectum* nur in zwei Abschnitten im mittleren Drittel vorkam. *S.sagittifolia* war im mittleren und unteren Flussdrittel aufzufinden.

6.6 Vergleich Maly Dunaj 1995/2011

2011 wurden zwei Hydrophytenarten mehr nachgewiesen. Auch bei einer Kartierung des Klatovske Rameno, der ein Seitenarm der Maly Dunaj ist, nahm die Zahl der Arten von 1996 bis 2005 zu (Ořahelová et al. 2007).

1995 wurde nur eine stark gefährdete Art kartiert (*S.sagittifolia*), 2011 waren es drei. *S.sagittifolia* weist eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Standorte auf. Dies könnte ein Grund sein warum sie 1995 die einzige der stark gefährdeten Arten war, die damals nachgewiesen werden konnte. 2011 kamen noch *P.nodosus* und *S.erectum* vor. Bei einer Kartierung der Oberen Lobau 2009 gehörten *S.sagittifolia* und *S.erectum* zu den dominierenden Arten in dem vom Damm geschützten Bereich (Strausz et al. 2009). Beide wurden auch in der Maly Dunaj an strömungsgeschützteren Bereichen aufgefunden. Dies lässt darauf schließen, dass sie sich hauptsächlich in Bereichen mit geringer Strömungsgeschwindigkeit ansiedeln.

Die statistische Analyse gab höchst signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung. Die Diversität blieb gleich, aber die Dominanz stieg signifikant. 2011 waren die Abschnitte kürzer und wenn man nur die erneut kartierten Teile vergleicht, ergeben sich 2011 mehr Abschnitte als 1995.

2011 wurde das Flussbild von *C.demersum*, *N.marina* und *P.nodosus* dominiert. Auch *P.australis* war 2011 stärker vertreten als 1995. Dies könnte daran liegen, dass *P.australis* eine Stickstoff liebende Pflanze ist und sich die Wasserqualität in den 16 Jahren doch um einiges verbessert hat. Auch das 2011 vermehrte Auftauchen von stark gefährdeten Pflanzen könnte dadurch erklärt werden.

C.demersum, das in einer Untersuchung der Neuen Donau zwischen 1987 und 1997 (Janauer und Wycera 2000) eine konstante Art war, wurde in der Mosoni Duna in beiden Jahren gefunden.

6.7 Vergleich Mosoni Duna 2011 & Maly Dunaj 2011

In der Maly Dunaj wurden fünf Hydrophytenarten mehr gefunden als in der Mosoni Duna. Vier der in der Mosoni Duna kartierten Arten waren als stark gefährdet einzustufen. In der Maly Dunaj waren es drei Arten. Einer Untersuchung von Strausz (2009), in welcher fünfzehn Wasserkörper im Einzugsgebiet der Donau untersucht wurden, ist zu entnehmen, dass die Anzahl der gefährdeten Arten mit der Zunahme der Fließgeschwindigkeit abnimmt. Dies könnte auch der Grund für die Unterschiede zwischen Maly Dunaj und Mosoni Duna erklären, da es sich bei den meisten hier gefundenen gefährdeten Arten, um Arten bevorzugt beruhigter Gewässer handelt. In einer Untersuchung der Lobau, in der mehrere verschiedene Wasserkörper mit verschiedenen Anbindungen untersucht wurden, wurden ähnliche Ergebnisse erhalten. Auch hier wuchsen mehr Arten, vor allem auch mehr gefährdete (Niklfeld 1999) Arten in den stärker beruhigten Untersuchungsabschnitten (Strausz et al.2009).

Der Permutationstest ergab, dass beide Flüsse in ihrer Artenzusammensetzung signifikant unterschiedlich sind. Beide Flüsse zeigen einen hohen Simpson Index. Der Simpson Index der Mosoni Duna ist aber signifikant höher als der der Maly Dunaj. Der Berger Parker Index beider Flüsse ist niedrig, aber nicht signifikant unterschiedlich. Das zeigt, dass beide Flüsse eine hohe Diversität aufweisen, die Mosoni Duna jedoch eine höhere Diversität an den Tag legt. Diese liegt wahrscheinlich an der höheren Schwebstofffracht, die in die Maly Dunaj von der Donau her eingetragen wird. Wassertrübung und eben-

so Ablagerung von Schwebstoffen auf Wasserpflanzen beeinträchtigen die Photosynthese und führen zum Rückgang der Makrophyten (Kohler et al. 1989). Außerdem weist die Maly Dunaj einen gering höheren Durchfluss aus, was auch Auswirkungen auf die Pflanzengesellschaften hat. Laut Janauer (2010) nimmt das Artenspektrum wie auch die Simpson Diversity mit der Fließgeschwindigkeit ab. Der Berger Parker Index nimmt mit steigender Fließgeschwindigkeit zu, da in diesen Bereichen dann Pflanzen dominieren, die damit gut zurechtkommen, wie zum Beispiel *Ranunculus fluitans*.

Die chemischen Werte der beiden Flüsse ähneln einander, wobei die Nährstoffbelastung der Maly Dunaj etwas geringer ist als die der Mosoni Duna.

Trotz der unterschiedlichen Artenzahlen der Flüsse ähneln sie sich in der zahlenmäßigen Verteilung von Arten entlang des Flusslaufes. In beiden lässt sich eine Zunahme der Arten vom Beginn bis zum mittleren Drittel des Flusses erkennen. Hier befanden sich die meisten Arten. Danach kam es wieder zu einer Abnahme.

8 Zusammenfassung

In der Maly Dunaj 1995 und 2011 sowie der Mosoni Duna 2005 und 2011 zeigt sich eine ähnliche Verteilung der Artenzahlen über den Flussverlauf. An beiden Flüssen waren im oberen Abschnitt wenige Pflanzenarten vorzufinden. Danach konnte eine Zunahme bis zum Ende des mittleren Drittel der beiden Flüsse nachgewiesen werden und dann wieder ein Rückgang der Artenzahlen. Dies liegt daran, dass in beiden Flüssen im oberen und unteren Flussabschnitt Verbauungsmaßnahmen vorgenommen wurden und so der Fluss keinen natürlichen Charakter mehr besitzt. Dies schließt auch Begradigungen und Uferregulierungen ein, was u.a. zu einer höheren Fließgeschwindigkeit führt.

Die Mosoni Duna zeigt sowohl eine höhere Zahl an Hydrophyten-Arten, als auch eine höhere Diversität. Dies liegt wahrscheinlich an der niedrigeren Schwebstofffracht, die die Mosoni Duna gegenüber der Maly Dunaj erhält, da ihr Wasser im heutigen Zustand aus dem Cunovo-Reservoir zugeleitet wird. 2011 wurde an beiden Flüssen mehr Augenmerk auf die Kartierung der Ufer- und Röhricht-Arten gelegt, deshalb wurden diese auch nicht zur statistischen Analyse herangezogen.

Im Laufe der Jahre gab es an Mosoni Duna und Maly Dunaj zwar eine Veränderung in der Artenzusammensetzung, aber keine Änderung der Diversität. In Abschnitten mit geringer Fließgeschwindigkeit (kleine Buchten, Zu- und Abflüsse) kam es zu einer höheren Artenvielfalt und zum Vorkommen von im restlichen Fluss nicht vorkommenden Arten. In den mäandrierenden Teilen der beiden Flüsse war die Fließgeschwindigkeit geringer, deshalb wuchs dort eine größere Zahl verschiedener Pflanzen. In verbauten Flussabschnitten ging die Diversität drastisch zurück.

Fast alle vorgefundenen Pflanzenarten sind flexibel oder Nährstoff liebend. Räumliche Verbreitungsmuster von Wasserpflanzen sind in vielen Fällen Ausdruck des Trophiegrades von Gewässer (Kohler et.al 1989). In der vorliegenden Untersuchung lassen sich die Unterschiede in der Artenzusammensetzung

in den einzelnen Flussteilen eher auf die Fließgeschwindigkeit zurückführen. Viele gefährdete Pflanzen finden geeignete ökologische Nischen in gestörten und von Menschen gemachten Habitaten (Ořaheřová & Valachovič 2006).

Die wenigen Arten, die höhere Fließgeschwindigkeiten aushalten, wie zum Beispiel *R.fluitans* wurden vorwiegend in nicht so stark mäandrierenden Flussabschnitten gefunden. Die meisten Makrophyten sind ab einer Fließgeschwindigkeit von 1 m s^{-1} nicht mehr präsent (Janauer et al.2009).

Flussbegradigungen führen zu einem Rückgang der Diversität (Rambaud et al.2009). Will man also etwas für den Schutz der Pflanzen, vor allem der gefährdeten Pflanzen tun sollte das bedacht werden. Viele aquatische Makrophyten vertragen keine hohen Fließgeschwindigkeiten. Deshalb ist es wichtig auch an verbauten Strecken strömungsgeschützte Refugien für sie zu bilden. Um genauere Aussagen zu machen müssten noch weitere Untersuchungen in kürzeren Intervallen vorgenommen werden, denn die Kenntnis mittelfristiger Tendenzen in der Entwicklung der Wasserpflanzenpopulation lässt Prognosen über ihre Gefährdung zu und erlaubt es, rechtzeitig geeignete Maßnahmen für ihren Schutz und für das Biotopmanagement einzuleiten (Kohler et.al 1989, 1992).

9 Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Übersichtskarte des gesamten Untersuchungsgebietes Mosoni Duna und Maly Dunaj;	9
Abb. 2: Karte der Abschnittsgrenzen an der Mosoni Duna 2005	10
Abb.3: Karte der Abschnittsgrenzen der Mosoni Duna 2011	11
Abb. 4: Karte der abschnittsgrenzen der Maly Duanj 1995	12
Abb.5: Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecken	13
Abb. 6: Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 1	14
Abb. 7: Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 2	15
Abb. 8: Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 3	16
Abb.9: Maly Dunaj 2011; Karteierte Teilstrecke 4	17
Abb. 10: Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 5	18
Abb.11: Maly Dunaj 2011; Kartierte Teilstrecke 6	19
Abb. 12. Pegelstände (Höhenmeter über der Ostsee) an vier Messstellen (Bacsa, Mecser, Mosonmagyaróvár und Rajka) an der Mosoni Duna 2005	25
Abb.13. Pegelstände (Höhenmeter über der Ostsee) an vier Messstellen (Bacsa, Mecser, Mosonmagyaróvár und Rajka) an der Mosoni Duna 2011	26
Abb. 14. Wochenmittel Durchflusses [m^3s^{-1}] an zwei Messstellen (Rajka und Mecser) an der Mosoni Duna 2005	27

Abb. 15. Wochenmittel des Durchflusses [m^3s^{-1}] an zwei Messstellen (Rajka und Mecser) an der Mosoni Duna 2011; Q = Durchfluss	28
Abb. 16. Wochenmittel des Durchflusses [m^3s^{-1}] an zwei Messstellen (Trstice und Male Palenisko) an der Maly Dunaj 2010	32
9	
Abb. 17. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 1995	47
Abb. 18. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (exklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 1995	47
Abb. 19. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 2011	48
Abb. 20. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (exklusive Helophyten) am Artenbestand der Maly Dunaj 2011	48
Abb. 21. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2005	49
Abb. 22. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (exklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2005	49
Abb. 23. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2011	50
Abb. 24. Prozentueller Anteil der Wuchs- Lebenformen (inklusive Helophyten) am Artenbestand der Mosoni Duna 2011	50
Abb. 25. Verteilungsdiagramm Mosoni Duna 2005	54
Abb. 26. Verteilungsdiagramm Mosoni Duna 2011	55
Abb. 27. Verteilungsdiagramm; Maly Dunaj 1995; gesamte Länge	56

Abb. 28. Verteilungssdiagramm; Maly Dunaj 1995; Teilstrecken welchen den 2011 erneut kartierten Strecken entsprechen	57
Abb. 29. Verteilungsdiagramm; Maly Dunaj 2011; Teilstrecken	58
Abb.30. RPM der einzelnen Arten des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2005	59
Abb.31. RPM der einzelnen Arten des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2011	59
Abb.32. RPM der einzelnen Arten des Standortes Maly Dunaj (gesamte Länge) 1995	60
Abb.33. RPM der einzelnen Arten der 2011 erneut kartierten Strecken des Standortes Maly Dunaj 1995	60
Abb.34. RPM der einzelnen Arten der 2011 erneut kartierten Strecken des Standortes Maly Dunaj 2011	61
Abb. 35. Mittlere Mengenindices des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2005	61
Abb. 36. Mittlere Mengenindices des Standortes Mosoni Duna (gesamte Länge) 2011	62
Abb. 37. Mittlere Mengenindices der einzelnen Arten des Standortes Maly Dunaj (gesamte Länge)1995	62
Abb. 38. Mittlere Mengenindices der 2011 erneut kartierten Strecken des Standortes Maly Dunaj 1995	63
Abb. 39. Mittlere Mengenindices der er einzelnen Arten des Standortes Maly Dunaj 2011	63
Abb. 40. Boxplot des Simpson Index 1-D der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj und Mosoni Duna 2011	70

Abb.41. Berger-Parker Index der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj und Mosoni Duna 2011 71

Abb. 42. Boxplot des Simpson Index 1-D der Pflanzengesellschaften der Mosoni Duna 2005 und 2011 72

Abb. 43. Boxplot des Berger-Parker Index der Pflanzengesellschaften der Mosoni Duna 2005 und 2011 72

Abb. 44. Boxplot des Simpson Index 1-D der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj 1995 und 2011 74

Abb. 45. Boxplot des Berger-Parker Index der Pflanzengesellschaften der Maly Dunaj 1995 und 2011 75

Abb.46: Zahl der in ausgesuchten Gewässern gefundenen Hydrophyten –arten 87

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Wuchsformen und Makrophytenvorkommen Maly Duanj (1995 & 2011) und Mosoni Duna (2005 & 2011)	39
--	----

Tabelle 2. Tabelle der Indikator Pflanzen der Maly Dunaj 2011 und Mosoni Duna 2011	67
--	----

Tabelle 3. Tabelle der Indikator Pflanzen der Mosoni Duna 2005 und 2011	68
---	----

Tabelle 4. Tabelle der Indikator Pflanzen der Maly Dunaj 1995 und 2011	69
--	----

Tabelle 5. Prozentuelle Auflistung konstanter und variabler Hydrophyten - arten an sechs Gewässern über mehrere Jahre	89
---	----

11 Quellen

- Austrian Standards Institute (ON) 2012, Wasserbeschaffenheit — Anleitung für die Untersuchung aquatischer Makrophyten in Fließgewässern
- Baatrup-Pedersen, A., Riis, T., 1999. Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams. *Freshwater Biology*, 42, 375-385
- Casper, S.J., Krausch, H.D., 1980. Pteridophyta und Anthophyta. Gustav Fischer, Jena, 942
- Cook, C.D.K., 1973. New and noteworthy plants from the northern Italian rice-fields. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 1, 83, 54 – 65
- Croft, M.V., Chow-Fraser, P., 2009. Non-random sampling and its role in habitat conservation: a comparison of three wetland macrophyte sampling protocols. *Biodivers Conserv.* 18, 2283–2306
- Hammer, Ø., 2012. Paleontological Statistics Version 2.15 Reference manual. Natural History Museum. University of Oslo.
<http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Heindl, E., 1997. Mathematische Entsprechung der Schätzstufen für die Pflanzenmenge nach Kohler. Diplomarbeit. Universität Wien.
- Hrivnák R. et al. 2006. Hrivnák, R., Oľahel'ová, H, Jarolímek, I., 2006 Diversity of aquatic macrophytes in relation to environmental factors in the Slatina river (Slovakia). *Biologia, Bratislava* 4, 61, 413 - 419
- Hulman, R., Šajgalík, J., Vámoš, F., 1974. Geotechnické pomery výstavby Petržalky. *Mineralia Slovaca*. 6, 41–53.
- ICPDR International Commission for the Protection of the Danube River in cooperation with the countries of the Danube River Basin District, 2005. The Danube River Basin District.
- Janauer, G.A., 1981, Die Zonierung submerser Wasserpflanzen und ihre Beziehung zur Gewässerbelastung am Beispiel der Fische (Niederösterreich). *Verh. Zoobot. Ges.Österr.* 120, 73-98
- Janauer et al. 1993. Janauer, G.A., Zoufal, R., Christof-Dirry, P., Englmeier, P., Neue Aspekte der Charakterisierung und vergleichenden Beurteilung der Gewässervegetation. *Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim*, 2, 59 – 70
- Janauer, G.A., Heindl, E., 1998. Die Schätzskala nach Kohler: Zur Gültigkeit der Funktion $f(x) = ax^3$ als Maß für die Pflanzenmenge von Makrophyten. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich*, 135, 117-128

- Janauer, G.A., Wycera, U., 2000. Biodiversity, succession and the functional role of macrophytes in the New Danube (Vienna, Austria). *Arch Hydrobiol* 1, 135, 51-74
- Janauer, G.A. 2006. Ecohydrological control of macrophytes in floodplain lakes. *Ecohydrology and Hydrobiology* 6, 19-24.
- Janauer, G.A., Schmidt, B., Greiter, A., 2008. Macrophytes. In: Liska, I., Wagner, F., Slobodnik, J. (Eds.), *Joint Danube Survey 2—Final Scientific Report*. International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, Austria.
- Janauer et al. 2010. Janauer, G.A., Schmidt-Mumm, U., Schmidt, B., Aquatic macrophytes and water current velocity in the Danube River. *Ecological Engineering*, 36, 1138–1145
- Kohlbauer, R., 2008. Saisonale Biomasseentwicklung von Makrophyten und deren Bezug zur Phytoplanktonentwicklung in den Gewässern der Lobau. Diplomarbeit. Universität Wien.
- Kohler et al. 1971. Kohler, A., Vollrath, H., Beisl, E., Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). *Arch hydrobiol.* 3, 69, 343-565
- Kohler et al. 1989. Kohler, A., Warnek, L., Zeltner, G.H., Veränderungen von Flora und Vegetation in kalkreichen Fließgewässern der Friedberger Au von 1972 bis 1987. *Arch. Hydrobiol.* 3, 83, 407-451
- Kohler et al. 1992. Kohler, A., Lang, E. B., Zeltner G.H. 1992. Veränderungen von Flora und Vegetation in den Fließgewässern Pfreimd und Naab (Oberpfälzer Wald) 1972 bis 1988. *Ber. Inst. Landeskultur Pflanzenökologie Univ. Hohenheim*, 1, 72-138
- Kohler, A., Schiele, S., 1985. Veränderung von Flora und Vegetation in den kalkreichen Fließgewässern der Friedberger Au (bei Augsburg) von 1972 bis 1982 unter veränderten Belastungsbedingungen. *Arch. Hydrobiol.* 2, 103, 137-199
- Krausch, H.D., 1996. *Farbatlas Wasser und Uferpflanzen*. Ulmer ,315
- Lehotský et al. 2008, Lehotský, M., Novotný, J., Grešková, A , Complexity and landscape. *Geografický časopis*, 2, 60, 5-31
- Lehotský et al. 2009, Lehotský, M., Novotný, J., Szmańda, J.B., Grešková, A., A suburban inter-dike river reach of a large river: Modern morpho-

- logical and sedimentary changes (the Bratislava reach of the Danube River, Slovakia). *Geomorphology* 117, 298–308
- Leyer, I., Esche, K., 2007. *Multivariate Statistik in der Ökologie. Eine Einführung*. Springer, Berlin Heidelberg, 221
- Liepolt, R., 1965. *Limnologie der Donau*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 391
- Niklfeld, H., 1999. *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs*. 2. Auflage Austria Medien Service GmbH. Graz, 292
- Otaheľova, H., Valachovic, M., 2002. Effects of the Gabčíkovo hydroelectric station on the aquatic vegetation of the Danube river (Slovakia). *Preslia, Praha*, 74, 323–331
- Otaheľová, H., Valachovič, M., 2006. Diversity of macrophytes in aquatic habitats of the Danube River (Bratislava region, Slovakia). *Thaiszia - J. Bot., Košice*, 16, 27-40
- Otaheľová, H., Hrivnák, R., Valachovič, M., Janauer, G.A. 2007. Temporal changes of aquatic macrophyte vegetation in a lowland groundwater feed eutrophic course (Klátovské rameno, Slovakia). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 76, 141 - 150
- Pall, K., Janauer, G. A., 1995. Die Makrophytenvegetation von Flußstauen am Beispiel der Donau zwischen Fluß-km 2552,0 und 2511,8 in der Bundesrepublik Deutschland. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 101, 91 - 109
- Peck, J.E., 2010, *Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD*. MjM Software Design, Gleneden Beach OR., 162
- Pott, R., Remy, D., 2000. *Gewässer des Binnenlandes*. Ulmer, Stuttgart, 255
- Rotter D., Schratt-Ehrendorfer L., *Geobotanik und Ökologie der Donaualtwässer bei Wien (Wasser- und Verlandungsvegetation)*. *Stapfia* 64. Linz.
- Rambaud et al. 2009. Rambaud, M., Combroux, I., Haury, J. Moret, J., Machon, N., Zavodna, M., Pavoine, S., Relationships between channelization structures, environmental characteristics, and plant communities in four French streams in the Seine–Normandy catchment. *Journal of the North American Benthological Society*, 3, 28, 596-610
- Schlögel, G., 1997. *Die Verbreitung und quantitative Erfassung der Gewässervegetation in der Lobau*. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163, 688
- Smith, T., Smith, R., 2009. *Ökologie*. Pearson Deutschland GmbH, 1008

- Strausz, V., Janauer, G.A., 2007. Impact of the 2002 extreme flood on Aquatic Macrophytes in a former Side Channel of the River Danube (Austria). *Belgian Journal of Botany*, 1, 140, 17-24
- Schwoerbel J. 1993. Einführung in die Limnologie. 8. Auflage. Gustav Fischer, 340
- Tockner et al. 2009, Tockner, K., Uehlinger, U., Robinson, C.T., Rivers of Europe. Academic Press, 728
- Wiegand, G., 1991. Die Lebens- und Wuchsformtypen der makrophytischen Wasserpflanzen und deren Beziehung zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung der Arten. *Tuexenia*, 11, 135 - 147.
- Wilmanns, O., 1989. Ökologische Pflanzensoziologie. 4. Auflage. Quelle und Meyer, 479

Internetquellen

http://wisa.lebensministerium.at/h2o/state.do;jsessionid=63C9F8BF169E0398FF351440A2B43F4A?stateId=FIVE_STEP_QUALITY

Bildquellen

Bild 2. <http://www.british-wild-flowers.co.uk/E-Flowers/Eleocharis%20palustris.htm>

[Abruf 21.6.2012]

Bild 3. <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Potamogeton-friesii.htm>

[Abruf 21.6.2012]

Bild 5. <http://193.166.3.2/pub/sci/bio/life/plants/magnoliophyta/magnoliophytina/liliopsida/potamogetonaceae/potamogeton/index.html>

[Abruf 21.6.2012]

Abstract

The aim of this work was to compare macrophyte assemblages in two side branches of the Danube, Maly Dunaj (SK) and Mosoni Duna (HU), in a temporal and spatial scale. The Mosoni Duna fringes the island of Szigetköz (HU) in the south, whereas the Maly Dunaj leads its course along the island of Zitny ostrov (SK) in the north.

Species and plant mass were estimated following the standard method in Danube countries developed by Kohler. The surveys were carried out in 1995 and 2011 at the Maly Dunaj, and in 2005 and 2011 at the Mosoni Duna. Besides that land use, estimated flow velocity and water depth were recorded also.

At the Mosoni Duna 25 different species were found in 2005, whereas 2011 20 species were recorded. In the Maly Dunaj 1995 13 species were found. In 2011 15 species were detected.

Mosoni Duna also showed a higher number of constant species than Maly Dunaj. A reason for this could be the higher concentration of suspended load and the higher discharge of the Maly Dunaj.

The Simpson Indices of diversity showed no significant differences between the years 2005 and 2011 at the Mosoni Duna. At the Maly Dunaj the situation was different. The statistical analysis showed significant differences of the Simpson Indices of 1995 and 2011.

When comparing the both rivers statistical analysis showed that the diversity of both rivers was high, but significantly different, with a higher diversity at the Mosoni Duna.

At the Mosoni Dunaj 2005 six highly endangered species were found. Only three were recorded in 2011, which were constant species, too. At the Maly Dunaj there was an increase of highly endangered species from one to three in 2011 as compared to 2005. Out of this group *Sagittaria sagittifolia*, found in 1995, also occurred in 2011. In 2011 four endangered species were recorded in the Mosoni Duna. The three endangered species which occurred in the Maly Dunaj also were found in the Mosoni Duna.

The rivers are rather similar in the distribution of species when following the rivers' course, regarding the number of species and their abundance. In the

upper sections a low number of species was recorded. Further downstream a higher number of species were found up to the last sections, where the species number decreased again. The reason therefore is that construction measures were performed at the upper and the lower river sections of the Maly Dunaj and in the lower river sections of the Mosoni Duna. This includes straightening and bank constructions, which leads to a higher flow velocity. Most of the hydrophytes, also the endangered species, prefer growing in water bodies with no or low flow velocity. All species appeared in sections of slow ($5 \leq 30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) or medium flow class ($>31 < 69 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$). The reason of the low species numbers in the upper section of the Mosoni Duna was the smaller width of the river and due to the shading by crown canopy formation of the trees lining the banks.

Macrophyte assemblages vary over the years, even when the environmental factors don't change, essentially. It is very important to carry out investigations and establish time series to record the natural variability of macrophyte composition in rivers.

Abstract

Die Ziele dieser Arbeit waren die Makrophytenzusammensetzungen an zwei Seitenarmen der Donau, Maly Dunaj (SK) und Mosoni Duna (HU), zu untersuchen und sowohl zeitliche als auch örtliche Vergleiche anzustellen.

Arten und Pflanzenmasse wurden mit der Methode nach Kohler, welche die Standardmethode in Donauländern darstellt, aufgenommen. Die Kartierungen wurden 1995 und 2011 an der Maly Dunaj und 2005 und 2011 an der Mosoni Duna durchgeführt. Zudem wurden anliegende Landnutzung, geschätzte Fließgeschwindigkeit und die Wassertiefe aufgenommen.

In der Mosoni Duna wurden 2005 25 verschiedene Arten kartiert, wohingegen 2011 nur 20 Arten gefunden wurden. In der Maly Dunaj wurden 1995 13 und 2011 15 Arten aufgenommen.

Die Mosoni Duna wies mehr konstante Arten auf als die Maly Dunaj. Ein Grund dafür könnte die höhere Schwebstofffracht und der höhere Durchfluss der Maly Dunaj darstellen.

Der Simpson Index zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren 2005 und 2011 an der Mosoni Duna. In der Maly Dunaj hingegen zeigte die statistische Analyse Unterschiede im Simpson Index der Jahre 1995 und 2011.

Die statistische Analyse ergab eine hohe Diversität beider Flüsse, zeigte aber signifikante Unterschiede und eine höhere Diversität der Mosoni Duna.

2005 wurden in der Mosoni Duna sechs stark gefährdete Arten (Niklfeld) gefunden, 2011 waren es nur drei. Diese drei waren konstante Arten. In der Maly Dunaj war ein Anstieg stark gefährdeter Arten zwischen 1995 und 2011 von einer auf drei Arten zu erkennen. *Sagittaria sagittifolia*, welche 1995 vorkam, wurde auch 2011 wieder gefunden. 2011 wurden drei gefährdete Arten in der Maly Duanj und vier in der Mosoni Duna kartiert. Die drei gefährdeten Arten welche in der Mosoni Duna gefunden wurden traten auch in der Maly auf.

Die Flüsse ähneln sich in ihrer numerischen Verteilung der Arten entlang des Flussverlaufes und der Abundanz. Im oberen Flussdrittel wurde nur eine kleine Anzahl an Arten kartiert. Weiter flussabwärts wurde eine höhere Anzahl verschiedener Arten gefunden, bis zum untersten Flussdrittel, in denen die Artenzahlen wieder abnahmen. Der Grund dafür sind Verbauungsmaßnahmen in den oberen und unteren Flussabschnitten der Maly Dunaj und in untersten Flussabschnitten der Mosoni Duna. Diese inkludieren Begradigungen und Uferregulierungen, welche zu höheren Fließgeschwindigkeiten führen. Die meisten der kartierten Hydrophyten, auch die gefährdeten Arten, wachsen bevorzugt in langsam fließenden und stehenden Gewässern. Deshalb wurden alle Arten in Bereichen der langsamen ($5 \leq 30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) und mittleren ($>31 < 69 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) Fließgeschwindigkeitsklasse gefunden. Die geringe Anzahl der kartierten Arten im oberen Flussabschnitt der Mosoni Duna lässt sich mit der geringeren Flussbreite und den sich dadurch ergebenden Kronenschluss der Bäume erklären.

Auch wenn die Hintergrundfaktoren gleich bleiben, verändern sich Makrophytenzusammensetzungen in Flüssen immer wieder stark über die Jahre. Deshalb ist es äußerst wichtig Zeitreihen zu erstellen, um die natürliche Variabilität zu erfassen.

LEBENS LAUF

■ Persönliche Daten

Name: Michaela Leuchtenmüller
Geboren am: 30.06.1984 in Grieskirchen
Familienstand: ledig

■ Ausbildung

2013 Einreichung der Diplomarbeit „Maly Dunaj und Mosoni Duna – Grenzflüsse der Großen und Kleinen Schüttinsel: die Makrophyten-Vegetation zweier Seitenarme der Donau im räumlichen und zeitlichen Vergleich.“

Seit 2011 Jazzgesangstudium am Jam Music Lab

Seit 2005 Diplomstudium Biologie/Ökologie mit Studienzweig Limnologie mit Schwerpunkt Hydrobotanik an der Universität Wien

■ Schulbildung

1999 – 2003 Besuch des Bundesoberstufenrealgymnasium Ried i.I.

1995 – 1999 Besuch der Musikhauptschule Haag am Hausruck

1991 – 1995 Besuch der Volksschule Weibern

■ Praktika

Juli/August 2006 Laborpraktikum bei der Firma VTA Engineering

■ Arbeit

Mai bis September 2005 In der Gastronomie tätig
2007 bis 2012 In der Gastronomie tätig

■ Sprachen

Englisch, Latein

■ Sonstige Qualifikationen

MS Office Kenntnisse

■ Interessen

Lesen, Musik(Jazz), Klavier

Wien, den
16.01.2013