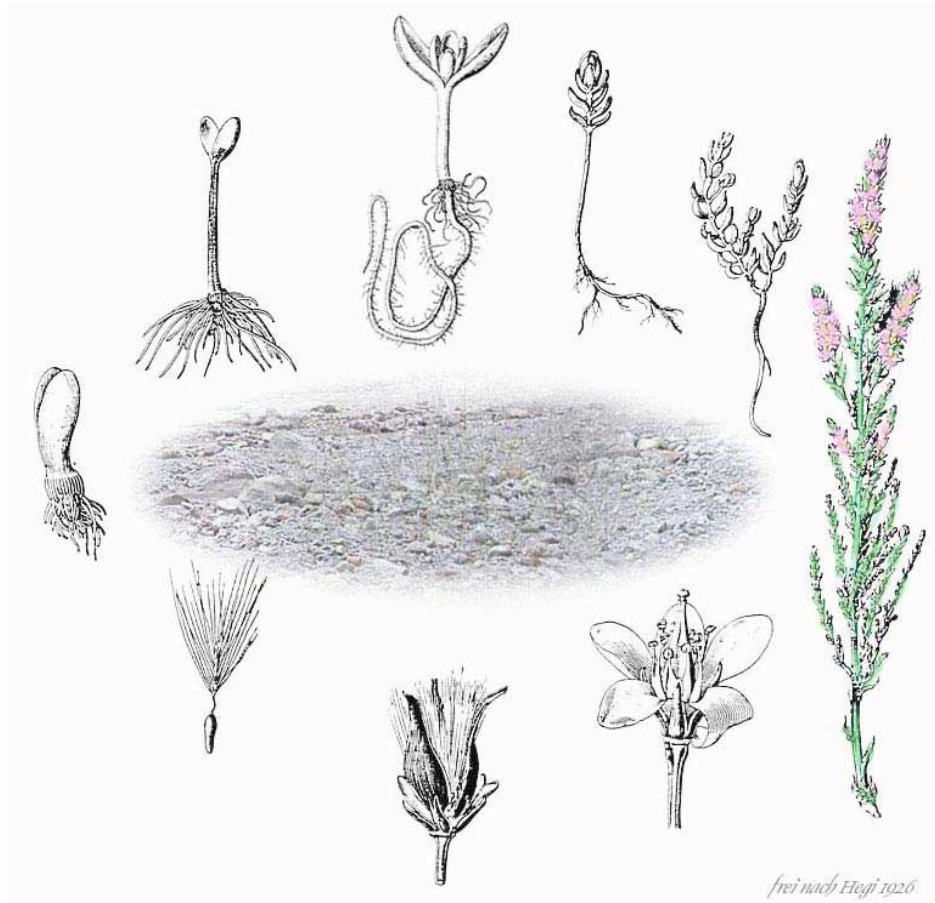


Untersuchungen zur Samenproduktion und -ausbreitung einer Kleinpopulation von *MYRICARIA GERMANICA* an der Sense.

Teilprojekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Integrales Flussgebietsmanagement“



Praktikumsarbeit

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
CH-8903 Birmensdorf

Abgegeben am 31. Oktober 2009

Betreut durch

Prof. Dr. Christoph Scheidegger von der WSL und

Prof. Dr. Thomas Hammer von der IKAÖ Bern

Von Tabea Lanz (Schnottwil/SO)

und Rebecca Stecher (Zug/ZG)

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
1. Einleitung	2
1.1 Allgemein ökologischer Kontext	2
1.2 Kontext „Integrales Flussgebietsmanagement“	3
1.3 Ziele dieser Arbeit.....	7
2. Material und Methoden	8
2.1 Myricaria germanica	8
2.2 Das Untersuchungsgebiet	10
2.3 Historischer Vergleich und Kartierung des Untersuchungsgebietes	12
2.3.1 GPS und GIS	12
2.3.2 Luftbilder, Pixelkarten und Siegfriedkarten	12
2.4 Samenproduktion und -ausbreitung	13
2.4.1 „Samenpotential“ und „Samenpeak“	13
2.4.2 „Samenausbreitung“ durch Wind	16
2.4.3 „Dispersal kernel“	18
2.4.4 „Samenausbreitung“ durch Wasser	19
2.4.5 Verbreitung der „Kohorten“	20
3. Resultate	20
3.1 Historischer Vergleich und Kartierung des Untersuchungsgebietes	21
3.2 Samenproduktion und -ausbreitung	24
3.2.1 „Samenpotential“ und „Samenpeak“	24
3.2.2 „Samenausbreitung“ durch Wind	27
3.2.3 „Dispersal kernel“	32
3.2.4 „Samenausbreitung“ durch Wasser	38
3.2.5 Verbreitung der „Kohorten“	39
4. Diskussion	40
4.1 Historischer Vergleich und Kartierung des Untersuchungsgebietes	40
4.2 Samenproduktion und -ausbreitung	41
4.2.1 „Samenpotential“ und „Samenpeak“	42
4.2.2 „Samenausbreitung“ durch Wind	43
4.2.3 „Dispersal kernel“	47
4.2.4 „Samenausbreitung“ durch Wasser	47
4.2.5 Verbreitung der „Kohorten“	48
5. Schlussfolgerungen.....	49
6. Zusammenfassung.....	51
Dank.....	53
Literaturliste.....	54
Anhang.....	57

Abstract

Myricaria germanica gehört zu den im Schweizer Mittelland stark gefährdeten Pflanzenarten und hat ihren Lebensraum auf Kiesbänken an ökologisch intakten Fließgewässern. An der Sense ist heute nur noch eine kleine Population bei Rufenen zu finden. Innerhalb des Forschungsprogramms „Integrales Flussgebietsmanagement“ untersuchten wir die Samenproduktion und -ausbreitung dieser Kleinpopulation. Die Myricariapopulation weist eine hohe Samenproduktion und eine sehr gute Keimungsrate auf. Es zeigte sich, dass die Myricariasamen sowohl durch den Wind, als auch durch Wasser grosse Distanzen zurücklegen können und die Pflanze scheinbar ein grosses Ausbreitungspotential besitzt. Die Ausbreitung, „Keimung“¹ und „Etablierung“² kann aber durch das Fehlen von geeigneten Standorten, so wie durch bestimmte Standortbedingungen und verschiedene Umwelteinflüsse vermindert werden. Ein langfristiges Bestehen von *Myricaria germanica* ist nur an Gewässern mit naturnaher Hochwasser- und Geschiebedynamik möglich. Solche natürlichen Gewässerverläufe sind als Lebensraum für viele Arten von Bedeutung und können auch zu einem besseren Hochwasserschutz weiter flussabwärts beitragen.

1. Einleitung

Im Rahmen unseres Studiums in Allgemeiner Ökologie an der Universität Bern absolvierten wir ein 3-monatiges Praktikum an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf. Unsere Forschungsarbeit zum Thema „Samenproduktion und -ausbreitung einer Kleinpopulation von *Myricaria germanica* (Deutsche Tamariske) an der Sense“ erfolgte im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprogramms „Integrales Flussgebietsmanagement“. Der Kontext der vorliegenden Arbeit wurde einerseits durch die Ziele und Methoden der Allgemeinen Ökologie und andererseits durch die Ziele des Programms „Integrales Flussgebietsmanagement“ vorgegeben. Daraus leiteten wir die Ziele unseres Projektes ab.

1.1 Allgemein ökologischer Kontext

Das zentrale Anliegen der Allgemeinen Ökologie an der Universität Bern ist es, mit Hilfe von disziplinenübergreifender Zusammenarbeit, die Bedingungen und Folgen menschlicher Tätigkeit zu reflektieren und Möglichkeiten für eine nachhaltige Entwicklung aufzuzei-

¹ Siehe Begriffsdefinitionen

² Siehe Begriffsdefinitionen

gen. Ein besonderes Interesse gilt dabei der Umweltproblematik. Die Allgemeine Ökologie analysiert in einer interdisziplinären Arbeitsweise die unerwünschten oder bedrohlichen Veränderungen in der Natur, welche durch den Menschen verursacht wurden. Sie entwickelt Lösungsansätze um solchen Veränderungen vorzubeugen. Zu dieser interdisziplinären Arbeitsweise gehört eine Verständigung mit den beteiligten Personen, die bei der Analyse dieser Veränderungen teilnehmen. Ziel dieser Verständigung ist es erstens einen Konsens über gemeinsame Ziele, Fragen und Vorgehen zu erlangen, zweitens die Ergebnisse aus den verschiedenen Disziplinen in einem fortwährenden Prozess in einer Synthese zusammenzufügen und drittens die Schlussfolgerungen in einer Diffusion dem Zielpublikum verständlich zu machen. (IKAÖ, 2009)

Bei der Analyse von Umweltproblematiken und der Entwicklung von Lösungsansätzen arbeiten meist Forschungsinstitutionen, der Bund, die Kantone und die Gemeinden, je nach Art der Problematik, eng zusammen. Dabei kann entweder der Bund einer oder mehreren Institution(en) einen Auftrag zur Analyse und Entwicklung von Lösungsansätzen übergeben und diesen finanzieren, oder die Institution(en) unterbreiten dem Bund einen Projektantrag, der aufzeigt wie ein Umweltproblem analysiert und mit Unterstützung des Bundes gelöst werden kann. Der Ansprechpartner beim Bund für Umweltangelegenheiten ist das Bundesamt für Umwelt (BAFU). Die Aufgaben des BAFU bestehen nicht nur aus der finanziellen Unterstützung der genannten Projekte, sondern auch darin Entscheidungen umzusetzen (BAFU, 2008). Durch einen Stakeholder-Diskurs muss das BAFU über den Verlauf und die Ergebnisse des Forschungsprozesses laufend informiert werden.

1.2 Kontext „Integrales Flussgebietsmanagement“

Das „Rhone-Thur Projekt“, welches von 2001-2004 durchgeführt wurde, war das Vorläuferprojekt des „Integralen Flussgebietsmanagement“. Das Ziel des „Rhone-Thur Projektes“ war es, in einem interdisziplinären Projekt Kenntnisse über das Zusammenspiel hydrologischer, morphologischer und biologischer Parameter von verschiedenen Abschnitten der Fliessgewässer Rhone und Thur zu erlangen (Baumann, 2004). Kenntnisse über diese Parameter erlauben es, während vieler Jahrzehnte kanalisierte Fliessgewässer wieder in ökologisch intakte Gewässer umzugestalten. Gründe für die vermehrte Initiierung von Flussrevitalisierungsprojekten sind, dass ökologisch intakte Gewässer Flora und Fauna einen attraktiven Lebensraum und dem Menschen einen Erholungsort bieten (Lachat et al., 2005). Hinzu kommt, dass die Dämme der begradigten Flüsse die Hochwasser der letzten Jahre oftmals nicht verhindern konnten und aufgrund der Klimaveränderungen mit

häufigeren und intensiveren Hochwasserereignissen zu rechnen ist (Fette et al., 2004). Dadurch, dass natürliche Flussläufe sich in einem jahrelangen, dynamischen Prozess ihren Raumbedarf erworben haben, besitzen sie beim Auftreten von grossen Wassermengen eine Pufferzone, die vor Hochwassern besser schützen kann, als dies Dämme eines begradigten Flusses oft tun können (Lachat et al., 2005).

Nachdem das „Rhone-Thur Projekt“ zu erfolgversprechenden Resultaten für Flussrevitalisierungsprojekte führte, wurde das Projekt „Integrales Flussgebietsmanagement“, dem BAFU als weiterführendes Projekt unterbreitet und von diesem angenommen. Die Initianten des Projektes „Integrales Flussgebietsmanagement“ sind die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag), die WSL, das Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH-EPFL) und die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW-ETHZ). Dies sind dieselben vier Institutionen, welche bereits an der Realisierung des 2Rhone-Thur Projektes“ beteiligt waren. Die beiden wichtigsten Ansprechpartner für dieses Projekt beim BAFU, sind Hans Peter Willi, Leiter der Abteilung Gefahrenprävention und Werner Göggel von der Abteilung Wasser, Sektion Oberflächengewässer, Morphologie und Wasserführung. Die Ansprechperson des Kantons Fribourg ist Jean-Daniel Wicky, Sektorenchef „aquatische Fauna und Fischerei“. Durch einen Stakeholder-Diskurs mit Werner Göggel und Jean-Daniel Wicky, konnten wir wertvolle Informationen über die Aufgaben des BAFU und des Kantons Fribourg in diesem Projekt gewinnen und somit die Rahmenbedingungen für unser eigenes Projekt besser verstehen lernen (siehe **6. Zusammenfassung**)

Seit November 2007 werden Informationen über ökologisch intakte und kanalisierte Flussabschnitte im Projekt „Integrales Flussgebietsmanagement“ erworben. Das Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren plus eines zusätzlichen Jahres, welches der Synthesearbeit gelten wird, und wird demnach Ende 2011 abgeschlossen sein. Zu Beginn dieses Projektes wurden von den federführenden Institutionen, der Eawag, der WSL, des LCH-EPFL und der VAW-ETHZ eigene Projekte entworfen. In diesen Projekten wird versucht, den oftmals vorhandenen Widerspruch zwischen der Dynamik von naturnahen Gewässern und Flusskorrekturen zu überwinden. Dies geschieht, indem wissenschaftliche Grundlagenforschung betrieben wird, wodurch aufgezeigt werden kann, wie die baulichen Massnahmen des Hochwasserschutzes realisierbar sind, ohne die dynamischen Lebensräume vollständig einzuschränken. Diese sollen nur so weit als nötig eingeschränkt und die Strukturvielfalt so gross als möglich gehalten werden.

In der Fachzeitschrift „Wasser Energie Luft“ wurde 2008 das Forschungsprojekt „Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz – Forschungsprojekt Integrales Flussgebietsmanagement“ vorgestellt. Darin beschreiben Dr. Armin Peter von der Eawag, Prof. Dr. Anton Schleiss von der LCH-EPFL, Dr. Roland Fähr von der VAW-ETHZ und Prof. Dr. Christoph Scheidegger von der WSL die Ziele ihrer Projekte.

Die Forschungsprojekte der Eawag untersuchen die Habitatsdiversität und Biodiversität, wobei der Fokus auf flussmorphologischen Eigenschaften und flussdynamischen Prozessen, die Durchgängigkeit von Fließgewässern, insbesondere für Fische, und die Wiederbesiedlungsdynamik von revitalisierten Fließgewässern, mit dem Ziel einer Wiederherstellung von Auen, des Abflussregimes, der longitudinalen Vernetzung und des natürlichen Geschiebehaltens, gerichtet ist.

Das LCH-EPFL erarbeitet in enger Zusammenarbeit mit der Eawag einen hydraulisch-morphologischen Vielfältigkeitsindex, „welcher es erlauben soll, flussbauliche Massnahmen quantitativ bezüglich Strukturreichtum beurteilen zu können“ (Schleiss et al., 2008, S.190). In weiteren Projekten untersuchen sie die Morphologie von naturnah gestalteten Einmündungen von Seitengewässern, die Stabilität und Durchgängigkeit von Blockrampen und die Bedingungen für eine Verbesserung der Habitatsbedingungen bei Schwall und Sunk.

Die VAW-ETHZ spezialisiert sich bei ihren Projekten vor allem auf die Erstellung von Flussgebietsmodellierungen mit dem Softwaresystem „BASEMENT“. Sie versuchen ein- und zweidimensionale Betrachtungen zu vernetzen, so dass sie beliebig miteinander kombiniert werden können. Zusätzlich soll ein dreidimensionales Modell erstellt werden, welches vor allem bei der Strömungsdarstellung turbulenter Bereiche, wie beispielsweise an einem Brückenpfeiler, hilfreich ist. In einem weiteren Projekt soll die zeitliche und räumliche Entwicklung der Seitenerosion an aufgeweiteten Flussläufen untersucht werden. Dadurch können Massnahmen vorgeschlagen werden, welche für einen wirkungsvollen Schutz sorgen.

Das Anliegen der WSL ist es zu zeigen, inwiefern Revitalisierungsmassnahmen die funktionelle Vernetzung für die beiden naturschutzrelevanten Organismen Kiesbank-Grashüpfer (*Chorthippus pullus*) und Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) verbessern können. Dazu wird das Migrationsverhalten (Samenflug, Wanderung von Adulttieren usw.) mittels genetischer Untersuchungen der beiden Arten erforscht. Ausserdem wird bei

Myricaria die Samenproduktion und -ausbreitung in Feldstudien und weiteren Experimenten untersucht.

Seit Beginn des Gesamtprojektes „Integrales Flussgebietsmanagement“, haben sich Vertreter der vier Institutionen, des Kantons Bern und Fribourg, sowie Vertreter des BAFU zu vier Meetings getroffen und über die Fortschritte und Hindernisse ihrer Projekte informiert und diskutiert. Gemeinsam suchte man Lösungsansätze und Verbesserungsvorschläge. Dadurch, dass die Teilnehmer aus verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, aber auch aus praxisorientierten Bereichen kamen, konnten die Projekte auf ihre Realisierbarkeit überprüft und somit in eine erfolgsversprechende Richtung gelenkt werden. am zweiten Meeting Nachdruck verliehen wurde, enthielt den Wunsch, dass so viele Projektstudien als möglich an dem ökologisch intakten Abschnitt der Sense flussaufwärts von Neuenegg stattfinden sollen. Dadurch können Ergebnisse erarbeitet werden, welche unter den Bedingungen desselben Fließgewässers entstanden sind, und so eine Synthese der unterschiedlichen Projekte erleichtern. Die Feldstudien zu unserem Projekt fanden ebenfalls an einem dieser Senseabschnitte flussaufwärts von Neuenegg statt.

Damit unser Projekt stets im Kontext des Projektes „Integrales Flussgebietsmanagement“ gesehen werden konnte, nahmen wir an drei dieser Meetings Teil. Nach ersten planerischen Schritten zu unserem Projekt, welche bereits im Dezember 2008 begannen, hielten wir am 16. März an einem Meeting in Fribourg einen Vortrag, um unser Projekt und dessen Bezug zum Gesamtprojekt vorzustellen. Im Anschluss an dieses Meeting wurden Verfeinerungen zur Umsetzbarkeit und zur genauen Durchführung unseres Projektes vorgenommen. Während dieser Zeit bekamen wir von Silke Werth, welche die genetischen Analysen zum Migrationsverhalten von *Myricaria germanica* vornimmt, bereits einige Literatur, die uns das Einarbeiten in unser Projekt erleichterte.

Das nächste Meeting fand am 7. Mai an der ETH Zürich statt. Wir informierten dieses Mal nicht über unser Projekt, wurden aber über den Verlauf der anderen Projekte aus verschiedenen Disziplinen informiert.

Das dritte Meeting fand am 17. September, ebenfalls an der ETH Zürich statt. Dieses diente der Präsentation und Diskussion der bis dahin erarbeiteten Ergebnisse der vier Institutionen. Auch wir hielten eine Präsentation über unsere Ergebnisse. Zum Schluss wurde über das nächste Meeting, welches zu Beginn des Jahres 2010 stattfinden soll, gespro-

chen. Bei diesem sollen bereits die ersten Synthesevorbereitungen der verschiedenen Studien stattfinden.

Bevor wir schliesslich mit unseren Forschungsstudien beginnen konnten, musste noch mit Jean-Daniel Wicky, einem Vertreter des Kantons Fribourg, abgeklärt werden, ob wir unseren Standort der Feldarbeit rechtlich gesehen nutzen dürfen. Mit weiteren Partnern musste abgeklärt werden, ob wir durch unsere Studien Tierarten wie den Flussregenpfeiffer (*Charadrius dubius*), oder den bedrohten *Chorthippus pullus* in seiner Brutzeit stören würden. Unsere Feldarbeit startete bereits am 10. Juni, da der Beginn der Blütezeit der *Myricaria* früher geschätzt wurde, als im letzten Jahr, Anfang Juli. Grund für diese Annahme war das verfrühte Blühen anderer Pflanzenarten in diesem Jahr, 2009.

Zwar setzte die Blütezeit der *Myricaria* früh ein, aber der erwünschte „Samenpeak“³ blieb während der Hauptzeit der Feldarbeit, vom 10. Juni bis zum 16. Juli, aus. Obwohl der „Samenpeak“ am 16. Juli noch nicht erreicht war, musste der Feldversuch abgebrochen werden, da starke Gewitter vorhergesagt wurden, welche die Einrichtungen unserer Studie hätten zerstören können.

1.3 Ziele dieser Arbeit

Myricaria germanica gehört zu den im Schweizer Mittelland stark gefährdeten Pflanzenarten. Der bis 2m hohe Strauch hat seinen Lebensraum vor allem an ökologisch intakten Fließgewässern. Um *Myricaria* vor dem Aussterben zu bewahren, ist eine Studie zu ihrer Samenproduktion und -ausbreitung und der daraus resultierenden Schlussfolgerungen zu ihrem Migrationsverhalten sehr wertvoll. Aus den gewonnenen Ergebnissen lassen sich mögliche Empfehlungen ableiten, welche bei der Umsetzung einer Flussrevitalisierung einbezogen werden können, um ihren Erhalt und ihre Wiederbesiedlung zu unterstützen.

Unser Hauptziel ist es deshalb, durch unsere Untersuchungen einen Beitrag zum Erhalt von *Myricaria germanica* zu leisten. Damit wir dieses Ziel erreichen oder zumindest Beiträge dazu liefern können, haben wir uns einige Unterziele gesteckt:

- Durch das Erstellen eines historischen Vergleiches des Flussverlaufes, Ende des 19Jh., und der *Myricaria*vorkommnisse an der Sense, Anfang des 20.Jh., zu heute möchten wir aufzeigen, dass sowohl der Flussverlauf, als auch die *Myricaria*vorkommnisse sich seit damals stark verändert haben und das Auftreten der *Myricaria* seltener geworden ist.

³ Siehe Begriffsdefinitionen

- Durch das Erstellen eines Ausbreitungsmodells ("dispersal kernel"⁴) der *Myricaria*-population an der Sense, soll aufgezeigt werden, wie die longitudinale und laterale Vernetzung dieser Pflanze an der Sense ist.
- Aus unseren gewonnenen Ergebnissen über die Vernetzung von *Myricaria germanica* wollen wir Empfehlungen ableiten, welche in den Syntheseprozess des Flussrevitalisierungsprojektes „Integrales Flussgebietsmanagement“ einfließen können.

Während unseres Praktikums ist es uns neben diesen Zielen auch ein grosses Anliegen, Einblicke in die Abläufe der WSL und in jene des Projektes „Integrales Flussgebietsmanagement“ zu erhalten. Um unser Hauptziel zu erreichen ist es wertvoll die einzelnen Prozessschritte von der Ausarbeitung einer Studie, über ihre Ausführung innerhalb und ausserhalb der Institution, bis zu ihrer Integration und Umsetzung in grösseren Projekten kennenzulernen.

2. Material und Methoden

Am 10. Juni begann unsere Feldarbeit, die aus den Feldstudien und Feldbegehungen zusammengesetzt war. Die Feldstudien entsprechen der Hauptzeit (Juni, Juli) unserer Feldarbeit, in welcher die Verbreitung von *Myricaria germanica* erfasst wurde. Die Feldbegehungen dienten dem Erfassen der Blütezeit, des „Samenpotentials“⁵ und „Samenpeaks“. Die Auswertungen der gesammelten Daten und der Literatur, das Erstellen des historischen Vergleiches, ergänzende Experimente und das Verfassen eines Teiles der Praktikumsarbeit beanspruchten den grössten Teil der Zeit im zweiten und dritten Monat. Im dritten und vierten Monat wurde der „dispersal kernel“ erstellt, ergänzende Gespräche, Meetings und Vorträge fanden statt, Empfehlungen zu Schutzmassnahmen für *Myricaria germanica* wurden ausgearbeitet und die Praktikumsarbeit wurde fertig gestellt.

2.1 *Myricaria germanica*

Myricaria germanica ist eine „Pionierpflanze“⁶, welche in der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz aufgeführt wird. Gesamtschweizerisch gilt sie als potentiell gefährdet. Im Jura ist sie ausgestorben, im Mittelland stark gefährdet, an der Alpennordflanke, in den Westlichen Zentralalpen und an der Alpensüdflanke ist sie verletzlich und in den Östlichen Zentralalpen ist sie potentiell gefährdet (BUWAL, 2002). Sie ist

⁴ Siehe Begriffsdefinitionen

⁵ Siehe Begriffsdefinitionen

⁶ Siehe Begriffsdefinitionen

die einzige europäische Vertreterin der Familie der Tamariskengewächse (Tamaricaceae) (Bill, 1997). Weltweit gibt es 4 Gattungen und etwa 120 Arten (Kammerer, 2003). Ihr Areal reicht von Zentralasien bis nach Westeuropa.

Myricaria germanica kann bis in 2m Höhe wachsen. Sie besitzt keinen oberirdischen Hauptstamm, sondern ist bereits an der Basis stark verzweigt. Ihre 2-3mm langen Blätter sind schuppenförmig und blaugrün (Kudrnovsky, 2005). Die ährigen Blütenstände besitzen rosafarbene, fünfzählige Blüten, die im Frühsommer von der Ährenbasis aufwärts erblühen. Nach dem Abblühen, bilden sich schlanke, dreilappige Kapseln, welche die „Samen“⁷ enthalten (Petutschnig, 1994). Der Wind, der das Hauptausbreitungsmedium darstellt, ermöglicht den Transport der „Samen“ (Kammerer, 2003). Diese sind mit einem Pappus als Flugorgan ausgestattet und können so auf jungen „Alluvialböden“⁸ am Flussufer noch im selben Jahr auskeimen. Die besten Voraussetzungen für eine „Keimung“ bietet feinsedimentreiches, schluffiges Substrat, da „feine Sedimente bei kapillarer Wasserzufuhr aus dem Grundwasser stets feucht bleiben“ (Petutschnig, 1994, S.24). Zusätzlich sind die Keimlinge sehr lichtbedürftig, was eine „Keimung“ bei bereits bestehender dichter Vegetation verhindert (Kudrnovsky, 2005). Im ersten Jahr läuft die Entwicklung der Pflanze sehr langsam ab wobei ihre Höhe Ende des ersten Jahres maximal 4cm beträgt. Ab Beginn des zweiten Jahres sind die Wachstumsphasen wesentlich grösser (Kammerer, 2003).



Photo 1: Ausgewachsene Myricariapflanze an der Sense. (Aufnahmedatum: 22.6.09.)

Photo 2: Blütenstand von *Myricaria germanica* gezeigt. Es ist gut sichtbar, wie sich der Blütenstand von unten nach oben entwickelt und sich zuerst die unteren Samenkapseln öffnen. (Aufnahmedatum: 2.7.09)

Photo 3: Stellt einen vollständig samenden Blütenstand von *Myricaria* dar. (Aufnahmedatum: 16.6.09.)

Auch nach erfolgreicher „Etablierung“ ist *Myricaria germanica* noch auf durchfeuchtete Böden angewiesen, welche durch häufige Überflutungen oder durch einen permanent hohen Grundwasserstand entstehen können. Durch häufige Überflutungen bleibt der Tamariske zusätzlich der vegetationsarme Standort erhalten, den sie für ihr Fortbestehen benötigt. Würde der Lebensraum der lichtbedürftigen Tamariske von anderen Strauch-

⁷ Siehe Begriffsdefinitionen

⁸ Siehe Begriffsdefinitionen

oder Baumarten überwachsen werden, würde dies innert kürzester Zeit zu ihrem Absterben führen (Petutschnig, 1994). Tamarisken sind demnach an eine natürliche Flussdynamik, d.h. ständige Veränderung des Standortes, angewiesen. Sie selbst hält durch das ausgedehnte Wurzelsystem und die biegsamen Äste einer gewissen Überflutungsstärke stand. Verletzte und überschüttete Individuen verfügen ausserdem über eine hohe Regenerationsfähigkeit und können durch den sie überlagernden Kies hindurch dringen (Kudrnovsky, 2005).

Eine ausgewachsene Tamariske tritt meist in kleinen, dichten Beständen, auf jungen Kiesbänken, entlang von Flüssen oder Bächen auf (Petutschnig, 1994). In Bill et al. (1997) wird von einer individuellen Lebensdauer der Deutschen Tamariske von über 70 Jahren gesprochen. In Schweingruber et al. (2007) hingegen von einem maximalen Alter von ca. 20 Jahren, und einem Durchschnittsalter von 7.7 Jahren. Der Unterschied des maximalen Alters und des Durchschnittsalter bei Schweingruber et al. (2007) ist bedingt durch die natürliche Flussdynamik, welche den Standort der Tamariske ständig ändert und dies manchmal auch gegen ihre Wachstumsanforderungen (Kudrnovsky, 2005). Mit der Zeit bilden die Tamarisken oft Gemeinschaften mit Weiden. Sollte eine Umlagerung oder Überschüttung ausbleiben, verschwindet die Tamariskenpopulation und die bestehende Gemeinschaft von Erlen und Weiden entwickelt sich weiter zu den Weichholz-Auen (Kammerer, 2003).

2.2 Das Untersuchungsgebiet



Photo 4: Untersuchungsgebiet an der Sense bei Rufenen (Aufnahmedatum: 12.6.09).

Das Photo wurde von Süden nach Norden hin aufgenommen. Auf der rechten Seite, bei den dicht platzierten gelben Trichtern, liegt die Kernpopulation.

Die folgende Beschreibung des Untersuchungsgebietes trifft auf die Hauptzeit der Feldarbeit vom 10. Juni bis 16. Juli zu. Da sich das Untersuchungsgebiet an einem ökologisch intakten Flussabschnitt, d.h. mit funktionierender Dynamik befand, können diese Angaben nicht als fortwährend betrachtet werden.

Der Standort der Feldstudien befand sich an dem Senseabschnitt, der sich direkt

unterhalb von Rufenen (Kanton Fribourg) befindet. Dort befindet sich eine Myricariapopulation mit 47 bleibenden Individuen.

Bei den Feldstudien für unser Projekt wurden die Untersuchungen an der Myricariapopulation aufgeteilt. Untersucht wurde die Kernpopulation mit 22 Individuen, welche sich in einer Fläche von ca. 8m Breite auf 16m Länge befindet, und eine grosse Myricaria etwas ausserhalb der Kernpopulation. Das Einbeziehen der grossen Myricaria war trotz ihres etwas entfernt liegenden Standortes wichtig, da sie die anderen Myricariapflanzen an Höhe und Anzahl Blütenstände weit übertrifft.

Die Breite des Flussbettes am Standort der Gesamtpopulation beträgt 142m. Das Flussbett ist von einem Hauptarm und mehreren kleinen Nebenarmen des Flusses durchzogen. Die Kiesbänke sind aus Steinen bis zu ca. 50cm Durchmesser, Sand und Schluff, zusammengesetzt. Sand und Schluff formen zum Teil eigene kleine Flächen auf den Kiesbänken. Auf diesen schluffhaltigen Flächen sind oft kleine „Kohorten“⁹ aus Jungpflanzen von 1-7cm anzutreffen. Die untersuchte Kernpopulation mit den 1-1.5m hohen Pflanzen wächst auf einem Gemisch aus Sand und kleineren Steinen in der Mitte des Flussbettes, direkt neben dem Hauptarm des Flusses. Dort hat sich bereits mit anderen Pflanzenarten eine kleine Gemeinschaft gebildet.

Tabelle 1: Auflistung der Flora des Standortes der Myricariapopulation an der Sense bei Rufenen (2009)

(einige) Silber-Weiden (<i>Salix spp.</i>)	(wenig) Gelber Honigklee (<i>Melilotus officinalis</i>)
(einige) Grau-Weiden (<i>Salix spp.</i>)	(einigen) Wiesen-Margeriten (<i>Leucanthemum vulgare</i>)
(eine) Schwarz-Pappel (<i>Populus nigra</i>)	Wiesen-Flockenblumen (<i>Centaurea jacea</i>)
(viel) Weisses Steinklee (<i>Melilotus albus</i>)	Echtem Johanniskraut (<i>Hypericum perforatum</i>)
Blutwurz (<i>Potentilla erecta</i>)	(viel) Rotem Straussgras (<i>Agrostis capillaris</i>)
Wilde Möhre (<i>Daucus carota</i>)	Aufgeblasenem Leimkraut (<i>Silene vulgaris</i>)
(viel) Wiesen-Labkraut (<i>Galium mollugo</i>)	(ein paar) Gemeiner Haseln (<i>Corylus avellana</i>)
Rot-Klee (<i>Trifolium pratense</i>)	Stinkendem Storchenschnabel (<i>Geranium robertianum</i>)
Hopfenklee (<i>Medicago lupulina</i>)	Riesen-Bärenklau (<i>Heracleum mantegazzianum</i>)

Der Standort der gr. Myricaria liegt vom Zentrum der Kernpopulation aus gesehen 25m südsüdwestlich auf einer leichten Erhöhung von 30cm. Die Erhöhung besteht grösstenteils aus grobem Sand, kleinen Steinen und etwas Erde. Gegen Süden und Norden ist die gr. Myricaria von mehreren Metern hohen Weiden umgeben. Sie selbst hat eine Höhe von 2.5m.

Bei der Feldbegehung am 7. August war eine Änderung des Untersuchungsgebietes feststellbar. Der Hauptarm des Flusses befand sich nicht mehr östlich neben der Kernpopulation, sondern hatte sich auf die westliche Uferseite hin, verlagert. Die Ursache dafür

⁹ Siehe Begriffsdefinitionen

könnten heftige Gewitter gewesen sein. Erkennbar wird durch diese Veränderung die Dynamik des Sensegebietes, an dem unsere Feldarbeit durchgeführt wurde.

2.3 Historischer Vergleich und Kartierung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet wurde mittels des Global Positioning Systems (GPS) und dem Schweizer Koordinatensystem erfasst, und mittels des geografischen Informationssystems (GIS) dargestellt. Der historische Vergleich umfasst erstens den Vergleich von Siegfriedkarten mit aktuellen Landeskarten des Untersuchungsgebietes und zweitens den Kartenvergleich des heute begradigten Senseabschnittes bei Neuenegg.

2.3.1 GPS und GIS

Anfang der Feldstudienzeit wurden die Positionen der Myricariapflanzen, der „Kohorten“ und der Trichter, die für das Erfassen der Verbreitung von Myricaria, gebraucht wurden, mit einem GPS-Gerät kartiert. Wegen schlechter Satellitenverbindungen und daraus resultierenden Ungenauigkeiten der GPS-Koordinaten in unserem Untersuchungsgebiet, mussten die GPS-Koordinaten korrigiert werden. Dies war mittels Distanzmessungen zwischen den Positionen und anschließender Skizzierung möglich. Die Lagedaten wurden mittels GIS (ArcCatalog und ArcMap) in ein digitales zweidimensionales Modell transformiert und auf eine Luftaufnahme des Untersuchungsgebietes übertragen.

2.3.2 Luftbilder, Pixelkarten und Siegfriedkarten

Das 1998 eingemessene Luftbild des Untersuchungsgebietes stammt aus dem swissimage layer von lego und wurde auf die Massstäbe 1:100 und 1:1'000 gebracht. Für den historischen Vergleich wurden Karten mit dem Massstab 1:25'000 verwendet, welche mit ArcGIS auf den Massstab 1:13'000 gebracht wurden. Die aktuellen Pixelkarten (2004), mit dem Senseabschnitt bei Rufenen (Ausschnitt 1206) und Neuenegg (Ausschnitt 1186) stammen aus klaros/didyma, die Siegfriedkarten aus lego (WSL-interne Datenquellen). Das Blatt 332 der Siegfriedkarte bei Rufenen stammt von 1879, das Blatt 350 mit dem Senseabschnitt bei Neuenegg von 1884. Mit Hilfe des ArcGIS 9.3 konnten die Kartenausschnitte auf die gewünschten Senseabschnitte zugeschnitten werden und die Flussbettbreite der aktuellen Pixelkarten mit derjenigen der Siegfriedkarten an 6 verschiedenen Transekten verglichen werden. Die Transekte liegen jeweils 590m auseinander. Diese Distanz ermöglicht es, die Transekte noch in der Nähe der Ortschaften Rufenen und Neuenegg zu betrachten und dennoch eine Flusslänge von über einem Kilometer zu erfassen. Die Flussbettbreite wurde aus den auf den Karten dargestellten Sand-, Grien- und Kies-

bänken und Wasser berechnet. Den Transekt, welcher durch unser Untersuchungsgebiet geht, haben wir der Genauigkeit wegen selber ausgemessen.

Neben den Berechnungen zur Breite des Flussbettes wurde auch das Vorkommen von *Myricaria germanica* am Anfang des 20. Jh. mit dem heutigen Vorkommen verglichen. Da die Sense ungefähr zwischen 1902-1917 begradigt wurde (Planung bis zur Ausführung) (pers. Mitteilung von Claudio Moret, Amt für Wald, Wild und Fischerei (Fribourg), Sektion Seen und Wasserverlauf), aber keine Quellen über das Myricariavorkommen vor 1902 auffindbar waren, konnte leider kein Vergleich vor und nach der Begradigung der Sense vorgenommen werden.

2.4 Samenproduktion und -ausbreitung

Die Möglichkeiten der „Samenausbreitung“¹⁰ sind vielfältig. Sie kann über Tiere geschehen (Zoochorie), indem die „Samen“ an ihnen fest haften oder indem sie in Früchte verpackt gegessen und später wieder ausgeschieden werden, über Wasser (Hydrochorie) oder Wind (Anemochorie) (Bullock, 2006). Da die Myricariasamen weder in eine Frucht verpackt sind, noch über eine haft- oder klebbare Oberfläche verfügen, ist Zoochorie auszuschließen. Hydrochorie und Anemochorie sind wahrscheinlicher. Der feine Pappus als Flugkörper, der kleine, leichte „Same“ und die kleine „terminal velocity“¹¹ lassen auf Anemochorie als Hauptausbreitungsmechanismus schließen. Aus diesen Gründen wurde in dieser Arbeit die Ausbreitung von Myricariasamen über Wind und Wasser untersucht.

2.4.1 „Samenpotential“ und „Samenpeak“

Um die Gesamtanzahl produzierter „Samen“ während dieses Jahres (2009), das „Samenpotential“, messen zu können, wurde die Anzahl Blütenstände, der Mittelwert der Anzahl Kapseln/Blütenstand und der Mittelwert der Anzahl „Samen“/Kapsel der Gesamtpopulation ermittelt. Durch die Multiplikation der Anzahl Blütenstände vom 7. September mit den Mittelwerten der Anzahl Kapseln/Blütenstand und der Anzahl „Samen“/Kapsel konnte das „Samenpotential“ berechnet werden. Um die Entwicklung der Samenproduktion mitverfolgen zu können, wurden die Daten während verschiedener Feldbegehungen aufgenommen.

¹⁰ Siehe Begriffsdefinitionen

¹¹ Siehe Begriffsdefinitionen

Tabelle 2: Aufnahmedaten der Informationen zur Berechnung des „Samenpotentials“ und „Samenpeaks“.

Die erste Spalte zeigt die verschiedenen Datenaufnahmen. In der zweiten Spalte werden die Daten, an denen die Anzahl Blütenstände gezählt wurden aufgeführt, in der dritten Spalte die Daten, an welchen die Anzahl Kapseln pro Blütenstand gezählt und in der letzten Spalte die Daten, an welchen die Anzahl Samen pro Kapsel bestimmt wurden dargestellt.

	Anz. Blütenstände gr. M.	Anz. Kapseln/ Blütenstand gr. M.	Anz. Samen/ Kapsel gr. M.
1. Datenaufnahme	11.6.09	11.6.09	12.-14.6.09
2. Datenaufnahme	22.7.09	22.7.09	22.7.09
3. Datenaufnahme	7.8.09	7.8.09	7.8.09
4. Datenaufnahme	20.8.09	20.8.09	20.8.09
5. Datenaufnahme	7.9.09	7.9.09	7.9.09
	Anz. Blütenstände Pop.	Anz. Kapseln/ Blüten- stand Pop.	Anz. Samen/ Kapsel Pop.
1. Datenaufnahme	12.6.09	11.6.09	3.7.09
2. Datenaufnahme	22.7.09	22.7.09	22.7.09
3. Datenaufnahme	7.8.09	7.8.09	7.8.09
4. Datenaufnahme	20.8.09	20.8.09	20.8.09
5. Datenaufnahme	7.9.09	7.9.09	7.9.09

Da die Blütenstände von *Myricaria* von der Ährenbasis aufwärts erblühen, können sie nicht immer eindeutig einem Phänologietyp zugeordnet werden. Sie wurden daher nach folgenden Kriterien eingeteilt.

Tabelle 3: Kriterien der Zuordnung der Blütenstände zu den Phänologietypen.

Die erste Spalte führt die verschiedenen Blütenstandphänologien auf: k= knospend, b= blühend, gk= geschlossene Kapseln, s= samend, ab= abgesamt. Die zweite Spalte führt die Länge, welche als Kriterium zur Unterscheidung der Blütenstandphänologien diente auf und die dritte Spalte die prozentuale Anzahl an Kapseln mit bestimmten Entwicklungsstand, welche ein Blütenstand aufweisen musste, um zu einem gewissen Phänologietypus gezählt zu werden.

Blütenstände (Bls.)	Länge	% des Phänologietypes
k Bls.	mind. 1.5cm	≥ 50
b Bls.	keine Beschränkung	≥ 50
gK Bls.	keine Beschränkung	≥ 50
s Bls.	keine Beschränkung	≥ 50
ab Bls.	keine Beschränkung	≥ 50

Durch diese Unterscheidung konnten die Mittelwerte der samenden Blütenstände (s Bls.) der Anzahl Kapseln/Blütenstand und der Anzahl „Samen“/Kapsel multipliziert werden und somit den „Samenpeak“ zu eruieren.

Die Mittelwerte der Phänologietypen und Gesamtzahl der Blütenstände der Kernpopulation wurden aus 22 zufällig ausgesuchten Individuen berechnet. Der Mittelwert der Anzahl Kapseln pro Blütenstand wurde durch das Auszählen der Anzahl Kapseln von jeweils 3 Blütenständen mit geschlossenen Kapseln (gK Bls.) von 10 Pflanzen der Kernpopulation

berechnet. Bei den letzten Auszählungen der Anzahl Kapseln am 20. August und 7. September war diese Menge gK Bls. nicht mehr vorhanden. Deshalb wurden nur 10 gK Bls. von verschiedenen Myricariapflanzen ausgezählt und daraus der Mittelwert berechnet. Der Mittelwert der Anzahl „Samen“ pro Kapsel wurde ausgerechnet, indem von 5 Pflanzen der Kernpopulation jeweils 2 Kapseln auf Anzahl „Samen“ untersucht wurden.

Bei der Ermittlung der Mittelwerte der grossen Myricaria, wurden bei der Anzahl Kapseln/Blütenstand und Anzahl „Samen“/Kapsel jeweils 10 Blütenstände beziehungsweise Kapseln auf Anzahl Kapseln beziehungsweise Anzahl „Samen“ hin untersucht.

Bei den Berechnungen zur Entwicklung der Blütenstände muss angemerkt werden, dass die Summe aller Blütenstände der Kernpopulation am 7. August wesentlich kleiner ausfiel, als jene am 22. Juli. Aufgrund dieses Resultates, musste die Anzahl Blütenstände nochmals überprüft werden. Dabei fiel auf, dass bei manchen abgesamten Blütenständen (ab Bls.) kaum noch der Kapselansatz zu erkennen war. Bereits zuvor fiel bei den Auszählungen auf, dass die ab Bls. schwieriger zu erkennen waren als die anderen Phänologietypen, doch nicht in diesem Ausmass. Zudem waren die alten, ab Bls. trocken und spröde, was zu deren Abfall führen konnte. Diesen Beobachtungen zufolge konnte darauf geschlossen werden, dass die fehlenden Blütenstände durch einen Verlust an ab Bls. verursacht war. Bei der Frage wie viele ab Bls. hinzugezählt werden mussten, um eine korrekte Anzahl zu erhalten, erwies sich die Beobachtung des Wechselrhythmus von einem Phänologietyp zum nächsten als nützlich. Am 7. August betrug die Zeitspanne eines Wechsels ziemlich genau eine Woche. Sobald man die Anzahl ab Bls. vom 7. August durch die Summe der ab, s und gK Blütenstände vom 22. Juli ersetzte, was zwei Wechseln entsprach, betrug die Summe der Blütenstände vom 7. August mehr als diejenige vom 22. Juli. Dieser Rhythmus von einem Phänologietypenwechsel pro Woche konnte bei den zwei folgenden Sensesbegehungen nicht mehr so genau beobachtet werden, war aber dennoch zu erkennen. Daher wurde in den Grafiken, welche die Entwicklung der Blütenstände darstellen, immer auf diese korrigierten Werte zurückgegriffen. Dadurch, dass der Wechselrhythmus von der Kernpopulation eine Woche und der Abstand zwischen den Feldbegehungen nie weniger als zwei Wochen betrug, wurde bei der Berechnung des „Samenpotentials“ kein „Same“ zweimal mit einbezogen.

Zusätzlich zu den erwähnten Untersuchungen wurde ein Keimungsexperiment durchgeführt, um den prozentualen Anteil der keimfähigen „Samen“ zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurden die „Samen“ von je 5 Kapseln der Kernpopulation und der gr. Myricaria auf

feuchtem Fliesspapier ausgelegt. Die „Samen“ jeder Kapsel wurden auf ein separates Papier ausgebreitet und einzeln aufgereiht. Am nächsten Tag wurden die „Samen“ untersucht. Dabei wurden 3 Kategorien unterschieden:

1. Nicht gekeimte „Samen“
2. „Samen“ mit Keimwurzel kurz vor dem Durchstoss
3. „Samen“ mit ausgebildeter Keimwurzel

Die Kategorie 1 wurde als nicht keimungsfähige und die Kategorien 2 und 3 als keimungsfähige „Samen“ eingestuft.



Photo 5: Keimungsexperiment.

Auf dem Bild links sieht man nach einem Tag auf feuchtem Fliesspapier keine Veränderung des Samens. Auf dem Bild in der Mitte ist eine farbliche Veränderung des Samens, was auf die eingesezte Bildung der Keimwurzel hindeutet erkennbar. Das rechte Bild zeigt die ausgetretene, leicht rötliche Keimwurzel, welche zuvorderst bereits feine Wurzeln ausgebildet hat. (Aufnahmedatum: 9.9.09)

2.4.2 „Samenausbreitung“ durch Wind

Die Distanz und Richtung der „Samenausbreitung“ wurde mittels Fangtrichtern und mittels Beobachtungen untersucht. Zuerst werden die Methoden zur Untersuchung von Distanz und Richtung mittels Fangtrichtern beschrieben, dann jene der Beobachtungen.

Die Fangtrichter, mit einem Durchmesser und einer Höhe von 0.43m besaßen an zwei gegenüberliegenden Seiten Löcher von 1cm Durchmesser. Die Trichter wurden bei den Löchern mit Schnur an zwei Weidezaunstäben befestigt, die in den Boden gestossen wurden. Somit konnten die Trichter im Untersuchungsgebiet platziert werden (vgl. **Photo 6**). Durch die



Photo 6: Fangtrichterbefestigung im Untersuchungsgebiet. Das Photo zeigt drei der Trichter, welche unter der gr. *Myricaria* platziert wurden. (Aufnahmedatum: 3.7.09)

Trichter konnten die von den Pflanzen freigesetzten „Samen“ über einen längeren Zeitraum aufgefangen werden. In der Kernpopulation wurden 8 Trichter aufgestellt. Zusätzlich wurden in einem Abstand von 10m, 25m und 50m zur Kernpopulation je 2 Trichter gegen Norden, Osten, Süden und Westen platziert. Im Gesamten wurden 32 Trichter aufgestellt, die Informationen über den Flug der „Samen“ der Kernpopulation lieferten (vgl. **Karte 6**). Die Daten zu Distanz und Richtung der Samenflüge der gr. Myricaria wurden auch mit Fangtrichtern aufgenommen. Unter die gr. Myricaria wurden 8 Trichter gestellt. Richtung Norden, Süden und Westen wurden jeweils in 1m Distanz 2 Trichter platziert. In östlicher Richtung konnten die beiden Trichter wegen eines kleinen Bächleins erst in 2m Distanz aufgestellt werden.

Während vier Perioden (vgl. **Tabelle 4**) wurden am unteren Ende der Trichter Nylonsöckchen befestigt, die am Ende jeder Periode ausgewechselt wurden. „Samen“, welche in den Trichtern aufgefangen wurden, wurden somit in den Nylonsöckchen gesammelt.

Tabelle 4: Messperioden des Samenfangs.

In der ersten Spalte werden die verschiedenen Perioden aufgeführt. In der zweiten Spalte wird die Dauer der Perioden und in der dritten werden die Beginn- und Enddaten der jeweiligen Periode dargestellt.

Periode	Periodendauer in Tagen	Beginn- und Enddatum der Periode
1. Periode	3	12.6-15.6.09
2. Periode	7	15.6-22.6.09
3. Periode	9	22.6-1.7.09
4. Periode	15	1.7-16.7.09

Da die gefangenen „Samen“ nicht immer direkt nach der Abnahme der Söckchen ausgezählt werden konnten, wurden sie mit Hilfe von „Silika-Gel“¹² getrocknet und anschließend in Gefriertruhen aufbewahrt, bis sie ausgewertet wurden. Diese Vorsichtsmassnahmen waren notwendig, um ein Verfaulen der „Samen“ zu verhindern.

Ergänzend zu den Untersuchungen der „Samenausbreitung“ mittels Fangtrichter wurden Beobachtungen gemacht. Anhand dieser konnte z. Bsp. die Höhe und Richtung der Samenflüge und Ereignisse wie sehr weite Flugdistanzen dokumentiert werden. Um zu detaillierteren Ergebnissen über die Richtung der Samenflüge zu gelangen, wurden nicht nur die Himmelsrichtungen N, O, S und W, sondern zusätzlich auch die Himmelsrichtungen NO, SO, SW und NW beachtet. Zusätzlich zur Dokumentation von Distanz und Richtung der Samenflüge konnten die Windgeschwindigkeiten bei denen sich die „Samen“ lösen festgehalten werden. Dies wurde mit einem handgeführten Anemometer durchgeführt.

¹² Siehe Begriffsdefinitionen

Durch diese Messungen konnte die Flugdistanz in Abhängigkeit zur Windgeschwindigkeit in Grafiken dargestellt werden (vgl. **Grafik 12** und **13**). Somit konnte versucht werden eine mögliche Korrelation zwischen der Distanz und der Windgeschwindigkeit herzustellen. Da die gr. Myricaria gegen Süden und Norden von hohen Weiden umgeben ist, wurden die Abhängigkeit der Distanz von der Windgeschwindigkeit und zur Darstellung der Anzahl beobachteter „Samen“, die sich in diesen Weiden verfangen haben, aus den Berechnungen zur „Samen“ und ihrer zurückgelegten Distanz, ausgelassen (vgl. **Grafik 6** und **7**).

2.4.3 „Dispersal kernel“

Um einen „dispersal kernel“ zu erstellen wurden verschiedene, in der Literatur vorgeschlagene, Modelle ausgewählt. Es wurden einige phänomenologische Modelle, und ein mechanistisches Modell verwendet. Die phänomenologischen Modelle (Bullock et al., 2006) waren: das negativ exponentielle Modell, das inverse power Modell und ein mixed Modell derselben. Das verwendete mechanistische Modell war von Greene und Johnson (1989) (Bullock & Clarke, 2000). Die Modelle, die verwendet wurden, sind vor allem bei der Verbreitung von „Samen“ durch den Vektor Wind anwendbar.

Tabelle 5: Gleichungen der benutzten Modelle für den „Dispersal kernel“. Die Konstanten a, b, c und d der phänomenologischen Modelle können von Modell zu Modell variieren. Das x gibt die Distanz zur Quelle an. Mit der Gleichung des mechanistischen Modells von Greene and Johnson kann die Häufigkeitsverteilung der „Samenausbreitung“ (dQ/dx) vorausgesagt werden. Q gibt die Anzahl freigesetzter „Samen“ an, x die Distanz zur Quelle, \bar{u}_g das geometrische Mittel der horizontalen Windgeschwindigkeiten, F_u die Varianz der horizontalen Windgeschwindigkeiten, \bar{F} die mittlere Fallgeschwindigkeit („terminal velocity“) der „Samen“ und H die Höhe der freigelassenen „Samen“. Zur Berechnung von H nimmt man an, dass der Busch eine perfekte Hemisphäre bildet und die „Samen“ gleichmässig verteilt sind. Dann ist $H=r-(\sqrt{r^2})/2$.

	Phänomenologische Modelle:	Mechanistisches Modell:
Negative exponential	$a \exp[-bx]$	$\frac{dQ}{dx} = \frac{Q}{x\sigma_u\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\left[\frac{\ln(x\bar{F}/H\bar{u}_g)}{\sqrt{2}\sigma_u}\right]^2\right\}$
Inverse power	ax^{-bx}	
Mixed (one of many possible mixtures)	$a \exp[-bx] + cx^{-dx}$	

Zuerst wurden die Anzahl gefangener „Samen“ und die beobachteten Samenflüge (in log-Skalierung) zu ihrer Distanz in einem Diagramm dargestellt. Um eine erste Annäherung an die Kurve zu erreichen, wurde eine einfache polynomische Funktion der Form $a*x^b$ erstellt, wobei a und b Konstanten sind. Anschliessend wurden die verschiedenen Modelle angewandt. Die phänomenologischen Modelle wurden in Excell manuell angepasst, in dem man die Konstanten variierte, um eine möglichst genaue visuelle Übereinstimmung des vom Modell vorhergesagten „dispersal kernels“ mit den Verbreitungskurven der beobachteten Samenflüge und der gefangenen „Samen“, zu erreichen. Es wurde keine numerische Anpassung vorgenommen.

Für das mechanistische Modell musste zuerst die „terminal velocity“ bestimmt werden. Diese beschreibt die Fallzeit eines Myricariasamens, der unter windstillen Verhältnissen gerade hinunterfällt. Um die „terminal velocity“ zu berechnen, wurden 10 Myricariasamen mit Pappus je 10mal aus einer Höhe von 2.58m fallen gelassen und die Flugzeit mittels Stoppuhr festgehalten. Im Gegensatz zu phänomenologischen Modellen werden bei mechanistischen Modellen auch Parameter der Pflanze (wie die „terminal velocity“ der „Samen“, Höhe der Pflanze, „Samenpotential“ etc.) und des Untersuchungsstandortes (Windgeschwindigkeit etc.) mit einbezogen.

2.4.4 „Samenausbreitung“ durch Wasser

Für die Untersuchungen zur „Samenausbreitung“ von Myricaria durch Wasser wurden drei Experimenten an der WSL durchgeführt. Im ersten Experiment wurde die Schwimmfähigkeit von „Samen“ mit Pappus in ruhigem Wasser getestet. Dazu wurden jeweils 10 „Samen“ mit Pappus in zwei Behälter mit stillem Wasser gelegt. Die „Samen“ mit Pappus im ersten Behälter wurden vorher nicht befeuchtet wogegen die „Samen“ mit Pappus im zweiten Behälter zuvor 1min unter Wasser gehalten wurden. Nach 10 Tagen wurde die Schwimmfähigkeit der „Samen“ mit Pappus in Behälter 1 und 2 verglichen. Das Experiment wurde dreimal wiederholt.

Im zweiten Experiment wurde die Schwimmfähigkeit von „Samen“ mit Pappus getestet, welche durch kleine, max. 10sec anhaltende Turbulenzen des Wassers und einen Fall aus verschiedenen Höhen beeinflusst wurden (vgl. **Photo 7**). Dazu wurden in drei grosse, runde Behälter drei kleinere Behälter A1, A2 und A3 verschiedener Höhe gestellt. Die drei grossen, runden Behälter wurden bis auf eine Höhe von 4cm mit Wasser aufgefüllt. Behälter A1 hatte eine Höhe von 36cm, A2 von 25cm und A3 von 12cm. In diese Behälter wurde je 1 „Same“ mit Pappus gelegt und die Behälter mit Wasser aufgefüllt, bis der „Samen“ mit Pappus in den grossen, runden Behälter fiel. Dort wurde beobachtet, wie tief der „Samen“ mit Pappus absank und ob der Samen mit Pappus wieder an die Oberfläche kam. Dieses Experiment wurde zehnmal wiederholt.

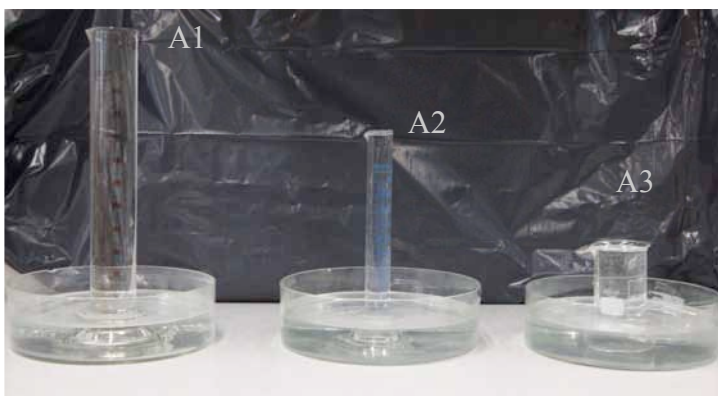


Photo 7: Samenschwimmexperiment 2. Es werden die drei verschiedenen Versuchsanordnungen aufgezeigt. (Aufnahmedatum: 3.9.09)

Die drei grossen, runden Behälter wurden bis auf eine Höhe von 4cm mit Wasser aufgefüllt. Behälter A1 hatte eine Höhe von 36cm, A2 von 25cm und A3 von 12cm. In diese Behälter wurde je 1 „Same“ mit Pappus gelegt und die Behälter mit Wasser aufgefüllt, bis der „Samen“ mit Pappus in den grossen, runden Behälter fiel. Dort wurde beobachtet, wie tief der „Samen“ mit Pappus absank und ob der Samen mit Pappus wieder an die Oberfläche kam. Dieses Experiment wurde zehnmal wiederholt.

Im dritten Experiment (vgl. **Photo 8**) wurde die Samenschwimmfähigkeit von „Samen“ mit Pappus und „Samen“ ohne Pappus getestet, welche bis zu zwei Stunden Turbulenzen ausgesetzt waren. Dafür wurden „Samen“ mit Pappus in einen Teebeutel von 5x6cm hineingelegt und der Beutel verschlossen. Danach wurde der Teebeutel auf der Innenseite eines Deckels, mit einem Loch von 3x3cm, befestigt. Dieser Deckel wurde auf einen Behälter gesetzt und dort befestigt. Der Behälter hatte ein Volumen von 0,6 Liter und einen Ausguss, über den Wasser entweichen konnte. Der Behälter wurde anschliessend unter einen Wasserhahn gestellt, der aus 29cm Höhe einen Wasserstrahl von 0.023 Liter/sec in das Loch im Deckel entliess. Während 2h wurden alle 30 min. ca. 10 „Samen“ mit Pappus aus dem Teebeutel entfernt. Anschliessend wurden sie in einem Behälter, welcher auf eine Höhe von 5cm mit Wasser gefüllt war, 2.5cm über dem Boden freigesetzt. Dort wurden sie auf ihre Schwimmfähigkeit hin untersucht d.h. es wurde beobachtet, ob und wie schnell die „Samen“ wieder auftauchen. Dasselbe wurde mit „Samen“ aus dem Teebeutel getestet, welchen der Pappus nach der Entnahme aus dem Teebeutel entfernt wurde. Dieses Experiment wurde insgesamt fünfmal wiederholt.



Photo 8: Schwimmexperiment 3. Zeigt die Versuchsanordnung auf. (Aufgenommen am 3.9.09)

2.4.5 Verbreitung der „Kohorten“

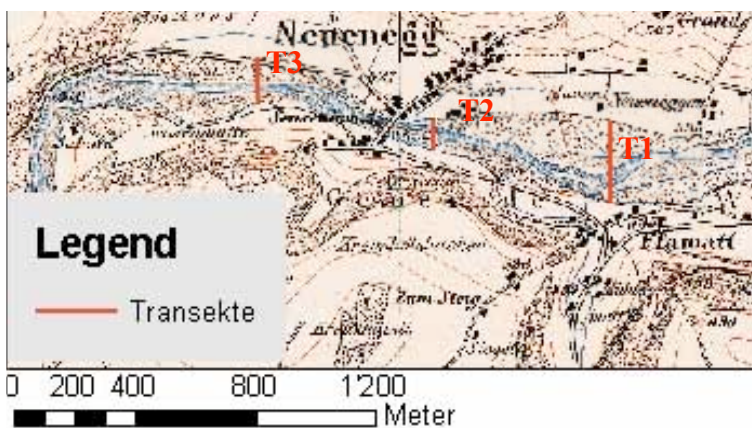
Die Erhebung der räumlichen Verbreitung der „Kohorten“ juveniler Individuen von *Myricaria* mittels GPS Gerät konnte dazu genutzt werden, diese mit den gewonnenen Ergebnissen der gegenwärtigen Ausbreitung von *Myricaria germanica* zu vergleichen. „Kohorte“ bezeichnet hier kleine Ansammlungen mit 1-7cm grossen Pflänzchen. Diese 1 bis höchstens 2 Jahre alten juvenilen Individuen geben Auskunft über die letztjährigen Ausbreitungen von *Myricaria* und über die Habitatsansprüche, welche für ihre „Etablierung“ notwendig sind.

3. Resultate

Durch die vorgenommene Studie über *Myricaria germanica*, konnten wichtige Resultate über ihr Vorkommen an der Sense, ihr „Samenpotential“ und ihre Verbreitungseigenschaften gewonnen werden.

3.1 Historischer Vergleich und Kartierung des Untersuchungsgebietes

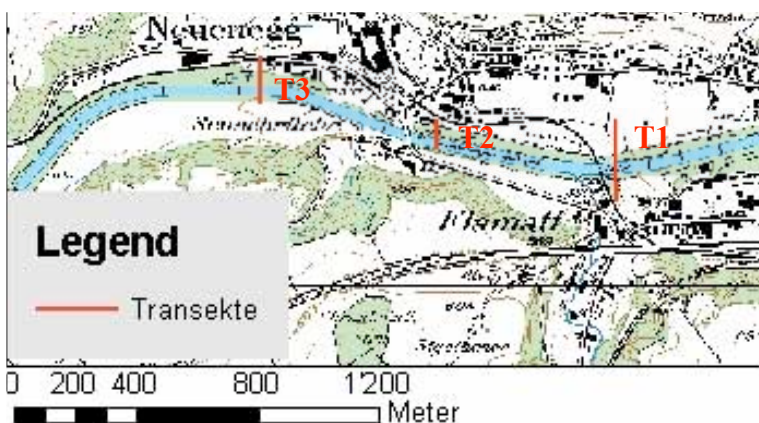
Karte 2 zeigt den Flussverlauf der Sense bei Neuenegg von 1879. Die Flussbettbreite bei Transekt 1 misst 122m, bei Transekt 2 85m und bei Transekt 3 misst sie 70m. Die Flussbreite wird dabei neben der Flussbreite immer auch von ein bis zwei grossen Kiesbänken bestimmt. In der Flora von Bern (1911) und im Catalogue von Jacquet (1930) wird auf Vorkommen der Deutschen Tamariske an der Sense in der Nähe von Neuenegg und bei Flamatt hingewiesen. Im Catalogue von Jacquet (1930) können ausserdem Angaben zu Myricariavorkommen an der gesamten Sense gefunden werden.



Karte 2: Früherer Senseverlauf bei Neuenegg.

Auf diesem Ausschnitt (Massstab 1:13'000) aus einer Siegfriedkarte von 1879 sind die schlängelnden Verästelungen des Flusses und das breite Flussbett, welche den Senseverlauf früher in Neuenegg prägten, gut erkennbar. Neben dem natürlichen Flussverlauf sind auch die drei Transekte (T1, T2 und T3) eingezeichnet. (Urheberrecht: swisstopo)

Auf der **Karte 3** sieht man den aktuellen Verlauf der Sense. Es ist ersichtlich, dass der Verlauf bei Neuenegg begradigt wurde. Vergleicht man die Flussbettbreite an denselben drei Transekten wie bei der Karte von 1879, zeigen sich deutliche Unterschiede. Die Flussbettbreite bei Transekt 1 beträgt 39m, jene bei Transekt 2 ist 36m breit und jene bei Transekt 3 beträgt 37m. Dies entspricht einer Differenz zu 1879 von 83m bei Transekt 1, 49m bei Transekt 2 und 37m bei Transekt 3.



Karte 3: Aktueller Senseverlauf bei Neuenegg.

Dieser Kartenausschnitt (Massstab 1:13000) stammt aus der Schweizerischen Landeskarte von 2004). Neben dem begradigten Senseverlauf sind auch die drei Transekte sichtbar, bei welchen die Messungen zur Flussbettbreite gemacht wurden.

Der Damm, der die Sense bei Neuenegg heute begradigt (vgl. **Photo 9**), ist direkt am Flussufer gebaut. Deshalb besteht hier die Flussbettbreite praktisch nur aus der Flussbreite. Nur ab und zu ragen kleinere, niedrige Kiesbänke aus der Sense (vgl. **Photo 10**). Bei einer Besichtigung der drei Sense transekte bei Neuenegg, wurde auf den Kiesbänken weder Bewuchs noch schluffiges Substrat gefunden, welches als potentieller Keimungsort für die „Samen“ von *Myricaria* in Frage käme. Bei verschiedenen Sensebegehungen wurde am gesamten Flussverlauf von Laupen bis Thörishaus keine *Myricaria* gefunden.



Photo 9: Blockdamm am Rande der Sense bei Flamatt.

Gut sichtbar ist der Übergang von der Sense zum angrenzenden Wald, der durch die Steinblöcke unterbrochen wird. (Aufnahmedatum: 20.8.09)

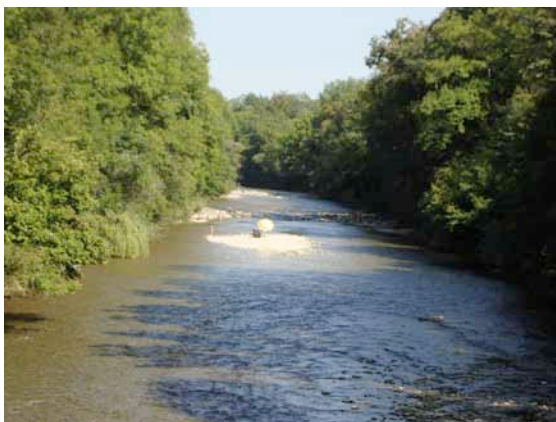


Photo 10: Begradigter Senseabschnitt bei Neuenegg.

Dieses Bild wurde flussaufwärts der Sense bei Transekt 2 aufgenommen. Man erkennt die kleinen Kiesbänke, welche keinen Bewuchs aufweisen. (Aufnahmedatum: 20.8.09)

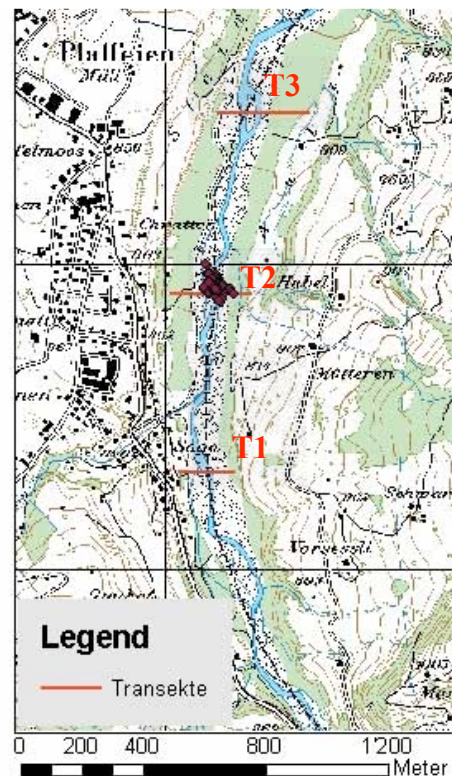
Entgegen dem Senseabschnitt bei Neuenegg, ist der Senseabschnitt bei Rufenen noch natürlich und gleicht dem Senseverlauf von 1884. **Karte 4** zeigt diesen früheren Senseverlauf. Die Flussbettbreite bei Transekt 1 beträgt 178m, bei Transekt 2 ist sie 176m breit und bei Transekt 3 182m. Der natürliche Verlauf und das häufige Auftreten von Kiesbänken weist auf eine potentiell geeignete Umgebung für *Myricaria* hin. Allerdings findet man in der Literatur keine Angaben zu *Myricaria*vorkommen bei Plaffeien. Im Catalogue von Jacquet (1930), findet man nur bei Sodbachmühle (heutiges Sodbach), in der Nähe von Schwarzenburg, Hinweise auf das Auftreten von *Myricaria germanica*. Ausserdem erinnert

sich Christoph Scheidegger Myricaria oberhalb der Einmündung des Schwarzwassers 1978 gesehen zu haben.

Auf **Karte 5** sieht man den heutigen Senseverlauf bei Rufenen mit den drei ausgemessenen Transekten. Transekt 1 weist eine Flussbreite von 103m auf, Transekt 2 von 142m und Transekt 3 von 158m. Dies entspricht einem Unterschied zu 1884 von 75m bei Transekt 1, 34m bei Transekt 2 und 24m bei Transekt 3. Die roten Kreise bei Transekt 2 entsprechen den GPS Koordinaten der Myricariapopulation. Bei Transekt 1 ist sichtbar, dass mehrere Häuser in der Nähe der Sense gebaut wurden, die auf der **Karte 4** von 1884 noch nicht vorhanden sind. Weiter fällt auf, dass der Wanderweg, welcher bei Rufenen hinunter an die Sense führt, und dort ihrem Verlauf Richtung Norden folgt, 1884 noch nicht gebaut worden war.



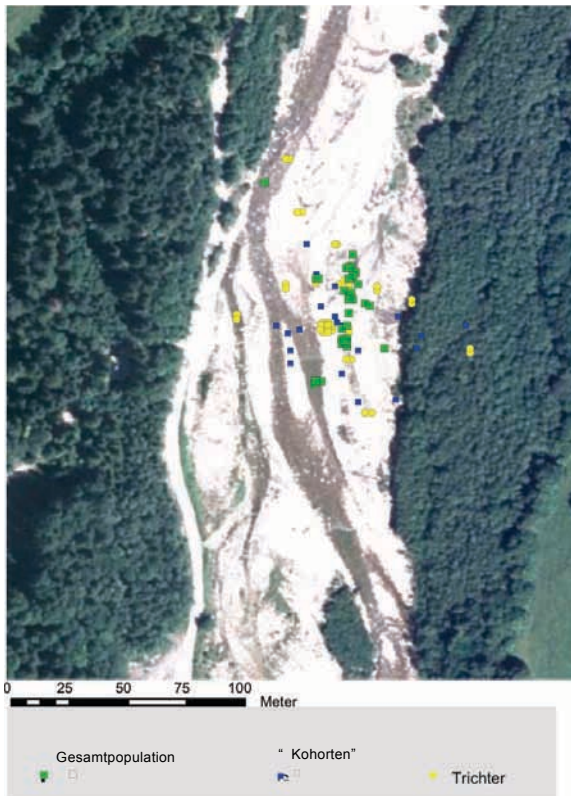
Karte 4: Früherer Senseverlauf bei Rufenen. Ausschnitt aus Blatt 350 der Siegfriedkarte von 1884 (Masstab 1:13'000). Rot eingezeichnet sind die drei Transekte. (Urheberrecht: swisstopo)



Karte 5: Aktueller Senseverlauf bei Rufenen. Der natürliche Flussverlauf ist gut erkennbar. Kartenausschnitt von 2004 (Masstab 1:13'000). Die roten Punkte symbolisieren die Myricariapopulation.

3.2 Samenproduktion und -ausbreitung

Karte 6 zeigt die Überlagerung einer Luftaufnahme des Untersuchungsgebietes von 1998 mit den korrigierten GPS Koordinaten der Myricariapflanzen, „Kohorten“ und Trichter. Die grünen Quadrate zeigen die untersuchte Sensepopulation an. Die gelben Kreise zeigen die Lage der Trichter, die der quantitativen Erfassung der „Samenausbreitung“ dienten. Die kleinen blauen Quadrate zeigen das Auftreten der ein bis zweijährigen „Kohorten“, welche einen Hinweis auf die letztjährigen „Etablierung“ von Myricaria geben.

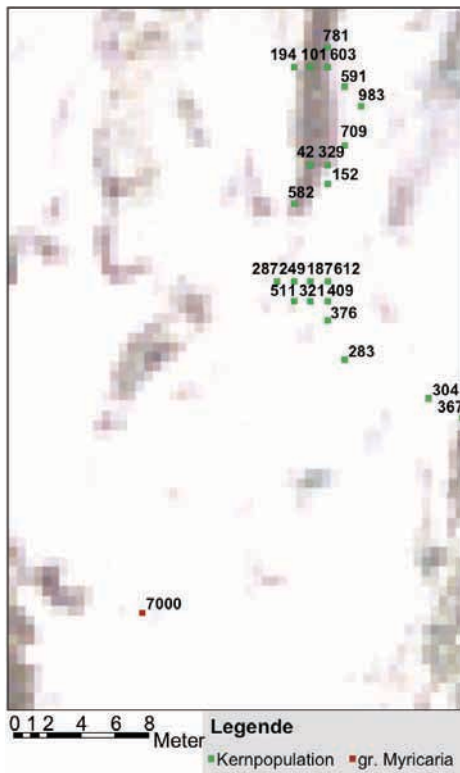


Karte 6: Luftbild von 1998 aus Swisimage (Massstab 1:1'000) überlagert mit unseren GPS-Koordinaten.

Der Messstab unterhalb der Karte zeigt, dass das Flussbett 1998 knappe 100m breit war. Der Spazierweg auf der westlichen Uferseite war bereits vorhanden. Vier Trichter (25 und 50m Ost südöstlich der Population) und 3 Kohorten befinden sich auf dieser 10jährigen Karte im Wald.

3.2.1 „Samenpotential“ und „Samenpeak“

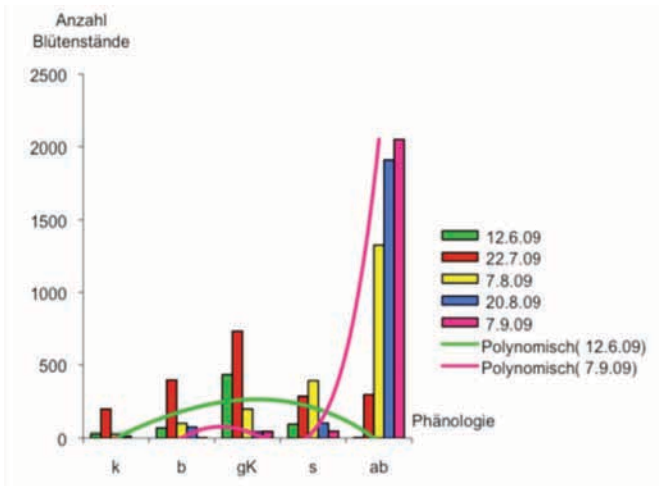
Das „Samenpotential“ der Kernpopulation beträgt 8'970'423 und jenes der gr. Myricaria 7'305'938. Zusammen ergibt dies für die gesamte Population unseres Untersuchungsgebietes ungefähr 16 Mio. „Samen“, welche während der Blütezeit von Myricaria von Anfang Juni bis Ende August 2009 produziert wurden. Da nicht alle „Samen“, die ausgebreitet werden können auch Keimungspotential haben, wurde das „Samenpotential“ mit Hilfe der Ergebnissen des Keimungstestes angepasst. Aus dem Keimungstest ging hervor, dass 76% aller „Samen“ auskeimen. Das „Samenpotential“ für die Kernpopulation beträgt mit Einbezug des Ergebnisses des Keimungstestes noch ungefähr 7 Mio. für die Kernpopulation, 5.5 Mio. für die gr. Myricaria und somit 12.5 Mio. für die gesamte Population.



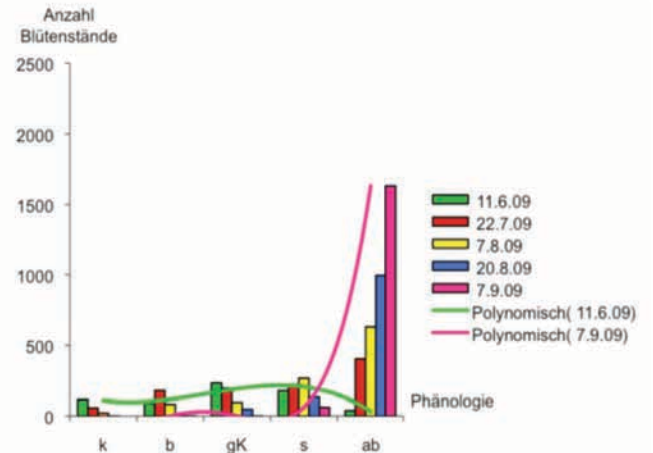
Karte 7: Samenproduktion in der Kernpopulation und der gr. Myricaria. Dargestellt sind grün die Pflanzen der Kernpopulation und rot die gr. Myricaria. Die Zahlen oberhalb der einzelnen Pflanzen geben deren Samenproduktion (*1'000) während der Blütezeit 2009 an.

In **Grafik 1** und **2** wird nicht nur der Phänologietyp der s Bls. von den restlichen Phänologietypen unterschieden, sondern die Entwicklung jedes Typen wird dargestellt. In **Grafik 1** ist sehr gut erkennbar, dass eine starke Entwicklung der Blütenstände der Kernpopulation vom 12. Juni bis zum 7. September stattgefunden hat. Am 12. Juni gab es praktisch noch keine ab Bls., aber einige mit geschlossenen Kapseln. Am 22. Juli zeigt die Grafik zwei bedeutende Unterschiede verglichen mit dem 12. Juni. Erstens sind die Anzahl Blütenstände aller 5 Phänologietypen in ihrer Anzahlhoch gestiegen, und zweitens sind am 22. Juli wesentlich mehr ab Bls. vorhanden. Der 7. August zeigt einen starken Anstieg der k Bls. hin zu den ab Bls..

In **Grafik 2** wird die Entwicklung der Blütenstände der gr. Myricaria dargestellt. Auch hier gibt es am 11. Juni sehr wenige ab Bls. und eine ansteigende Anzahl dieser bis zum 20. August, wo sie ihre maximale Anzahl erreichen. Es ist ersichtlich, dass am 11. Juni am meisten k Bls. vorhanden waren im Unterschied zur Kernpopulation. Dort sind am 22. Juli am meisten k Bls. beobachtet worden. In **Grafik 2** ist erkennbar, dass am 7. August und am 20. August die Anzahl der Blütenstände von den k hin zu ab immer zunimmt.



Grafik 1: Entwicklung der Blütenstände in der Kernpopulation

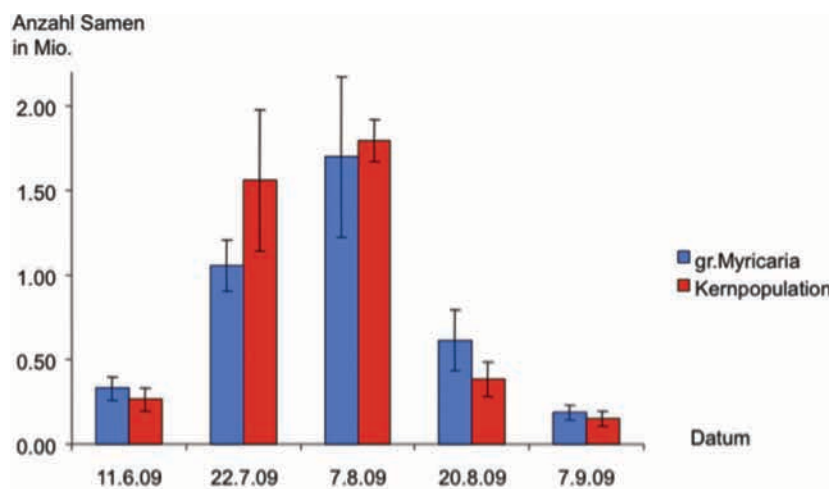


Grafik 2: Entwicklung der Blütenstände der gr. Myricaria

Die x- Achse gibt die fünf Phänologietypen der Blütenstände an: k=knospent, b=blühend, gk=geschlossene Kapseln, s=samend und ab=abgesamt

Damit der „Samenpeak“ berechnet werden konnte, mussten die s Bls. getrennt von den restlichen Phänologietypen ausgezählt werden.

Grafik 3 zeigt die Entwicklung der Samenfreisetzung, welche an den Daten der Sensebegehungen möglich gewesen wäre. Aus dieser Grafik kann man den Zeitpunkt der höchsten Samenfreisetzung („Samenpeak“) ablesen, welchen die Kernpopulation wie auch die gr. Myricaria am 7. August erlangten. Sie zeigt, sowohl bei der Kernpopulation als auch bei der gr. Myricaria, eine Zunahme der möglichen Samenfreisetzung vom 11. Juni bis zum 7. August. Danach folgt innerhalb von einem Monat ein starker Abfall bis zum 7. September.

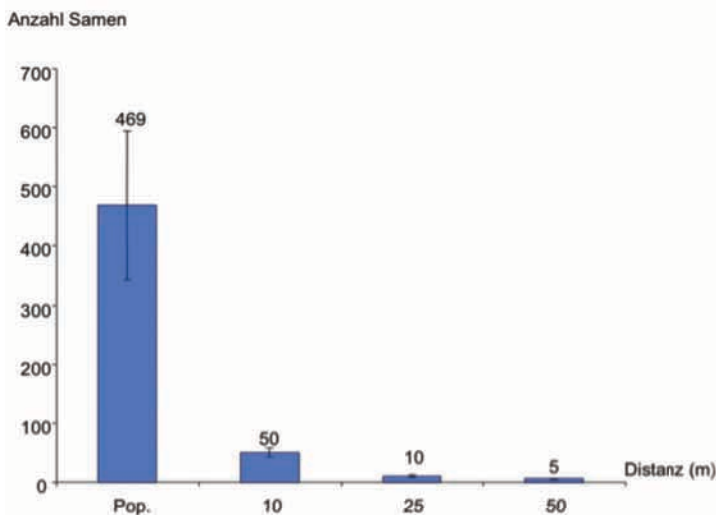


Grafik 3: Entwicklung des Samenfreisetzungspotentials der Kernpopulation und der gr. Myricaria, mit zugehöriger Standardabweichung

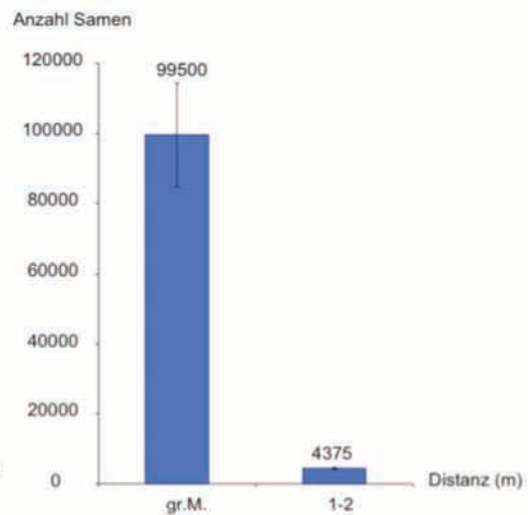
3.2.2 „Samenausbreitung“ durch Wind

In **Grafik 4** sind die Ergebnisse des Samenfangs in und um die Kernpopulation dargestellt. Deutlich sichtbar ist, dass sich innerhalb der Kernpopulation, mit mehr als 450 „Samen“, am meisten niederlassen. Die Verbreitung nimmt danach annähernd exponentiell ab. Es ist ein eindeutiger Trend vorhanden, der sich in einer negativen Korrelation zwischen der Anzahl und der Distanz gefangener „Samen“ äussert. In 50m Entfernung von der Kernpopulation sind nur noch 5 „Samen“ gefangen worden. Wird jedoch der „Verdünnungseffekt“¹³ berücksichtigt (d.h. die Anzahl Samen mit der Distanz von der Quelle multipliziert), dann findet man in 10m immer noch 500 und in 25m, als auch in 50m Distanz noch 250 „Samen“.

Bezieht man die Trichter, die direkt unter der gr. Myricaria standen mit ein und stellt in einer Grafik die Distanz des Samenfangs und die Anzahl gefangener „Samen“ dar, ist feststellbar, dass sich, wie in der Kernpopulation, die Verbreitung über die Distanz hin verringert (vgl. **Grafik 4** und **5**). **Grafik 5** zeigt, dass die meisten „Samen“ (ca. 100'000) direkt in den Trichtern unter der gr. Myricaria zu finden waren. Dies entspricht 2.3% der während der Feldstudienzeit gebildeten Samen.



Grafik 4: Anzahl gefangener Samen in den Trichtern der Kernpopulation nach Distanz, mit zugehöriger Standardabweichung

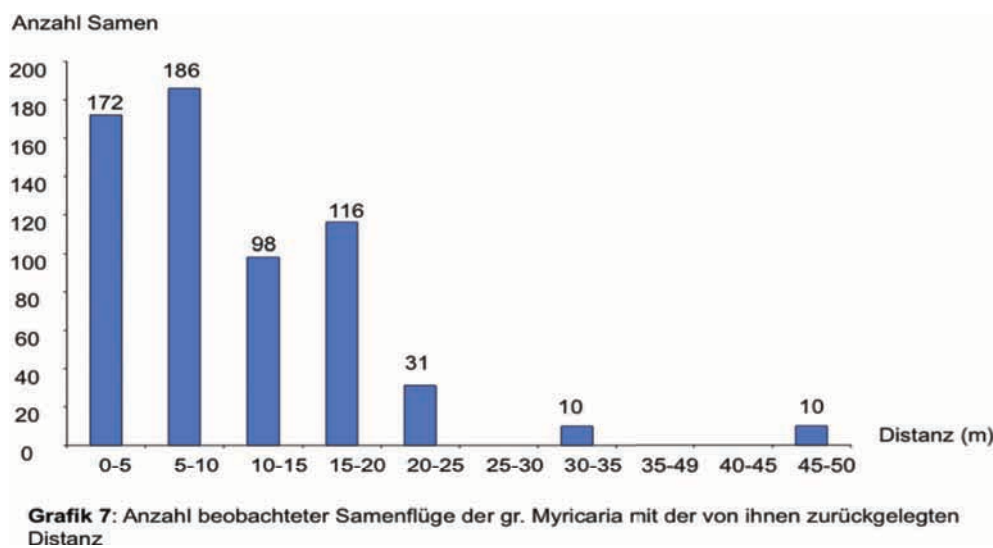
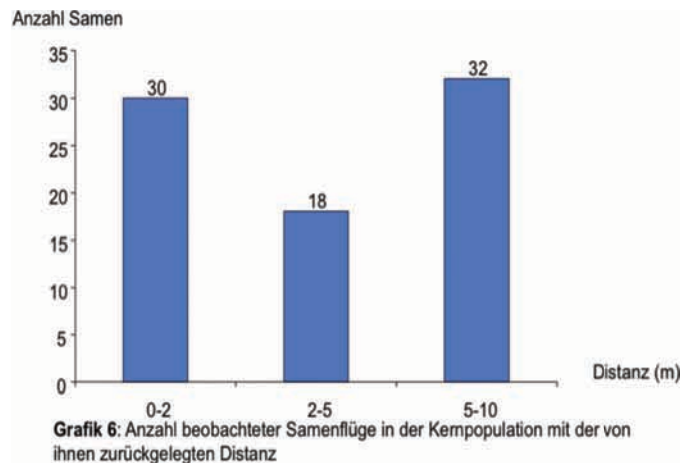


Grafik 5: Anzahl gefangener Samen in den Trichtern der gr. Myricaria nach Distanz, mit zugehöriger Standardabweichung

Über die Richtung und Distanz der Samenflüge können auch Aussagen gemacht werden. Diese wurden aus den Beobachtungen, die an der Sense gemacht wurden, hergeleitet. Die Beobachtungen der Samenflüge aus der Kernpopulation in **Grafik 6**, zeigen zuerst einen leichten Abfall der Anzahl „Samen“ mit zunehmender Distanz (bis 2-5m), danach

¹³ Siehe Begriffsdefinitionen

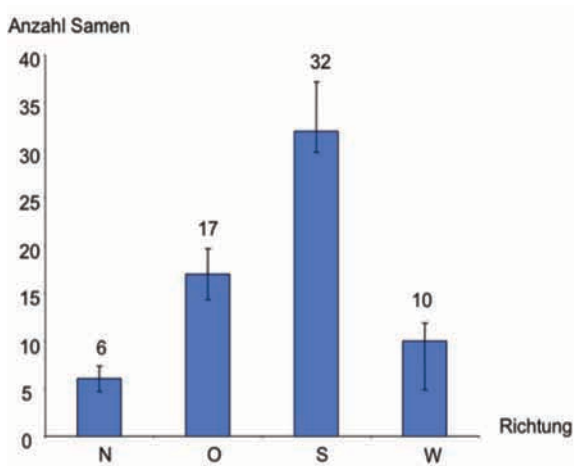
aber eine erneute Zunahme der beobachteten Anzahl „Samen“ in 5-10m Distanz. Bei den Beobachtungen zum Samenflug der gr. *Myricaria* ist im Allgemeinen ein Abfall der Samenanzahl mit zunehmender Distanz sichtbar (vgl. **Grafik 7**). Jedoch gibt es auch Ausnahmen bei 5-10m und 15-20m Distanz, wo eine leicht höhere Anzahl „Samen“ beobachtet wurde.



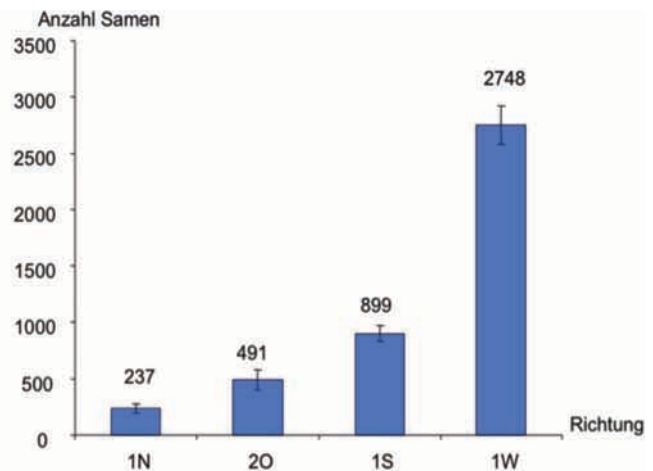
In **Grafik 8** und **9** sind die Ergebnisse des Samenfangs nach ihrer Richtung dargestellt. In **Grafik 8** wurde die Anzahl gefangener „Samen“ in der Kernpopulation ausgelassen, da sie über die Richtung des Samenfluges keine Auskunft geben. Es ist gut erkennbar, dass flussaufwärts, in südlicher Richtung, mit über 30 „Samen“, der grösste Samenfang stattgefunden hat. Im Osten und Westen wurden 10 bis 20 „Samen“ gefangen und im Norden weniger als 10 „Samen“.

Vergleicht man den Samenfang in **Grafik 8** mit demjenigen ausserhalb der gr. *Myricaria* in **Grafik 9**, fallen zwei wesentliche Unterschiede auf. Erstens scheint, die Hauptverbreitung

nicht gegen Süden stattzufinden, sondern gegen Westen. Zweitens unterscheiden sich die Fangraten im Westen deutlich von denen im Osten, was bei der Kernpopulation nicht so stark ausfällt.

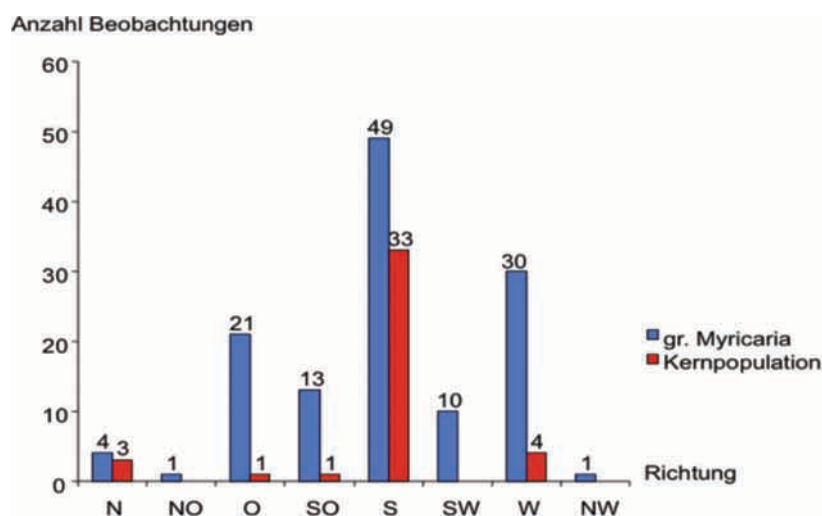


Grafik 8: Anzahl gefangener Samen in den Trichtern um die Kernpopulation nach der Richtung, mit zugehöriger Standardabweichung.



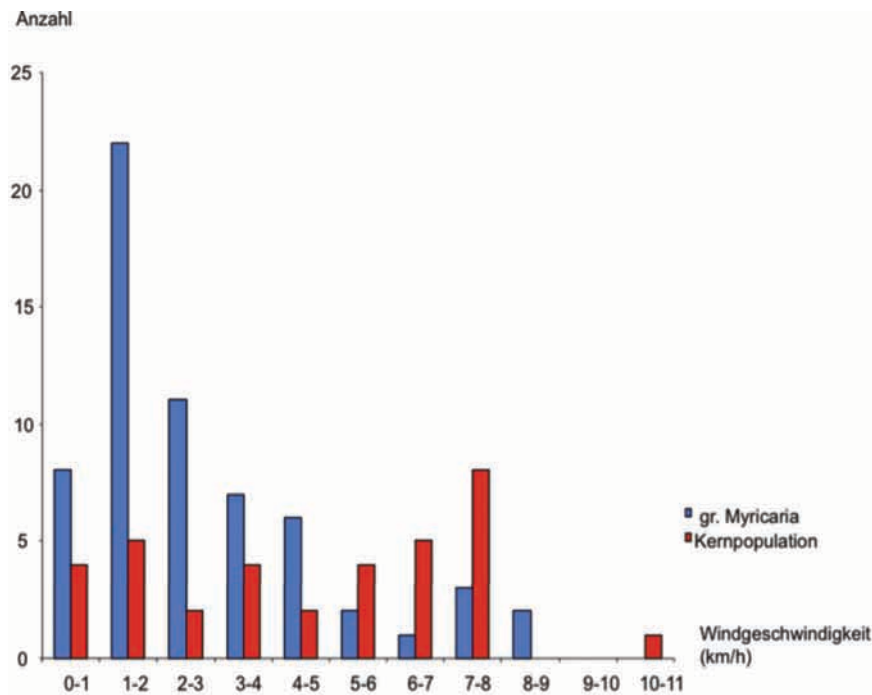
Grafik 9: Anzahl gefangener Samen in den Trichtern um die gr. Myricaria nach Distanz und Richtung, mit zugehöriger Standardabweichung

Betrachtet man die Ergebnisse der Beobachtungen zum Samenflug anhand der Richtung in **Grafik 10** kann festgestellt werden, dass sowohl bei der Kernpopulation als auch bei der gr. Myricaria die vorherrschende Richtung des Samenfluges der Süden ist. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass der Samenflug in Richtung Süden dominiert, gefolgt von Westen. In Richtung Osten sind vor allem bei der gr. Myricaria Samenflüge beobachtet worden, allerdings weniger als in Richtung Westen. Gegen den Norden gibt es wenige beobachtete Samenflüge aus der Kernpopulation und von der gr. Myricaria zu verzeichnen.



Grafik 10: Anzahl der Beobachtungen zur Richtung des Samenfluges

In der **Grafik 11** ist ersichtlich, dass bei der gr. Myricaria mehr Beobachtungen vorhanden sind. Am häufigsten wurde bei der gr. Myricaria die Windgeschwindigkeit von 1-2km/h gemessen. Sehr wenige Beobachtungen sind über 5km/h vorhanden. Bei der Kernpopulation wurde am häufigsten eine Windgeschwindigkeit von 7-8km/h gemessen. In der Kernpopulation traten, im Gegensatz zur gr. Myricaria, Windgeschwindigkeiten von bis zu 10.3km/h auf.

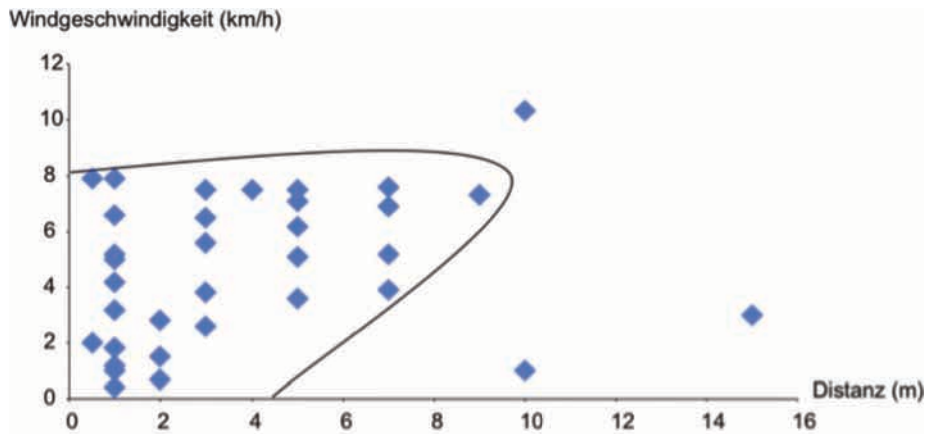


Grafik 11: Anzahl der beobachteten Windgeschwindigkeiten, bei denen sich ein oder mehrere Samen gelöst haben

gr. Myricaria		Kernpopultaion	
0.5	3.2	0.4	5.6
0.6	3.1	0.7	6.2
0.7	3.3	1	6.5
0.8	3.4	1.2	6.6
1	3.5	1.5	6.9
1.1	3.9	1.8	7.1
1.2	4	2	7.3
1.4	4.1	2.6	7.5
1.5	4.3	3	7.6
1.8	4.4	3.2	7.9
1.9	4.5	3.6	10.3
2.1	4.6	3.8	
2.2	5.4	3.9	
2.3	7	4.2	
2.5	7.2	5	
2.6	8.6	5.2	
2.7	8.7	5.2	

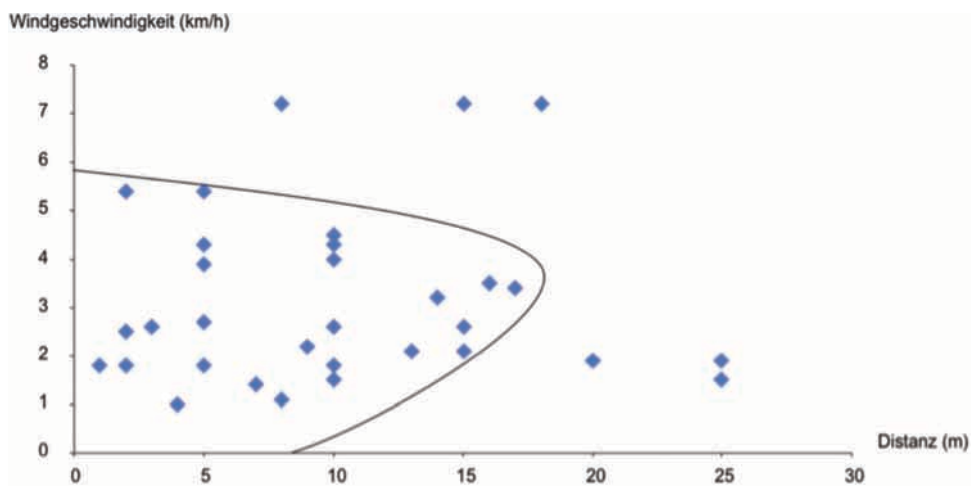
Tabelle 6: Zeigt alle gemessenen Windgeschwindigkeiten in km/h auf.

In **Grafik 12** ist keine direkte Korrelation zwischen der zurückgelegten Distanz und der Windgeschwindigkeit ersichtlich. Beispielsweise führte eine Windgeschwindigkeit von 7-8km/h zur Ausbreitung der „Samen“ über eine Distanz von 0.5-9m. Manche „Samen“ flogen bei mehreren Windgeschwindigkeiten gleich weit. Zum Beispiel wurde eine Distanz von 1m bei Windgeschwindigkeiten von 0.5-8km/h zurückgelegt. Die maximale beobachtete Distanz von 15m wurde bei einer Windgeschwindigkeit von 3km/h erreicht.



Grafik 12: Distanz-Windgeschwindigkeits-Diagramm der gesamten Samenflüge in der Kernpopulation

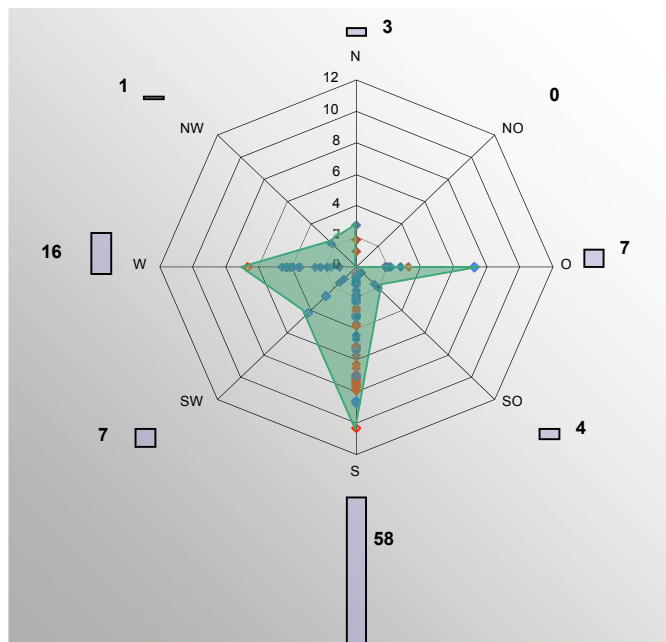
Grafik 13 stellt die Beziehung der Windgeschwindigkeit zur Distanz der Samenflüge von der *gr. Myricaria* dar. Auch in dieser Grafik kann keine direkte Korrelation zwischen der Windgeschwindigkeit und der von den „Samen“ zurückgelegten Distanz erkannt werden. „Samen“ legten auch hier bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten die gleiche Distanz zurück. Man erkennt, dass im Vergleich zur Kernpopulation grössere Distanzen (von bis zu 25m) beobachtet werden konnten. Diese maximale beobachtete Distanz wurde bei 1.5 und 1.9 km/h erreicht.



Grafik 13: Distanz-Windgeschwindigkeits-Diagramm der gesamten Samenflüge bei der *gr. Myricaria*

In **Grafik 14** sieht man den Bezug der beobachteten Windgeschwindigkeiten zur Richtung der Samenflüge. Es ist deutlich erkennbar, dass die höchsten (Spitzenwindgeschwindigkeit von 10.3km/h), als auch die meisten (58 Beobachtungen) Windgeschwindigkeiten bei Samenflügen in Richtung Süden beobachtet wurden. Der Westen weist die zweit meisten Beobachtungen auf, der Osten hingegen die zweithöchste Windgeschwindigkeit pro Rich-

tung. Der Norden, als eine der vier Hauptwindrichtungen (N, O, S und W) schneidet im Hinblick auf die Anzahl Beobachtungen oder die Windstärke am schwächsten ab.



- ◆ Beob. Windgeschwindigkeiten (km/h) gr. Myricaria
- ◆ Beob. Windg. In der Kernpopulation
- ▲ Fläche der beobachteten Windgeschwindigkeit
- Anzahl Beobachtungen

Grafik 14: Windrose mit Bezug der beobachteten Windgeschwindigkeiten zur Richtung des Samenfluges.

Die radialen Achsen der Windrose geben die Himmelsrichtung des Samenfluges an. Die Querverbindungen geben die Windgeschwindigkeiten von 0-12km/h an. Die Zahlen neben den blau gefüllten Balken geben die Anzahl Beobachtungen in die bezeichnete Himmelsrichtung an.

3.2.3 „Dispersal kernel“

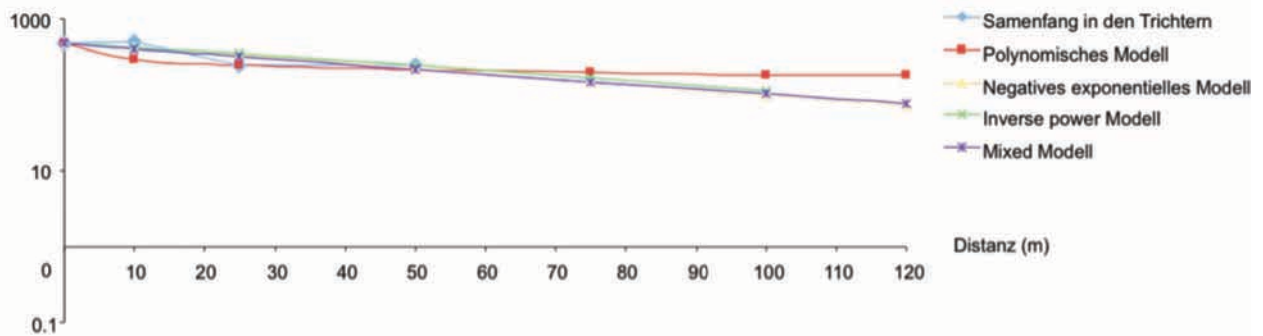
Die „terminal velocity“ von Myricaria, beträgt 0.16 ± 0.01 m/s.

In **Grafik 15** und **16** ist ersichtlich, dass das mixed Modell die beste Anpassung an den, anhand der Resultate aus dem Samenfang, erstellten „dispersal kernel“ (blau) aufzeigt. Das mixed Modell sagt voraus, dass ca. 76 „Samen“ eine Entfernung von 120m zur Quelle zurücklegen. Aber auch das inverse power Modell und das negative exponentielle Modell stimmen nicht schlecht mit der erstellten Samenausbreitungskurve überein. Die exakten Resultate werden in **Tabelle 7** aufgeführt.

Tabelle 7: Vergleich der, durch die phänomenologischen Modellen, vorausgesagten Samenanzahl mit der korrigierten (wegen Verdünnungseffekt) Anzahl gefangener Samen in den Trichtern der Kernpopulation.

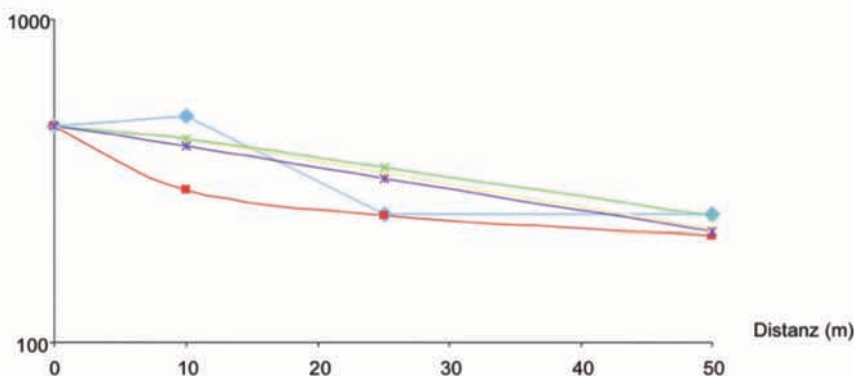
Distanz (m)	Anzahl gefangener Samen	Abzahl Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen			
			phänomenologische Modelle			
			polynomisches Modell	negatives exponentielles Modell	inverse power Modell	mixed Modell
0	469	469	469	469	469	469
10	50	500	295.9190	426.0719	425.8284	404.3925
25	10	250	246.3683	335.1600	349.7439	321.7739
50	5	250	214.4761	224.6645	245.4221	220.0103
75			197.7701	150.5971	166.4075	150.6351
100			186.7123	100.9483	111.5369	103.3567
120			180.0266	73.3035		76.6436
Konstanten:			aP= 469 bP= -0.2	aN= 500 bN= -0.016	aI= 469 bI= 0.003	aM= 470 bM= 0.0153 cM= 0.0001 dM= 0.001

Anzahl Samen (log-Skalierung)



Grafik 15: „Dispersal kernel“ der Samenfallen (phänomenologische Modelle). Es wurden nur die Anzahl gefangener Samen in den Trichtern der Kernpopulation berücksichtigt.

Anzahl Samen (log-Skalierung)



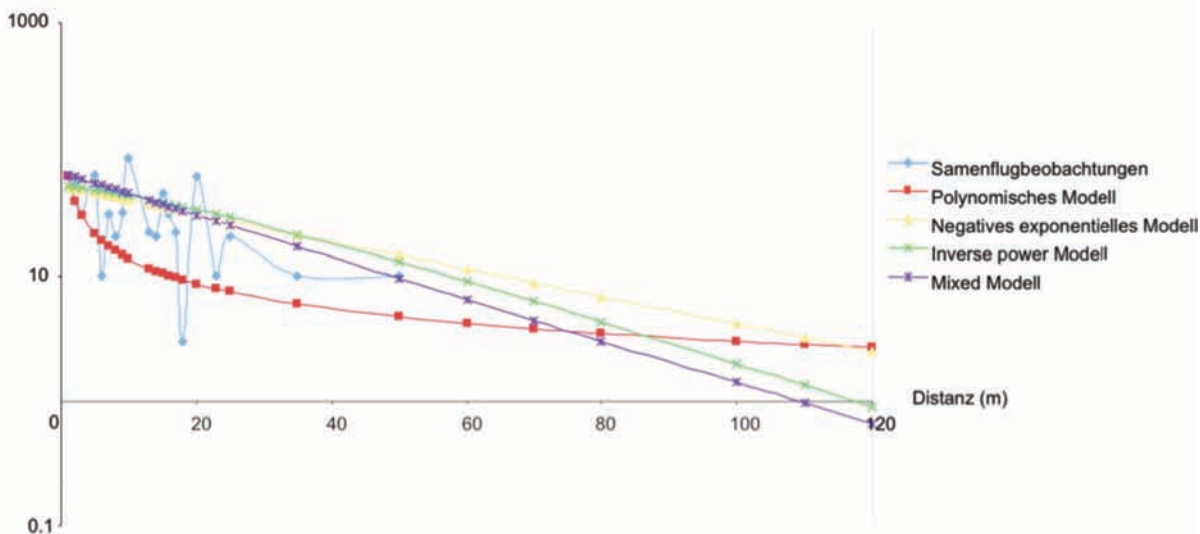
Grafik 16: Vergrößerung des „dispersal kernels“ der Samenfallen (phänomenologische Modelle). Es wurden nur die Anzahl gefangener Samen in den Trichtern der Kernpopulation berücksichtigt.

Die erstellte Samenausbreitungskurve (blau) (**Grafik 17** und **18**) aus den Samenflugbeobachtungen ist sehr schwankend. Sie wird wiederum am besten durch das mixed Modell beschrieben. Dieses sagt voraus, dass die „Samen“ über 100m weit windverbreitet werden können. Das inverse power Modell, sowie das negative exponentielle Modell, beschreiben den „dispersal kernel“ der Beobachtungen nicht so gut, wie das mixed Modell. Am schlechtesten stimmt das polynomische Modell mit der erstellten Samenausbreitungskurve überein. In **Tabelle 8** sind die exakten Resultate aufgelistet.

Tabelle 8: Anzahl beobachteter Samen der gr. Myricaria, mit der zurückgelegten Distanz. Aufgezeigt wird zudem die von den phänomenologischen Modellen vorhergesagten Samenanzahlen zu den jeweiligen Distanzen.

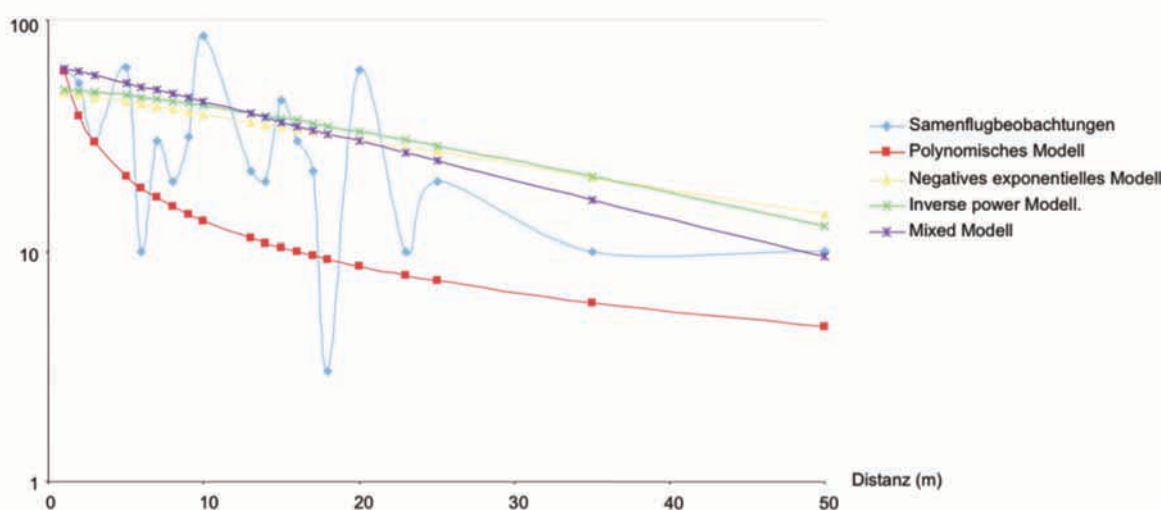
Distanz (m)	Anzahl Samen	vorhergesagte Anzahl Samen			
		phänomenologische Modelle			
		polynomisches Modell	negatives exponentialles Modell	inverse power Modell	mixed Modell
0					
1	61	60	48.7655	50	61.9098
2	53	38.2368	47.5615	49.5171	59.7692
3	30	29.3780	46.3872	48.8597	57.6473
5	62	21.0776	44.1248	47.2613	53.5126
6	10	18.7220	43.0354	46.3754	51.5145
7	30	16.9370	41.9729	45.4528	49.5693
8	20	15.5290	40.9365	44.5038	47.6807
9	31	14.3845	39.9258	43.5364	45.8514
10	85	13.4323	38.9400	42.5569	44.0833
13	22	11.3263	36.1264	39.5914	39.1524
14	20	10.7936	35.2344	38.6055	37.6324
15	45	10.3203	34.3645	37.6253	36.1724
16	30	9.8963	33.5160	36.6529	34.7711
17	22	9.5139	32.6885	35.6900	33.4264
18	3	9.1669	31.8814	34.7381	32.1366
20	61	8.5602	30.3265	32.8720	29.7130
23	10	7.8168	28.1352	30.1809	26.4358
25	20	7.4044	26.7631	28.4663	24.4659
35	10	5.9499	20.8431	20.9254	16.6745
50	10	4.7187	14.3252	12.7154	9.4231
60		4.1913	11.1565	8.9567	6.4439
70		3.7917	8.6887	6.2355	4.4067
80		3.4765	6.7668	4.2977	3.0136
100		3.0071	4.1042	1.9905	1.4094
110		2.8265	3.1964	1.3400	0.9638
120		2.6711	2.4894	0.8963	0.6591
Konstanten:		aP= 60 bP= -0.65	aN= 50 bN= -0.025	al= 50 bl=0.007	aM=63 bM=0.038 cM= 0.1 dM= 0.1

Anzahl Samen (log-Skalierung)



Grafik 17: „Dispersal kernel“ der Samenflugbeobachtungen (phänomenologische Modelle). Es wurden nur die Anzahl beobachteter Samen der gr. *Myricaria* berücksichtigt.

Anzahl Samen (log-Skalierung)



Grafik 18: Vergrößerung des „dispersal kernels“ der Samenflugbeobachtungen (phänomenologische Modelle). Es wurden nur die Anzahl beobachteter Samen der gr. *Myricaria* berücksichtigt.

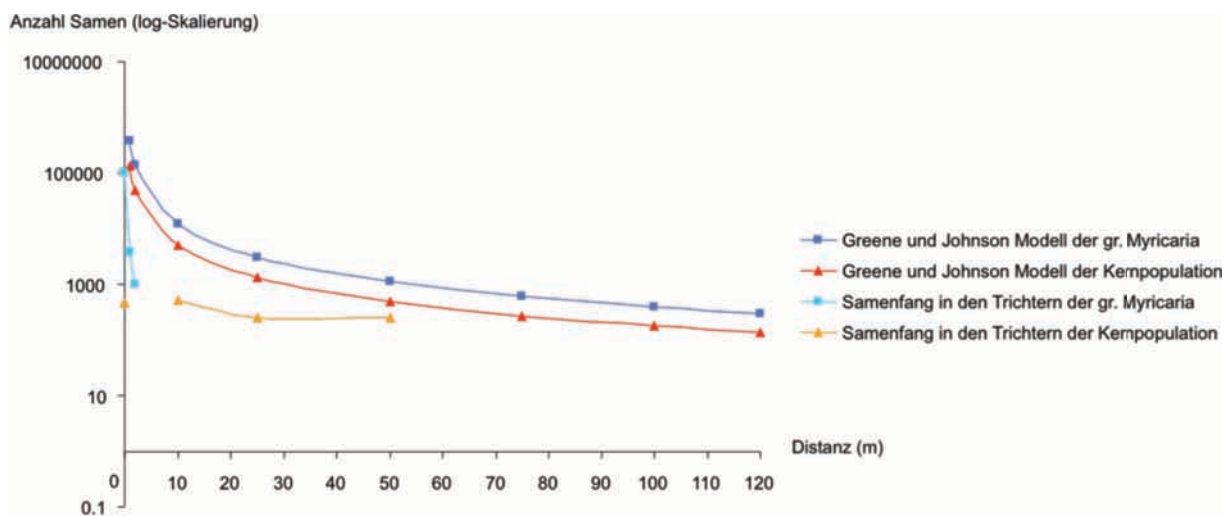
In **Grafik 19** sieht man das mechanistische Modell von Greene and Johnson betreffs des Samenfangs der gr. *Myricaria* und der Kernpopulation. Das Modell überschätzt die Anzahl „Samen“ zwischen 0 und 20m. Die Kurve des mechanistischen Modells der Kernpopulation nähert sich aber ab 30m recht gut an den „dispersal kernel“ des Samenfangs der Kernpopulation an.

Tabelle 9: Vergleich der (korrigierten) Anzahl gefangener Samen der gr. Myricaria mit der vorhergesagten Samenanzahl des mechanistischen Modells von Greene und Johnson

Distanz (m)	Anzahl gefangener Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen	
		mechanistisches Modell	Greene und Johnson Modell
0	99500		
1	3884		388017.8056
2	982		137206.2442
10			12276.51043
25			3106.374246
50			1098.439136
75			597.9686663
100			388.4169906
120			295.4908449
Q= 1510152 $u_g = 2.2992$ $F_u = 4.0072$ F= 0.1635 H= 0.625 Stdv von u= 2.002 r= 1.25			

Tabelle 10: Vergleich der (korrigierten) Anzahl gefangener Samen der Kernpopulation mit der vorhergesagten Samenanzahl des mechanistischen Modells von Greene und Johnson

Distanz (m)	Anzahl gefangener Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen	
		mechanistisches Modell	Greene und Johnson Modell
0	469		
1			132249.1349
2	500		48944.91728
10	250		4868.167471
25	250		1308.303979
50			484.1984795
75			270.7096537
100			179.2000723
120			137.9717299
Q= 1172986 $u_g = 3.7072$ $F_u = 7.0448$ F= 0.1635 H= 0.3125 Stdv von u= 2.6542 r= 0.625			

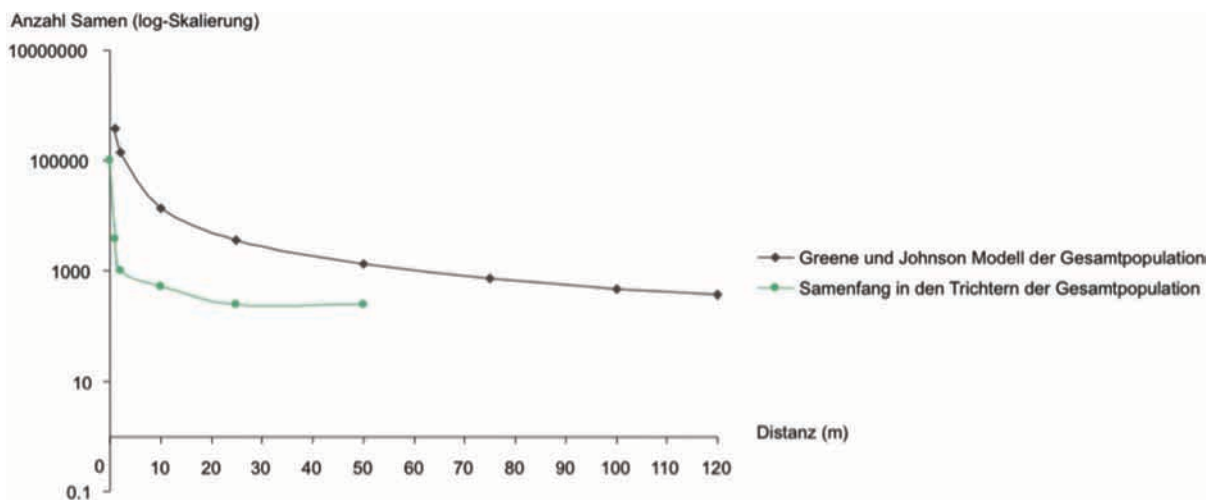


Grafik 19: „Dispersal kernels“ der Samenfallen (mechanistisches Modell). Es wurden zwischen der Anzahl gefangener Samen der gr. Myricaria und der Anzahl gefangener Samen der Kernpopulation unterschieden.

Erstellt man eine Ausbreitungskurve des gesamten Samenfangs der Myricariapopulation, ist eine etwas bessere Annäherung des Modells von Greene und Johnson, an den erstellten „dispersal kernel“, ersichtlich (vgl. **Grafik 20**). Zwischen 0-30m wird die Anzahl „Samen“ vom Modell überschätzt, anschliessend nähert sich das Modell an die Ausbreitungskurve des Samenfangs an, überschätzt jedoch die Anzahl „Samen“, im Vergleich zu den Resultaten des Samenfangs, immer noch.

Tabelle 11: Vergleich der (korrigierten) Anzahl gefangener Samen der Gesamtpopulation mit der vorhergesagten Samenanzahl des mechanistischen Modells von Greene und Johnson

Distanz (m)	Anzahl gefangener Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen
		mechanistisches Modell Greene und Johnson Modell
0	99969	
1	3884	381935.3171
2	982	139393.4274
10	500	13422.2099
25	250	3541.2230
50	250	1292.4262
75		716.7041
100		471.6917
120		361.8392
Q= 2683138 $u_g = 2.7452$ $F_u = 5.8760$ F= 0.1635 H= 0.3261 Stdv von u= 2.4240 r= 0.6522		



Grafik 20 : „Dispersal kernel“ der gesamten Samenfallen (mechanistisches Modell). Es wurden die gesamte Anzahl gefangener Samen der Myricariapopulation berücksichtigt.

Bei den phänomenologischen Modellen zeigte sich, dass das mixed Modell die beste Annäherung an die, aus den Daten erstellten Samenausbreitungskurven aufweist. Dies wird auch in der Literatur aufgeführt (Bullock & Clarke, 2000). Sowohl das mixed Modell, als auch das mechanistische Modell von Greene and Johnson beschrieben recht gute unsere erstellten „dispersal kernels“ und deuten auf eine gute Windverbreitung der Myricariasamen hin.

3.2.4 „Samenausbreitung“ durch Wasser

Bei dem ersten Experiment, erwiesen sich sowohl die trockenen als auch die benetzten „Samen“ mit Pappus als äusserst schwimmfähig. Die 10 „Samen“ mit Pappus, die ohne vorhergehende Benetzung auf das Wasser gelegt wurden blieben stets an der Wasseroberfläche, bis 10 Tage nach dem Versuchsstart. Die 10 „Samen“, die zuvor 1min unter Wasser gehalten wurden, schwammen sofort nach ihrer Freisetzung an die Oberfläche, wo auch sie bis 10 Tage nach dem Versuchsstart blieben. Diese Beobachtungen konnten bei allen drei Wiederholungen des Versuches gemacht werden.

Im zweiten Experiment wurde die Schwimmfähigkeit der „Samen“ mit Pappus bei kleinen Turbulenzen des Wassers getestet. Bei dem Fall des „Samens“ mit Pappus aus der niedrigsten Höhe von 12cm, drang der „Same“ mit Pappus bereits durch die 4cm hohe Wasserschicht bis auf den Boden. Danach brauchte er zwischen 20 und 30sec um wieder an die Wasseroberfläche zu gelangen. Das Verhalten der „Samen“ mit Pappus änderte sich bei keinem der drei unterschiedlichen Höhen und blieb auch in den 10 Wiederholungen immer im gleichen Rahmen.

Mit Hilfe des dritten Schwimmexperimentes der Myricariasamen konnten eindeutige Indizien für Parameter gefunden werden, welche das Schwimmverhalten der „Samen“ beeinflussen. In **Tabelle 6** sind die Resultate festgehalten.

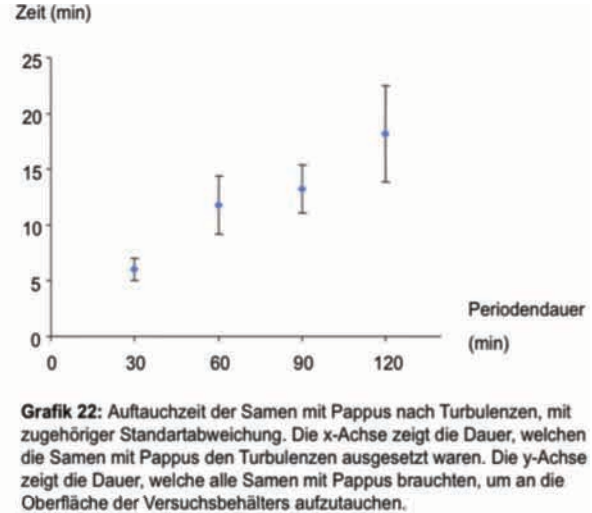
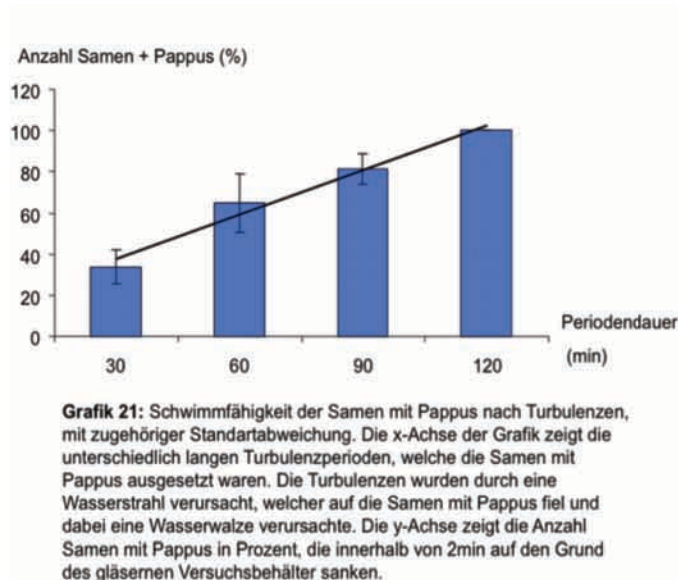
Tabelle 12: Resultate des Samenschwimmexperimentes 3.

S+P = Samen mit Pappus, S-P = Samen ohne Pappus. Die Tabelle zeigt in der ersten Reihe (R1) die Zeitdauer in min, welcher die Samen den Turbulenzen ausgesetzt waren. Die Daten in der dritten und sechsten Reihe sind in Prozent angegeben. Die Resultate beziehen sich immer auf das Verhalten der Samen, welches innerhalb von höchstens 2min beobachtet wurde. In Reihe 6 sind einmal nur 98% der Samen ohne Pappus untergegangen. Dies entspricht einem einzigen Samen, der nicht untergegangen ist. Die Auftauchzeit in Reihe 4 gibt an, nach wie vielen Minuten 100% aller Samen an die Wasseroberfläche aufgestiegen sind. Die Sinkdauer in Reihe 7 beträgt normalerweise 5-7sec für 100% der Samen. In der ersten Spalte konnte keine Angabe dazu gemacht werden, weil ein Same an der Oberfläche blieb und somit nicht 100% der Samen auf den Grund sanken.

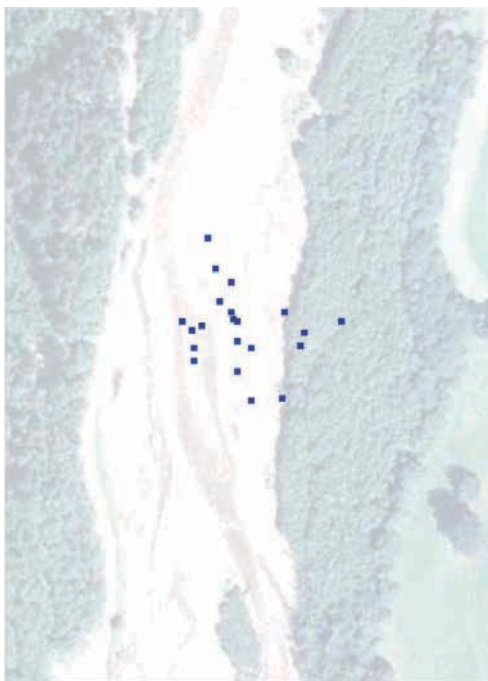
R1		30min	60min	90min	120min
R2	Samen+Pappus				
R3	S+P auf Grund	34	65	81	100
R4	Auftauchzeit (min)	6	12	13	18
R5	Samen-Pappus				
R6	S-P auf Grund	98	100	100	100
R7	Sinkdauer (sec)	x	5-7	5-7	5-7

Tabelle 12 zeigt, dass je länger die „Samen“ mit Pappus den Turbulenzen des Wassers ausgesetzt waren, desto mehr von ihnen sanken auf den Boden und desto länger brauchten die „Samen“ mit Pappus um wieder an die Oberfläche zu gelangen. Wenn die „Samen“ 2h den Turbulenzen ausgesetzt waren, sanken in den ersten 2min 100% von ihnen auf

den Grund. Das Resultat der „Samen“ ohne Pappus, die auf den Grund sanken, beträgt beinahe 100%. Diese „Samen“ ohne Pappus gelangen auch nach mehreren Stunden nicht mehr an die Oberfläche.



3.2.5 Verbreitung der „Kohorten“



Legende
 ■ Kohorten

Karte 1: Kohorte von juvenilen Individuen von *Myricaria* an der Sense bei Rufenen. Der Hintergrund ist das Luftbild aus Swissimage 1998 (Massstab 1:1'000).

Die „Kohorten“ befinden sich vorwiegend auf sandigem, meist feuchtem Untergrund mit wenigen Steinen. Der Sand war zum Teil auch bei trockener Witterung bis an die Oberfläche feucht. Die Jungpflanzen mit einer Grösse von 1-2cm wurden nur auf sandigem Untergrund gefunden. Bis auf einige Ausnahmen, befanden sich alle „Kohorten“ in der Nähe von einem Bächlein.

4. Diskussion

Durch die vorgenommene Studie konnten wichtige Erkenntnisse über die Verbreitungsmöglichkeiten und die Vernetzung von *Myricaria germanica* an der Sense gewonnen werden. Bei der Feldarbeit, bei der Datengewinnung und der -auswertung ergaben sich einige Schwierigkeiten und manche Vorgehensweisen könnten optimiert werden.

4.1 Historischer Vergleich und Kartierung des Untersuchungsgebietes

Die grossen Unterschiede in der Flussbettbreite der Sense bei Neuenegg zwischen 1879 und 2004 sind auf die Begradigung des Flusses zurückzuführen. Welchen Einfluss die baulichen Massnahmen auf das Verschwinden der 1911 und 1930 beschriebenen Myricariavorkommen in der Nähe von Neuenegg und Flamatt hatten, kann nicht genau erläutert werden. Die Begradigung der Sense (Planung bis zur Ausführung) wurde von 1902-1917 d.h. vor den beschriebenen Vorkommnissen vorgenommen und leider konnten keine Quellen zur Verbreitung der Myricaria vor 1902 aufgefunden werden. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass die Flussbegradigung Einfluss auf die Myricariavorkommen hatte, da Begradigungen zu grossen Veränderungen in der Flussdynamik führen. Sie engen u.a. das Flussbett ein, wodurch die Fliessgeschwindigkeit erhöht wird (Meier & Wüest, 2004). Diese resultierende erhöhte Fliessgeschwindigkeit kann zum beschleunigten Abtransport des Geschiebes und Sohlenmaterials führen. Da abgelagertes Geschiebe eine wichtige Lebensgrundlage für die Flora (u.a. für Myricaria) und Fauna von Fliessgewässern ist, führt eine Begradigung zur Beeinträchtigung dieser Lebensgrundlage (Schmidt, 2003). Durch flussbauliche Massnahmen wird der dynamische Grenzbereich zwischen Wasser und Land (die s.g. Uferlinie) verändert. Dieser gilt als besonders sensibler Lebensraum und spiegelt die Integrität eines Gewässers mit seinem Umland wieder (Tockner et al., 2004). Aus ökologischer Sicht ist bei flussbaulichen Massnahmen darauf zu achten, dass dieser Lebensraum seine Integrität beibehält. Zusätzlich kann durch die Begradigung die longitudinale und laterale Vernetzung eines Fliessgewässers beeinträchtigen werden (Peter & Weber, 2004). Kiesbänke z.Bsp. tragen zu einer solchen Vernetzung bei.

Auf **Photo 10** von Neuenegg ist gut sichtbar, dass die Kiesbänke nur geringfügig aus dem Fluss ragen. Da dem Fluss der Breite nach kein zusätzlicher Platz zur Verfügung steht, sind wahrscheinlich zu häufige Überflutungen der niedrigen Kiesbänke der Grund, weshalb dort keine „Etablierung“ von Pflanzen stattgefunden hat und somit auch die Vernetzung beeinträchtigt wird.

Für die Unterschiede der Flussbettbreite bei Rufenen können verschiedenen Faktoren verantwortlich sein. Erstens ist die dortige Sense ein dynamischer Abschnitt, der sich während eines Jahrhunderts stark verändern kann. Dies ist beispielsweise bei der **Karte 6** gut sichtbar. Das Luftbild, auf welchem die Koordinaten der Trichter, Myricariapflanzen und „Kohorten“ aufgetragen wurden, stammt von 1998. Man erkennt, dass sich manche Trichter und „Kohorten“ im östlich vom Flussverlauf gelegenen Wald befinden. Während den Untersuchungen waren aber alle Trichter und Myricariapflanzen auf den Kiesbänken platziert. Folglich hat sich das Flussbett während der Jahre von 1998 bis heute wesentlich verbreitert. Es könnte dies z.Bsp. in den Jahren 2005 und 2007 geschehen sein, in welchen es vielerorts in der Schweiz zu Überschwemmungen kam. Wenn in dieser kurzen Zeitspanne von ca. 10 Jahren bereits eine Flussbettveränderung von ca. 40m (entspricht ungefähr der Distanz vom östlichen Ufer bis zum östlichsten gelegenen Trichter) stattfinden kann, können in 100 Jahren noch viel grössere Veränderungen (auch Flussbettverengungen) sich begeben. Zweitens muss man bei Ausmessungen der Siegfriedkarten vorsichtig sein, weil diese in ein neues Gradnetz transformiert werden mussten, um heute digital verwendbar zu sein. Drittens sind die Symbole für Wald/Weideland und Sand/Grien auf den Siegfriedkarten manchmal schwierig auseinander zu halten, was ebenfalls zu Unterschieden in den Flussbettbreiten geführt haben könnte.

4.2 Samenproduktion und -ausbreitung

Um ein ganzheitliches Bild der Samenproduktion und -ausbreitung zu erlangen, wäre es gut gewesen, die Feldarbeit über einen etwas längeren Zeitraum durchzuführen. Die Blütezeit hatte wahrscheinlich ein paar Tage vor dem Beginn der Studie begonnen und dauerte noch bis wenige Tage nach der letzten Feldbegehung an. Zudem sollte bei einer weiteren Studie zuallererst die Standorte der Myricariapflanzen kartiert werden, damit die Trichter präziser und schneller platziert werden können.

Die Tage der Feldarbeiten wurden jeweils so gelegt, dass sie bei möglichst schönem Wetter stattfanden, da bei Gewittern der Wasserspiegel der Sense abrupt ansteigen kann, ist die Feldarbeit an Schlechtwettertagen zu gefährlich. Infolgedessen sind alle Daten an Schönwettertagen gewonnen worden. Für die nächste Studie sollte die Annahme, dass bei schlechtem Wetter keine „Samen“ fliegen überprüft werden.

Das Wetter ist auch ein Grund für die Heterogenität der Periodendauer des Samenfangs (vgl. **Tabelle 4**). Nach einem starken Regenfall mussten die Nylonsöckchen sofort ausgewechselt werden, um ein Verfaulen der „Samen“ zu verhindern.

4.2.1 „Samenpotential“ und „Samenpeak“

Bei den Messungen zur Samenproduktion und zum „Samenpeak“ sind verschiedene Schwierigkeiten aufgetreten. Zum einen war es bei der gr. *Myricaria* schwierig alle vorhandenen Blütenstände zu erfassen, weil sich manche ganz im Innern der Pflanze befanden. Zum anderen konnten die ab Bls. nicht immer gut erkannt werden, da sie zum Teil schon abgebrochen waren.

Bei der gr. *Myricaria* konnte eine Samenproduktion von ca. 7.3 Mio. „Samen“ festgestellt werden. Dies liegt weit über der Samenproduktion, die in der Literatur gefunden wird. Diese wird mit 12-150 Tausend „Diasporen“¹⁴/Individuum angegeben (Kammerer 2003). Ein Grund für diese grosse Abweichung könnte sein, dass die gr. *Myricaria* viel grösser ist und mehr Blütenstände produziert, als die Individuen, welche von Kammerer (2003) untersucht wurden. Die Samenproduktion der gr. *Myricaria* umfasst fast die Hälfte der Samenproduktion der Gesamtpopulation. Diesbezüglich ist die gr. *Myricaria* für die Ausbreitung der Gesamtpopulation sehr wichtig.

Bei der Kernpopulation (vgl. **Grafik 1**) wurden am 22. Juli am meisten knospende Blütenstände (k Bls.) gezählt. Dies bedeutet, dass die Kernpopulation um den 22. Juli ihr Maximum an neu produzierten Blütenständen erreicht hat. Im Gegensatz dazu, weist die gr. *Myricaria* schon am 11. Juni ihr Maximum an k Bls. auf. Da am 12. Juni in der Kernpopulation nur wenige k Bls. vorhanden waren und auch die anderen Phänologietypen, mit Ausnahme der gK Bls., durch sehr wenige Blütenstände vertreten waren, hat die Blütezeit in der Kernpopulation wahrscheinlich kurz vor dem 12. Juni begonnen. Man kann anhand der sehr kleinen Anzahl von ab Bls. bei der gr. *Myricaria* am 11. Juni wiederum davon ausgehen, dass die Blütezeit kurz vor der ersten Feldbegehung begonnen hat. Der genaue Beginn der Blütezeit lässt sich allerdings weder bei der gr. *Myricaria*, noch bei der Kernpopulation eruieren.

Die grösste Anzahl k Bls. tritt bei der Kernpopulation später auf, als bei der gr. *Myricaria*. Ein Grund dafür könnte der Altersunterschied zwischen der gr. *Myricaria* und der Pflanzen in der Kernpopulation sein. Evt. fangen jüngere *Myricariapflanzen* erst später mit einer hohen Produktion von Blütenständen an. Es könnten aber auch die unterschiedlichen Standorte einen Einfluss gehabt haben. Die Kernpopulation ist von keinen grösseren Sträuchern eingeschlossen und liegt windexponierter als die gr. *Myricaria*. Diese unterschiedlichen Bedingungen könnten Auswirkungen auf die vorherrschenden Temperaturen gehabt ha-

¹⁴ Siehe Begriffsdefinitionen

ben und somit das Einsetzen der Blütezeit und die Menge der produzierten Blütenstände, sowie auch deren Entwicklung, beeinflusst haben.

Betrachtet man in **Grafik 1** und **2** die Entwicklung der Blütenstände während den Feldbegehungen am 20. August und 7. September, sind beinahe keine k Bls. und eine sehr grosse Anzahl an ab Bls. erkennbar. Das heisst, dass sich die Blütezeit der gr. *Myricaria*, als auch der Kernpopulation am 20. August dem Ende näherte. Die Blütezeit hat folglich Anfang Juni begonnen und gegen Ende August/Anfang September geendet. Dies stimmt mit der von Kurdnovosky (2005) angegebenen Dauer der Blütezeit von *Myricaria germanica* von Juni bis August gut überein. Für andere Populationen könnte jedoch eine etwas verschobene Blütezeit zutreffen, wie sie von Kammerer (2003) beschrieben wird. Er gibt die Blütezeit von Mai bis Juni/Juli an und erwähnt die Möglichkeit einer zweiten Blüte von August bis September.

In der **Grafik 3** ist ersichtlich, dass die gr. *Myricaria*, als auch die Kernpopulation, am 7. August am meisten „Samen“ hätten freisetzen können. Der „Samenpeak“ der Population ereignete sich demnach am 7. August. Die grösste Anzahl an s Bls. am 7. August, sowohl bei der gr. *Myricaria*, als auch bei der Kernpopulation (vgl. **Grafik 1** und **2**), sowie die starke Abnahme möglicher Samenfreisetzungen vom 7. bis zum 20. August (vgl. **Grafik 3**), unterstützen diese Annahme.

4.2.2 „Samenausbreitung“ durch Wind

Beim Auswerten der Anzahl „Samen“ in den Samenfallen war es manchmal schwierig die „Samen“ in den Nylonsöckchen auszuzählen, da sich die „Samen“ nicht immer in einem guten Zustand befanden. Manchmal waren die Nylonsöckchen mit Schlamm gefüllt, weshalb einzelne „Samen“, trotz sorgfältiger Suche, evt. übersehen wurden.

Im Hinblick auf die grosse Anzahl produzierter „Samen“ (vgl. **3.2.1**) wurden nur wenige „Samen“ in den Trichtern gefunden. Ein Grund dafür könnte sein, dass die sehr leichten „Samen“ z. T. wieder aus den Trichtern heraus geblasen wurden. Weiter könnte es sein, dass wegen der Höhe der Trichter von ca. 50cm über dem Boden, nicht alle „Samen“, welche zum Trichter geflogen sind, auch in diesem gelandet sind.

Bei den Auswertungen des Samenfangs zeigte sich, dass die grösste Anzahl „Samen“ direkt neben den Pflanzen gefunden wurde. Ein Grund dafür ist, dass ganze Kapseln oder Blütenstände in die Trichter um die gr. *Myricaria* gefallen sind. Ausserdem wurde durch die

benachbarten Sträucher der vorherrschende Nord-Süd Wind stark abgeschwächt. Dies konnte dazu geführt haben, dass die „Samen“ vom Wind weniger weit getragen wurden und vermehrt in den Trichtern direkt unter der gr. *Myricaria* landeten. Die direkt unter der gr. *Myricaria* gefangene Anzahl „Samen“ war enorm (vgl. **Grafik 5**). Mit 99'500 „Samen“ beträgt der Fang ca. 97% der Gesamtanzahl gefangener „Samen“ der gr. *Myricaria* (vgl. **Grafik 4**). Direkt neben der Mutterpflanze ist wegen mangelnder Bodenfeuchtigkeit jedoch keine „Keimung“ möglich (Kammerer, 2003). Folglich werden diese „Samen“ nicht zur „Etablierung“ von Jungpflanzen beitragen. Es muss allerdings angemerkt werden, dass die Prozentzahl aus dem Fang in den Trichtern berechnet wurde. Wenn man den „Verdünnungseffekt“ korrigiert (die Anzahl gefangener Samen mit der Distanz zur Quelle multipliziert), würden in grösseren Distanzen mehr „Samen“ gefunden werden, und somit wäre auch der prozentuale Samenanteil, der direkt unter der Pflanze landen würde kleiner. In der Kernpopulation wurden die Trichter verteilt (d.h. nicht direkt unter den Pflanzen) aufgestellt. Daher kann es sein, dass die darin gelandeten „Samen“ eine gewisse Distanz zurückgelegt haben und nicht direkt neben die Mutterpflanze gefallen sind.

Die Ergebnisse aus dem Samenfang konnten zeigen, dass ein „Same“ 50m weit fliegen kann (vgl. **Grafik 4**). Dies wurde auch durch unsere Beobachtungen bestätigt (vgl. **Grafik 7**). Dementsprechend besitzt *Myricaria* die Möglichkeit sich über mind. 50m zu verbreiten. Im Gegensatz zu unseren Beobachtungen konnten Bill et al. (1997) Flugdistanzen von mind. 100m nachweisen. Mehrere Gründe könnten dafür verantwortlich sein, dass an der Sense keine Samenflüge über grössere Distanzen festgestellt wurden. Beispielsweise wurden keine Trichter in einer grösseren Distanz als 50m aufgestellt. Ausserdem wurden nie Windgeschwindigkeiten über 11km/h gemessen. Höhere Windgeschwindigkeiten könnten an der Sense aber durchaus möglich sein und diese könnten „Samen“ weiter als 50m tragen. Ausserdem war es bei den Beobachtungen schwierig den „Samen“ über grosse Distanzen zu folgen.

Es ist nicht auszuschliessen, dass manche in den Trichtern um die Kernpopulation gefangenen „Samen“, von der gr. *Myricaria* stammen und nicht von der Kernpopulation selbst. Aus diesem Grund sind die Resultate mit einem gewissen Vorbehalt zu betrachten. Bei den Beobachtungen zum Samenflug in der Kernpopulation ist kein Abfall der Samenanzahl mit zunehmender Distanz ersichtlich. Dies steht im Widerspruch zu den aus **Grafik 4, 5 und 7** gewonnenen Erkenntnissen. Der Grund für diesen Widerspruch ist sehr wahrscheinlich die sehr kleine Anzahl von nur 50 Samenflugbeobachtungen in der Kernpopula-

tion. Man müsste daher mehr Beobachtungen machen, um die in **Grafik 6** erhaltenen Ergebnisse zu überprüfen.

Verglichen mit den Beobachtungen des Samenfluges in der Kernpopulation (vgl. **Grafik 6**), sind mehr Samenflüge über weite Distanzen bei der gr. Myricaria beobachtet worden. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die ruhigen Windverhältnisse bei der gr. Myricaria zu einem erhöhten Aufwärmen der Luft führten. Diese stieg auf und wirbelte manche der leichten Myricariasamen in die Höhe. Einmal über den Weiden angekommen, wurden sie von Windstössen gepackt und weg getragen. Die zusätzliche Höhe der gr. Myricaria von ca. 1m gegenüber den Pflanzen der Kernpopulation, ermöglichte es den „Samen“ der gr. Myricaria grössere Distanzen zurückzulegen, als jenen aus der Kernpopulation. Einerseits wegen des Höhenunterschiedes und andererseits wegen der niedrigen Windgeschwindigkeiten war ein Verfolgen der „Samen“ bei der gr. Myricaria einfacher, als in der Kernpopulation. Deshalb gibt es mehr Beobachtungen zum Samenflug der gr. Myricaria, als zum Flug in der Kernpopulation.

Da der Samenflug bei der gr. Myricaria einfacher zu beobachten war, Samenflüge mit grösseren Distanzen als in der Kernpopulation beobachtet werden konnten und sie fast die Hälfte der gesamten Anzahl „Samen“ produzierte, wäre es bei weiteren Untersuchungen interessant, auch um die gr. Myricaria Trichter in mehreren Distanzen aufzustellen, um eine grössere Anzahl von „Samen“ in weiteren Distanzen zu fangen. Der „Verdünnungseffekt“ könnte minimiert werden, in dem man mit zunehmender Distanz auch entsprechend mehr Trichter platziert.

Für den vermehrten Samenfang im Süden der Kernpopulation (vgl. **Grafik 8**), ist sehr wahrscheinlich der vorherrschende Nord-Süd Wind verantwortlich (vgl. **Grafik 14**). Ob aber wirklich ein Nord-Süd Wind vorherrscht, müsste über ein stationäres Windmessgerät überprüft werden. Bei der gr. Myricaria ist der Süden nicht die Hauptflugrichtung der „Samen“. Der Grund dafür ist grösstenteils bei den Standortbedingungen zu suchen. Die gr. Myricaria ist, wie erwähnt, im Norden und Süden von mehreren Metern hohen Weiden umgeben. Diese Weiden fangen den Nord-Süd, als auch den Süd-Nord Wind ab, weshalb dieser Wind die Blütenstände nur schwach erreicht. Bläst der Wind aber von Westen oder Osten her, hat er freien Zugang zu den „Samen“. Dies könnte eine Erklärung dafür sein, weshalb im Westen der gr. Myricaria am meisten „Samen“ gefunden wurden. Die Trichter im Osten befanden sich im Gegensatz zu den anderen Trichtern, nicht in 1m sondern in 2m Entfernung zur Pflanze. Diese grössere Distanz könnte ein Grund sein, warum im Osten deutlich weniger „Samen“ als im Westen gefunden wurden. Aus dem Ergebnis, dass in

dass in den Trichtern im Süden mehr „Samen“ als im Norden gelandet sind, unterstützt die Hypothese des vermehrten Nord-Süd Windes.

Die Ergebnisse aus **Grafik 9** (vermehrter Samenflug Richtung Westen) widersprechen z. T. den Ergebnissen aus **Grafik 10** (Hauptflug Richtung Süden). Eine Erklärung für diesen Widerspruch ist, dass sich „Samen“, welche zuerst in Richtung Westen oder Osten flogen, nach 2-3 Metern ausserhalb der speziellen Windverhältnisse (entstanden durch die vorhandenen Weiden) befanden und in den vorherrschenden Nord-Süd Wind gelangten. Dies führte dazu, dass sie ihre Flugrichtung nach Süden änderten und diese beobachteten Samenflüge als Flüge Richtung Süden dokumentiert wurden.

Durch die besonderen Standortbedingungen der gr. Myricaria wurden mehr kleine Windgeschwindigkeiten von 1-5km/h gemessen und es konnte keine Korrelation zwischen der Windgeschwindigkeit und der Distanz aufgezeigt werden. Jedoch ist hier anzumerken, dass nur wenige Messungen der Windgeschwindigkeit vorliegen, und daher die Resultate mit Vorbehalten zu betrachten sind. Die Beobachtungen bei der gr. Myricaria konnten zeigen, dass ein „Same“ auch bei sehr kleinen Windgeschwindigkeiten (gemessen bei der Pflanze) Distanzen von über 25m zurücklegen kann (vgl. **Grafik 13**). Diesbezüglich könnte der Auftrieb eine wichtige Rolle gespielt haben. Dieser konnte einen „Samen“, der sich auch bei einer sehr geringen Windgeschwindigkeit lösen konnte, auf bis zu 5m Höhe aufsteigen lassen. In dieser Höhe wurde er vom vorherrschenden Wind weiter getragen und erreichte dadurch Distanzen von weit mehr als 10m. In der Kernpopulation wurden oft höhere Windgeschwindigkeiten gemessen, als bei der gr. Myricaria (vgl. **Grafik 11**). Die Gründe dafür sind auch hier wieder die Weiden, welche die gr. Myricaria umgeben und der windexponierte Standort der Kernpopulation. Wie oben erläutert, können sich die dadurch entstehenden Windverhältnisse auf die Ausbreitung der „Samen“ auswirken.

Die Windgeschwindigkeit alleine bestimmt nicht, wie weit ein „Same“ fliegt. Dies wird durch die **Grafiken 12** und **13** verdeutlicht. Zusätzliche Faktoren wie Auftrieb, Wärme, das Vorhandensein von anderen Sträuchern und Bäumen, die Höhe der Samenfreigabe und die Wetterbedingungen haben sehr wahrscheinlich auch einen grossen Einfluss auf die Flugdistanz.

4.2.3 „Dispersal kernel“

Die „terminal velocity“ von 0.16 ± 0.01 m/s liegt zwischen derjenigen von Weidensamen (0.2 m/s) und jener von Pappelsamen (0.1 m/s) (Tackenberg, 2001). Weiden, als auch Pappeln werden zu den Bäumen gezählt, die ihre Samen über Wind verbreiten (Horn et al., 2001). Diesbezüglich kann man von der niedrigen Fallgeschwindigkeit auf Wind als Hauptverbreitungsvektor der Myricariasamen schliessen.

Beim Erstellen der verschiedenen phänomenologischen „dispersal kernels“ erwies es sich manchmal als schwierig, diese visuell an die, mit Hilfe der Daten, erstellten Samenausbreitungskurven der Myricaria anzugleichen, da zum Teil bis zu 4 Konstanten zu bestimmen waren. Diese erstellten „dispersal kernels“ zeigen alle eine gute Ausbreitung der Myricaria über 50m auf (vgl. **Grafik 15-18**).

Das mixed Modell, welches die Verbreitungskurve der Myricaria am besten beschreibt, besitzt einen langen flachen Tail, was auf gute Windverbreitung hindeutet. Nach diesem Modell, würden „Samen“ regelmässig über 100m ausgebreitet werden. Folglich würde die Myricaria ein sehr grosses Ausbreitungspotential über Wind besitzen (vgl. **Grafik 15** und **17**). Dies lässt sich auch aus dem „dispersal kernel“ des mechanistischen Modells von Greene und Johnson schliessen, dieser würde bei 100m noch über 300 „Samen“ voraussagen (vgl. **Grafik 20**).

4.2.4 „Samenausbreitung“ durch Wasser

Die Resultate aus der **Tabelle 12** zeigen auf, dass nicht der „Same“ der Grund für die gute Schwimmfähigkeit sein konnte, da die „Samen“ ohne Pappus nicht wieder aufstiegen. Grund für das Aufsteigen der „Samen“ waren kleine Luftbläschen, die sich bei dem Schwimmexperiment nach kurzer Zeit an den Glasrändern des Behälters gebildet hatten. Diese verfangen sich im Pappus der untergegangenen „Samen“ und zogen diesen samt dem „Samen“ an die Oberfläche. Ob dies auch in einem Gewässer der Fall wäre, müsste noch näher untersucht werden. Es wurden aber bereits wichtige Erkenntnisse zum Schwimmverhalten der Myricariasamen gewonnen. Es wurde gezeigt, dass „Samen“, die keinen Turbulenzen ausgesetzt waren, über 10 Tage an der Wasseroberfläche schwimmen konnten (**Experiment 1**), sowie dass der Pappus gut am „Samen“ befestigt ist und auch bei starken und lang andauernden Turbulenzen nicht abreisst (**Experiment 3**). Dem Pappus kommt daher eine bedeutende Rolle beim Auftauchen des „Samens“ zu. Anhand dieser Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass der Myricariasame mittels Wasser über weite Distanzen transportiert werden kann. Wie Bill et al. (1997) jedoch in

ihren Schwimm- und Keimungsexperimenten herausfanden, nimmt die Keimungsfähigkeit der „Diasporen“, die 48h im Wasser waren, nach kurzer Zeit rapide ab. Nach zwei Wochen beträgt die Keimungsfähigkeit gerade noch knappe 40%. Dadurch wird die Ausbreitung des „Samens“ durch Wasser auf eine eher kurze Zeit limitiert.

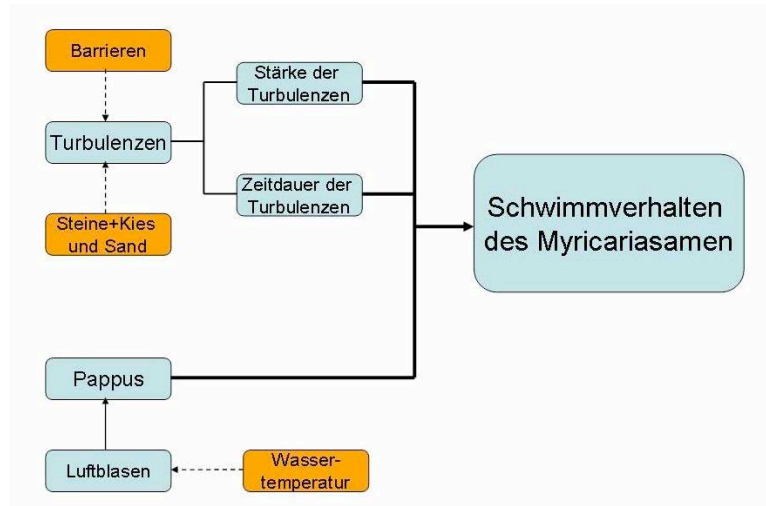
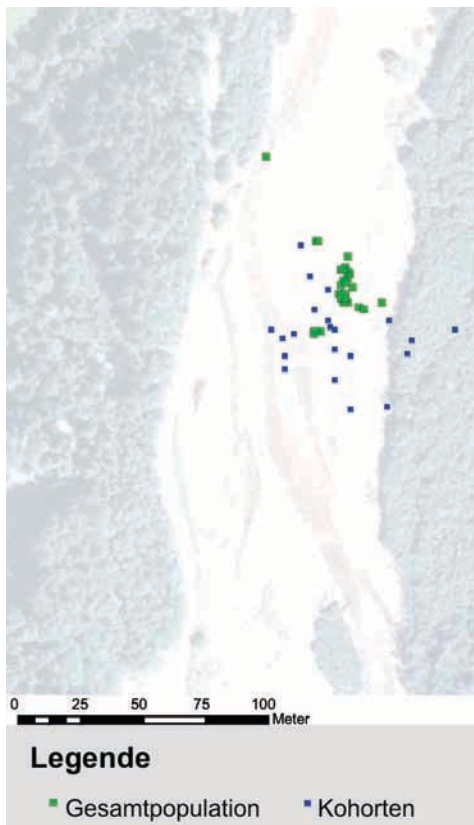


Diagramm 1: Blockdiagramm der Faktoren, welche das Schwimmverhalten der Myricariasamen beeinflussen. Die blauen Boxen geben unsere direkt ermittelten Ergebnisse aus den drei Schwimmexperimenten wieder. Die orangen Boxen zeigen Faktoren, welche nicht unmittelbar Gegenstand der Untersuchungen waren, die aber bei dem Schwimmverhalten der Samen in der Natur beachtet werden müssen. Die Einflussnahme der Faktoren auf das Schwimmverhalten ist mit Pfeilen dargestellt. Durchgezogene Pfeillinien symbolisieren untersuchte Einflüsse und gestrichelte Pfeillinien symbolisieren wichtige, aber nicht untersuchte Einflüsse.

4.2.5 Verbreitung der „Kohorten“

Das Vorkommen der „Kohorten“ auf sandigem Boden in der Nähe eines Bächleins oder Rinnsales, als auch die Beobachtungen von schwimmenden „Samen“, können Indizien für die Verbreitung durch Wasser sein. Jedoch wurden auch „Kohorten“ im Süden der Gesamtpopulation gefunden (vgl. **Karte 8**). Diese Jungpflanzen können nicht durch das Wasser verbreitet worden sein, da der Wasserverlauf von Süden nach Norden ist.

Ein Grund, dass die „Kohorten“ nur auf sandigem Boden und oft in der Nähe von Wasser gefunden wurden ist, dass die „Samen“ nur auf einem gut durchfeuchteten Substrat keimen können. Ein feinsedimentreiches, schluffiges, feuchtes Substrat bietet für die „Keimung“ und „Etablierung“ von Jungpflanzen die besten Voraussetzungen (Kudrnovsky, 2005). Für die Weiterentwicklung und das Fortbestehen der Myricariakeimlinge ist es notwendig, dass sie ausserhalb der normalen Schwankungsbreite des Abflusses liegen, damit sie nicht bei Hochwasser weggerissen werden, bevor sie tiefere Wurzeln ausbilden konnten (Kudrnovsky, 2005). Dies ist jedoch nicht die einzige Schwierigkeit, welcher Myricaria bei ihrer Entwicklung begegnen kann.



Karte 8: Die jungen Kohorten und die älteren Pflanzen (Gesamtpopulation). Die Gesamtpopulation ist durch die grünen, die Kohorten sind durch die blauen Quadrate dargestellt. Sie befinden sich eher südlich der Gesamtpopulation. Den Hintergrund bildet das Luftbild aus Swisimage von 1998 (Massstab 1:1'000).

Myricaria reagiert im Keimstadium sehr empfindlich auf Veränderungen der Standortbedingungen und ist nur über einen ausgesprochen kurzen Zeitraum keimfähig. Die Keimrate fällt ab dem ersten Tag exponentiell ab, und liegt nach 2 Wochen nur mehr bei unter 50% (Kammerer, 2003). In unserem Keimversuch hatten wir bei „Samen“, die 24h alt waren eine Keimrate von 76%. Die freigelassenen „Samen“ müssen demnach, um keimen zu können, möglichst rasch an einen passenden Standort gelangen. Ein zusätzlich limitierender Zeitfaktor für die „Keimung“ der „Samen“ ist, dass diese kein Nähr- und Speichergewebe besitzen. Aus diesem Grund müssen die Keimlinge auf der Oberfläche des Keimsubstrates abgelagert werden, da sie nicht in der Lage sind, eine dickere Substratschicht zu durchwachsen (Bill et al., 1997).

In der ersten Phase der „Keimung“ bis zur Ausbildung tiefgehender Wurzeln kann *Myricaria* daher nur unter günstigen Voraussetzungen die nicht in jedem Jahr gegeben sind, Fuss fassen (Petutschnig, 1994). Ausserdem läuft die anfängliche Entwicklung der Pflanzen

sehr langsam ab und erst im zweiten Jahr kommt es zu grösseren Wachstumsphasen (Kammerer, 2003). Diese Eigenschaften von *Myricaria* können Erklärungen dafür sein, dass trotz des enormen „Samenpotentials“ der *Myricaria*population an der Sense, nur eine kleine Population vorhanden ist und dass nur wenige „Kohorten“ aufgefunden wurden.

5. Schlussfolgerungen

Die gewonnenen Resultate und Erkenntnisse deuten darauf hin, dass die Ausbreitungseigenschaften der *Myricaria*population an der Sense gut sind und die „Samen“ das Potential besitzen grosse Distanzen über Wind und Wasser zurückzulegen. Die „Samen“ können mittels Wind fast über die ganze Breite des Flussbettes ausgebreitet werden (oder sogar über das Ganze, wenn man die Resultate von Bill et al. (1997) mit einbezieht). Folglich ist eine laterale Ausbreitung gewährleistet. Die „Samen“ können mittels Wind aber auch längs

des Flussbettes über 50m oder mehr ausgebreitet werden, womit auch eine longitudinale Ausbreitung vorhanden ist. Diese longitudinale Ausbreitung ist zusätzlich mittels Wasser möglich. Je nach Strömungsgeschwindigkeit und Hindernissen, können die „Samen“ wahrscheinlich mehrere Kilometer über das Wasser zurücklegen. Wind und Wasser stellen daher hervorragende Ausbreitungsvektoren dar.

Es wird zwischen Nah- und Fernausbreitung unterschieden (Tackenberg, 2001). Eine Definition zur Abgrenzung von Nah- und Fernausbreitung wird von Hansson et al. (1992) beschrieben. Dort wird Fernausbreitung als eine Ausbreitung in eine andere Population oder an einen noch nicht besiedelten Ort, bezeichnet. Im Falle von *Myricaria germanica*, als stark gefährdete Art im Schweizer Mittelland, ist die Definition der Fernausbreitung als eine Ausbreitung an einen noch nicht besiedelten Ort sinnvoll. Die „Samen“ können mindestens 50m weit getragen werden und da sich in 50m Distanz zur Population noch nicht besiedelte Orte befinden und die Kiesbänke an der Sense bei Rufenen keine 50m auseinander liegen, könnte man bei *Myricaria germanica* von einer möglichen Fernausbreitung sprechen.

Die *Myricaria* besitzt eine lange Blütezeit, eine enorm hohe Samenproduktion und eine hohe Keimungsrate (vgl. 3.2.1). Diesbezüglich müsste man annehmen, dass sich die *Myricariapopulation* sehr stark und schnell ausbreiten könnte. Es stellt sich daher die Frage, warum wir heute an der Sense nur noch bei Rufenen eine kleine *Myricariapopulation* finden können.

Es scheint, dass das Vorkommen von geeigneten Keimungsstandorten, die Zeit, in welcher diese erreicht werden, sowie das Keimstadium mit seinen speziellen Charakteristiken (vgl. 4.2.5) sehr wichtige Faktoren für eine erfolgreichen Ausbreitung darstellen. Es könnte auch sein, dass zu häufige Überschwemmungen viele Keimlinge mitreissen und die Ausbreitung vermindern (vgl. 4.2.5). Eine erfolgreiche Ausbreitung in grösserem Ausmass scheint nur bei sehr günstigen Bedingungen möglich zu sein (Bill et al. 1997). Ein weiterer Grund für das kleine Vorkommen an der Sense könnten auch Hochwasser sein. Diese sind für das Überleben der *Myricariapflanzen* unabdingbar, jedoch können sie bereits etablierte Pflanzen mitreissen und so Populationen dezimieren. Genetische Analysen haben gezeigt, dass alle Pflanzen an der Sense den gleichen homozygot multilokus Genotypen besitzen (pers. Mitteilung von Silke Werth, WSL (Birmensdorf), Forschungseinheit Biodiversität und Naturschutzbiologie). Dies lässt darauf schliessen, dass die Population an der

Sense durch einen „Flaschenhalseffekt“¹⁵ gegangen ist. Dieser könnte u.a. durch ein grosses Hochwasser ausgelöst worden sein.

Als Beitrag zum Synthesebericht des Forschungsprogramms „Integrales Flussgebietsmanagement“ können folgende Empfehlungen gegeben werden. Falls Kiesbänke einen Abstand von weniger als 50m haben (evt. mehr), können sie, als untereinander vernetzt gelten. Die Kiesbänke müssten aber verschiedene Eigenschaften besitzen, damit sich *Myricaria* dort wirklich etablieren könnte. Erstens müssten die Kiesbänke geeignetes Substrat aufweisen, damit die „Samen“ auskeimen könnten. Zweitens müssten diese Standorte ausserhalb des normalen Schwankungsbereiches des Wasserstandes liegen, da trotz der hohen Auskeimungsgeschwindigkeit die Keimlingsentwicklung nur sehr langsam voranschreitet. Drittens müsste es ein regelmässiges Überfluten der Kiesbänke geben, da *Myricaria* Konkurrenz, vor allem Beschattung, nur schwer erträgt und sich ohne Hochwasser andere Pflanzen etablieren und sie überwachsen würden. Dies würde zu ihrem Absterben führen (vgl. 2.1). Hochwasser sind ausserdem unverzichtbar für die beiden Ausbreitungswege über Wasser und Wind. Entweder werden durch sie neue geeignete Standorte geschaffen, wo die ausgebreiteten „Samen“ auskeimen können oder sie tragen zusätzlich noch zur Ausbreitung der „Samen“ bei (Bill et al., 1997).

Eine Wiederansiedlung von *Myricaria germanica* wäre nur an naturnahen Flussverläufen möglich, da sie, durch ihre Etablierungs- und Verjüngungsstrategie sehr empfindlich auf Beeinträchtigung der natürlichen Hochwasser- und Geschiebedynamik reagiert. Nach Untersuchungen von Bill et al. (1997) findet die Deutsche Tamariske für die „Verjüngung“¹⁶ dort die günstigsten Bedingungen, wo der individuelle Stress durch hohe Dynamik relativ gross ist. Sie eignet sich demnach hervorragend als Indikatorart für die Zustandsanalyse von Fliessgewässerrauen und hat diesbezüglich eine wichtige ökologische Bedeutung.

6. Zusammenfassung

Ökologisch intakte Gewässer sind eine Voraussetzung für das Vorkommen der *Myricaria germanica*. Sie ist an eine naturnahe Hochwasser- und Geschiebedynamik gebunden und kann dem zufolge nur an naturnahen Flüssen auftreten und längerfristig erhalten bleiben.

¹⁵ Siehe Begriffsdefinitionen

¹⁶ Siehe Begriffsdefinitionen

Generell zeigt sich durch unsere Untersuchungen, dass die Pflanze ein hohes Potential besitzt sich über Wind bis zu mind. 50m und über Wasser über mehrere Kilometer auszubreiten. Es ist aber noch nicht abgeklärt, ob an der Sense genügend geeignete Standorte für die „Keimung“ vorhanden sind, wo diese liegen, inwiefern Überschwemmungen die Keimlinge mitreisen und wenn ja, ob dies jedes Jahr der Fall ist, d.h. diese flussmorphologisch gegeben sind oder nicht. Daher kann man noch nicht genau beantworten, ob *Myricaria germanica* eine gute Vernetzung an der Sense aufweist oder nicht. Es könnte sein, dass in den letzten Jahren keine guten Bedingungen vorherrschten, die Population aber das Potential hätte, sich bei guten Bedingungen, in den nächsten Jahren weiter auszubreiten, denn durch die vergleichsweise lange Lebensdauer ist *Myricaria* eigentlich an temporäre Isolation und das zeitweilige Fehlen geeigneter Besiedlungs-Standorte angepasst (Bill et al., 1997).

Sicher ist, dass die Umwelt, der Standort und die Standortbedingungen wichtige Faktoren für die „Etablierung“ der *Myricaria*-Pflanzen darstellen. Dies wird zum Beispiel an den Weiden, welche in der Hauptwindrichtung Nord-Süd stehen und dadurch die Windausbreitung der gr. *Myricaria* stark einschränken, deutlich.

Warum *Myricaria* nur bei Rufenen und nicht auch an weiteren Standorten zu finden ist, konnte durch unsere Studie leider nicht ganz geklärt werden, da u.a. weitere Untersuchungen zu den Standorten, die für die „Keimung“ geeignet wären, noch fehlen. Jedoch wurden wichtige Erkenntnisse über die Ausbreitungsmöglichkeiten und Eigenschaften von *Myricaria* gewonnen, sowie Vorschläge für weitere Studien erarbeitet.

Bei Projekten, wie dem „Integralen Flussgebietsmanagement“, welches durch verschiedene akademische Einrichtungen getragen und vom BAFU unterstützt wird, müssen viele Abklärungen und Entscheidungen getroffen und Richtlinien eingehalten werden. Solche Projekte sind sehr komplex, was uns u.a. durch die Stakeholder-Diskurse mit Werner Göggel und Jean-Daniel Wicky bewusst wurde. In Verträgen zwischen dem BAFU und den universitären Einrichtungen werden die erwarteten Leistungen und die zu erreichenden Ziele festgehalten. Während des ganzen Projektes wird immer wieder an verschiedenen Meetings, an denen in der Regel auch immer mehrere Vertreter des BAFU's und Vertreter der Kantone anwesend sind, gegenseitig über den bisherigen Stand der Untersuchungen informiert. Zusätzlich zu diesen Meetings gibt es eine Begleitgruppe, die aus

den Leitern der Institutionen und Mitarbeitern des BAFU's besteht, um über das Projekt zu diskutieren. Jedes Jahr müssen von allen universitären Einrichtungen Zwischenberichte an das BAFU abgegeben und am Ende des Projektes ein Synthesebericht eingereicht werden. In den Synthesebericht für das Projekt „Integrales Flussgebietsmanagement“, der Ende 2011 eingereicht wird, können unsere Ergebnisse mit einfließen.

Heute spielt bei Fluss-Revitalisierungs Projekten die Erhaltung der ökologischen Funktionen der Gewässers eine wichtige Rolle. Es wird wieder vermehrt auf einen möglichst natürlichen und dynamischen Gewässerverlauf geachtet. Dieser ist nicht nur für den Erhalt von gefährdeten Arten, wie der *Myricaria germanica* und dem *Chorthippus pullus*, sowie für viele andere Organismen von Bedeutung, sondern kann auch zu einem besseren Hochwasserschutz beitragen und wird von vielen Menschen als Erholungsgebiet genutzt.

Dank

Ein besonderer Dank gebührt Christoph Scheidegger für seine Geduld und hervorragende Begleitung während dieses Praktikums, und Klaus Ecker für seine wertvolle Zeit und Hilfe bei der Benutzung von GIS. Ein ganz herzlicher Dank geht an Silke Werth für ihre Mithilfe bei der Planung der Feldarbeit und für ihre Anregungen während den weiteren Tätigkeiten. Auch Jacqueline Bolli möchten wir herzlich für die Teilung ihre Erfahrung, u. a. im Erstellen von "dispersal kernels", mit uns danken. Gregor Kozlowski möchten wir für seine Hinweise auf historische Literatur, zur Verbreitung von *Myricaria germanica* danken. Bei der Einführung in die internen Abläufe in der WSL und der Verwendung und Entsorgung von Hilfsmaterialien waren uns insbesondere Christine Matter, Silvia Stofer und René Graf behilflich. Auch möchten wir Werner Göggel vom BAFU und Jean-Daniel Wicky vom Kanton Fribourg für ihre Bereitschaft, uns die Rahmenbedingungen des Projektes «Integrales Flussgebietsmanagement» näher gebracht zu haben danken.

Literaturliste

- Baumann, P. & Meile, T. (2004). *Makrozoobenthos und Hydraulik in ausgewählten Querprofilen der Rhone*. In Ökologie der Rhone – Resultate aktueller Erhebungen des Forschungsprojekts „Rhone-Thur“. In Wasser Energie Luft. Heft 11/12. Baden.
- Baumann, P. (2004). *Revitalisierung und Benthos der Rhone*. In Schlussbericht SP I-6. Rhone-Thur Projekt. EAWAG, WSL, Limnex AG: 101 pp. + Anhang.
- Blei, H. et al. (1990). *Lexikon 2000*. Band 18. Naturalis Verlag. Köln.
- Bill, H.-C. (1997). *Bestandsveränderungen und Besiedlungsdynamik der Deutschen Tamariske, Myricaria germanica (L.) Desv., an der Oberen Isar (Bayern)*. In Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz.
- Bogenrieder, A. et al. (1983-1987). *Lexikon der Biologie in acht Bänden - Allgemeine Biologie - Pflanzen - Tiere*. Herder. Freiburg im Breisgau.
- Bullock, J. M. & Clarke, R. T. (2000). *Long distance seed dispersal by wind: measuring and modelling the tail of the curve*. In Oecologia. 124:506-521.
- Bullock, J. M. et al. (2006). *Measuring plant dispersal: an introduction to field methods and experimental design*. In Plant Ecology. 186:217-234.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU). (2008). *Die Umweltpolitik des Bundes. Grundsätze für die Umwertung und die Weiterentwicklung*. URL: <http://www.bafu.admin.ch/org/ziele/index.html?lang=de>. Zugriff: 14.8.09.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft). (2002): *Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz*. Bern.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. 6. Auflage. Deutsche Übersetzung. Hrsg. Jürgen Markl. Pearson Education. München.
- Chase, M. W. & Hills, H. H. (1991). *Silica Gel: An Ideal Material for Field Preservation of Leaf Samples for DNA Studies*. In Taxon, Vol. 40, No. 2, pp. 215-220. International Association for Plant Taxonomy (IAPT).
- Fette, M. et al. (2004). *Infiltration von Flusswasser ins Grundwasser*. In Ökologie der Rhone – Resultate aktueller Erhebungen des Forschungsprojekts „Rhone-Thur“. In Wasser Energie Luft. Heft 11/12. Baden.
- Fischer, E. (1911). *Flora von Bern*. Verlag von G. A. Bäschlin. Bern.
- Green, D.S. (1980). *The terminal velocity and dispersal of spinning samaras*. In American Journal of Botany, Vol. 67, No. 8, pp. 1218-1224. Botanical Society of America.
- Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie IKAÖ. URL: <http://www.ikaoe.unibe.ch>. Zugriff: 14.8.09.

- Jacquet, F. (1930). *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du canton de Fribourg et des contrées limitrophes*. Imprimerie fragnière frères. Fribourg.
- Kammerer, H. (2003). *Artenschutzprojekt Deutsche Tamariske – Möglichkeiten und Ausichten einer Wiederbesiedlung von Myricaria germanica im Gesäuse*. Im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH.
- Kudrnovsky, H. (2005). *Die Deutsche Tamariske (Myricaria germanica) und ihre FFH-Ausweisung in Österreich*. Im Auftrag vom Österreichischen Alpenverein und dem Umweltschutzverband. Lienz.
- Lachat, B. et al. (2005). *Auen und Revitalisierungen*. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). 2. Auflage.
- Meier, W. & Wüest, A. (2004). *Wie verändert die hydroelektrische Nutzung die Wassertemperatur der Rhone?*. In *Ökologie der Rhone – Resultate aktueller Erhebungen des Forschungsprojekts „Rhone-Thur“*. In Wasser Energie Luft. Heft 11/12. Baden.
- Nathan, R. & Muller-Landau, C. (2000). *Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment*. In *Ecology & Evolution*, Vol. 15, No. 7, pp 278-285. Elsevier Science Ltd.
- Peter, A. (2004). *Einführung*. In *Ökologie der Rhone – Resultate aktueller Erhebungen des Forschungsprojekts „Rhone-Thur“*. In Wasser Energie Luft. Heft 11/12. Baden.
- Peter, A. & Weber, C. (2004). *Die Rhone als Lebensraum für Fische*. In *Ökologie der Rhone – Resultate aktueller Erhebungen des Forschungsprojekts «Rhone-Thur»*. In Wasser Energie Luft. Heft 11/12. Baden.
- Petutschnig, W. (1994). *Die Deutsche Tamariske (Myricaria germanica (L.) DESV.) in Kärnten*. In *Carinthia II* 184/104: 19-30. Hrsg. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten. Klagenfurt.
- Roger, L. et al. (1998). *A dictionary of ecology, evolution and systematics*. Second edition. Cambridge university press. Cambridge.
- Schleiss, A. & Peter, A. & Fäh, R. & Scheidegger, C. (2008). *Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz-Forschungsprojekt „Integrales Flussgebietsmanagement“*. In Wasser Energie Luft. Heft 3. Baden.
- Schmidt, H. (2003). *Geschiebereaktivierung im Hochrhein – eine entscheidende Massnahme für das Flussökosystem*. In *Natur und Mensch*. Heft 1.
- Schweingruber et al. (2007). *Dendrochronologie von Kräutern und Sträuchern im Vorfeld des Morteratschgletschers*. In *Bauhinia* 20:5-17.
- Tackenberg, O. (2001). *Methode zur Bewertung gradueller Unterschiede des Ausbreitungspotentials von Pflanzenarten* (dissertation). (Dr. rer. nat.). Fachbereich Biologie, Philipps-Universität. Marburg.

Tockner, K. et al. (2004). *Ökologischer Zustand der Rhone: Benthische Evertibraten und Uferfauna*. In *Ökologie der Rhone – Resultate aktueller Erhebungen des Forschungsprojekts „Rhone-Thur“*. In Wasser Energie Luft. Heft 11/12. Baden.

Anhang

Begriffsdefinitionen

Alluvialböden: Schwemmböden, welche aus Sedimenten in den Auen v. Flüssen u. grossen Bächen entstehen. Sie werden periodisch, meist jährlich, mit dem Schmelzwasser überflutet. Dabei können neue Sedimente aufgelagert, aber auch Teile des Bodens durch Erosion abgetragen werden. Je langsamer die Fliessgeschwindigkeit, desto feiner sind die abgelagerten Bodenpartikel. Die meisten Alluvialböden sind nährstoffreich. Die natürliche Vegetation auf Alluvialböden in Mitteleuropa sind Auenwälder mit Esche, Ulme u. Stieleiche, forstlich wird die Pappel eingebracht (Bogenrieder, 1983-1987).

Diasporen: Bez. für die Ausbreitungseinheiten der Pflanzen; je nach Pflanzengruppe recht verschiedene Pflanzenteile, die aber alle für die Vermehrung u. Ausbreitung vom Pflanzenkörper abgetrennt werden. Beispiele sind: Sporen, Samen, Fruchtteile u. ganze Früchte, Fruchtstände, Brutkörper u.a. (Bogenrieder, 1983-1987).

Dispersal kernel: A probability density function of the location of seed deposition with respect to the source, yielding the probability of a seed landing per unit area as a function of the distance from its source (and the direction, if relevant) (Nathan, Muller-Landau, 2000).

Establishment (Etablierung): Growing and reproducing successfully in a given area (Roger, 1998).

Flaschenhalseffekt (bottleneck effect): Die genetische Drift, die sich aus der Reduzierung einer Population ergibt, im typischen Fall durch eine Naturkatastrophe, in deren Folge die überlebende Population nicht mehr genetisch repräsentativ für die Ausgangspopulation ist (Campbell & Reece, 2006).

Gewässerdynamik: Unter Gewässerdynamik versteht man einen sich ständig verändernden Lebensräume eines Gewässers (Schleiss, 2008)

Keimung: Wiederaufnahme der Entwicklung des Embryos. Dazu muss der Zustand mit minimaler Stoffwechselaktivität beendet werden. So geht der Keimung zunächst eine Wasseraufnahme unter Quellung des Sameninhaltes voraus. Mit der Quellung wird durch

die Entwicklung hoher Drücke die Samenschale gesprengt. Häufig müssen zur Samenquellung eine weitere Voraussetzung, wie Licht oder Kälte, erfüllt werden, damit es zur Mobilisierung der im Nährstoffgewebe bzw. in den Keimblättern gelagerten Reservestoffe und zum Wachstum des Embryos kommt (Bogenrieder, 1983-1987).

Kohorte: Eine Gruppe von gleichaltrigen Individuen von der Geburt bis zu dem Zeitpunkt, an dem alle gestorben sind (Campbell & Reece, 2006).

Pionierpflanze: Erstbesiedler vegetationsfreier Flächen; mit bes. Anpassungen, z.B. zahlr. „Diasporen“ mit guter Ausbreitungsfähigkeit, Ausläuferbildung, gute Regeneration aus Teilen der Pflanze (Bogenrieder, 1983-1987).

Same: Eine Anpassung der Landpflanzen, bestehend aus einem Embryo, der mit einem Nährstoffvorrat in einer widerstandsfähigen Hülle eingeschlossen ist (Campbell & Reece, 2006).

Samenausbreitung: Der im Dienst der Ausbreitung und Vermehrung stehende Transport von Samen über den Wuchsort der Mutterpflanze hinaus (Bogenrieder, 1983-1987).

Samenpeak: Beschreibt den Zustand einer Pflanze, in welchem sie, innerhalb der Blütezeit eines Jahres, am meisten Samen freisetzen könnte.

Samenpotential: Die gesamte Anzahl Samen, welche innerhalb eines Jahres von einer Pflanze produziert wird.

Silika-Gel: It's an inexpensive and reliable desiccant, to dry and preserve field collected material, such as leaves, fungi, lichens or others (Chase, Hills, 1991).

Terminal velocity: Equilibrium rate of descent (Green, 1980)

Verdünnungseffekt: Ein Verdünnungseffekt kann bei Studien und Experimenten auftreten. Werden mit zunehmender Distanz zur Quelle z.Bsp. nicht entsprechend mehr Samenfallen aufgestellt, damit der gleiche prozentuale Anteil der Fläche von den Fallen eingenommen wird, dann kommt es zu einem Verdünnungseffekt. Um diesen zu verkleinern und die Anzahl gefangener Samen in den verschiedenen Distanzen wirklich vergleichen zu können, kann man die ausgezählte Anzahl Samen mit der Distanz der Fallen zur Quelle (dem Radius) multiplizieren.

Verjüngung: Die Rückkehr in das Jugendstadium ist bei den Pflanzen im Gegensatz zu anderen Lebewesen möglich, weil die Alterung hier nicht den gesamten Körper erfasst, sondern nur im Zuge des Weiterwachsens fortschreitet. Spross- und Wurzelgrund verharren im Jugendzustand. Eine Verjüngung tritt deshalb z.Bsp. dann ein, wenn eine Pflanze so weit zurückgeschnitten wird, dass der Nachtrieb aus der Jugendzone erfolgt (.....). Die Ausbildung von Adventivsprossen an den Wurzeln stellt dagegen eine natürliche Verjüngung dar (Blei et al., 1990).

Daten zur Feldarbeit an der Sense vom Juni 2009 bis September 2009

1. Historische Vergleich und Kartierung des Untersuchungsgebietes

1.1 GPS Daten

GPS Daten der Feldstudie vom Juni 2009 - September 2009				
Name	Easting	Northing	Code	Myricaria
176	589172	175935	2.00	M6
185	589163	175941	2.00	Sen1-23
186	589166	175952	2.00	Sen1-28
187	589165	175938	2.00	M5
188	589166	175953	2.00	Sen1-29
189	589168	175950	2.00	Sen1-26
190	589167	175958	2.00	M8
191	589164	175952	2.00	M9
192	589165	175952	2.00	M10
193	589166	175947	2.00	M11
194	589167	175948	2.00	Sen1-25
177	589174	175934	2.00	Sen1-36
195	589169	175944	2.00	M12
196	589167	175937	2.00	Sen1-20
197	589166	175940	2.00	Sen1-40
198	589165	175947	2.00	M13
199	589165	175937	2.00	M14
200	589164	175940	2.00	M15
201	589165	175941	2.00	M16
202	589164	175941	2.00	M17
203	589164	175939	2.00	M18
204	589166	175940	2.00	M19
178	589182	175937	2.00	Sen1-37
205	589167	175951	2.00	Sen1-27
206	589153	175965	2.00	Sen1-31
207	589154	175965	2.00	M7
208	589155	175924	2.00	Sen1-0
209	589152	175924	2.00	Sen1-35
210	589152	175923	2.00	M1
211	589153	175924	2.00	M2
233	589131	176003	2.00	Sen1-33
179	589164	175945	2.00	Sen1-24
180	589166	175941	2.00	Sen1-21
181	589166	175938	2.00	M3
182	589166	175939	2.00	Sen1-22
183	589166	175946	2.00	Sen1-38
184	589165	175940	2.00	M4
Name	Easting	Northing	Code	Kohorten
212	589159	175926	1.00	K1
221	589168	175889	1.00	K10
223	589184	175890	1.00	K11
224	589193	175914	1.00	K12
225	589195	175920	1.00	K13

226	589214	175925	1.00	K14
227	589185	175929	1.00	K15
228	589161	175916	1.00	K16
229	589143	175923	1.00	K17
230	589138	175921	1.00	K18
231	589133	175925	1.00	K19
213	589161	175925	1.00	K2
232	589139	175907	1.00	K20
144	589139	175913	1.00	K21
214	589158	175929	1.00	K3
215	589152	175934	1.00	K4
216	589158	175943	1.00	K5
217	589150	175949	1.00	K6
218	589146	175963	1.00	K7
219	589168	175913	1.00	K8
220	589161	175902	1.00	K9
Name	Easting	Northing	Code	Trichter
173	589154	175926	3.00	GN11
172	589156	175926	3.00	GN12
156	589158	175923	3.00	GO21
157	589158	175925	3.00	GO22
158	589155	175925	3.00	G1
171	589156	175924	3.00	G7
170	589154	175925	3.00	G2
169	589154	175924	3.00	G3
165	589154	175923	3.00	G4
163	589155	175923	3.00	G5
160	589156	175923	3.00	G6
159	589156	175925	3.00	G8
161	589154	175922	3.00	GS11
162	589156	175922	3.00	GS12
168	589153	175925	3.00	GW11
167	589153	175923	3.00	GW12
132	589160	175963	3.00	N101
131	589159	175963	3.00	N102
134	589145	175978	3.00	N251
174	589143	175978	3.00	N252
175	589140	176003	3.00	N501
136	589138	176003	3.00	N502
145	589177	175941	3.00	O101
146	589177	175943	3.00	O102
147	589192	175935	3.00	O251
148	589192	175937	3.00	O252
149	589217	175912	3.00	O501
150	589217	175914	3.00	O502
122	589165	175939	3.00	P1
123	589165	175942	3.00	P2
124	589161	175944	3.00	P3
125	589165	175944	3.00	P4
126	589163	175946	3.00	P5
127	589168	175949	3.00	P6
129	589166	175951	3.00	P7
130	589165	175953	3.00	P8
121	589165	175924	3.00	S101
120	589165	175922	3.00	S102

151	589166	175909	3.00	S251
152	589164	175909	3.00	S252
154	589175	175884	3.00	S501
155	589172	175884	3.00	S502
138	589151	175947	3.00	W101
139	589151	175945	3.00	W102
140	589138	175944	3.00	W251
141	589138	175942	3.00	W252
142	589117	175930	3.00	W501
143	589117	175928	3.00	W502

2. Samenproduktion und –ausbreitung

2.1 Daten zum Samenpotential und Samenpeak

Legende: k= knospend
b= blühend
gk= geschlossene Kapseln
s= samend
ab= abgesamt

Anzahl Blütenstände der gr. Myricaria vom 11.6.09					
k	b	gK	s	ab	Summe:
116	91	233	179	39	658
Anzahl Blütenstände der gr. Myricaria vom 22.7.09					
k	b	gK	s	ab	Summe:
58	180	195	220	404	1057
Anzahl Blütenstände der gr. Myricaria vom 7.8.09					
k	b	gK	s	ab	Summe:
22	83	97	267	631	1100
Anzahl Blütenstände der gr. Myricaria vom 20.8.09					
k	b	gK	s	ab	Summe:
1	5	48	134	996	1184
Anzahl Blütenstände der gr. Myricaria vom 7.9.09					
k	b	gK	s	ab	Summe:
0	1	1	62	1632	1696

Anzahl Blütenstände der Pflanzen in der Kernpopulation vom 12.6.09						
	k	b	gK	s	ab	Summe:
SEN-1 36	2	1	19	2	0	22
A (neben SEN-1 36)	0	0	21	1	0	21
K (neben A)	0	1	7	1	0	8
SEN-1 21	0	1	6	2	0	7
SEN-1 22	0	1	10	3	0	11
F (neben SEN-1 22)	0	1	4		0	5
SEN-1 40	0	2	28	9	0	30
G (neben SEN-1 40)	2	2	11	3	0	15
H (neben SEN-1 40)	1	7	16	7	0	24

SEN-1 23	1	1	6	3	1	8
I (neben SEN-1 23)	0	1	8	1	0	9
SEN-1 24	3	7	18	2	0	28
SEN-1 38	0	0	7		0	7
E (neben SEN-1 38)	0	3	30	3	0	33
SEN-1 25	7	10	58	18	2	75
SEN-1 26	3	5	62	17	1	70
SEN-1 27	2	5	34	0	0	41
D (neben SEN-1 27)	0		1	0	0	1
C (neben Trichter Pop 8)	6	3	8	5	0	17
B (neben Trichter Pop 8)	0	0	3		0	3
SEN-1 28	0	6	59	13	0	65
SEN-1 29	1	8	17	1	0	26
Summe:	28	65	433	91	4	621
Anzahl Blütenstände der Pflanzen in der Kernpopulation vom 22.7.09						
	k	b	gK	s	ab	Summe:
SEN-1 36	3	16	37	8	20	65
A (neben SEN-1 36)	8	23	17	5	14	36
K (neben A)	0	2	22	13	10	45
SEN-1 21	4	22	39	17	6	62
SEN-1 22	3	10	40	5	6	51
F (neben SEN-1 22)	22	15	13	6	4	23
SEN-1 40	4	31	57	19	27	103
G (neben SEN-1 40)	7	24	56	11	11	78
H (neben SEN-1 40)	3	21	5	6	8	19
SEN-1 23	4	14	21	9	8	38
I (neben SEN-1 23)	1	13	19	10	10	39
SEN-1 24	15	26	38	21	21	80
SEN-1 38	0	2	10	7	5	22
E (neben SEN-1 38)	4	15	16	8	28	52
SEN-1 25	17	40	53	29	24	106
SEN-1 26	37	42	78	21	48	147
SEN-1 27	18	28	38	29	12	79
D (neben SEN-1 27)	2	0	2	2	1	5
C (neben Trichter Pop 8)	2	7	16	5	1	22
B (neben Trichter Pop 8)	12	8	9	7	0	16
SEN-1 28	23	17	62	18	13	93
SEN-1 29	7	20	85	28	18	131
Summe:	196	396	733	284	295	1904
Anzahl Blütenstände der Pflanzen in der Kernpopulation vom 7.8.09						
	k	b	gK	s	ab	Summe:
SEN-1 36	1	0	4	17	65	5
A (neben SEN-1 36)	0	2	5	26	36	7
K (neben A)	4	3	1	10	45	8
SEN-1 21	2	0	3	15	62	5
SEN-1 22	1	6	6	25	51	13
F (neben SEN-1 22)	0	2	25	18	23	27
SEN-1 40	0	2	10	13	103	12
G (neben SEN-1 40)	0	5	4	31	78	9
H (neben SEN-1 40)	2	1	4	12	19	7

SEN-1 23	1	1	7	16	38	9
I (neben SEN-1 23)	2	1	1	15	39	4
SEN-1 24	1	3	16	31	80	20
SEN-1 38	2	1	4	4	22	7
E (neben SEN-1 38)	3	2	2	13	52	7
SEN-1 25	2	6	26	23	106	34
SEN-1 26	0	14	27	40	147	41
SEN-1 27	0	13	19	25	79	32
D (neben SEN-1 27)	0	1	2	1	5	3
C (neben Trichter Pop 8)	2	2	9	7	22	13
B (neben Trichter Pop 8)	1	0	5	2	16	6
SEN-1 28	1	18	4	23	93	23
SEN-1 29	1	14	12	24	131	27
Summe:	26	97	196	391	1312	2022
Anzahl Blütenstände der Pflanzen in der Kernpopulation vom 20.8.09						
	k	b	gK	s	ab	Summe:
SEN-1 36	0	0	1	0	86	87
A (neben SEN-1 36)	1	2	0	3	67	73
K (neben A)	0	9	4	3	56	72
SEN-1 21	1	9	2	2	80	94
SEN-1 22	1	5	2	6	82	96
F (neben SEN-1 22)	1	1	1	7	66	76
SEN-1 40	2	10	2	2	126	142
G (neben SEN-1 40)	0	1	1	5	113	120
H (neben SEN-1 40)	0	1	1	2	35	39
SEN-1 23	3	2	1	1	61	68
I (neben SEN-1 23)	0	3	1	0	55	59
SEN-1 24	1	5	2	2	127	137
SEN-1 38	1	4	1	1	30	37
E (neben SEN-1 38)	0	5	5	1	67	78
SEN-1 25	0	1	4	6	155	166
SEN-1 26	0	2	2	14	214	232
SEN-1 27	0	4	4	11	123	142
D (neben SEN-1 27)	0	1	0	1	8	10
C (neben Trichter Pop 8)	1	3	2	2	38	46
B (neben Trichter Pop 8)	0	0	0	0	23	23
SEN-1 28	1	1	2	17	120	141
SEN-1 29	0	2	2	12	167	183
Summe:	13	71	40	98	1899	2121
Anzahl Blütenstände der Pflanzen in der Kernpopulation vom 7.9.09						
	k	b	gk	s	ab	Summe:
SEN-1 36	0	0	0	0	87	87
A (neben SEN-1 36)	0	0	1	1	70	72
K (neben A)	0	0	1	3	63	67
SEN-1 21	0	1	2	2	84	89
SEN-1 22	0	0	4	3	90	97
F (neben SEN-1 22)	0	0	2		74	76
SEN-1 40	0	0	5	10	130	145
G (neben SEN-1 40)	0	0	2		119	121
H (neben SEN-1 40)	0	0	3	3	38	44

SEN-1 23	0	0	4	1	63	68
I (neben SEN-1 23)	0	0		3	56	59
SEN-1 24	0	1	2	4	131	138
SEN-1 38	0	0	2	2	32	36
E (neben SEN-1 38)	0	0	2	3	73	78
SEN-1 25	0	0	2	1	165	168
SEN-1 26	0	0	2	1	230	233
SEN-1 27	0	0		2	138	140
D (neben SEN-1 27)	0	0	1		9	10
C (neben Trichter Pop 8)	0	0	2	2	42	46
B (neben Trichter Pop 8)	0	0	1		23	24
SEN-1 28	0	0	2	2	139	143
SEN-1 29	0	1	2	1	181	185
Summe:	0	3	42	44	2037	2126

Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand der gr. Myricaria vom 11.6.09	
Blütenstände	# Samenkapseln
Blütenstand1	20
Blütenstand2	21
Blütenstand3	22
Blütenstand4	24
Blütenstand5	17
Blütenstand6	24
Blütenstand7	17
Blütenstand8	25
Blütenstand9	17
Blütenstand10	22
Blütenstand11	26
Blütenstand12	23
Blütenstand13	22
Blütenstand14	21
Blütenstand15	27
Blütenstand16	22
Blütenstand17	35
Blütenstand18	18
Blütenstand19	17
Blütenstand20	22
Blütenstand21	18
Blütenstand22	15
Blütenstand23	21
Blütenstand24	23
Blütenstand25	25
Blütenstand26	17
Blütenstand27	20
Blütenstand28	17
Blütenstand29	23
Blütenstand30	30
Blütenstand31	16
Blütenstand32	25
Blütenstand33	26
Blütenstand34	19

Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand in der Kernpopulation vom 11.6.09	
Blütenstände	# Samenkapseln
SEN-1 25	
Blütenstand 1	26
Blütenstand 2	33
Blütenstand 3	34
Blütenstand 4	33
Blütenstand 5	23
Blütenstand 6	39
Blütenstand 7	30
Blütenstand 8	20
Blütenstand 9	24
Blütenstand 10	18
SEN-1 26	
Blütenstand 1	24
Blütenstand 2	23
Blütenstand 3	30
Blütenstand 4	29
Blütenstand 5	25
Blütenstand 6	34
Blütenstand 7	20
Blütenstand 8	17
Blütenstand 9	27
Blütenstand 10	21
SEN-1 22	
Blütenstand 1	28
Blütenstand 2	32
Blütenstand 3	30
Blütenstand 4	32
Blütenstand 5	29
Blütenstand 6	24
Blütenstand 7	22
Blütenstand 8	16
Blütenstand 9	36
Blütenstand 10	36
SEN-1 40	

Blütenstand35	26
Blütenstand36	25
Blütenstand37	26
Blütenstand38	23
Blütenstand39	21
Blütenstand40	20
Blütenstand41	23
Blütenstand42	22
Blütenstand43	27
Blütenstand44	21
Blütenstand45	28
Blütenstand46	20
Blütenstand47	17
Blütenstand48	22
Blütenstand49	26
Blütenstand50	27
Mittelwert:	22.22
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand der gr. Myricaria vom 1.7.09	
Blütenstände # Samenkapseln	
Blütenstand1	61
Blütenstand2	74
Blütenstand3	66
Blütenstand4	50
Blütenstand5	57
Blütenstand6	41
Blütenstand7	56
Blütenstand8	67
Blütenstand9	53
Blütenstand10	53
Mittelwert:	57.8
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand der gr. Myricaria vom 22.7.09	
Blütenstände # Samenkapseln	
Blütenstand1	53
Blütenstand2	38
Blütenstand3	41
Blütenstand4	46
Blütenstand5	52
Blütenstand6	47
Blütenstand7	39
Blütenstand8	52
Blütenstand9	42
Blütenstand10	39
Mittelwert:	44.9
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand der gr. Myricaria vom 7.8.09	
Blütenstände # Samenkapseln	
Blütenstand 1	72
Blütenstand 2	56
Blütenstand 3	58
Blütenstand 4	54
Blütenstand 5	46
Blütenstand 6	58
Blütenstand 7	75

Blütenstand 1	34
Blütenstand 2	24
Blütenstand 3	21
Blütenstand 4	27
Blütenstand 5	35
Blütenstand 6	35
Blütenstand 7	30
Blütenstand 8	35
Blütenstand 9	38
Blütenstand 10	14
<i>SEN-1 24</i>	
Blütenstand 1	26
Blütenstand 2	40
Blütenstand 3	29
Blütenstand 4	18
Blütenstand 5	32
Blütenstand 6	22
Blütenstand 7	27
Blütenstand 8	37
Blütenstand 9	38
Blütenstand 10	14
Mittelwert:	27.82
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand in der Kernpopulation vom 1.7.09	
Blütenstände # Samenkapseln	
Blütenstand 1	46
Blütenstand 2	47
Blütenstand 3	64
<i>SEN-1 20</i>	
Blütenstand 1	59
Blütenstand 2	40
Blütenstand 3	50
Blütenstand 4	47
<i>SEN-1 36</i>	
Blütenstand 1	51
Blütenstand 2	38
Blütenstand 3	41
Mittelwert:	48.3
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand in der Kernpopulation vom 22.7.09	
Blütenstände # Samenkapseln	
<i>SEN-1 36</i>	
Blütenstand 1	58
A (neben <i>SEN-1 36</i>)	
Blütenstand 1	54
<i>SEN-1 37</i>	
Blütenstand 1	62
<i>SEN-1 20</i>	
Blütenstand 1	41
<i>SEN-1 21</i>	
Blütenstand 1	60
<i>SEN-1 22</i>	
Blütenstand 1	41
<i>SEN-1 23</i>	
Blütenstand 1	52

Blütenstand 8	61
Blütenstand 9	49
Blütenstand 10	29
Mittelwert	55.8
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand der gr. Myricaria vom 20.8.09	
Blütenstände	# Samenkapseln
Blütenstand 1	34
Blütenstand 2	50
Blütenstand 3	29
Blütenstand 4	59
Blütenstand 5	28
Blütenstand 6	33
Blütenstand 7	40
Blütenstand 8	44
Blütenstand 9	53
Blütenstand 10	37
Mittelwert	40.7
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand der gr. Myricaria vom 7.9.09	
Blütenstände	# Samenkapseln
Blütenstand 1	35
Blütenstand 2	29
Blütenstand 3	30
Blütenstand 4	23
Blütenstand 5	26
Blütenstand 6	36
Blütenstand 7	43
Blütenstand 8	26
Blütenstand 9	31
Blütenstand 10	32
Mittelwert:	31

<i>SEN-1 25</i>	
Blütenstand 1	29
<i>SEN-1 26</i>	
Blütenstand 1	51
<i>SEN-1 28</i>	
Blütenstand 1	35
Mittelwert:	55
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand in der Kernpopulation vom 7.8.09	
<i>SEN-1 36</i>	
Blütenstand 1	44
Blütenstand 2	46
Blütenstand 3	43
<i>SEN-1 37</i>	
Blütenstand 1	41
Blütenstand 2	37
Blütenstand 3	40
<i>SEN-1 23</i>	
Blütenstand 1	44
Blütenstand 2	42
Blütenstand 3	26
<i>SEN-1 24</i>	
Blütenstand 1	39
Blütenstand 2	47
Blütenstand 3	44
<i>SEN-1 38</i>	
Blütenstand 1	32
Blütenstand 2	37
Blütenstand 3	25
<i>SEN-1 25</i>	
Blütenstand 1	32
Blütenstand 2	43
Blütenstand 3	51
<i>SEN-1 26</i>	
Blütenstand 1	63
Blütenstand 2	70
Blütenstand 3	68
<i>SEN-1 29</i>	
Blütenstand 1	43
Blütenstand 2	42
Blütenstand 3	43
<i>SEN-1 28</i>	
Blütenstand 1	73
Blütenstand 2	40
Blütenstand 3	61
<i>SEN-1 27</i>	
Blütenstand 1	58
Blütenstand 2	63
Blütenstand 3	50
Mittelwert	46.23333333
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand in der Kernpopulation vom 20.8.09	
<i>SEN-1 27</i>	
Blütenstand 1	25
Blütenstand 2	36

<i>SEN-1 26</i>	
Blütenstand 1	39
<i>SEN-1 25</i>	
Blütenstand 1	37
Blütenstand 2	33
<i>SEN-1 38</i>	
Blütenstand 1	43
<i>SEN-1 20</i>	
Blütenstand 1	48
Blütenstand 2	35
<i>SEN-1 40</i>	
Blütenstand 1	19
Blütenstand 2	50
Mittelwert	36.5
Anzahl Samenkapseln pro Blütenstand in der Kernpopulation vom 7.9.09	
Blütenstände	# Samenkapseln
Blütenstand 1	42
Blütenstand 2	25
Blütenstand 3	40
Blütenstand 4	23
Blütenstand 5	34
Blütenstand 6	26
Blütenstand 7	28
Blütenstand 8	29
Blütenstand 9	19
Blütenstand 10	37
Mittelwert:	30.3

Anzahl Samen pro Samenkapsel der gr. Myricaria vom 12.6- 14.6.09	
Kapseln	# Samen
Kapsel 1	77
Kapsel 2	87
Kapsel 3	104
Kapsel 4	83
Kapsel 5	89
Kapsel 6	70
Kapsel 7	73
Kapsel 8	85
Kapsel 9	73
Kapsel 10	85
Mittelwert:	82.6
Anzahl Samen pro Samenkapsel der gr. Myricaria vom 3.7.09	
Kapseln	# Samen
Kapsel 1	103
Kapsel 2	109
Kapsel 3	101
Mittelwert:	104.333333
Anzahl Samen pro Samenkapsel der gr. Myricaria vom 22.7.09	
Kapseln	# Samen
Kapsel 1	120

Anzahl Samen pro Samenkapsel der Kernpopulation vom 3.7.09	
Kapseln	# Samen
Kapsel 1	111
Kapsel 2	98
Mittelwert:	104.5
Anzahl Samen pro Samenkapsel der Kernpopulation vom 22.7.09	
Kapseln	# Samen
Kapsel 1	97
Kapsel 2	132
Kapsel 3	119
Kapsel 4	122
Kapsel 5	131
Kapsel 6	98
Kapsel 7	125
Kapsel 8	102
Kapsel 9	119
Kapsel 10	92
Mittelwert:	113.7
Anzahl Samen pro Samenkapsel der Kernpopulation vom 7.8.09	
Kapseln	# Samen
Kapsel 1	92
Kapsel 2	106

Kapsel 2	102
Kapsel 3	100
Kapsel 4	102
Kapsel 5	108
Kapsel 6	106
Kapsel 7	109
Kapsel 8	111
Kapsel 9	105
Kapsel 10	103
Mittelwert:	106.6

Anzahl Samen pro Samenkapsel der gr. Myricaria vom 7.8.09

Kapseln	# Samen
Kapsel 1	142
Kapsel 2	135
Kapsel 3	106
Kapsel 4	113
Kapsel 5	125
Kapsel 6	121
Kapsel 7	111
Kapsel 8	110
Kapsel 9	87
Kapsel 10	89
Mittelwert:	110.777778

Anzahl Samen pro Samenkapsel der gr. Myricaria vom 20.8.09

Kapseln	# Samen
Kapsel 1	135
Kapsel 2	140
Kapsel 3	110
Kapsel 4	102
Kapsel 5	122
Kapsel 6	97
Kapsel 7	115
Kapsel 8	100
Kapsel 9	96
Kapsel 10	108
Mittelwert:	112.5

Anzahl Samen pro Samenkapsel der gr. Myricaria vom 20.8.09

Kapseln	# Samen
Kapsel 1	89
Kapsel 2	125
Kapsel 3	94
Kapsel 4	72
Kapsel 5	95
Kapsel 6	93
Kapsel 7	88
Kapsel 8	89
Kapsel 9	100
Kapsel 10	107
Mittelwert	95.2

Kapsel 3	101
Kapsel 4	116
Kapsel 5	108
Kapsel 6	99
Kapsel 7	85
Kapsel 8	93
Kapsel 9	96
Kapsel 10	97
Mittelwert:	#DIV/0!

Anzahl Samen pro Samenkapsel der Kernpopulation vom 20.8.09

Kapseln	# Samen
Kapsel 1	101
Kapsel 2	107
Kapsel 3	108
Kapsel 4	109
Kapsel 5	112
Kapsel 6	110
Kapsel 7	105
Kapsel 8	98
Kapsel 9	113
Kapsel 10	103
Mittelwert:	106.6

Anzahl Samen pro Samenkapsel der Kernpopulation vom 7.9.09

Kapseln	# Samen
Kapsel 1	89
Kapsel 2	125
Kapsel 3	94
Kapsel 4	72
Kapsel 5	95
Kapsel 6	93
Kapsel 7	88
Kapsel 8	89
Kapsel 9	100
Kapsel 10	107
Mittelwert	95.2

2.1.1 Samenpotential

Samenpotential der gr. Myricaria 2009			
Anzahl Blütenstände vom 7.9.09	Ø Kap/Bls	Ø S/Kap	Anzahl S/Pfl
1696	42.16	102.16	7305938
Anz. Bls*Ø Kap/Bls*Ø S/Kap = Anzahl S/Pfl			

Samenpotential der Kernpopulation 2009				
Pflanze	Anzahl Blütenstände vom 7.9.09	Ø Kap/Bls	Ø S/Kap	Anzahl S/Pfl
Sen-1 36	87	39.5	106.82	367086.93
A (neben Sen-1 36)	72	39.5	106.82	303796.08
K (neben A)	67	39.5	106.82	282699.13
Sen-1 21	89	39.5	106.82	375525.71
Sen-1 22	97	39.5	106.82	409280.83
F (neben Sen-1 22)	76	39.5	106.82	320673.64
Sen-1 40	145	39.5	106.82	611811.55
G (neben Sen-1 40)	121	39.5	106.82	510546.19
H (neben Sen-1 40)	44	39.5	106.82	185653.16
Sen-1 23	68	39.5	106.82	286918.52
I (neben Sen-1 23)	59	39.5	106.82	248944.01
Sen-1 24	138	39.5	106.82	582275.82
Sen-1 38	36	39.5	106.82	151898.04
E (neben Sen-1 38)	78	39.5	106.82	329112.42
Sen-1 25	168	39.5	106.82	708857.52
Sen-1 26	233	39.5	106.82	983117.87
Sen-1 27	140	39.5	106.82	590714.6
D (neben Sen-1 27)	10	39.5	106.82	42193.9
C (neben Trichter Pop 8)	46	39.5	106.82	194091.94
B (neben Trichter Pop 8)	24	39.5	106.82	101265.36
Sen-1 28	143	39.5	106.82	603372.77
Sen-1 29	185	39.5	106.82	780587.15
Summe:	2126	39.5	106.82	8970423.14
Anz. Bls*Ø Kap/Bls*Ø S/Kap = Anzahl S/Pfl				

2.1.2 Samenpeak

Mögliche Samenfreisetzungen der gr. Myricaria am 11.6.09			
S Blütenstände=	179		
Ø Kapseln/Bls=	22.22		
Ø Samen/Kapsel=	82.6	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	328531.6
Mögliche Samenfreisetzungen der gr. Myricaria am 22.7.09			
S Blütenstände=	220		
Ø Kapseln/Bls=	44.9		
Ø Samen/Kapsel=	106.6	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	1052995
Mögliche Samenfreisetzungen der gr. Myricaria am 7.8.09			
S Blütenstände=	267		
Ø Kapseln/Bls=	55.8		
Ø Samen/Kapsel=	113.9	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	1696951
Mögliche Samenfreisetzungen der gr. Myricaria am 20.8.09			
S Blütenstände=	134		
Ø Kapseln/Bls=	40.7		
Ø Samen/Kapsel=	112.5	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	613552.5
Mögliche Samenfreisetzungen der gr. Myricaria am 7.9.09			
S Blütenstände=	62		
Ø Kapseln/Bls=	31.1		
Ø Samen/Kapsel=	95.2	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	183564.6

Mögliche Samenfreisetzungen der Kernpopulation am 11.6.09			
S Blütenstände=	91		
Ø Kapseln/Bls=	27.82		
Ø Samen/Kapsel=	104.5	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	264554.3
Mögliche Samenfreisetzungen der Kernpopulation am 22.7.09			
S Blütenstände=	284		
Ø Kapseln/Bls=	48.3		
Ø Samen/Kapsel=	113.7	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	1559646
Mögliche Samenfreisetzungen der Kernpopulation am 7.8.09			
S Blütenstände=	391		
Ø Kapseln/Bls=	46.23		
Ø Samen/Kapsel=	99.3	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	1794940
Mögliche Samenfreisetzungen der Kernpopulation am 20.8.09			
S Blütenstände=	98		
Ø Kapseln/Bls=	36.5		
Ø Samen/Kapsel=	106.6	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	381308.2
Mögliche Samenfreisetzungen der Kernpopulation am 7.9.09			
S Blütenstände=	44		
Ø Kapseln/Bls=	30.3		
Ø Samen/Kapsel=	110	SBls*Ø Kapseln/Bls*Ø Samen/Kapsel=	146652

3. Keimungsversuch

Keimungsversuch der Samen von der gr. Myricaria (8.9.09)							
	K1	K2	K3	K4	K5	Stdv	Durchschnitt
Nicht gekeimte Samen:	11	18	36	41	50	16.2388	31.2
Samen mit Keimwurzel kurz vor dem Durchstoss (SD):	7	5	4	2	4	1.8166	4.4
Samen mit ausgebildeter Keimwurzel (SK):	81	101	54	28	41	29.7405	61
Total:	99	124	94	71	95	18.8494	96.6
Samen SD+SK:	88	106	58	30	45	31.1577	65.4
						Durchschnitt (%)	
Prozent N. g. S.	11.1111	14.5161	38.2979	57.7465	52.6316	34.8606	
Prozent SD	7.0707	4.0323	4.2553	2.8169	4.2105	4.4771	
Prozent SK	81.8182	81.4516	57.4468	39.4366	43.1579	60.6622	
Prozent SD+SK	88.8889	85.4839	61.7021	42.2535	47.3684	65.1394	

Keimungsversuch der Samen von der Kernpopulation (8.9.09)							
	K1 von SEN 1-38	K2 von SEN 1-40	K3 von SEN 1-27	K4 von SEN 1-29	K5 von SEN 1-26	Stdv	Durchschnitt
Nicht gekeimte Samen:	8	16	19	13	16	4.1593	14.4
Samen mit Keimwurzel kurz vor dem Durchstoss:	40	15	32	35	2	15.8335	24.8
Samen mit ausgebildeter Keimwurzel:	44	85	54	84	87	20.2410	70.8
Total:	92	116	105	132	105	14.9499	110
Samen SD+SK:	84	100	86	119	89	14.4672	95.6
						Durchschnitt (%)	
Prozent N. g. S.	8.6957	13.7931	18.0952	9.8485	15.2381	13.1341	
Prozent SD	43.4783	12.9310	30.4762	26.5152	1.9048	23.0611	
Prozent SK	47.8261	73.2759	51.4286	63.6364	82.8571	63.8048	
Prozent SD+SK	91.3043	86.2069	81.9048	90.1515	84.7619	86.8659	

Resultate des Keimungsversuches der gesamten Myricariapopulation	
Gesamt % der N.g.S=	23.9974
Gesamt % SD=	13.7691
Gesamt % SK=	62.2335
Gesamt % SD+SK=	76.0026

4. Daten zur Samenverbreitung durch Wind

4.1 Samenfang mit Samenfallen

Anzahl gefangener Samen in den Samenfallen während der Feldstudie vom 12.6.09-16.7.09						
Ort	Datum	Zeitdauer (d)	1. Periode		Anz.Samen	Kommentar
			Trichter	Distanz (m)		
Sense	12.6.09-15.6.09	3	N 50 1	50	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	N 50 2	50	1	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	N 25 1	25	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	N 25 2	25	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	N 10 1	10	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	N 10 2	10	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	O 50 1	50	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	O 50 2	50	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	O 25 1	25	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	O 25 2	25	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	O 10 1	10	2	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	O 10 2	10	1	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	S 50 1	50	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	S 50 2	50	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	S 25 1	25	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	S 25 2	25	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	S 10 1	10	2	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	S 10 2	10	8	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	W 50 1	50	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	W 50 2	50	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	W 25 1	25	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	W 25 2	25	2	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	W 10 1	10	0	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	W 10 2	10	2	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 1		9	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 2		7	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 3		2	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 4		4	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 5		1	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 6		11	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 7		1	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	Pop 8		6	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G N 1 1	1	25	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G N 1 2	1	52	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G O 2 1	2	111	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G O 2 2	2	73	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G S 1 1	1	122	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G S 1 2	1	102	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G W 1 1	1	349	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	G W 1 2	1	539	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 1			Nicht ausgezählt
Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 2			Nicht ausgezählt
Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 3			Nicht ausgezählt
Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 4		1810	
Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 5		738	

Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 6			Nicht ausgezählt
Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 7			Nicht ausgezählt
Sense	12.6.09-15.6.09	3	gr. M. 8			Nicht ausgezählt
2. Periode						
Ort	Datum	Zeitdauer (d)	Trichter	Distanz (m)	Anz.Samen	Kommentar
Sense	15.6.09-1.7.09	7	N 50 1	50	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	N 50 2	50	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	N 25 1	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	N 25 2	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	N 10 1	10	1	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	N 10 2	10	1	
Sense	15.6.09-...		O 50 1	50		Socken von Trichter O 50 1 und O 50 2 konnten nicht gewechselt werden, wegen zu hohem Wasserstand
Sense	15.6.09-...		O 50 2	50		
Sense	15.6.09-22.6.09	7	O 25 1	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	O 25 2	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	O 10 1	10	2	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	O 10 2	10	2	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	S 50 1	50	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	S 50 2	50	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	S 25 1	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	S 25 2	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	S 10 1	10	1	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	S 10 2	10	3	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	W 50 1	50	1	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	W 50 2	50	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	W 25 1	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	W 25 2	25	0	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	W 10 1	10	2	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	W 10 2	10	1	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 1		29	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 2		8	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 3		3	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 4		4	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 5		1	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 6		19	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 7		13	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	Pop 8		13	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G N 1 1	1	6	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G N 1 2	1	25	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G O 2 1	2	26	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G O 2 2	2	54	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G S 1 1	1	62	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G S 1 2	1	111	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G W 1 1	1	84	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	G W 1 2	1	387	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 1			Nicht ausgezählt
Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 2			Nicht ausgezählt
Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 3			Nicht ausgezählt
Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 4		3828	
Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 5			Nicht ausgezählt
Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 6			Nicht ausgezählt
Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 7			Nicht ausgezählt

Sense	15.6.09-22.6.09	7	gr. M. 8		3283	
3. Periode						
Ort	Datum	Zeitdauer (d)	Trichter	Distanz (m)	Anz.Samen	Kommentar
Sense	15.6.09-1.7.09	9	N 50 1	50	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	N 50 2	50	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	N 25 1	25	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	N 25 2	25	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	N 10 1	10	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	N 10 2	10	0	
Sense		9	O 50 1	50		Trichter O 50 1 wurde
Sense		9	O 50 2	50		weggeschwemmt
						Socke von Trichter O 50 2
						fehlte
Sense	22.6.09-1.7.09	9	O 25 1	25	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	O 25 2	25	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	O 10 1	10	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	O 10 2	10	1	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	S 50 1	50	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	S 50 2	50	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	S 25 1	25	1	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	S 25 2	25	3	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	S 10 1	10	1	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	S 10 2	10	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	W 50 1	50	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	W 50 2	50	1	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	W 25 1	25	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	W 25 2	25	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	W 10 1	10	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	W 10 2	10	0	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 1		6	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 2		2	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 3		3	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 4		6	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 5		1	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 6		13	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 7		3	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	Pop 8		2	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G N 1 1	1	8	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G N 1 2	1	11	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G O 2 1	2	8	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G O 2 2	2	7	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G S 1 1	1	80	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G S 1 2	1	97	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G W 1 1	1	195	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	G W 1 2	1	501	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 1			Nicht ausgezählt
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 2			Nicht ausgezählt
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 3		1453	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 4		1410	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 5			Nicht ausgezählt
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 6			Nicht ausgezählt
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 7		3509	
Sense	22.6.09-1.7.09	9	gr. M. 8			Nicht ausgezählt

4. Periode						
Ort	Datum	Zeitdauer (d)	Trichter	Distanz (m)	Anz.Samen	Kommentar
Sense	1.7.09-16.7.09	15	N 50 1	50	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	N 50 2	50	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	N 25 1	25	1	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	N 25 2	25	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	N 10 1	10	2	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	N 10 2	10	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	O 50 1	50	1	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	O 50 2	50	1	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	O 25 1	25	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	O 25 2	25	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	O 10 1	10	5	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	O 10 2	10	2	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	S 50 1	50	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	S 50 2	50	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	S 25 1	25	2	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	S 25 2	25	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	S 10 1	10	1	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	S 10 2	10	10	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	W 50 1	50	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	W 50 2	50	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	W 25 1	25	1	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	W 25 2	25	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	W 10 1	10	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	W 10 2	10	0	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 1		93	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 2		26	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 3		6	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 4		10	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 5		10	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 6		92	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 7		35	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	Pop 8		30	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G N 1 1	1	91	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G N 1 2	1	19	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G O 2 1	2	127	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G O 2 2	2	85	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G S 1 1	1	116	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G S 1 2	1	209	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G W 1 1	1	345	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	G W 1 2	1	348	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 1			Nicht ausgezählt
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 2			Nicht ausgezählt
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 3			Nicht ausgezählt
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 4			Nicht ausgezählt
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 5		4664	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 6		6304	
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 7			Nicht ausgezählt
Sense	1.7.09-16.7.09	15	gr. M. 8			Nicht ausgezählt

4.2 Samenflugbeobachtungen

Samenflugbeobachtungen der gr. Myricaria während den Feldarbeiten vom 11.6.09- 3.7.09				
Datum	Anzahl Samen	Windgeschwindigkeit (km/h)	Richtung	Distanz(m)
11.6.09	1. Packet		O	24
11.6.09	10		N	8
11.6.09	10		O	8.5
11.6.09	10		O	1
11.6.09	10		O	5
11.6.09	10		O	1
11.6.09	10		O	1
11.6.09	10		W	7
11.6.09	10		W	8.5
11.6.09	1		W	3
12.6.09	1		W	12
12.6.09	1. Packet		O	2
12.6.09	10		O	2
12.6.09	10		O	13
12.6.09	10		W	35
12.6.09	10		W	50
12.6.09	10		O	10
13.6.09	1		SW	20
13.6.09	20		SW	20
13.6.09	10		N	20
13.6.09	10		SO	15
13.6.09	20		S	2
13.6.09	10		O	1
14.6.09	10		O	6
14.6.09	20		S	2
14.6.09	10		S	17
14.6.09	10		O	1
14.6.09	10		NO	14
14.6.09	10		O	3
14.6.09	10		O	7
14.6.09	1		O	13
14.6.09	20		N	1
14.6.09	10		S	2
14.6.09	1. Packet		S	5
1.7.09	1		S	1
1.7.09	1. Packet		S	2
1.7.09	1		W	10
1.7.09	10		W	10
1.7.09	10		W	15
1.7.09	1. Packet		S	2
1.7.09	10		W	16
1.7.09	1. Packet		SW	39
1.7.09	10	2.7	N	5
1.7.09	2		W	17
1.7.09	1. Packet		W	8
1.7.09	10		S	16
1.7.09	10		S	15
1.7.09	1. Packet		W	8

1.7.09	10		SO	9
1.7.09	10		S	20
1.7.09	10		S	7
1.7.09	10		S	9
2.7.09	1. Packet	7	S	1
2.7.09	10		SW	10
2.7.09	10		S	2
2.7.09	10		S	2
2.7.09	10	3.2	S	14
2.7.09	10		O	2
2.7.09	10	1.9	SO	20
2.7.09	10	1.9	O	25
2.7.09	10	4.4	S	2
2.7.09	10	2.1	O	15
2.7.09	10		S	20
2.7.09	10	3.5	W	16
2.7.09	10		S	3
2.7.09	10	1.8	S	3
2.7.09	10		W	13
2.7.09	10		SW	23
2.7.09	10	4.3	W	5
2.7.09	10	4.3	W	10
2.7.09	10		S	3
2.7.09	10	1.2	S	2
2.7.09	10		W	25
2.7.09	10	3.3	S	2
2.7.09	10	3.4	W	17
2.7.09	1. Packet	0	S	5
3.7.09	10	0.8	S	2
3.7.09	10		S	2
3.7.09	10		W	2
3.7.09	10	0.7	S	2
3.7.09	10	1.8	S	2
3.7.09	10	1	S	2
3.7.09	10	0.5	SO	2
3.7.09	10	1.8	S	2
3.7.09	10		W	5
3.7.09	10	1.8	W	10
3.7.09	10	0.6	S	2
3.7.09	10	3.9	W	5
3.7.09	1		W	2
3.7.09	10	2.3	S	2
3.7.09	10		S	2
3.7.09	1		W	0.1
3.7.09	10	4.5	W	10
3.7.09	1. Packet	1	S	2
3.7.09	1	1.8	S	2
3.7.09	1		SW	2
3.7.09	1	1.2	SW	2
3.7.09	1	4	W	10
3.7.09	1	2.2	W	9
3.7.09	1. Packet	1	W	4
3.7.09	3	2.1	S	2
3.7.09	2	5.4	S	5
3.7.09	10	5.4	S	2

3.7.09	3	7.2	O	18
3.7.09	5	7.2	O	15
3.7.09	1. Packet	7.2	O	8
3.7.09	2	1.9	S	2
3.7.09	10	1.1	S	2
3.7.09	1. Packet	1.4	SW	7
3.7.09	3	1.8	S	2
3.7.09	2	1.8	S	2
3.7.09	1. Packet	1.8	W	1
3.7.09	10	1.8	O	5
3.7.09	3	8.6	S	2
3.7.09	50	8.7	S	2
3.7.09	1. Packet	1.1	SW	8
3.7.09	3		S	10
3.7.09	5	1.1	S	2
3.7.09	10	1.5	W	10
3.7.09	1	2.5	W	2
3.7.09	1. Packet	4.1	SW	2
3.7.09	7	3.1	S	2
3.7.09	1	2.3	S	2
3.7.09	2	1.5	S	2
3.7.09	1	1.5	SO	25
3.7.09	2.Packete	4.6	S	2
3.7.09	10	2.6	SW	15
3.7.09	1	2.1	NW	13
3.7.09	1	1.8	S	2
3.7.09	10	2.6	SW	3
3.7.09	10	2.6	SW	10

Samenflugbeobachtungen in der Kernpopulation					
während den Feldarbeiten vom 14.6.09 - 3.7.09					
Datum	Anzahl Samen	Windgeschwindigkeit (km/h)	Richtung	Distanz(m)	Pflanze
14.6.09	1.Packet		S	4	SEN-1 40
14.6.09	1.Packet	7.5	S	5	SEN-1 40
14.6.09	5		S	1	SEN-1 40
14.6.09	5		S	2	SEN-1 40
14.6.09	10		N	3	SEN-1 40
14.6.09	1		S	2	SEN-1 24
14.6.09	5		S	4	SEN-1 24
14.6.09	1		S	1	Myr.Trichter 6
14.6.09	1.Packet		N	6	Myr.Trichter 6
1.7.09	1.Packet	5.6	S	3	SEN-1 40
1.7.09	1.Packet	2	S	0.5	SEN-1 40
1.7.09	1.Packet	3.8	S	3	SEN-1 40
1.7.09	1.Packet	5.1	S	5	SEN-1 20
1.7.09	1.Packet	7.5	S	3	SEN-1 20
1.7.09	7	7.6	S	7	SEN-1 36
1.7.09	1	5	S	1	SEN-1 36
1.7.09	2	5.2	S	7	SEN-1 36
1.7.09	1.Packet	7.1	S	5	SEN-1 25
2.7.09	1.Packet	7.9	S	0.5	SEN-1 25
2.7.09	1	7.9		0	SEN-1 25
2.7.09	4.Packete	6.5	S	3	SEN-1 25

2.7.09	3	6.2	S	5	SEN-1 25
2.7.09	4.Packete	6.9	S	7	SEN-1 25
2.7.09	1.Packet	3	S	15	SEN-1 26
3.7.09	5	7.3	S	9	SEN-1 29
3.7.09	8	10.3	S	10	SEN-1 29
3.7.09	1	3.9	W	7	Myr.10mNBächlein1
3.7.09	2	6.6	W	1	Myr.10mNBächlein1
3.7.09	1	7.9	S	1	Myr.10mNBächlein1
3.7.09	2	3.2	O	1	Myr.10mNBächlein1
3.7.09	1	2.8	S	2	Myr.10mNBächlein1
3.7.09	1	4.2	W	1	Myr.10mNBächlein1
3.7.09	2	5.2	S	1	Myr.10mNBächlein1
3.7.09	1.Packet	1	N	10	SEN-1 25
3.7.09	1	1.8	N	1	SEN-1 25
3.7.09	2		W	10	SEN-1 25
3.7.09	7	3.6	S	5	SEN-1 25
3.7.09	1.Packet	2.6	S	3	SEN-1 25
3.7.09	2	0.7	S	2	SEN-1 25
3.7.09	1	1	S	1	SEN-1 25
3.7.09	1	1.5	SO	2	SEN-1 25
3.7.09	1	0.4	S	1	Myr.inMittePop
3.7.09	2	1.2	S	1	Myr.inMittePop
3.7.09	1.Packet	1.8	S	1	Myr.inMittePop

Anzahl beobachteter Samenflüge der gr. Myricaria (ohne Flüge in die Weiden)									
mit Distanz und Richtung (11.6. - 3.7.09)									
Distanz (m)	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe:
0-5	30		80	0	34	10	43		197
5-10	10		50	10	23	20	73		186
10-15		10	26	10	20	10	20	1	97
15-20	10		3	10	40	21	32		116
20-25			10	1		10	10		31
25-30									0
30-35							10		10
35-49									0
40-45									0
45-50							10		10
Summe:	50	10	169	31	117	71	198	1	647

Anzahl Beobachtungen der Samenflüge der gr. Myricaria (mit Flügen in die Weiden)									
mit Distanz und Richtung (11.6. - 3.7.09)									
Distanz (m)	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe:
0-5	2		9	1	40	4	10		66
5-10			4	9	3	4	9		29
10-15	1	1	5	1	1	1	3	1	14
15-20	1		2	1	4	2	5		15
20-25			1	1	1	1	1		5
25-30									0
30-35							1		1
35-40						1			1
40-45									0
45-50							1		1

Summe:	4	1	21	13	49	10	30	1	132
---------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	------------

Anzahl Beobachtungen der Samenflüge der gr. Myricaria mit Windgeschwindigkeit und Richtung (11.6. - 3.7.09)									
Windgeschwindigkeit (km/h)	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe:
0-1				1	6		1		8
1-2			2	2	12	3	3		22
2-3	1		1		3	3	2	1	11
3-4					3		4		7
4-5					2	1	3		6
5-6					2				2
6-7					1				1
7-8			3						3
8-9					2				2
Summe:	1	0	6	3	31	7	13	1	62

Anzahl Samenflüge der gr. Myricaria mit Windgeschwindigkeit, Richtung und Distanz (11.6. - 3.7.09)		
Windgeschwindigkeit (km/h)	Richtung	Distanz (m)
1.8	W	1
1.8	S	2
2.5	W	2
5.4	S	2
2.6	SW	3
1	W	4
1.8	O	5
2.7	N	5
3.9	W	5
4.3	W	5
5.4	S	5
1.4	SW	7
1.1	SW	8
7.2	O	8
2.2	W	9
1.5	W	10
1.8	W	10
2.6	SW	10
4	W	10
4.3	W	10
4.5	W	10
2.1	NW	13
3.2	S	14
2.1	O	15
2.6	SW	15
7.2	O	15
3.5	W	16
3.4	W	17
7.2	O	18
1.9	SO	20
1.5	SO	25
1.9	O	25

Anzahl beobachteter Samenflüge in der Kernpopulation mit Distanz und Richtung (14.6 - 3.7.09)									
Distanz (m)	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe:
0-2	1		2	1	23		3		30
2-5	10				15				25
5-10					22		3		25
10-15									0
Summe:	11	0	2	1	60	0	6	0	80

Anzahl Beobachtungen der Samenflüge in der Kernpopulation mit Distanz und Richtung (14.6. - 3.7.09)									
Distanz (m)	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe:
0-2	1		1	1	15		2		20
2-5	1				12				13
5-10	1				5		2		8
10-15					1				1
Summe:	3	0	1	1	33	0	4	0	42

Anzahl Beobachtungen der Samenflüge in der Kernpopulation mit Windgeschwindigkeit und Richtung (14.6. - 3.7.09)									
Windgeschwindigkeit (km/h)	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe:
0-1	1				3				4
1-2	1			1	3				5
2-3					2				2
3-4			1		2		1		4
4-5					1		1		2
5-6					4				4
6-7					4		1		5
7-8					8				8
8-9									0
9-10									0
10-11					1				1
Summe:	2	0	1	1	28	0	3	0	35

Anzahl Samenflüge in der Kernpopulation mit Windgeschwindigkeit, Richtung und Distanz (14.6. - 3.7.09)		
Windgeschwindigkeit (km/h)	Richtung	Distanz (m)
2	S	0.5
7.9	S	0.5
0.4	S	1
1	S	1
1.2	S	1
1.8	N	1
1.8	S	1
3.2	O	1
4.2	W	1
5	S	1
5.2	S	1
6.6	W	1
7.9	S	1
0.7	S	2

1.5	SO	2
2.8	S	2
2.6	S	3
3.8	S	3
5.6	S	3
6.5	S	3
7.5	S	3
7.5	S	4
3.6	S	5
5.1	S	5
6.2	S	5
7.5	S	5
7.1	S	5
3.9	W	7
5.2	S	7
6.9	S	7
7.6	S	7
7.3	S	9
1	N	10
10.3	S	10
3	S	15

5. „Dispersal kernel“

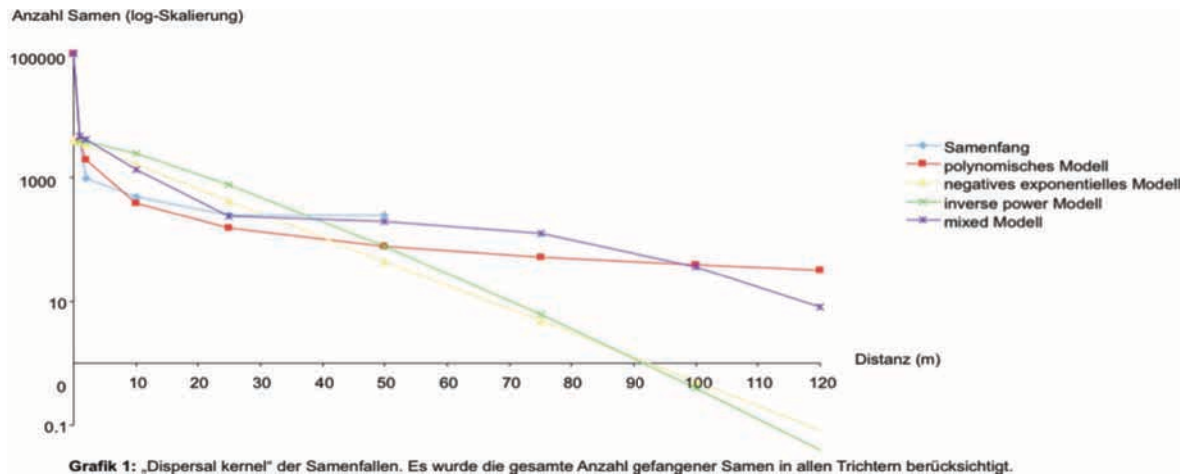
5.1 „Terminal velocity“

Fallzeiten der Samen von <i>Myricaria germanica</i> zur Bestimmung der "terminal velocity"					
Fallhöhe: 2.58m					
1. Same		2. Same		3. Same	
Fallzeit (sec.)		Fallzeit (sec.)		Fallzeit (sec.)	
1. Mal	24.97	1. Mal	14.79	1. Mal	16.19
2. Mal	17.59	2. Mal	13.06	2. Mal	17.03
3. Mal	16.25	3. Mal	14.85	3. Mal	16.21
4. Mal	20.44	4. Mal	15.32	4. Mal	15.66
5. Mal	18.22	5. Mal	15.5	5. Mal	15.28
6. Mal	18.97	6. Mal	15.56	6. Mal	14.25
7. Mal	18.31	7. Mal	13.31	7. Mal	15.07
8. Mal	17.94	8. Mal	13.81	8. Mal	16
9. Mal	20.22	9. Mal	13.25	9. Mal	13.94
10. Mal	19.15	10. Mal	12.72	10. Mal	15
Mittelwert:	19.206	Mittelwert:	14.217	Mittelwert:	15.463
4. Same		5. Same		6. Same	
Fallzeit (sec.)		Fallzeit (sec.)		Fallzeit (sec.)	
1. Mal	13.16	1. Mal	19	1. Mal	20.72
2. Mal	11.28	2. Mal	16.81	2. Mal	19.03
3. Mal	12.12	3. Mal	16.56	3. Mal	18.13
4. Mal	11.13	4. Mal	16.53	4. Mal	17.85
5. Mal	11.21	5. Mal	15.75	5. Mal	16.44
6. Mal	10.88	6. Mal	15.84	6. Mal	17.35
7. Mal	11.12	7. Mal	15.69	7. Mal	16.25
8. Mal	8.9	8. Mal	16.91	8. Mal	15.75

9. Mal	11.59	9. Mal	16.88	9. Mal	14.97
10. Mal	12.28	10. Mal	16.75	10. Mal	15.34
Mittelwert:	11.279	Mittelwert:	16.447	Mittelwert:	16.645
7. Same		8. Same		9. Same	
	Fallzeit (sec.)		Fallzeit (sec.)		Fallzeit (sec.)
1. Mal	15.72	1. Mal	16.18	1. Mal	17.6
2. Mal	16.35	2. Mal	12.75	2. Mal	18.56
3. Mal	16.44	3. Mal	13.82	3. Mal	17.12
4. Mal	16.97	4. Mal	13.5	4. Mal	18.06
5. Mal	15.6	5. Mal	13.35	5. Mal	17.44
6. Mal	14.75	6. Mal	13.31	6. Mal	18.06
7. Mal	15.56	7. Mal	13.69	7. Mal	17.38
8. Mal	15.69	8. Mal	13	8. Mal	16.44
9. Mal	15.5	9. Mal	13.43	9. Mal	17.62
10. Mal	16.94	10. Mal	13.66	10. Mal	18.44
Mittelwert:	15.952	Mittelwert:	13.669	Mittelwert:	17.756
10. Same					
	Fallzeit (sec.)				
1. Mal	15.85				
2. Mal	16.81				
3. Mal	18.09				
4. Mal	16.5				
5. Mal	17.34				
6. Mal	17.6				
7. Mal	15.19				
8. Mal	15				
9. Mal	16.85				
10. Mal	14.38				
Mittelwert:	15.995				

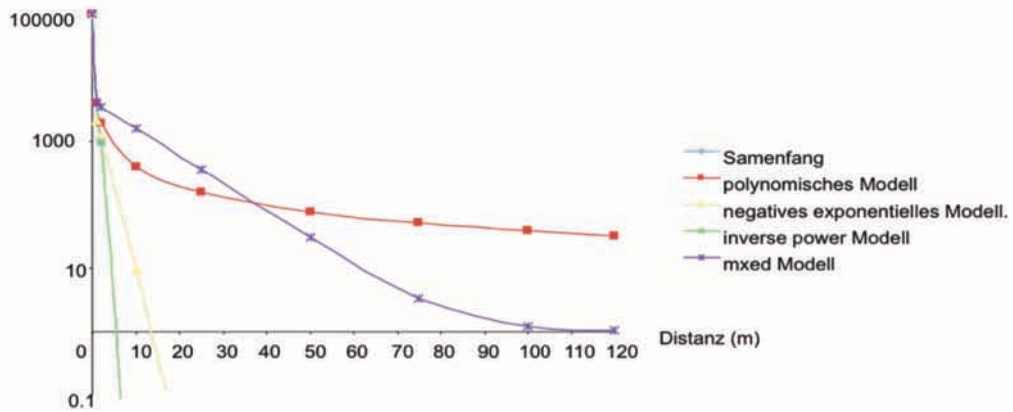
5.2 „Dispersal kernel“ - Phänomenologische Modelle

„Dispersal kernel“ der gesamten Myricariapopulation (Daten des Samenfangs)						
Distanz (m)	Anzahl gefangener Samen	Anzahl Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen			
			polynomisches Modell	phänomenologische Modelle negatives exponentielles Modell	inverse power Modell	mixed Modell
0	99500	99500	99500.0000	4000.0000	99500.0000	99500.0000
1	3884	3884	3884.0000	3655.724741	3884.0000	4696.1769
2	491	982	1942.0000	3341.0808	3777.7918	4083.5806
10	50	500	388.4000	1626.2786	2450.6383	1345.9093
25	10	250	155.3600	421.5969	776.8000	241.1216
50	5	250	77.6800	44.4360	77.6800	195.3210
75			51.7867	4.6835	5.9798	125.6954
100			38.840	0.4936	0.3884	35.4058
120			32.3667	0.0816	0.0397	8.1033
140			27.74286	0.0135	0.0038	1.3269
160			24.2750	0.0022	0.0003	0.1631
Konstanten:			aP= 3884	aN=4000	aI= 3884	aM= 5400
			bP= -1	bN= -0.09	bI= 0.02	bM=0.14
						cM= 0.007



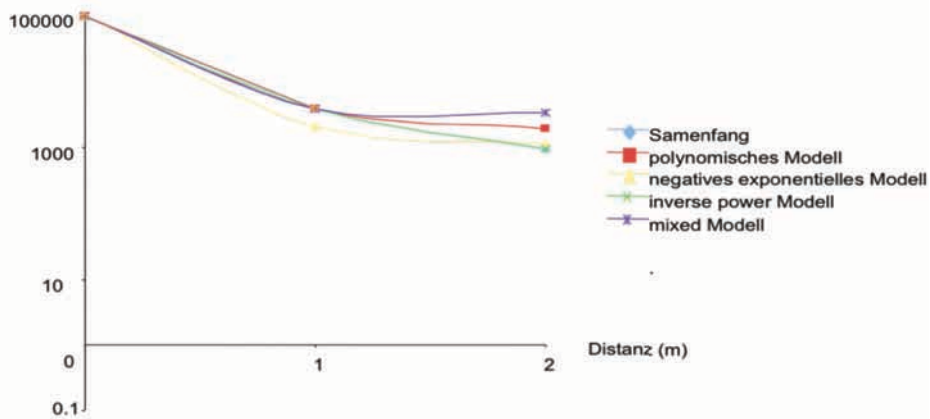
„Dispersal kernel“ der grossen Myricaria (Daten des Samenfangs)						
Distanz (m)	Anzahl gefangener Samen	Anzahl Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen			
			polynomisches Modell	negatives exponentielles Modell	inverse power Modell	mixed modell
0	99500	99500	99500.0000	99500.0000	99500.0000	99500.000
1	3884	3884	3884.0000	2131.5844	3884.0000	3891.8059
2	491	982	1942.0000	1169.8383	971.0000	3521.5508
10			388.4000	9.6275	3.9E-07	1582.9085
25			155.36	0.0012	4.4E-32	354.0100
50			77.6800	0.0000	4.4E-82	30.0271
75			51.7867	0.0000	9.1E-138	3.4278
100			38.84	0.0000	3.9E-197	1.2315
120			32.3667	0.0000	1.2E-246	1.0476
Konstanten			aP= 3884 bP= -1	aN= 3884 bN= -0.6	al= 3884 bl= 1	aM= 4300 bM= 0.1 cM= 0.007 dM= 0.001

Anzahl Samen (log-Skalierung)



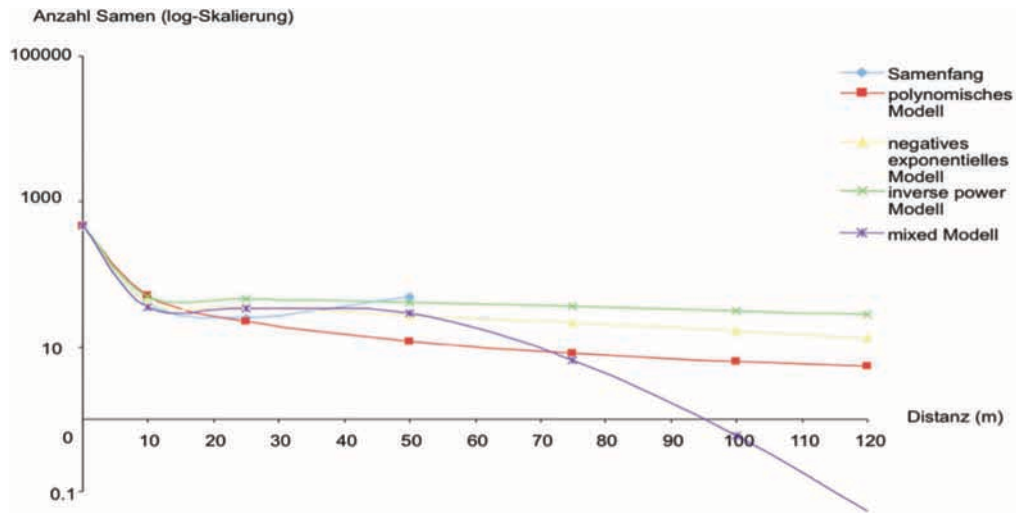
Grafik 2: „Dispersal kernel“ der Samenfallen. Es wurden nur die Anzahl Samen in den Trichtern der gr. Myricaria berücksichtigt.

Anzahl Samen (log-Skalierung)



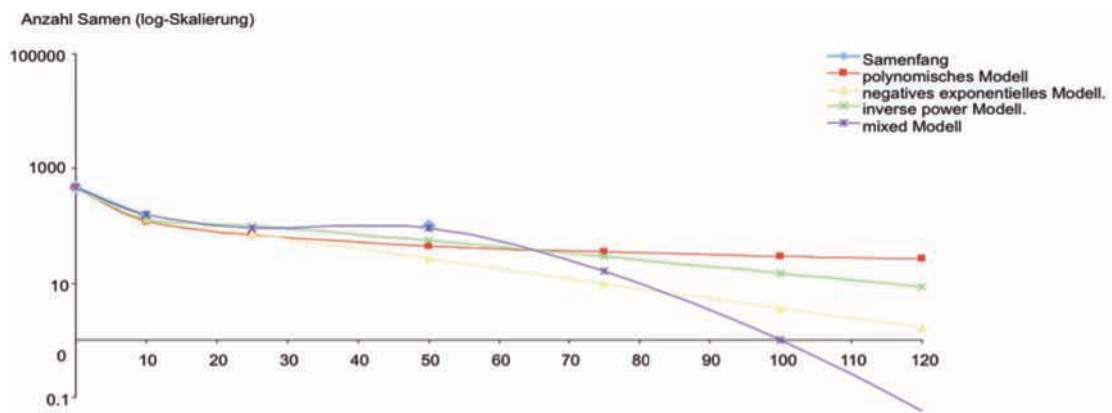
Grafik 3: Vergrößerung des „dispersal kernels“ der Samenfallen. Es wurden nur die Anzahl Samen in den Trichtern der gr. Myricaria berücksichtigt.

„Dispersal kernel“ der Kernpopulation Richtung Norden (Daten des Samenfangs)						
Distanz (m)	Anzahl Samen	Anzahl Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen			
			phänomenologische Modelle			
			polynomisches Modell	negatives exponentielles Modell	inverse power Modell	mixed Modell
0	469	469	469	469	469	469
10	4	40	50.3570	40.7177	48.8619	35.44738
25	1	25	22.0757	35.0460	46.1340	33.48307
50	1	50	11.8301	27.2939	41.1170	29.45531
75			8.2131	21.2565	36.1693	6.56186
100			6.3396	16.5546	31.5479	0.59912
120			5.3802	13.5537	28.1493	0.05437
Konstanten			aP= 400	aN= 45	aI= 50	aM= 10000
			bP= -0.9	bN= -0.01	bI= 0.001	bM= 0.6
						cM= 0.0105
						dM= 0.105



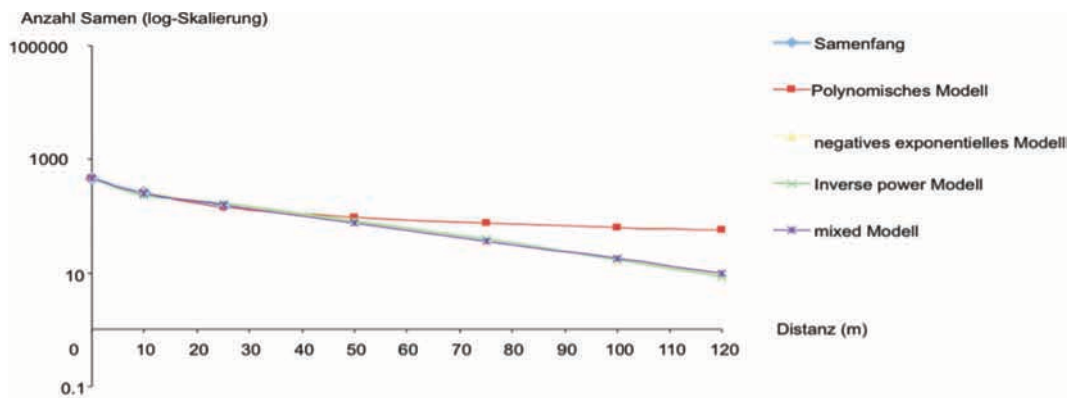
Grafik 4: „Dispersal kernel“ der Samenfallen. Es wurden nur die Anzahl Samen in den Trichtern Richtung Norden der Kernpopulation berücksichtigt.

„Dispersal kernel“ der Kernpopulation Richtung Osten (Daten aus Samenfangs)							
Distanz (m)	Anzahl Samen	Anzahl Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen				
			polynomisches Modell	negatives exponentielles Modell	inverse power Modell	mixed Modell	
0	469	469	469.0000	469.0000	469.0000	469.0000	
10	15	150	117.8075	134.0640	133.6876	154.7116	
25			67.9843	73.5759	100.3110	90.5842	
50	2	100	44.8529	27.0671	56.4090	90.5097	
75			35.1671	9.9574	29.7128	16.5254	
100			29.5919	3.6631	15.0000	1.0000	
120			26.5255	1.6459	8.4836	0.0582	
Konstanten			aP= 469 bP= -0.6	aN= 200 bN= -0.04	al= 150 bl= 0.005	aM= 20000 bM= 0.5 cM= 0.01 dM= 0.13	



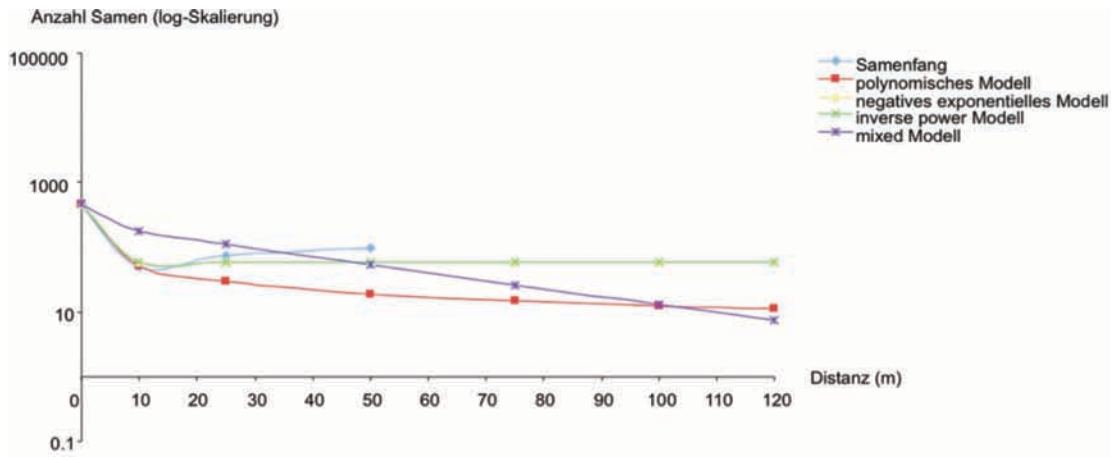
Grafik 5: „Dispersal kernel“ der Samenfallen. Es wurden nur die Anzahl Samen in den Trichtern Richtung Osten der Kernpopulation berücksichtigt.

„Dispersal kernel“ der Kernpopulation Richtung Süden (Daten des Samenfangs)							
Distanz (m)	Anzahl Samen	Anzahl Samen (korrigiert)	vorausgesagte Anzahl Samen				
			polynomisches Modell	phänomenologische Modelle negatives exponentielles Modell	inverse power Modell	mixed Modell	
0	469	469	469	469.0000	469.0000	469.0000	469.0000
10	26	260	251.1886	259.2864	235.1602	252.8792	
25	6	150	144.9559	165.3283	166.5991	161.5846	
50		0	95.6352	78.0956	83.4974	76.7918	
75			74.9831	36.8897	38.6889	36.7023	
100			63.0957	17.4255	17.0358	17.7303	
120			56.5576	9.5633	8.5971	10.0417	
Konstanten			aP= 1000 bP= -0.6	aN= 350 bN= -0.03	al= 270 bl= 0.006	aM= 340 bM=0.03 cM= 0.09 dM= 0.001	



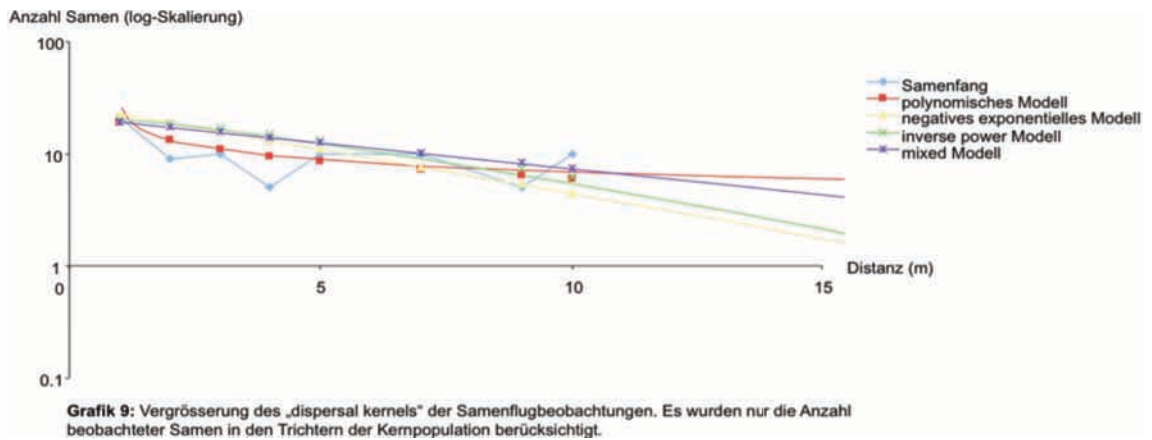
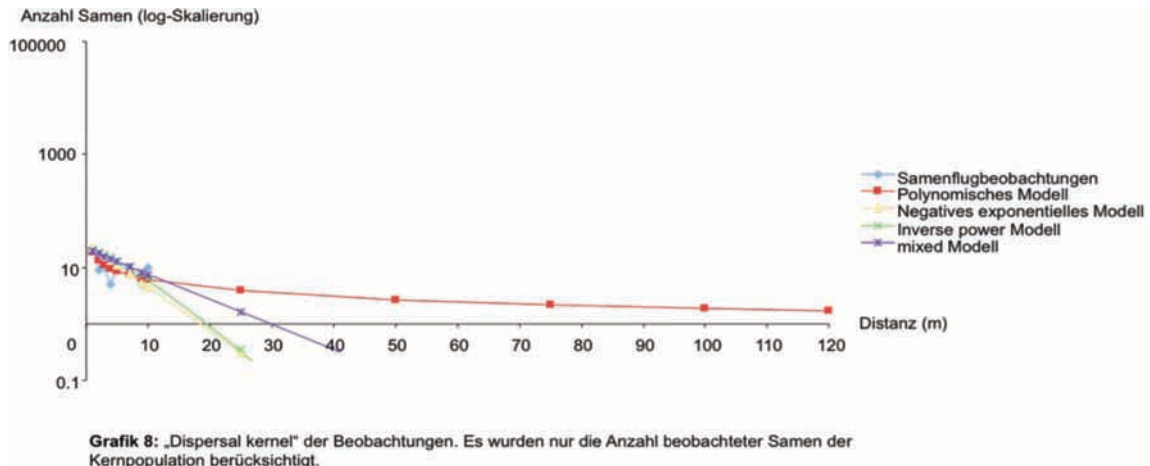
Grafik 6: „Dispersal kernel“ der Samenfallen. Es wurden nur die Anzahl Samen in den Trichtern Richtung Süden der Kernpopulation berücksichtigt.

„Dispersal kernel“ der Kernpopulation Richtung Westen (Daten des Samenfangs)							
Distanz (m)	Anzahl Samen	Anzahl Samen (korrigiert)	vorhergesagte Anzahl Samen				
			polynomisches Modell	phänomenologische Modelle negatives exponentielles Modell	inverse power Modell	mixed Modell	
0	469	469	469.0000	469.0000	469.0000	469.0000	
10	5	50	50.2377	59.9940	59.9862	178.7974	
25	3	75	28.9912	59.9850	59.9517	114.3479	
50	2	100	19.1270	59.9700	59.8828	54.4788	
75			14.9966	59.9550	59.8060	26.1624	
100			12.6191	59.9400	59.7243	12.7516	
120			11.3115	59.9280	59.6563	7.3093	
Konstanten			aP= 200 bP= -0.6	aN= 60 bN= -0.00001	al= 60 bl= 0.00001	aM= 240 bM= 0.03 cM= 0.09 dM= 0.001	



Grafik 7: „Dispersal kernel“ der Samenfallen. Es wurden nur die Anzahl Samen in den Trichtern Richtung Westen der Kernpopulation berücksichtigt.

„Dispersal kernel“ der Kernpopulation (Daten der Beobachtungen)							
Distanz (m)	Anzahl Samen	Anzahl Samen (korrigiert)	vorausgesagte Anzahl Samen				
			polynomisches Modell	phänomenologische Modelle		inverse power Modell	mixed Modell
				negatives exponentielles Modell			
0							
1	21	21	19.0000	22.5523	20.0000	19.1073	
2	9	18	13.4350	18.8373	18.6607	17.2637	
3	10	30	10.9697	15.7342	16.9614	15.5587	
4	5	20	9.5000	13.1423	15.1572	14.0055	
5	10	50	8.4971	10.9774	13.3748	12.6020	
7	10	70	7.1813	7.6587	10.1215	10.2074	
9	5	45	6.3333	5.3433	7.4408	8.2836	
10	10	100	6.0083	4.4631	6.3246	7.4687	
25			3.8000	0.2999	0.3578	1.6421	
50			2.6870	0.0033	0.0011	0.1348	
75			2.1939	0.0000	0.0000	0.0111	
100			1.9000	0.0000	0.0000	0.0009	
120			1.7345	0.0000	0.0000	0.0001	
Konstanten			aP= 19 bP= -0.5	aN= 27 bN= -0.18	aI= 20 bI= 0.05	aM= 20 bM= 0.1 cM= 0.9 dM= 0.1	



6. Samenverbreitung durch Wasser

Schwimmfähigkeit der Samen mit Pappus (in %), nach Turbulenzen (12.8., 14.8. und 17.8.09)						
Zeit (min)	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch	4.Versuch	5.Versuch	Durchschnitt
	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen
30	33	25	44	27	40	33.8
60	50	50	75	80	70	65
90	83	86	70	78	89	81.2
120	100	100	100	100	100	100

Aufwachzeit der Samen mit Pappus nach Turbulenzen (12.8., 14.8. und 17.8.09)						
Zeit (min)	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch	4.Versuch	5.Versuch	Durchschnitt
	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen	Anz. Samen
30	5	7	6	7	5	6
60	8	11	13	12	15	11.8
90	10	16	14	13	13	13.2
120	16	15	15	20	25	18.2