

NETSCI
Network for System
Competence and Innovation



Zittau, 04.09.2009

**Innovatives Neophytenmanagement im Dreiländereck –
Am Beispiel des Einzugsgebietes der Neiße**

- Abschlussbericht -

Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Matthias Kramer

Projektleitung

NETwork for System Competence and Innovation (NETSCI) Prof. Dr. Kramer GmbH

Oliver Renner

Projektbearbeitung

NETwork for System Competence and Innovation (NETSCI) Prof. Dr. Kramer GmbH

Martin Modrý, Ph.D.

Projektbearbeitung

Krajský úřad Libereckého kraje

Jana Modrá

Projektbearbeitung

Silva Sacra, o.s.

mgr. Waldemar Bena

Projektbearbeitung

TOPIK Zgorzelec

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Formelverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis	4
Glossar	5
1 Einführung	6
1.1 Ausgangslage.....	6
1.2 Zielstellung	6
1.3 Vorgehen und Methodik.....	7
2 Besonderheiten der Neophytenarten	9
2.1 Übersicht der Neophytenarten im Einzugsgebiet der Neiße.....	9
2.2 Einfuhr von Neophytenarten aus Tschechien und Polen.....	9
2.3 Mehraufwandsentschädigung – MAE	10
2.4 Umweltrecht	12
2.5 Besonderheiten bei der Neophyten-Bekämpfung.....	13
3 Verwertung der invasiven Neophyten	15
3.1 Bioraffinerie – stoffliche Verwertung der Neophyten	15
3.2 Energie aus Neophyten	16
4 Ermittlung des Biomassepotenzials durch Neophyten	19
4.1 Verdrängungsmaßnahmen	19
4.1.1 Überblick	19
4.1.2 Aktivitäten auf tschechischer Seite	20
4.1.3 Aktivitäten auf deutscher Seite	27
4.1.4 Aktivitäten auf polnischer Seite.....	29
4.2 Zusammenführung der Daten	31
4.2.1 Überblick	31
4.2.2 Chemische Bekämpfung.....	33

4.2.3	Mechanische Bekämpfung	34
4.3	Kostenermittlung.....	39
4.3.1	Vorbemerkungen	39
4.3.2	Verdrängung der Reynoutria-Arten	40
4.3.3	Verdrängung anderer Neophytenarten	49
5	Modellbeschreibung.....	50
6	Fazit	51
	Quellenverzeichnis	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Prinzip einer Bioraffinerie (Quelle: Tirsch, 2008)	16
Abbildung 2:	Prinzip einer Biogasanlage.....	17
Abbildung 3:	Unterteilung der Verdrängungsmaßnahmen.....	19
Abbildung 4:	Digitalisierte Standorte entlang des Smeda-Flusses - Tschechien	20
Abbildung 5:	Digitalisierte Standorte im Alt-Landkreis Löbau-Zittau - Deutschland	27
Abbildung 6:	Digitalisierte Standorte entlang der Neiße - Polen	30
Abbildung 7:	Entwicklung der Kosten, Flächen und Biomassen - Deutschland ..	44
Abbildung 8:	Zeitbedarf zur Verdrängung einiger gruppierte Gemeinden.....	45
Abbildung 9:	Entwicklung der Kosten, Flächen und Biomassen - Deutschland ..	48

Formelverzeichnis

F 4–1	Gesamtkosten1	36
F 4–2	variable Gesamtkosten	36
F 4–3	Gesamtkosten2	36
F 4–4	Kostenvergleich	36
F 4–5	Break-Even-Point	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Neophytenarten.....	9
Tabelle 2: Neophyteneigenschaften für Biomasseabschätzung	25
Tabelle 3: Kosten der Verdrängungsmaßnahmen in Tschechien	26
Tabelle 4: Neophytenstandorte und Flächengröße - Deutschland.....	31
Tabelle 5: Neophytenstandorte und Flächengröße - Tschechien und Polen	32
Tabelle 7: Darstellung der tschechischen Maßnahmen und deren prognostizierte Biomasseerträge (Reynoutria)	34
Tabelle 8: Maßnahmenauflistung.....	35
Tabelle 9: Break-Even-Point der Fläche – Mähen.....	37
Tabelle 10: Reihenfolge der Maßnahmen - Mähen	37
Tabelle 11: Break-Even-Point der Fläche - Schwaden.....	38
Tabelle 12: Reihenfolge der Maßnahmen - Schwaden	38
Tabelle 13: Break-Even-Point der Fläche - Mähgut bergen.....	38
Tabelle 14: Reihenfolge der Maßnahmen - Mähgut bergen	39
Tabelle 15: Darstellung der Kosten für chemischen Verdrängungsmaßnahmen	41
Tabelle 16: Abgeleitete Parameter zur Prognose der Standortentwicklung	43
Tabelle 17: Überblick über Kosten für Reynoutria-Verdrängung	46
Tabelle 18: Abgeleitete Parameter zur Prognose der Standortentwicklung	47
Tabelle 19: Überblick über Kosten für Reynoutria-Verdrängung	48

Glossar

Abs.	Absatz
AfL	Amt für Landwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BtL	Biosmass to liquid
d.h.	das heißt
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien
EG	Europäische Gemeinschaft
FM	Frischmasse
GIS	Geographisches Informationssystem
h	Stunde [h]
ha	Hektar [ha]
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MAE	Mehraufwandsentschädigung
SGB	Sozialgesetzbuch
sog.	sogenannt
TS	Trockensubstanz
t	Tonne [t]

1 Einführung

1.1 Ausgangslage

Ein Merkmal der Globalisierung ist der weltweite Handel und damit das Zusammenwachsen der Märkte und Verschwimmen von territorialen Grenzen. Diese Tatsache bezieht sich jedoch ebenso auf die Flora und Fauna. In den Gärten erfreuen sich exotische Pflanzen immer größerer Beliebtheit. Durch die Verwilderung der Gärten oder die bewusste Aussetzung der Pflanzen dringen gebietsfremde Arten (sog. Neophyten) in die heimische Vegetation vor. Wenn diese fremden Pflanzenarten die einheimische Vegetation flächendeckend und nachhaltig verdrängen, wird von invasiven Neophyten gesprochen. Der weltweit stärker werdende Transit begünstigt die Verbreitung von Pollen, Rhizome und Samen von Pflanzen. Die invasiven Neophyten sind meist dadurch gekennzeichnet, dass sie in der neuen Biosphäre keine natürlichen Feinde und hervorragende Bedingungen zur Ausbreitung vorfinden.

Im Dreiländereck Deutschland, Polen und Tschechien werden die Neophyten auf unterschiedliche oder keine Weise bekämpft. Auf deutscher Seite kommen hauptsächlich mechanische Verdrängungsmaßnahmen zur Anwendung, d.h. es werden die Neophyten von Hand ausgegraben oder gemäht. Im Einzugsgebiet der Neiße in der Tschechischen Republik wird vorwiegend mit Herbizid gegen die Eindringlinge vorgegangen. In Polen hingegen werden derzeit keine Verdrängungsmaßnahmen angewandt. Dieser Umstand erschwert jedoch die Bekämpfung in Deutschland und Tschechien. Die Gründe hierfür werden im Punkt 4 erläutert.

1.2 Zielstellung

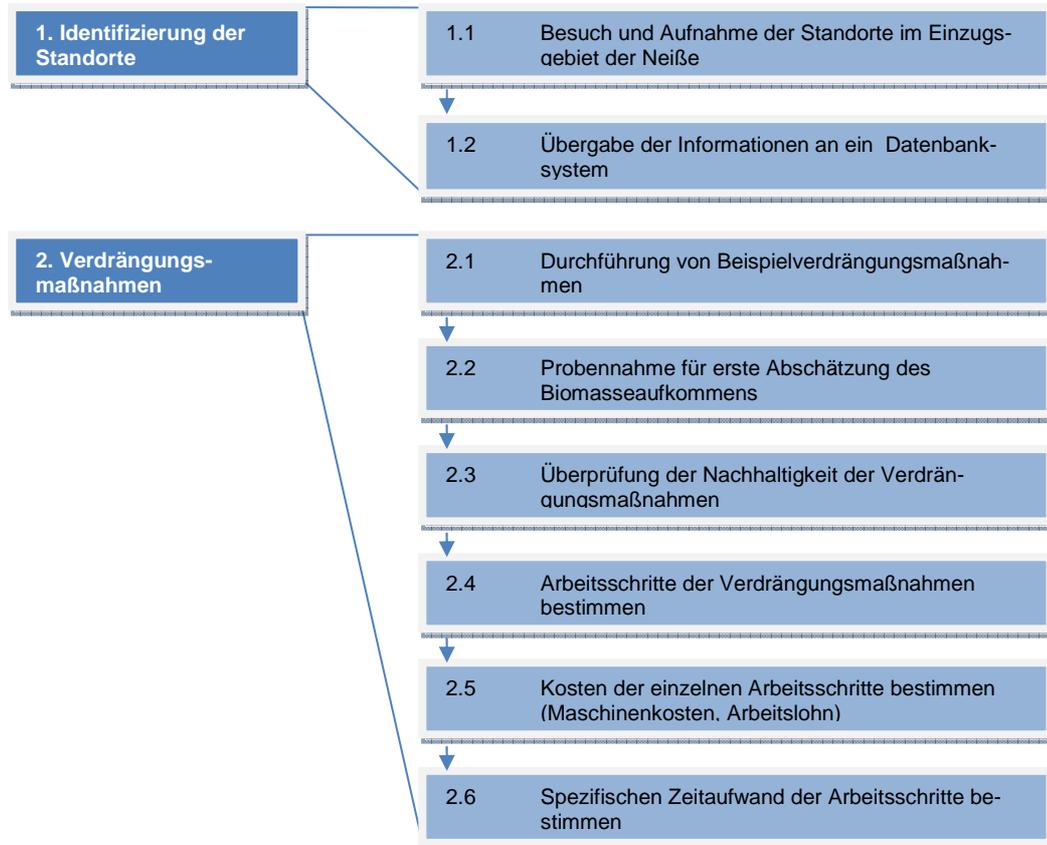
Das Ziel des Projektes ist die Untersuchung der betriebswirtschaftlichen Parameter einzelner Verdrängungsmaßnahmen. Gegenwärtig werden durch die Verdrängungsmaßnahmen im erheblichen Maß Kosten verursacht. Es existiert dabei

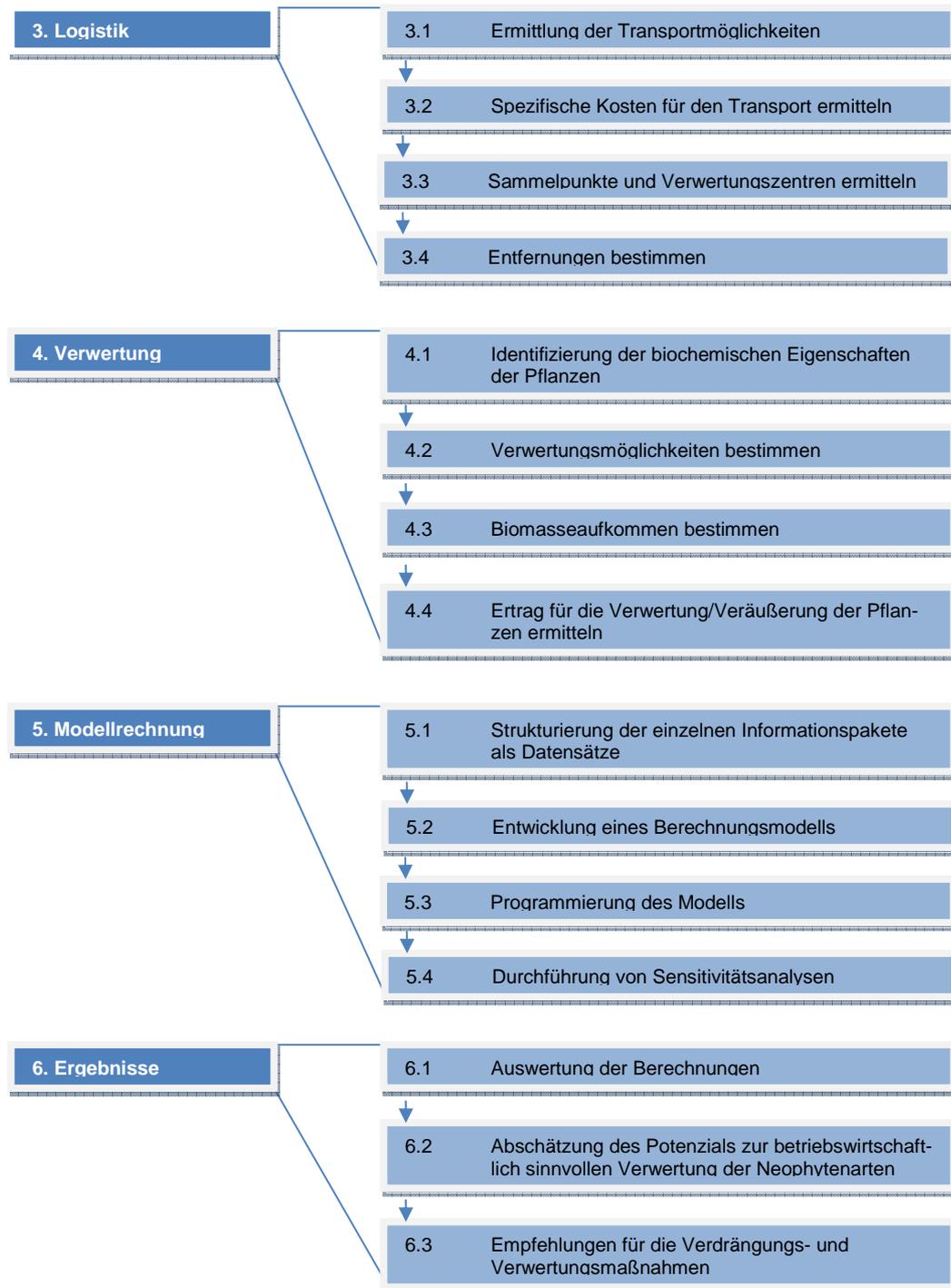
keine Wertschöpfungskette. Unter der Prämisse nachhaltiger Verdrängung der invasiven Neophyten wird untersucht, in wieweit durch stoffliche und energetische Nutzung der Pflanzen die Kosten für deren Verdrängung gemindert oder sogar ein Überschuss erwirtschaftet werden kann. Durch den trinationalen Ansatz sollen kritische Mengen für die Verwertung eher erreicht werden.

1.3 Vorgehen und Methodik

Für die erfolgreiche Bekämpfung der Neophyten müssen im ersten Schritt die befallenen Standorte identifiziert werden. In einer auf Geoinformationssystem basierenden Datenbank werden die verschiedenen Standorte aufgelistet und grafisch aufbereitet. Sie werden dabei nach Neophytenart, Lokalisation, Bewuchsdichte und Fläche differenziert. Durch die Erfahrungen, welche in den vorangegangenen Jahren bei der Bekämpfung gemacht wurden, wird es so möglich, den Biomasseertrag abzuschätzen.

Die folgende Darstellung soll die Vorgehensweise verdeutlichen.





Das methodische Vorgehen sei damit ausreichend skizziert, so dass sich in den folgenden Ausführungen auf die Ergebnisse konzentriert werden kann, dem eine kurze Einführung in die Thematik vorausgeht.

2 Besonderheiten der Neophytenarten

2.1 Übersicht der Neophytenarten im Einzugsgebiet der Neiße

Im Einzugsgebiet der Neiße werden diverse Neophytenarten als problematisch angesehen und bekämpft. Die flächenmäßig größte Gefahr geht dabei vom japanischen Stauden-Knöterich aus. Mit einer Fläche von über 16 ha allein auf deutscher Seite, bietet diese Art zugleich das höchste Potenzial zur Verwertung. In der folgenden Übersicht werden die häufigsten Arten charakterisiert.

Tabelle 1: Neophytenarten

Art	Größe	Blütezeit	Standort	Gefahren
Japanischer Knöterich ¹	3m hoch, Blätter bis 15cm	Juli bis September	Uferbereich, Feuchtgebiete, Waldränder, Hecken, Schuttplätze	schnell wachsend, schwere Bekämpfung durch tiefliegende Rhizome, Destabilisierung von Ufern
Sachalin Knöterich ²	4m hoch, Blätter bis 40cm	Juli bis September	Uferbereich, Feuchtgebiete, Waldränder, Hecken, Schuttplätze	schnell wachsend, schwere Bekämpfung durch tiefliegende Rhizome, Destabilisierung von Ufern
Goldrute (Spätblühende und Kanadische) ³	2,5m hoch, Blätter bis 10cm	August bis Oktober	Uferbereich, Feuchtgebiete, Waldlichtungen, Kiesgruben	dichte unterirdische Bestände
Topinambur ⁴	3m hoch, Blütenköpfe bis 8cm	September und Oktober	Ufern, feuchte nährstoffreiche Böden	Beschattung und einwachsen in einheimische Vegetation
Riesen-Bärenklau ⁵	5m hoch, Blätter bis 1m	Juli bis September	Uferbereich, Parkanlagen, Ödland, Waldränder	dichte Bestände, Beschattung des Unterwuchs, Hautreizung bei Kontakt
Indisches Springkraut ⁶	3m hoch, Blätter bis 20cm	Juli bis September	Wasserläufe, nasse Stellen Auen, Deponien	schnelles und dichtes Wachstum

2.2 Einfuhr von Neophytenarten aus Tschechien und Polen

Für die Verwertung der Neophyten sollen die Biomassepotenziale der Nachbarländer mit denen von Deutschland logistisch zusammengeführt werden. Es ist daher zu prüfen, ob für Einfuhr oder Ausfuhr Zölle anfallen.

¹ Rey, 2004, S.16

² Rey, 2004, S.30

³ Tschiedel, 2006, S.18

⁴ Tschiedel, 2006, S.22

⁵ Rey, 2004, S.15

⁶ Rey, 2004, S.17

Die drei betrachteten Länder (Deutschland, Polen und Tschechien) gehören zur Europäischen Union. Aus diesem Grund fallen auf die Ein- und Ausfuhr von Gütern/Waren innerhalb dieser Länder keine Zölle an (gemäß Art. 25 EG).

Nach Aussagen des Landratsamtes und des Regierungspräsidiums Dresden zählen die Pflanzenreste der Neophyten zu Abfällen.⁷ Als solche dürfen sie nicht ohne Weiteres eingeführt werden und fallen unter die „VERORDNUNG (EG) Nr. 1013/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom (14. Juni 2006) über die Verbringung von Abfällen“. Grundlage bildet die Basler Übereinkunft über die Verbringung von Abfällen und ihrer Entsorgung.

Die EG-Verordnung regelt nach Artikel 1 Abs. 2 a) die Verbringung der Abfälle zwischen den Mitgliedstaaten. Artikel 3 regelt dabei, welche Abfälle der schriftlichen Notifizierung und Zustimmung unterliegen. Die Neophyten werden der Verordnung entsprechend dem Anhang V Teil 1 Liste B Nummer B3060 zugeordnet und unterliegen damit keiner gesonderten Notifizierung und Zustimmung.

2.3 Mehraufwandsentschädigung – MAE

Ein wichtiger Pfeiler der derzeitigen Neophytenverdrängung sind die MAE-Maßnahmen (sog. 1€-Jobs). Sie zählen zu den öffentlich geförderten Beschäftigungen laut SGB II. Sie bedeuten für den jeweiligen Träger kostenlose Arbeitskräfte für die Durchführung vorher festgelegter Tätigkeiten. Finanziert werden diese Maßnahmen gemäß der Richtlinie - des Fachdienstes Beschäftigung und Arbeit des Landkreises Löbau-Zittau zur Schaffung und Durchführung von öffentlich geförderten Beschäftigungsmaßnahmen - vom Fachdienst Beschäftigung und Arbeit des Landkreises Löbau-Zittau (Rechtsgrundlage ist hierbei § 16 Abs.3 S.2 SGB II i.V.m. § 2 Abs. 1 Satz 3).

Ziele der MAE-Maßnahmen sind u.a. die Vermittlung sinnstiftender Tätigkeit, Überprüfung der Ausprägung von Arbeitsfähigkeit/-willigkeit und Milderung der psychosozialen Beeinträchtigungen durch langanhaltende Arbeitslosigkeit. In

⁷ Beer, 2008, Regierungspräsidium Dresden, mündliche Mitteilung

diesem Rahmen dürfen keine Arbeitsmaßnahmen auf dem ersten Arbeitsmarkt verdrängt werden. Dieser Umstand kann bei der Nutzung bzw. Verwertung der Neophyten zu einem Problem werden. Die Arbeitsgelegenheiten müssen folgenden Kriterien genügen:⁸

- im öffentlichen Interesse liegend/gemeinnützig;
- sie müssen zusätzlich und wettbewerbsneutral sein;
- arbeitsmarktpolitisch zweckmäßig;
- finanziell und wirtschaftlich sinnvoll;
- nicht auf Dauer angelegt;
- nicht sozialversicherungspflichtig.

Die Teilnehmer müssen erwerbsfähige Hilfsbedürftige mit multiplen Vermittlungshemmnissen sein. Es wird ab einer Teilnehmerzahl von 12 ein Gruppenleiter eingesetzt. Der Richtlinie entsprechend muss der Gruppenleiter ebenfalls erwerbsfähig hilfsbedürftig sein, jedoch nicht multiplen Vermittlungshemmnissen unterliegen. Durch den Gruppenleiter soll eine fachliche und sozialpädagogische Betreuung der Teilnehmer sichergestellt sein.

Die Teilnehmer sind während der Maßnahme weiterhin Arbeitslosengeld II Empfänger und unterliegen keinem Angestelltenverhältnis. Der Leiter hingegen ist während der Maßnahme beim jeweiligen Träger angestellt. Seine Förderung erfolgt gemäß § 16 Abs. 3 Satz 1 SGB II. Seinen Lohn und die Bezüge der Teilnehmer übernehmen in vollem Umfang der Fachdienst für Beschäftigung und Arbeit des Landkreises Löbau-Zittau. Der Einsatz der Teilnehmer/Leiter unterliegt jedoch gewissen Einschränkungen. So müssen/dürfen sie mindestens 60 bis maximal 120 Stunden im Monat Arbeit bezüglich der Maßnahme verrichten.

Im Fall der Neophytenbekämpfung werden zur Durchführung der Arbeiten Werkzeuge benötigt. Die Ausstattung mit Werkzeugen (sowie bestimmter Kleidung) wird mit einem pauschalen Zuschuss von 55,- € je Teilnehmer und Monat gewährleistet, welchen der Träger erhält. Den Lohn für den Leiter erhält der Träger

⁸ Richtlinie zur "Arbeitstätigkeit mit Mehraufwandsentschädigung", 2008, Ziffer III.1

zuzüglich der Arbeitgeberanteile als Fördersumme, entsprechend der Maßnahme.

Für die betriebswirtschaftliche Betrachtung der Neophytenverdrängung/-verwertung sind spezielle Kriterien, wie die eingeschränkte Arbeitszeit, ebenso der Umstand der multiplen Hemmnisse, zu berücksichtigen. Nach Gesprächen mit Trägern wurde klar, dass, auch wenn die Teilnehmer motiviert sind, eine eigens für diese Tätigkeit angestellte Person (welche damit hauptberuflich beschäftigt ist) produktiver wäre. Im Zuge der MAE-Maßnahmen fallen für die Verdrängung keine Lohn- und Ausstattungskosten an (außer Verwaltungsaufwand). Selbst für den Umstand geringer Produktivität der Teilnehmer, ist deren Einsatz der Anstellung eines Mitarbeiters vorzuziehen. Dies wurde durch Gespräche mit Trägern bestätigt, welche die Verdrängungsmaßnahmen ohne MAE-Förderung derzeit nicht finanzieren könnten.

Von diesem Standpunkt aus entsteht für die Produktion/Bereitstellung der Biomasse außer den Logistikkosten kein Aufwand. Folglich begünstigt diese Überlegung die Verwertung. Sobald jedoch eine Maßnahme im Wettbewerb zum Markt steht, hat sie keinen Anspruch mehr auf diese Art der Förderung. Bei der Verwertung, egal ob stofflich oder energetisch, tritt die Biomasse in Konkurrenz mit bestehenden Strukturen. In wieweit dadurch die MAE-Maßnahmen eingeschränkt oder versagt werden, ist gegenwärtig nicht auszumachen. Durch die Bildung des neuen Landkreises Görlitz wird die bestehende Richtlinie überarbeitet und es muss anhand der neuen Richtlinie entschieden werden.

2.4 Umweltrecht

Deutschland beheimatet ca. 28.000 Pflanzenarten. Für einen Teil dieser Arten trägt Deutschland eine besondere Verantwortung, da diese nur hier vorkommen (endemische Arten). Über ein Viertel (mindestens 28%) der Pflanzenarten in Deutschland sind gefährdet oder bereits ausgestorben. Zum großen Teil wird diese Entwicklung dem Klimawandel bzw. der Umweltverschmutzung zugeschrieben. Durch die zunehmende Globalisierung wird ein weiterer Faktor immer

bedeutender in dieser Entwicklung. Es handelt sich hierbei um die Einschleppung gebietsfremder Pflanzen, so genannter Neophyten. Einige dieser Arten wurden willentlich (als Zierpflanzen oder zur Kultivierung für die Landwirtschaft), andere ungewollt (als Folge der globalisierenden Märkte) eingeschleppt.⁹

Die Neophyten können sich auf Grund fehlender natürlicher Feinde rasch ausbreiten und sich gegen einheimische Vegetation durchsetzen und diese in Folge verdrängen. Die Einschleppung gebietsfremder Pflanzenarten wird vom „Global Environment Outlook 2000“ zu den global bedeutendsten Biodiversitätsbedrohungen gezählt.

Im Zuge der Biodiversität differenziert das deutsche Artenschutzrecht drei Schutzkategorien (Arten ohne Schutzstatus, besonders geschützte Arten, streng geschützte Arten), gemäß § 10 Abs. 2 Nr. 9 und 10 BNatSchG. Es gelten bezüglich aller wildlebender Tier- und Pflanzenarten allgemeine Störungsverbote (§ 40 Abs. 1 und § 41 Abs. 1 BNatSchG). Diese Vorschriften würden im allgemeinem die Verdrängungsmaßnahmen gegen die Neophyten behindern. Der § 62 BNatSchG befreit jedoch solche Maßnahmen, da es anderweitig zu einer massiven Beeinträchtigung der Natur und der Landschaft kommen würde, wenn die Neophyten nicht bekämpft würden. Es muss jedoch beachtet werden, dass bei Verdrängungsmaßnahmen in Naturschutzgebieten zum Teil keine Maschinen zum Einsatz kommen dürfen, weil damit ein unverhältnismäßiger Eingriff in die Natur stattfinden würde (§ 23 BNatSchG).

2.5 Besonderheiten bei der Neophyten-Bekämpfung

Für das Dreiländereck gelten das Drüsige Springkraut, der Japanische Staudenknöterich und der Riesen-Bärenklau als die problematischsten Neophytenarten. Beim Springkraut handelt es sich um eine einjährige Pflanze, welche sich über Samen vermehrt. Das bedeutet, sofern bei der Bekämpfung darauf geachtet wird, dass keine keimfähigen Samen von den Pflanzen ausgesetzt werden, ist der jeweilige Standort im nächsten Jahr befreit. Dies gilt allerdings nur, wenn

⁹ Koch, 2007, S.323 ff.

keine neue Kolonialisierung stattfand. Der Japanische Stauden-Knöterich vermehrt sich über die Wurzeln und ist eine mehrjährige Pflanze. Nach Aussagen aus der Praxis der Neophyten-Bekämpfung muss mit ca. fünf Jahren intensiver Bekämpfung und Beobachtung gerechnet werden, wenn ein Standort vom Japanischen Stauden-Knöterich befreit werden soll. Innerhalb dieser Jahre nimmt die Biomasseverfügbarkeit kontinuierlich ab. Wenn an einem Standort noch keine Bekämpfungsmaßnahmen stattgefunden haben, muss davon ausgegangen werden, dass im zweiten Jahr nach der ersten Bekämpfung der Stauden-Knöterich schneller und scheinbar verstärkt wächst (ca. 1/3 mehr Aufwuchs im Folgejahr)¹⁰ als vor der Bekämpfung. Die Ursache sind die Rhizome der Pflanze, welche ihr als Nährstoffspeicher dienen. Durch die ersten Verdrängungsmaßnahmen (schneiden oder abstechen, ohne Herbizid Behandlung) sammelt diese Pflanze Nährstoffe in den Wurzeln. Die eigentliche Schwächung erfolgt erst in den Folgejahren.

Diese Neophytenarten werden vom Gesetzgeber weder als gefährlich noch als giftig eingestuft. Es existiert daher keine Entsorgungspflicht bzw. eine Entsorgungsrichtlinie für diese Pflanzen. Bei der Entsorgung muss jeweils darauf geachtet werden, dass durch Transport oder (End-)Lagerung keine Vermehrung begünstigt wird. Riesen-Bärenklau und Drüsiges Springkraut können ohne weiteres kompostiert werden. Für die Kompostierung des Stauden-Knöterichs müsste eine Temperatur von 70°C und mehr gehalten werden, da sonst die Rhizome nicht absterben bzw. zersetzt werden. Aus diesem Grund werden die Pflanzenteile mit Rhizomen derzeit thermisch entsorgt. Die Stängel und Blätter des Knöterichs können wiederum problemlos einer Kompostierung zugeführt werden.

Der Einsatz von Herbiziden ist in Deutschland umstritten und wird kaum angewandt. Daher ist eine Vielzahl von Arbeitskräften für die Bekämpfung notwendig. Um die Neophyten erfolgreich zu bekämpfen, muss eine zeitliche wie auch räumliche Kontinuität vorherrschen. Die Verdrängungsmaßnahmen stützen sich derzeit und in der Vergangenheit auf MAE-Maßnahmen. Hier ist jedoch keine Planungssicherheit gegeben, da erst ein Monat vor Maßnahmenbeginn klar ist, ob dem jeweiligen Träger MAE-Maßnahmen bewilligt werden. In diesem Zusam-

¹⁰ Rodig, 2008, BZO Bautzen, mündliche Mitteilung

menhang ist festzustellen, dass die Neophyten-Bekämpfung keine Lohnkosten verursacht (MAE-Maßnahmen werden vom Landkreis finanziert), aber bei der Entsorgung können Kosten entstehen (Mühlverbrennung, Kompostierung). Es existiert im Weiteren keine Förderung für die Verdrängung dieser Pflanzen. Wird nun eine Verwertung angestrebt, muss der zu erzielende Preis die Lohnkosten (für den Fall der Ablehnung der MAE-Maßnahmen), Ausstattung, Maschinenmiete/-anschaffung (inkl. Betriebskosten) und den Transport decken. Dem gegenüber steht die Tatsache (gleichzeitig das Ziel der Bekämpfung) eines abnehmenden Stoffstromes.

3 Verwertung der invasiven Neophyten

3.1 Bioraffinerie – stoffliche Verwertung der Neophyten

„Die Steinzeit ging nicht zu Ende, weil uns die Steine ausgingen, und das Zeitalter des Öls wird auch nicht zu Ende gehen, weil uns das Öl ausgeht“

Scheich Zaki Yamani, 1974

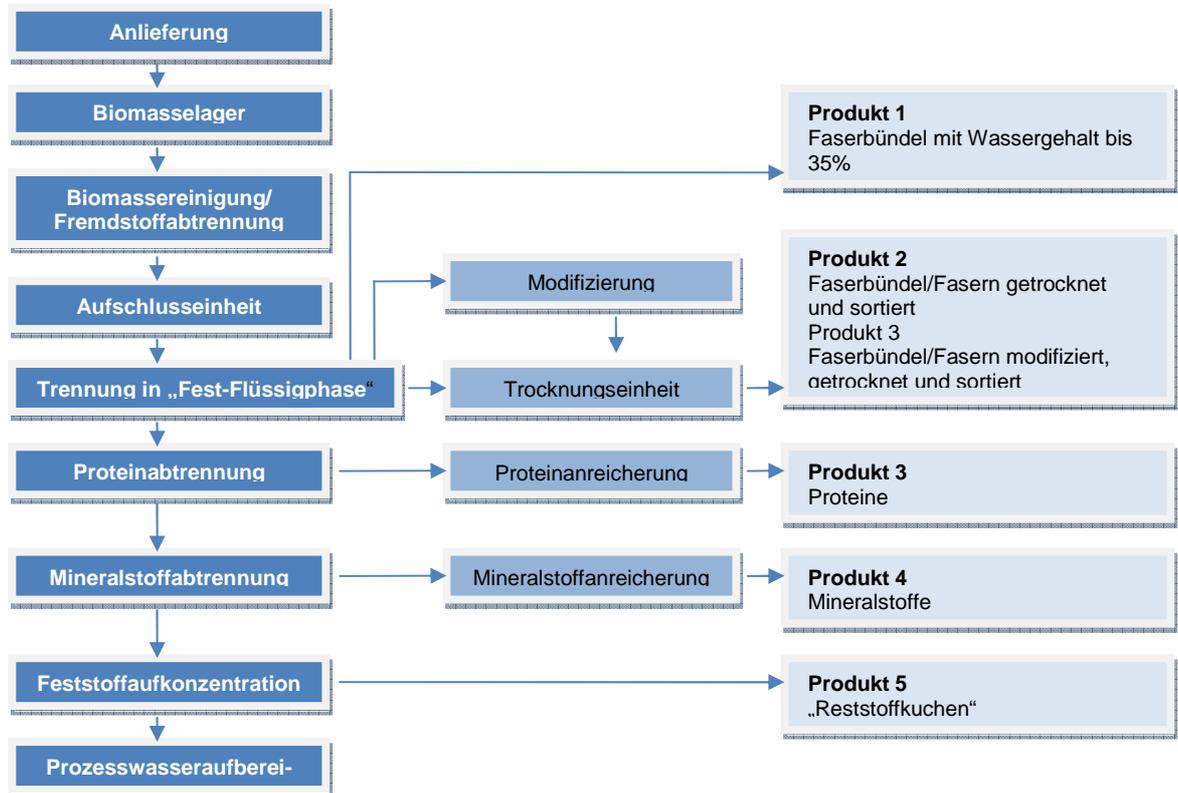
ehemaliger saudi-arabischer Ölminister

Für die Nutzung der Biomasse aus Neophyten bieten sich in erster Linie die energetische und die stoffliche Verwertung/Nutzung an. Die stoffliche Verwertung von Pflanzen durch das Konzept einer Bioraffinerie ist in der Wissenschaft eine neue Disziplin und beinhaltet ein großes Forschungspotenzial. Bei dieser Form der Verwertung handelt es sich im allgemeinen um die biochemische und thermochemische Konversion (Umwandlung) von Biomasse zu Chemikalien, Werkzeugen sowie Brenn- und Kraftstoffen. Es wird dabei eine möglichst vollständige Verwertung der Pflanze angestrebt.

Das Zitat des Scheichs Zaki Yamani unterstreicht auf der einen Seite die Notwendigkeit für die Substitution des Erdöls und auf der anderen Seite die Möglichkeiten der industriellen Nutzung/Verwertung von Biomassen. Eine Vielzahl der Erdölfolgeprodukte kann mit Hilfe diverser chemischer Prozesse aus Pflanzen gewonnen werden. In der Tat können in einer Bioraffinerie durch biochemische Umwandlung einzelne Chemikalien extrahiert und Biopolymer hergestellt werden. Durch thermochemische Umwandlung können Bio-Synthesegase erzeugt wer-

den, welche in verschiedenen Verbrennungstechnologien zum Einsatz kommen können. In der folgenden Abbildung wird das prinzipielle Vorgehen einer Bioraffinerie dargestellt.

Abbildung 1: Prinzip einer Bioraffinerie¹¹



3.2 Energie aus Neophyten

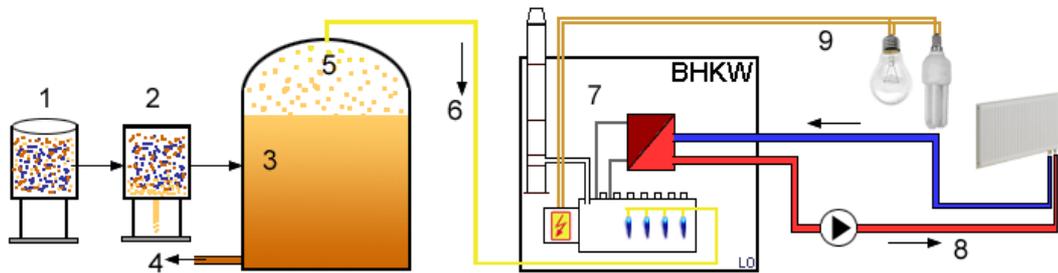
Neben der – bei der stofflichen Verwertung angesprochenen – thermochemischen Umwandlung der Pflanzen zu Bio-Synthesegas (und in Folge dessen zu BtL-Kraftstoff wie Diesel oder Benzin), wäre ebenfalls die Erzeugung von Biogas denkbar. Dieses Biogas kann in einem Blockheizkraftwerk zur Energieerzeugung verwendet werden.

Der Brennstoff für ein Biogas-BHKW wird in der Regel durch Fermentation oder genauer durch Gärung erzeugt. Zur Gärung ist eine Vielzahl von biologischen

¹¹ Tirsch, 2008

Stoffen geeignet. Für den Fall eines BHKW werden meist Produkte aus der Landwirtschaft verwendet. Aus diesem Grund, und da der Ausgangsstoff (hier: Biomasse von Neophyten) nur über kurze Entfernungen wirtschaftlich transportfähig ist, befinden sich Biogas-BHKW vorwiegend in der Nähe von ausreichendem Biomasseaufkommen. Abbildung 2 veranschaulicht die Betriebsweise eines Biogas-BHKW.

Abbildung 2: Prinzip einer Biogasanlage¹²



Im Abschnitt 1 und 2 wird die zur Fermentation benötigte Biomasse aufbereitet und dem im Abschnitt 3 dargestellten Fermenter zugeführt. Durch den Prozess der Fermentation entsteht ein brennbares Gas (Abschnitt 5), welches über eine Gasleitung (Abschnitt 6) in den Verbrennungsmotor eines BHKW geleitet wird (Abschnitt 7). Hier erzeugt ein Ottomotor die Nutzenergien Strom und Wärme. Ein weiterführendes System transportiert die Energie zu den Verbrauchern in den Abschnitten 8 und 9.

Die Fermentation ist ein sensibler biologischer Prozess, welcher nur unter bestimmten Bedingungen möglich ist. Es muss eine konstante Zufuhr von fermentierfähiger Biomasse stattfinden, sowie eine je nach Bakterium spezielle Temperatur vorherrschen. Daraus folgt, dass die Biogasherstellung ein kontinuierlicher Prozess ist und demnach das BHKW permanent Strom und Wärme produziert. Wie oben erwähnt, werden die meisten Biogas-BHKW in der Nähe des zu erwartenden Biomasseaufkommens installiert. Wenn das Biogas Erdgasqualität besitzt, kann es in das Erdgasnetz eingespeist werden, um die äquivalente Menge an anderer Stelle wieder zu entnehmen und zu verbrauchen.

¹² http://www.strom-gas-alternative-erneuerbare-energie.de/gas_biogas_energie.ph, (Stand: 12.08.2008)

Durch die im EEG zugesicherte Einspeisevergütung des Stromes und durch die kostengünstige Bereitstellung des Brennstoffes sind diese Anlagen zum großen Teil auch ohne Nutzung der Abwärme wirtschaftlich.

Nur in seltenen Fällen kann die ausgekoppelte Wärme vollständig genutzt werden. Ausreichend große Wärmeverbrauchsstrukturen befinden sich nicht in ausreichender Nähe für den wirtschaftlichen Transport der Wärme. Auf diese Weise entweicht ein Großteil der Wärmenergie ungenutzt, was wiederum den Gesamtwirkungsgrad mindert. Ein weiteres Problem dieses Konzeptes ist, dass der Strom und die Wärme nicht bedarfsgerecht erzeugt werden, da es sich aus biotechnischen Gründen um einen kontinuierlichen Prozess handelt. Eben dieser Zwang zur Kontinuität in der Biomassenbereitstellung ist bei Neophyten ein Problem. Das oberste Ziel ist Verdrängung. Es wird gehofft, dass das Aufkommen der Neophyten von Jahr zu Jahr abnimmt und bestenfalls gegen Null tendiert. Unter diesem Gesichtspunkt muss geprüft werden, ob Folgevegetation der einheimischen Pflanzen genutzt werden kann oder ob die Biomasse der Neophyten Biogasanlagen zur Verfügung gestellt wird, welche bereits in Betrieb sind.

Die Biogasanlagen werden von Landwirten, welche ihre überschüssige oder meist extra für diesen Zweck produzierte Biomasse solchen Anlagen bereitstellen, und anderen meist privaten Gesellschaften betrieben. Seit 2007 sind die Preise für landwirtschaftliche Erzeugnisse unvorhersehbar gestiegen. Es wurde plötzlich lukrativer die Biomasse, die vorher für Biogasanlagen vorgesehen war, auf dem Weltmarkt zu höheren Preisen zu verkaufen. Dies bedeutete für einige Biogasanlagenbetreiber, dass sie ihre Anlage abschalten mussten, da kein kontinuierlicher Biomassenstrom sichergestellt werden konnte. Wenn Biogasanlagenbetreiber ihre Biomasse auf Vorrat kaufen bzw. die Biomasse der Neophyten für Hochpreisphasen zurückstellen würden, könnten sie einen Puffer generieren, der sie eine solche Phase überstehen lässt.

Dieses Vorgehen ist dem Hedging an der Börse vergleichbar. Der Betreiber kann damit das „Abreisen“ des Massenstromes für eine gewisse Zeit kompensieren. Eine Preisgestaltung für ein solches Produkt wird schwierig, da sie stark vom Preis der alternativen Grundstoffe für die Fermentation abhängt.

4 Ermittlung des Biomassepotenzials durch Neophyten

4.1 Verdrängungsmaßnahmen

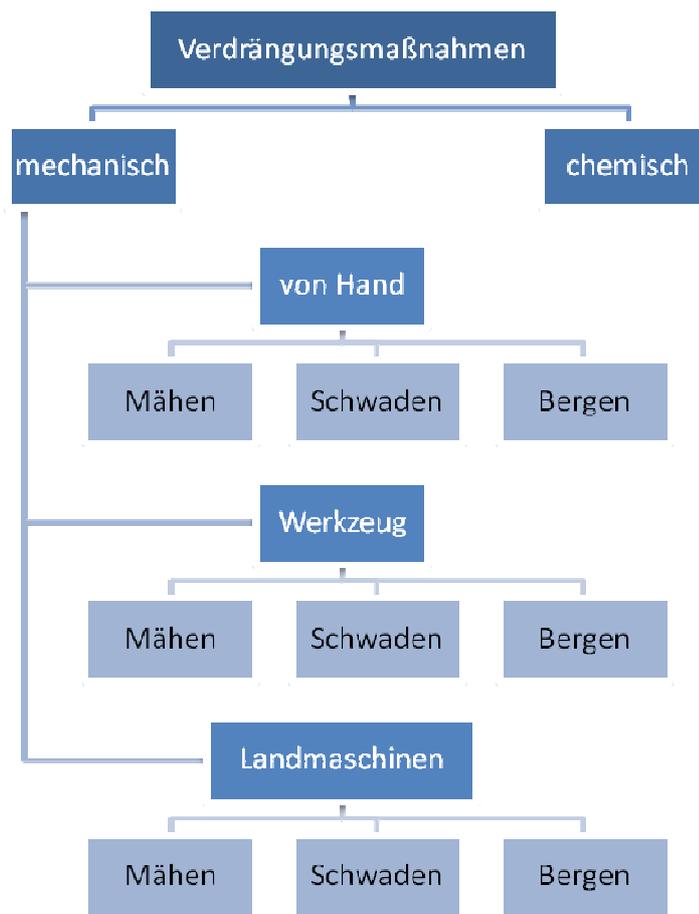
4.1.1 Überblick

Es existieren in der Landschaftspflege diverse Methoden, welche für die Verdrängung der invasiven Neophytenarten angewandt werden können. Diese Methoden können in zwei Hauptgruppen unterschieden werden:

- Chemische Bekämpfung;
- Mechanische Bekämpfung.

Die zweite Hauptgruppe kann wiederum unterteilt werden, wie die folgende Darstellung zeigt.

Abbildung 3: Unterteilung der Verdrängungsmaßnahmen¹³



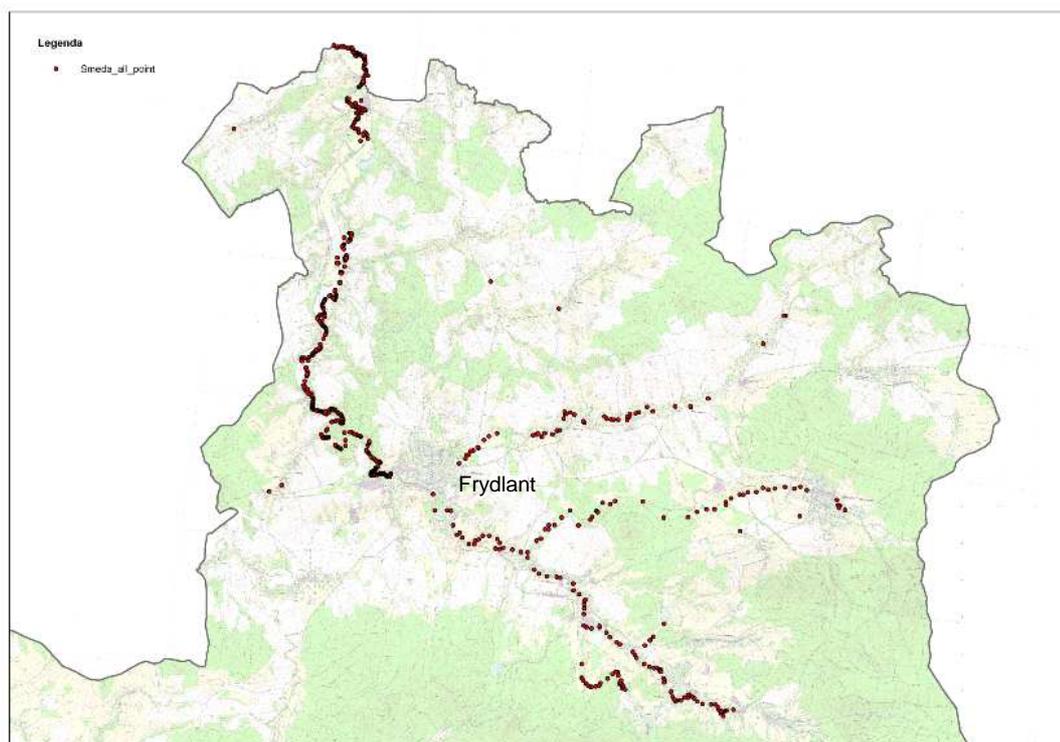
¹³ Eigene Darstellung

Kombinationen dieser Maßnahmen sind möglich und werden in der Praxis angewandt.

4.1.2 Aktivitäten auf tschechischer Seite

Die Erfassung der Neophytenstandorte wurde auf tschechischer und deutscher Seite abgeschlossen. Die Daten aus der Neophytenerfassung wurden im Maßstab 1:10.000 digitalisiert. Dabei wurde ein Koordinatensystem S-JTSK genutzt, als Grundlagedaten wurden der Datensatz ZABAGED und Orthofotokarte GEODIS angewandt.

Abbildung 4: Digitalisierte Standorte entlang des Smeda-Flusses - Tschechien¹⁴



Die Staudenknöterichpopulation entlang des Neißegewässers ist sehr weitläufig und kolonisierte einen Großteil des Wasserlaufes. An manchen Stellen breitete sie sich auf das umliegende Land aus und ist damit zum Teil auch in bewohnten Gebieten zu finden, allerdings überwiegend in Randgebieten.

¹⁴ Auszug aus der Kartierungsdatenbank respektive GIS der tschechischen Projektpartner

Die allgemeine Population des Staudenknöterichs entlang der Neiße wurde an 507 Orten aufgezeichnet und erstreckt sich über ein Gebiet von 10,57 ha. 91 Gebiete sind größer als 500 m² und umfassen entlang der Neiße eine Fläche von ca. 9,6 ha. Fast alle von ihnen befinden sich nahe dem Fluss (oder angrenzendem Bach) unterhalb von Liberec. Seit der Kartierung 2006 wurde die Staudenknöterichpopulation um bis ca. 65% reduziert. An manchen Orten beläuft sich der Reduktionserfolg auf 100%, da die Gebiete in ihren Originalzustand zurückversetzt wurden.

422 Orte sind kleiner als 500 m² und beinhalten 0,97 ha des Staudenknöterichbestandes. Ein Großteil dieser Bestände liegt in bewohnten Gebieten wie Liberec und Jablonec nad Nisou. Seit 2006 verschwand der Staudenknöterich in ca. 200 Gebieten.

Obgleich der Großteil des Staudenknöterichbestandes in der Nähe der Neiße und angrenzender Bäche liegt, befinden sich die Hauptflächen auf den angrenzenden Anliegerländereien ohne Kontakt zum Wasserverlauf. Die betroffenen Flächen haben eine Größe von bis zu bis zu 500m² und sind zu 80-90% ehemals kultiviert gewesen.

Gegenwärtig werden verschiedene Methoden der Verdrängung des Staudenknöterichs in der Region Liberec angewandt. Der Hauptteil davon wird mit chemischen Hilfsmitteln durchgeführt, wie „RoundUp Biaktiv“. Die verbreitetste Methode ist die zweifache Anwendung von RoundUp, während der Wachstumsaison. Die erste von Mitte Juni bis Mitte Juli und die zweite von Mitte August bis Mitte September. Die erste Anwendung hat zum Ziel, die frühe Entwicklung zu stoppen und damit das Wachstum der Pflanzen zu begrenzen, was ansonsten für die zweite Anwendung hinderlich wäre. Auf der anderen Seite ist der Erfolg bei der ersten Anwendung nur gering, da sich der Staudenknöterich sehr schnell regeneriert. Eine andere Option ist eine einzige chemische Anwendung Mitte August bis Mitte September. Diese Anwendung trifft den Staudenknöterich in der Hauptwachstumsphase, wenn er beginnt, Nährstoffe zu den Wurzeln zu transportieren. Das Herbizid kann auf diese Weise die gesamte Pflanze durchdringen und hat somit keine Möglichkeit der Regeneration und Energie für den Winter aufzubauen.

und zu speichern. Das Hauptproblem dieser Anwendung sind die Schwierigkeiten bei einer dichten Vegetation von Pflanzenhöhen zwischen 3 und 4 m.

Daher wurde eine kombinierte Behandlung vorgeschlagen (chemisch und mechanisch). Die mechanische Behandlung wird im Juli durchgeführt. Dies bedeutet für die Pflanze mehr Energiereserven zu verbrauchen, um sich zu regenerieren, da mehr Nährstoffe aus den Wurzeln benötigt werden. Dieser Umstand erhöht ihre Aufnahmeaktivitäten beim Einsatz von Herbiziden. Außerdem minimiert es die Biomasse, auf die das Herbizid angewendet werden muss. Nach 7 bis 14 Tagen folgt der mechanischen die chemische Behandlung. Des Weiteren hat die Pflanze – wie bei der zweiten Methode – keine Zeit ein Nährstoffdepot für den Winter anzulegen.

Eine Reihe von experimentellen Handlungsschemata wurde am unteren Teil des Smeda Flusses angesetzt, in der Nähe der tschechisch-polnischen Grenze. Dieses Gebiet wurde gewählt, da dort bislang keine Verdrängungsmaßnahmen durchgeführt wurden und daher deren Wirkung von Anfang an analysiert werden konnte. Die Staudenknöterichausbreitung weist hier eine Homogenität und eine natürliche Vitalität auf. Eine Reihe von Flächen wurde mit zugewiesenen Behandlungstypen ausgewählt, gemäß einer zufälligen Zuteilung. Durch Zusammenfassung benachbarter Flächen wurde versucht, die Effizienz der Verdrängungsmaßnahmen aus logistischer Sicht zu erhöhen.

Beim Smeda Fluss wurden 40 Flächen von jeweils 500 m² ausgewählt. Sie wurden den jeweiligen Behandlungsmethoden zugeteilt (10 zu jeder Methode) mit 10 Kontrollflächen, welche nur chemisch behandelt wurden (mit zweifacher chem. Behandlung). Jede Methode wurde so auf 5.000 m² angewandt.

Stabilisierungsmaßnahmen sind ein notwendiger Teil von Projekten mit dem Ziel der Verdrängung und endgültigen Beseitigung invasiver Neophyten. Es wurden Maßnahmen mit dem Ziel durchgeführt, die Kreierung einer höchst durchsetzungsfähigen Pflanzengemeinschaft zu etablieren, welche stark genug ist, um die erneute Kolonialisierung von invasiven Pflanzen abzuwehren.

Für die Stabilisierungsmaßnahmen sind Orte nach den folgenden Kriterien ausgewählt worden:

1. die Ausrottung des Staudenknöterich an diesem Standort sollte sehr erfolgreich sein.
2. Der Standort sollte Eigentum öffentlicher Einrichtungen sein.
3. Die Standorte sollten bestimmte natürliche und soziale Bedingungen erfüllen.
4. Die Standorte sollten eine analytische Auswertung zulassen, welche wiederholbar ist.

Als Resultat kamen 14 Standorte in der Stadt Liberec, Chrastava, Bily Kostel und Hradek nad Nisou in Betracht, auf denen die ausgewählten Maßnahmen getestet wurden. Die Gesamtfläche für die Modelstabilisierungsmaßnahmen beträgt über 8,45 ha.

Als Ergebnis wurde festgestellt, dass der Verdrängungseffekt an manchen Standorten nicht dem angestrebten Ergebnis entsprach. Es erscheint daher notwendig zu sein, die Verdrängungsmaßnahmen parallel zu den Stabilisierungsmaßnahmen durchzuführen.

Der Zweck der Stabilisierungsmaßnahmen ist – wie bereits erwähnt – die Schaffung einer höchst durchsetzungsfähigen Pflanzengemeinschaft, welche stark genug ist, um die erneute oder erstmalige Kolonialisierung von invasiven Pflanzen abzuwehren. Die ökologische Strategie von invasiven Neophyten basiert auf einer schnellen Kolonialisierung von neuen Standorten, durch starkes Wachstum und einer großen Anzahl an Strukturen, die das Wachstum begünstigen. Zu bemerken ist an dieser Stelle auch, dass das Wachstum invasiver Neophyten eine hohe Lichteinstrahlung erfordert. Die sinkende Lichtverfügbarkeit an den Standorten ist eine der erfolgreichsten Wege, um die Rekolonialisierung von Neophyten zu verhindern. Die zweite Möglichkeit ist das permanente Management der für die Kolonialisierung anfälligen Standorte.

Der Hauptteil der ausgewählten Standorte befand sich in Nachbarschaft zur Neiße. Sie befanden sich entweder im regelmäßig gefluteten Grasland oder im Ökosystem des Flussbettes. Die allgemeine Umformung des Graslandes zu Strauch- oder Baum-Ökosystemen ist nur eingeschränkt möglich, da dies die Eigentümer-

strukturen nicht immer zulassen. Die empfohlenen Stabilisierungsmaßnahmen müssen diesen Umstand berücksichtigen. Allerdings ist es für die Flächen, die über die entsprechenden juristischen Voraussetzungen verfügen, eine sinnvolle Verdrängungsmaßnahme, was durch die folgende Ausführung auch belegt wird.

Die Stabilisierungsmaßnahmen sind dem Ökosystem und sozio-ökonomischen Bedingungen entsprechend wie folgt beschrieben:

1. das gegenwärtig von Staudenknöterich befallende Grasland wird wieder hergestellt und wieder einer Grasland-Vegetation zugeführt;
2. die Wiederherstellung zu Waldtypen wird nur bei Wäldern durchgeführt;
3. die Wiederherstellung zu Buschland wird nur an Flussbetten und an den Grenzen von Wald und Grasland durchgeführt;
4. es werden nur ökologisch vertretbare Spezies eingesetzt;
5. die Stabilisierungsmaßnahmen werden analysiert und miteinander verglichen.
6. ein zugängliches Regenerationsmaterial muss Berücksichtigung finden.

Für ungefähr die Hälfte der Flächen (4,2 ha) wurde die Renaturierung zu einer Graslandschaft durchgeführt. Auf 4,24 ha wurde eine Wiederbewaldung durchgeführt bzw. wurden Büsche angepflanzt. Bäume als einheimische Spezies korrespondieren mit den örtlichen Bedingungen. Die Anpflanzung von ca. 24.000 Laubbäumen und Büschen werden die Biodiversität und die ökologische Stabilität der Landschaft unterstützen.

Einige Informationsmaterialien, die sich mit invasiven Neophyten befassen, wurden bereits in den letzten Jahren publiziert. Unglücklicherweise wird diesem Material zu wenig Beachtung in der Öffentlichkeit geschenkt, um die Ausgaben dafür zu rechtfertigen. Es wurde daher eine Analyse des bestehenden Materials in CZ durchgeführt, bezüglich der Methoden und möglichen Auswirkungen.

Die Publikationskosten wurden anhand von Publikationscharakter und Größe abgeschätzt. Um die Wirkung zu analysieren, wurde untersucht, ob die Publikationen den Flächeneigentümern nutzen und helfen, um Pflanzen zu identifizieren, die Auswirkungen der Ausbreitung zu verstehen, die Invasionsfolgen und mögliche Behandlung zu erkennen. Dabei wurde auch untersucht, inwieweit verschiedene Altersgruppen das Material verstehen und interpretieren. Der Großteil des Materials war auf das Erkennen der invasiven Neophyten ausgerichtet. Die Be-

schreibung war häufig auch zu wissenschaftlich und für spezifische Belange der Bedürfnisse der Bürger nur schwer verständlich. Es viel im weiterem auf, dass die Broschüren meist mit farbenprächtigen bunten Fotografien von Blumen überfrachtet waren.

Im Rahmen der Einschätzung der Biomassemenge beim Staudenknöterich auf den Flächen im Einzugsgebiet der Neiße wurden Proben von den Flächen 2 - 3 m² entnommen. Ein Teil der Proben wurde zur Trocknung und Festlegung des Trockenmasseanteiles in den Blättern und Stengeln weitergegeben.

Tabelle 2: Neophyteneigenschaften für Biomasseabschätzung¹⁵

Nr.	Neophytenart	Höhe [m]	Beispiel Fläche [m ²]	Frischmasse [g]	[g/m ²]	Frischmasse Stamm [g]	Frischmasse Blätter [g]	Anzahl Stämme
1	R. x bohemia	2,2	2,0	12.510	6.255	8.280	4.230	24
2	R. x bohemia	2,7	2,5	11.100	4.440	8.150	2.950	34
3	R. x bohemia	2,2	3,2	16.550	5.172	12.100	4.450	26
4	R. x bohemia	2,6	4,5	29.800	6.622	21.090	8.710	23
5	R. x bohemia	2,3	1,9	11.240	5.916	7.300	3.940	18
6	R. x bohemia	2,7	2,2	14.500	6.591	9.860	4.640	24
7	R. x bohemia	2,0	2,5	11.060	4.424	6.850	4.210	31
8	R. x bohemia	2,2	2,8	14.160	5.057	9.340	4.820	26
9	R. x bohemia	2,5	2,4	15.830	6.596	11.390	4.440	31
10	R. x bohemia	2,3	3,0	17.980	5.993	12.040	5.940	34
11	R. x bohemia	2,5	1,9	12.200	6.421	8.540	3.660	22
12	R. sachalinensis	2,8	1,5	8.790	5.860	6.020	2.770	9
13	R. sachalinensis	2,3	1,8	11.670	6.483	8.050	3.620	10
14	R. sachalinensis	3,2	2,2	14.460	6.573	10.550	3.910	14
15	R. sachalinensis	2,8	1,9	9.980	5.253	6.180	3.800	11

Für die Flächen, auf welchen im Jahr 2008 die Bekämpfung erfolgte, wurden Maßnahmentypen entworfen, welche die Auswertung des Einflusses von durchgeführten Maßnahmen auf die Staudenknöterichpopulationen und auf die Standorte ermöglichte. Die Versuchsflächen wurden überprüft und die bestehende Vegetation auf ihren Charakter, Vitalität und Artenzusammensetzung ausgewertet. Die Bekämpfungsmaßnahmen am Staudenknöterichbestand wurden auf den Flächen gestartet, auf welchen 2 chemische Behandlungen eingeplant wurden. Es handelte sich um die Flächen entlang des Flusses Řasnice und um einen Teil der Flächen entlang des Flusses Smědá (die Gesamtfläche der Bekämpfungs-

¹⁵ Eigene Darstellung

maßnahmen – 5.200 m²). Im Rahmen der Vorbereitungsmaßnahmen für die Durchführung von Stabilisierungsmaßnahmen wurden Einzelpflanzen von *Impatiens glandulifera* auf den Flächen ausgerissen, wo Dauergrünflächen geplant werden. Das Ausreißen wurde auf den Flächen von 4 ha durchgeführt. Mit Rücksicht darauf, dass die Flächen nach der chemischen Behandlung zur Kolonisierung sehr empfindlich sind, besteht hier ein Risiko einer schnellen Verbreitung weiterer Springkrautarten.

Im Rahmen der 2. Etappe wurden die direkten Kosten für die chemische Bekämpfung des Staudenknöterichs analysiert. Die Einschätzung des Verbrauchs von chemischen Bekämpfungsmitteln, des Leistungsaufwandes (Arbeit) und der Fahrtkosten wurden mit den Auftragnehmerpreisen von Logistikdienstleistern verglichen.

Tabelle 3: Kosten der Verdrängungsmaßnahmen in Tschechien¹⁶

Fläche [m ²]	Arbeiter	Bearbeitungszeit [h]	Herbizidverbrauch [l]	Arbeitslohn	Herbizidkosten	Gesamtkosten	Gesamtkosten [€/m ²]	Gesamtkosten inkl. MWST [€/m ²]
190	1	1,2	4,1	9,26 €	3,18 €	12,44 €	0,07 €	0,08 €
250	1	1,4	4,5	10,80 €	3,49 €	14,29 €	0,06 €	0,07 €
1.830	2	4,5	36,1	69,43 €	28,00 €	97,42 €	0,05 €	0,06 €
670	2	2	10,4	30,86 €	8,07 €	38,92 €	0,06 €	0,07 €
780	1	4,5	15,2	34,71 €	11,79 €	46,50 €	0,06 €	0,07 €
460	1	2,5	9,8	19,29 €	7,60 €	26,89 €	0,06 €	0,07 €
130	1	1	3,4	7,71 €	2,64 €	10,35 €	0,08 €	0,09 €
550	2	1,3	11,8	20,06 €	9,15 €	29,21 €	0,05 €	0,06 €
270	1	1,4	4,6	10,80 €	3,57 €	14,37 €	0,05 €	0,06 €
2.210	3	4,4	39,1	101,83 €	30,32 €	132,15 €	0,06 €	0,07 €

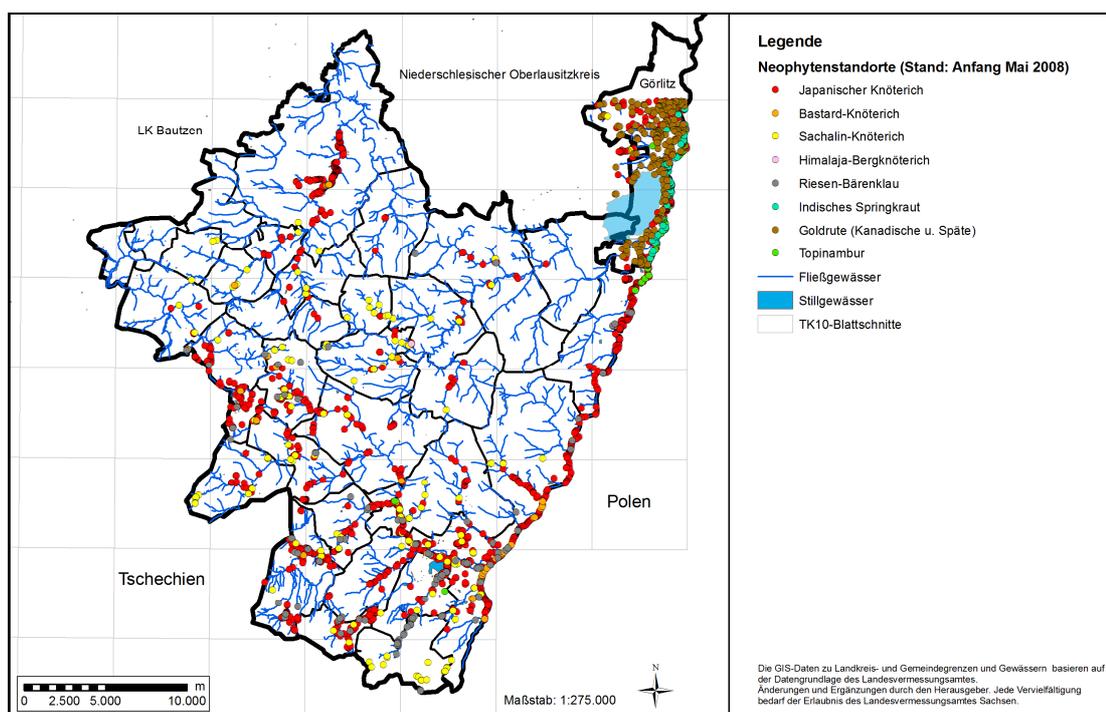
Im weiteren Verlauf des Projektes gilt es nun zu untersuchen und zu berücksichtigen, über welche Verdrängungs- und korrespondierenden Kommunikations- und Informationsmaßnahmen die höchstmöglichen Effekte im Sinne der Projektzielstellungen erreicht werden können.

¹⁶ Eigene Darstellung

4.1.3 Aktivitäten auf deutscher Seite¹⁷

Die von Neophyten befallenen Standorte wurden aufgenommen, kartiert und in einem GIS im Maßstab 1:10.000 digitalisiert. Anhand der digitalisierten Daten wurden Standorte für diversifizierte Verdrängungsmaßnahme ausgewählt.

Abbildung 5: Digitalisierte Standorte im Alt-Landkreis Löbau-Zittau - Deutschland¹⁸



Es wurden auf den Versuchsfeldern die Unterschiede zwischen der Mahd bzw. dem Ausreißen im Abstand von drei und vier Wochen untersucht und verglichen. Für die Staudenknöterichbestände wurde die zu Beginn ausschließlich angeordnete Mahd – in einem Zeitraum von einem Jahr – gegen Ende der Maßnahmen teilweise oder ganzheitlich durch Ausreißen ersetzt. Das gleiche gilt für die Mahd im Vier-Wochen-Rhythmus. Die Flächen, die für das ausschließliche Ausreißen vorgesehen waren, sind durch einen intaktem Unterwuchs und sehr geringen Sprosszahlen gekennzeichnet.

¹⁷ Tschiedel, 2008

¹⁸ Auszug aus der Kartierungsdatenbank respektive GIS der deutschen Projektpartner

Durch die Mahd bzw. das Ausreißen der Staudenknöterichflächen im Drei-Wochen-Rhythmus, ist ein signifikanter Rückgang der Bewuchsdichte zu verzeichnen. Dieser Umstand ist für die Ansiedlung und Ausbreitung der einheimischen Begleitvegetation förderlich und wird durch die Auflichtung begünstigt. Auf diese Weise können über den Wind Gräser- und Kräutersamen in die befallenen Bereichen eindringen und sie rekultivieren. Gegenwärtig ist jedoch nicht abzuschätzen, ob der Rückgang der Sprosszahlen bzw. der Bewuchsdichte gegen Null tendiert oder sich bei einem geringen Wert stabilisiert. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass der durchschnittliche Sprossdurchmesser und die mittlere Sprosshöhe abnehmen (ca. 25 cm). Zu vermuten ist, dass dies der stetigen Schwächung der Pflanze geschuldet ist. Ähnliches gilt für die Mahd bzw. das Ausreißen im Vier-Wochen-Rhythmus. Jedoch werden hierbei nicht die niedrigen Werte für den durchschnittlichen Sprossdurchmesser und die mittlere Sprosshöhe (ca. 45 cm) erreicht. Als weiteren Untersuchungsgegenstand sind die Versuchsflächen abgebaggert worden. Es konnte dabei jedoch kein signifikanter Unterschied zur Mahd oder dem Ausreisen festgestellt werden. Grund hierfür ist die Tatsache, dass der Knöterich ein Rhizom- und Wurzelsystem bis zu 2 Meter Tiefe unter der Erde ausbildet.

Das ausschließliche Ausreißen hat nach jetzigen Erkenntnissen gegenüber der Mahd mehrere positive Aspekte. Zum einen wird hierbei ein deutlicherer Rückgang des Knöterichbestandes erreicht und zum anderen der empfindliche einheimische Unterwuchs geschont.

Auf ausgewählten Flächen wurde der Einsatz von Herbiziden durchgeführt. Ebenso wie auf tschechischer Seite kommt auch auf deutscher Seite das Totalherbizid „Roundup“ zum Einsatz. Die Erfolge mit dieser Maßnahme stellen sich als sehr heterogen heraus. Bei einigen Standorten konnte eine starke Abnahme der Bewuchsdichte erreicht werden. Andere Standorte hatten im Gegenzug nur eine sehr geringe Abnahme vorzuweisen, trotz gleicher Vorgehensweise, Witterung und Herbizidkonzentration. Eine Schädigung des Unterwuchses war nur in beschränktem Maß festzustellen, da diese Methode nur auf Flächen zum Einsatz kam, auf denen kaum bis gar kein Unterwuchs auftrat. Nach der weitestgehen-

den Verdrängung des Knöterichs auf den Flächen erfolgte sehr schnell die Rekolonialisierung der einheimischen Begleitvegetation.

Wie beim Knöterich wurden beim Riesen-Bärenklau Verdrängungsmaßnahmen durchgeführt. Durch das Mähen und Ausgraben der Pflanze ist eine starke Schwächung und ein Rückgang der Population zu verzeichnen. Da sich der Riesen-Bärenklau über Samen vermehrt und nicht über Rhizome, ist die Bekämpfung bisweilen einfacher, jedoch durch seine giftigen Eigenschaften nicht ungefährlich. Wenn es gelingt, die Blüten und die Samenbank zu entfernen, ist der jeweilige Standort befreit, muss jedoch noch über Jahre kontrolliert werden.

Die Publizierung der von den Neophyten ausgehenden Gefahr für Mensch und Umwelt ist ein notwendiger Schritt, um erfolgreiche Bekämpfungsmaßnahmen zu gewährleisten. Es wurden diverse Faltblätter veröffentlicht sowie Beiträge in Printmedien publiziert.

4.1.4 Aktivitäten auf polnischer Seite

Auf der polnischen Seite der Neiße wurden in einem ersten Schritt die Neophytenstandorte – im Besonderen die Knötericharten – kartiert und in einem GIS digitalisiert. Die Daten wurden in die deutsche Datenbank übernommen. Es gibt derzeit Bestrebungen, die deutsche Datenbank mit der tschechischen Datenbank zusammenzuführen. In Polen werden derzeit im Untersuchungsgebiet noch keine Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Neophyten durchgeführt. Dieser Umstand erschwert jedoch auf tschechischer und deutscher Seite die Verdrängungsmaßnahmen in Grenzgebieten. Die Pflanzensamen bzw. –rhizome werden beispielsweise durch Flüsse von einem befallenen Standort in Polen zu einem von Neophyten freien Standort in Deutschland gespült. Dadurch werden immer wieder neue Standorte bzw. Parzellen kolonisiert.

4.2 Zusammenführung der Daten

4.2.1 Überblick

Zuerst soll ein Überblick für die drei Länder in Abhängigkeit der Artenvorkommen dargestellt werden.

Tabelle 4: Neophytenstandorte und Flächengröße - Deutschland²⁰

Neophytenarten	Deutschland			
	Fläche in [m ²] lt. Datenbank ²¹	Standorte	Fläche in [m ²] abzüglich Deckungsgrad	Standorte
Reynoutria	174.452,26	1.774	98.056,26	1.450
Solidago canadensis, gigantea	483.271,00	249	-	-
Helianthus tuberosus	3.897,30	77	175,30	17
Heracleum mantegazzianum	1.619,99	128	1.576,99	125
Impatiens glandulifera	5.290,00	67	-	-

Auf der deutschen Seite wird zwischen zwei Fällen unterschieden. Die zweite Spalte der obigen Abbildung zeigt die kumulierte Flächengröße der Neophyten ohne Berücksichtigung des Deckungsgrades.²¹ Die vierte Spalte zeigt dagegen die „wahre“ Größe der kolonisierten Flächen. Für die weiteren Berechnungen wurden nur die Standorte berücksichtigt, für die der Deckungsgrad verfügbar ist. Für die tschechischen und polnischen Daten muss diese Unterscheidung nicht vorgenommen werden, da hier für jeden Standort der Deckungsgrad verfügbar ist. Die Goldrute besitzt zwar bezogen auf ihre Fläche anscheinend das größte Potenzial einer Nutzung, jedoch ist die Datengrundlage nicht ausreichend, um belastbare Ergebnisse zu prognostizieren.

Es muss beachtet werden, dass auf Grund der Ähnlichkeit der Arten die Knöterichpflanzen zusammengefasst betrachtet werden. Sinnvoll ist dieses Vor-

²⁰ Eigene Darstellung

²¹ Zu Beginn der Kartierung auf der deutschen Seite des Einzugsgebietes, wurden die Standorte unabhängig von ihrem Deckungsgrad aufgenommen. Erst später kamen Informationen zum Deckungsgrad hinzu. Aus diesem Grund wird bei der deutschen Datenbank zwischen Datensätzen mit und ohne Angabe des Deckungsgrades unterschieden.

gehen vor allem unter der Maßgabe, dass insbesondere der Bastard-Knöterich (*Reynoutria X bohemica*) je nach Standort mehr dem Sachalin- oder mehr dem Japanischen-Knöterich ähnelt. Die Eigenschaften der drei Pflanzen sind ebenfalls sehr ähnlich. Die Datenbanken unterscheiden dahingehend auch nur zum Teil zwischen diesen drei Arten, was eine differenzierte Betrachtung hinfällig macht.

Tabelle 5: Neophytenstandorte und Flächengröße - Tschechien und Polen²²

	Tschechien ²³		Polen	
	Fläche in [m ²] Abzüglich Deckungsgrad	Standorte	Fläche in [m ²] Abzüglich Deckungsgrad	Standorte
Reynoutria	138.449,46	1.340,00	207.806,70	188
Solidago canadensis, gigantea	10.000,00 ²⁴			
Helianthus tuberosus			5.705,60	26
Heracleum mantegazzianum	1.000,00 ²⁵		58,00	1
Impatiens glandulifera	20.000,00 ²⁶		4.187,00	9
Rudbeckia laciniata	2.000,00 ²⁷			
Telekia speciosa	2.000,00 ²⁸			

Die Daten des tschechischen Gebietes sind überwiegend theoretischer Natur soweit es die betriebswirtschaftlichen Berechnungen betrifft. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass auf der tschechischen Seite überwiegend Herbizide zur Verdrängung der Neophytenarten zum Einsatz kommen und damit die Biomasse nicht zur Verfügung steht. Demzufolge sind die Ergebnisse bezüglich der tschechischen Potenziale unter der Prämisse der mechanischen Verdrängung zu sehen. Auf der polnischen sowie deutschen Seite muss diese Einschränkung nicht vorgenommen werden, da auf der polnischen Seite noch keine Verdrängungs-

²² Eigene Darstellung

²³ Auf der tschechischen Seite erfolgte in der Vergangenheit eine Konzentration auf die Verdrängung der *Reynoutria*-Arten. Aus diesem Grund sind zu den übrigen Arten nur Schätzwerte verfügbar.

²⁴ Die Goldrute kommt vereinzelt an Flussufern der Neiße und Smědá sowie in bewohnten Gebieten. Der Großteil der Standorte besitzt nicht das Potenzial für eine wirtschaftliche Nutzung.

²⁵ Riesenbärenklau tritt ausgesprochen selten auf. An den wenigen Standorte sind nur ein bis zwei Pflanzen zu finden.

²⁶ Das Springkraut findet sich überwiegend an Flussufern und Gebietsgrenzen wieder.

²⁷ Der schlitzblättrige Sonnenhut kommt überwiegend am Ufer des Smědá-Flusse vor.

²⁸ Das Ochsenauge findet sich am Ufer des Smědá-Flusse wieder, wo es vorwiegend die von *Reynoutria* befreiten Gebiete kolonisiert.

maßnahmen vorgenommen wurden und in Deutschland fast ausschließlich mechanische Maßnahmen durchgeführt werden.

Es wird deutlich, dass die Potenziale einer wirtschaftlichen Nutzung der Reynoutria-Arten am größten sind. Dies gilt im besonderen Maß für die Standorte in Polen entlang der Neiße.

4.2.2 Chemische Bekämpfung

Die chemische Bekämpfung wird auf deutscher Seite nur in Ausnahmefällen durchgeführt. Auf tschechischer Seite kommt diese Methode fast ausschließlich zur Anwendung. In Deutschland bedarf die Anwendung von Herbiziden auf nicht Kulturland der Genehmigung, nach § 6 Abs. 3 Pflanzenschutzgesetz.²⁹ Am weitesten verbreitet ist die Anwendung des Totalherbizids „RoundUp®“. Bei den Totalherbiziden handelt es sich um chemische Unkrautbekämpfungsmittel, welche gegen fast alle Pflanzen ihre Wirkung entfalten.³⁰ Das ist auch der Grund für die Genehmigungspflicht auf deutscher Seite. In Naturschutzgebieten ist die Anwendung ausdrücklich verboten.

Die chemische Bekämpfung stellt in dieser Untersuchung einen Sonderfall dar. Durch die chemische Bekämpfung entsteht eine Belastung für die Umwelt und es bleiben keine Pflanzenreste übrig, die einer Verwertung zugeführt werden können. Es werden hier lediglich die Kosten für diese Art der Verdrängung dargestellt. Im weiteren Verlauf der Untersuchung wird von einer vollständigen mechanischen Verdrängung ausgegangen. Die folgenden Tabellen zeigen die Kosten für die chemische und kombiniert mechanisch/chemische Bekämpfungsmaßnahmen in der Tschechischen Republik im Einzugsgebiet der Neiße für die Reynoutria-Arten.

²⁹ Meinschmidt, 2006

³⁰ www.roundup.de, 2008

Tabelle 6: Darstellung der tschechischen Maßnahmen und deren prognostizierte Biomasseerträge (Reynoutria)³¹

Maßnahme	Fläche [m ²]	Kosten	FM [kg] ³²	TS [kg]
1x chemisch	88.643,46	6.070,83 €	517.677,81	170.195,44
2x chemisch	14.573,00	998,04 €	85.106,32	27.980,16
chemisch mechanisch kombiniert	5.427,00	371,67 €	31.693,68	10.419,84
keine direkte Zuweisung möglich	29.806,00	2.041,29 €	174.067,04	57.227,52
Summe	138.449,46	9.481,83 €	808.544,85	265.822,96

Diese prognostizierte Biomasse ist auf der tschechischen Seite nur theoretisch vorhanden, wenn keine Herbizide zum Einsatz kommen und gilt nur für die erste Mahd. Die Biomassen für die weiteren Begehungen der Flächen werden in den nächsten Punkten prognostiziert.

4.2.3 Mechanische Bekämpfung

Für die Untersuchungen wurden in erster Instanz verschiedene mechanische Verdrängungsmaßnahmen analysiert und miteinander verglichen. Es wurden folgende Maßnahmen überprüft:

Jede dieser Maßnahmen ist im Vergleich zu den anderen erst ab einer bestimmten Fläche betriebswirtschaftlich sinnvoll. Für den Vergleich wurden zuerst jeweils die variablen und die fixen Kostenbestandteile ermittelt, welche in Summe die Gesamtkosten der zu betrachtenden Maßnahme ergeben.

³¹ Eigene Darstellung

³² Stellt die geschätzte Biomasse dar, welche zu erwarten wäre, bei reiner mechanischer Bekämpfung.

Tabelle 7: Maßnahmenauflistung³³

Mähen	
1	Mähen mit Sense
2	Mähen mit Freischneider
3	Mähen mit Balkenmähwerk (Mulchbalkenmähwerk 1,2m an Einachstraktor - Motormäher)
4	Mähen mit Balkenmähwerk (Mulchbalkenmähwerk 1,6m an Einachstraktor - Motormäher)
5	Mähen mit Balkenmähwerk (Doppelmessermähwerk 1,8m im Frontanbau an Hangtraktor)
6	Mähen mit Balkenmähwerk (Doppelmessermähwerk 1,9m im Heckanbau an Allradtraktor)
7	Mähen mit Balkenmähwerk (Doppelmessermähwerk 2,1m im Heckanbau an Allradtraktor)
8	Mähen mit Rotationsmähwerk (1,8m im Frontanbau an Hangtraktor)
9	Mähen mit Rotationsmähwerk (1,85m im Allradtraktor)
10	Mähen mit Rotationsmähwerk (2,4m im Allradtraktor)
11	Mähen mit Rotationsmähwerk (3m im Allradtraktor)
12	Böschungen mähen mit Doppelmessermähwerk an Auslegergrundgerät (1,9m Arbeitsbreite)
Schwaden	
13	Schwaden mit Handrechen
14	Schwaden mit Bandrechen (1,6m Einachstraktor - Motorschader)
15	Schwaden mit Bandrechen (1,8m Einachstraktor - Motorschader)
16	Schwaden mit Bandrechen (2,2m im Frontanbau an Hangtraktor)
17	Schwaden mit Bandrechen (2,2m Heckanbau an Standardtraktor)
18	Schwaden mit Kreiselschwader an Allradtraktor (2,7m)
19	Schwaden mit Kreiselschwader an Allradtraktor (3,3m)
Mähgut bergen	
20	Mähgut mit Gabel zum Parzellenrand tragen (1 Seite)
21	Mähgut aufnehmen mit Kurzschnitt-Ladewagen an Allradtraktor und abfahren (10dt)
22	Mähgut aufnehmen mit Kurzschnitt-Ladewagen an Allradtraktor und abfahren (20dt)

Die Lohnkosten werden in dieser Untersuchung den variablen Kosten zugeordnet. Diese Zuordnung ist dem Umstand geschuldet, dass die Bekämpfungsaktivitäten nur in einem abgegrenzten zeitlichen Rahmen erfolgen. In der Regel werden die Verdrängungsmaßnahmen zwischen April und Oktober durchgeführt. Für den Rest des Jahres müssen die Arbeitskräfte anderweitig beschäftigt werden. Aus diesem Grund sind die Arbeitskosten für den Arbeitnehmer auf einen zeit-spezifischen Wert kalkuliert.

³³ Eigene Darstellung

K_{ges}	Gesamtkosten der Maßnahme
K_{fix}	fixer Kostenanteil
K_{var}	variabler Kostenanteil
k_{var}	spezifischer variabler Kostenanteil pro Flächeneinheit
$k_{var,Rep.Fl}$	variable Reparaturkosten pro Flächeneinheit
$k_{var,Rep.z}$	variable Reparaturkosten pro Zeiteinheit
$k_{var,Betr.}$	Variable Betriebsstoffkosten
$k_{var,Lohn}$	variable Lohnkosten
Fl	Fläche
Z_M	Zeitbedarf der jeweiligen Maßnahme pro m^2
...A	Index A, entsprechend der Zuordnung der Tabellen
...B	Index B, entsprechend der Zuordnung der Tabellen

$$F\ 4-1 \quad K_{Ges} = K_{fix} + K_{var}$$

$$F\ 4-2 \quad K_{var} = \underbrace{(k_{var,Rep.Fl} + (k_{var,Rep.z} + k_{var,Betr.} + k_{var,Lohn}) \cdot Z_M)}_{k_{var}} \cdot Fl$$

$$F\ 4-3 \quad K_{Ges} = K_{fix} + k_{var} \cdot Fl$$

Für den Vergleich der Flächen wird der Break-Even-Point-Ansatz genutzt. Jede Maßnahme wird mit jeder verglichen und die Fläche ermittelt, ab der die andere Maßnahme die vorteilhaftere ist. Dafür werden die Gesamtkosten gleichgesetzt und nach der Fläche umgestellt, welche für beide Maßnahmen in diesem Punkt gleich sein muss. Der Schnittpunkt stellt dabei die Fläche dar, ab der die Vergleichsmaßnahme die betriebswirtschaftlich sinnvoller ist.

$$F\ 4-4 \quad K_{fix,A} + k_{var,A} \cdot Fl = K_{fix,B} + k_{var,B} \cdot Fl$$

$$F\ 4-5 \quad Fl = \frac{K_{fix,A} - K_{fix,B}}{k_{var,B} - k_{var,A}}$$

Für die mechanischen Bekämpfungsmaßnahmen, welche in Mähen, Schwaden und Mähgut Bergen unterteilt werden, ergeben sich folgende Matrizen. Die Indi-

zes A und B stehen für die Maßnahmen in der jeweiligen Kategorie. Es wird jede Maßnahme einzeln miteinander verglichen.

Mähen

Tabelle 8: Break-Even-Point der Fläche – Mähen³⁴

A	k _{var}	K _{fix}	B											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			0,1279 €	0,0503 €	0,0407 €	0,0315 €	0,0070 €	0,0135 €	0,0127 €	0,0062 €	0,0064 €	0,0052 €	0,0038 €	0,1090 €
			80 €	80 €	1.820 €	1.960 €	5.208 €	3.481 €	3.521 €	5.588 €	4.058 €	3.677 €	4.041 €	13.595 €
1	0,12789	80 €			19.962	19.500	42.426	29.737	29.885	45.255	32.749	29.320	31.908	713.569
2	0,05033	80 €			181.052	99.727	118.393	92.391	91.549	124.747	90.587	79.710	85.035	
3	0,04072	1.820 €	19.962	181.052		15.150	100.525	61.065	60.802	109.081	65.242	52.287	60.075	
4	0,03148	1.960 €	19.500	99.727	15.150		132.777	84.691	83.320	143.388	83.712	65.349	75.046	
5	0,00702	5.208 €	42.426	118.393	100.525	132.777		265.590	294.570	452.381				
6	0,01352	3.481 €	29.737	92.391	61.065	84.691	265.590		51.580	286.959	81.239	23.572	57.318	
7	0,01275	3.521 €	29.885	91.549	60.802	83.320	294.570	51.580		314.756	84.874	20.691	57.813	
8	0,00618	5.588 €	45.255	124.747	109.081	143.388	452.381	286.959	314.756		6.375.000			
9	0,00642	4.058 €	32.749	90.587	65.242	83.712		81.239	84.874	6.375.000				
10	0,00521	3.677 €	29.320	79.710	52.287	65.349		23.572	20.691				250.172	
11	0,00375	4.041 €	31.908	85.035	60.075	75.046		57.318	57.813			250.172		
12	0,10895	13.595 €	713.569											

Es kommen von den zwölf untersuchten Mähvarianten nur drei in Betracht. Die anderen Maßnahmen sind zu keinem Zeitpunkt betriebswirtschaftlich sinnvoller.

Tabelle 9: Reihenfolge der Maßnahmen - Mähen³⁵

Maßnahme	Einsatzintervall
Mähen mit Freischneider	0 m ² - 79.709 m ²
Mähen mit Rotationsmähwerk (2,4m im Allradtraktor)	79.710 m ² - 250.171 m ²
Mähen mit Rotationsmähwerk (3m im Allradtraktor)	Ab 250.172 m ²

In der Praxis werden zur mechanischen Verdrängung der Neophyten überwiegend Sensen eingesetzt bzw. per Hand ausgerissen. Geschuldet ist dieser Umstand der Tatsache, dass die verschiedenen Standorte meist einen Deckungsgrad von deutlich unter 100% haben. Die umgebende Vegetation soll bei der Bekämpfung möglichst unbeschadet bzw. unberührt bleiben. Ein Freischneider wird diesen Einschränkungen jedoch nicht gerecht.

³⁴ Eigene Darstellung

³⁵ Eigene Darstellung

Schwaden

Tabelle 10: Break-Even-Point der Fläche - Schwaden³⁶

			B						
			13	14	15	16	17	18	19
			k _{var}						
			0,0485 €	0,0332 €	0,0320 €	0,0068 €	0,0065 €	0,0062 €	0,0055 €
A	k _{var}	K _{fix}							
			10 €	1.960 €	1.960 €	5.128 €	3.598 €	3.097 €	3.163 €
13	0,0485 €	10 €		127.784	118.771	122.860	85.551	73.089	73.430
14	0,0332 €	1.960 €	127.784			120.014	61.394	42.149	43.463
15	0,0320 €	1.960 €	118.771			125.520	64.180	44.039	45.361
16	0,0068 €	5.128 €	122.860	120.014	125.520				
17	0,0065 €	3.598 €	85.551	61.394	64.180				
18	0,0062 €	3.097 €	73.089	42.149	44.039				93.910
19	0,0055 €	3.163 €	73.430	43.463	45.361			93.910	

Bei den sieben Varianten des Schwadens sind ebenso wie beim Mähen nur drei Varianten betriebswirtschaftlich sinnvoll anzuwenden.

Tabelle 11: Reihenfolge der Maßnahmen - Schwaden³⁷

Maßnahme	Einsatzintervall
Schwaden mit Handrechen	0 m ² - 73.088 m ²
Schwaden mit Kreiselschwader an Allradtraktor (2,7m)	73.089 m ² - 93.909 m ²
Schwaden mit Kreiselschwader an Allradtraktor (3,3m)	Ab 93.910 m ²

Mähgut bergen

Tabelle 12: Break-Even-Point der Fläche - Mähgut bergen³⁸

			B		
			20	21	22
			k _{var}		
			0,0924 €	0,0079 €	0,0059 €
A	k _{var}	K _{fix}			
			30 €	4.188 €	5.661 €
20	0,09237	30 €		49.229	65.149
21	0,00790	4.188 €	49.229		747.716
22	0,00593	5.661 €	65.149	747.716	

Für den Vorgang des Bergens des Mähguts gilt, dass alle drei Varianten betriebswirtschaftlich sinnvoll sind. Diese Varianten sind lediglich durch ihr Einsatzintervall differenziert.

³⁶ Eigene Darstellung

³⁷ Eigene Darstellung

³⁸ Eigene Darstellung

Tabelle 13: Reihenfolge der Maßnahmen - Mähgut bergen³⁹

Maßnahme	Einsatzintervall
Mähgut mit Gabel zum Parzellenrand tragen (1 Seite)	0 m ² - 49.228 m ²
Mähgut aufnehmen mit Kurzschnitt-Ladewagen an Allradtraktor und abfahren (10dt)	49.229 m ² - 747.715 m ²
Mähgut aufnehmen mit Kurzschnitt-Ladewagen an Allradtraktor und abfahren (20dt)	Ab 747.716 m ²

Damit steht die Reihenfolge der Vorgänge bei der Bekämpfung der Neophyten auf mechanischem Weg fest. Es kommen jedoch in der Praxis immer nur die ersten Varianten des Mähens, Schwadens und Bergens zum Einsatz. Die Ursache liegt in der Größe der einzelnen Parzellen, welche von Neophyten befallen sind. Die größte Fläche liegt derzeit auf der polnischen Seite des Untersuchungsgebietes und umfasst 11.068 m². Die anderen Maßnahmen in den Kategorien sind jedoch erst bei einer wesentlich größeren Fläche betriebswirtschaftlich sinnvoll und vorzuziehen.

Für das Bergen des Mähgutes und das Schwaden gilt ähnlich wie für das Mähen, dass es in der Praxis häufig von Hand durchgeführt wird. Es sind jedoch keine repräsentativen Langzeiterhebungen bezüglich der reinen Verdrängung per Hand verfügbar. Als Ausgangspunkt dienen daher die Zeiten für die Verdrängung mit Werkzeugen. Dem Umstand, dass diese Zeiten von den realen abweichen können, wird mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen Rechnung getragen.

4.3 Kostenermittlung

4.3.1 Vorbemerkungen

Durch den trinationalen Ansatz des Projektes stehen für die weiteren Betrachtungen umfangreiche Erfahrungen zur Verfügung. Die Erfahrungen der tschechischen Partner bezüglich des Herbizideinsatzes können auf diese Weise mit den Erfahrungen der deutschen Partner bezüglich der mechanischen Verdrängungsmaßnahmen zusammengeführt werden. Dies gilt besonders für die Kosten und den Zeitaufwand für den Einsatz von Herbizid in Tschechien und die Entwicklung

³⁹ Eigene Darstellung

der Reynoutria-Population bei Differenzierung zwischen sechs und acht Begehungen der Flächen pro Jahr in Deutschland. Die Kartierung auf der polnischen Seite kann nur als ersten Schritt angesehen werden. Wie oben erwähnt sind die kolonisierten Standorte der polnischen Partner wesentlich weitläufiger und unterliegen bisher keinen Verdrängungsmaßnahmen. Dieser Umstand ist in gewisser Hinsicht positiv zu bewerten, da auf diese Weise die Potenziale respektive die Biomassen entsprechend hoch sind.

Dahingehend werden in den folgenden Untersuchungen drei Verdrängungsmaßnahmen untersucht und miteinander verglichen.

1. Chemische Bekämpfung (Herbizide)
2. Mahd/Ausreisen alle 3 Wochen (8 Begehungen pro Jahr und Fläche)
3. Mahd/Ausreisen alle 4 Wochen (6 Begehungen pro Jahr und Fläche)

Weiterhin muss beachtet werden, dass exakte Datenreihen der Verdrängungsmaßnahmen nur für Reynoutria-Arten zur Verfügung stehen. Für die anderen Arten kann dies nur unter großen Ungewissheiten und weiteren Einschränkungen geschehen. Das entwickelte computergestützte Berechnungsmodell ist so angelegt, dass diese Daten – sobald sie verfügbar sind – eingepflegt und die Berechnungen entsprechend der jeweiligen Art durchgeführt werden können. Die explizite Beschreibung des Modells erfolgt am Schluss dieses Berichtes.

Für die Kalkulation der Logistikkosten wurden die Standorte entsprechend der Gemeinden gruppiert. Dies war notwendig, da die Pflanzenreste nicht von jedem einzelnen Standort zur Verwertungsanlage transportiert werden, sondern dies von Sammelstellen geschieht.

4.3.2 Verdrängung der Reynoutria-Arten

4.3.2.1 Chemische Bekämpfungsmaßnahmen

Wie oben erwähnt kommt auf der tschechischen Seite fast ausschließlich die chemische Bekämpfung der Neophyten zum Einsatz. Hauptgründe hierfür sind die hohen Erfolgsaussichten dieser Maßnahmen, das nicht Vorhandensein von

Restriktionen gegen den Einsatz von Herbizid und die Tatsache, dass es keine – zu denen in Deutschland vergleichbaren – MAE-Maßnahmen gibt. Besonders letzteres hat in den vergangenen Jahren in Deutschland überhaupt erst eine großflächige Bekämpfung der Neophyten ermöglicht, da hierbei keine Kosten für den Träger der Maßnahmen entstehen, wohlgleich aber für den Steuerzahler.

Die Wirkung des Herbizids ist sehr heterogen. Bei einigen Standorten reichte bereits eine Behandlung aus, um den Knöterich vollständig zu verdrängen. Andere Standorte mussten mehrfach mit aufgesucht werden, wobei dennoch neue Sprossen aus dem Boden wuchsen, welche im Nachgang von Hand entfernt wurden. Zu bemerken ist, dass bei Anwendung auf Flächen, welche einen Deckungsgrad von nahezu 100% aufweisen, kaum Beeinträchtigungen des Unterwuchses stattfinden. Es war dementsgegen sogar eine schnelle Erholung und Wiederbesiedlung durch das Umfeld respektive einheimische Pflanzen zu beobachten.

Wie bereits erwähnt, existieren auf der tschechischen Seite die größten Erfahrungen bezüglich des Einsatzes von Herbizid. Aus diesem Grund werden die Datenerhebungen der tschechischen Partner als Grundlage für die Berechnungen herangezogen.

Tabelle 14: Darstellung der Kosten für chemische Verdrängungsmaßnahmen⁴⁰

	Fläche in [m ²]	Kosten für		
		1x chemisch	2x chemisch	1x chemisch 1x mechanisch - kombiniert
Reynoutria - CZ	138.449	57.886,65 €	60.643,16 €	82.035,01 €
Reynoutria - PL	202.660	84.733,51 €	88.768,44 €	120.081,47 €
Reynoutria - DT	173.015	77.808,89 €	81.514,08 €	133.396,62 €

Es ist sofort ersichtlich, dass die Kosten für eine 2-fache chemische Behandlung nur einen geringfügigen Mehraufwand zur 1-fachen bedeuten. Ursache ist hier die Tatsache, dass nach der ersten Anwendung des Herbizids nur noch ein sehr kleiner Aufwuchs zu verzeichnen ist und dahingehend nicht nochmal die gesamte

⁴⁰ Eigene Darstellung

Fläche behandelt werden muss. Gleiches gilt für die Kombination der chemischen Behandlung mit mechanischen Maßnahmen (hier: Ausreisen/Mahd). Deutlich wird auch der geringe Unterschied der Kosten zwischen Polen und Deutschland, trotz der großen Flächendifferenz. Durch die in Deutschland wesentlich höheren Aufwendungen für Lohnkosten, übersteigen bei einer Kombination der Maßnahmen die deutschen Kosten die polnischen bei gleichbleibender Fläche.

Die geringfügig und territorial verstreut übrigbleibende Biomasse, macht eine weitere Nutzung der Pflanzenreste nicht praktikabel. Zu dem muss damit gerechnet werden, dass sich die Eigenschaften/Inhaltsstoffe/Struktur der Pflanzen bei vorhergehender chemischer Bekämpfung ändern und für stoffliche und energetischen Nutzung ungeeignet sind.

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass der Einsatz von Herbizid nicht zu empfehlen ist, da er nur in Einzelfällen den Einsatz mechanischer Verdrängungsmaßnahmen ersetzt. Zu dem befinden sich die meisten Standorte von Neophyten in Deutschland in der Nähe von Flüssen und Bächen, wo der Einsatz von Herbizid untersagt ist. Ungeklärt sind in diesem Zusammenhang die Auswirkungen auf das ins Trinkwasser gelangende Herbizid auf nachstehende Kreisläufe. Desweiteren werden hierdurch die Nutzung der Biomasse ausgeschlossen und etwaige Potentiale verschenkt.

4.3.2.2 Mahd/Ausreisen alle 3 Wochen

Auf der deutschen Seite existieren mehrjährige Erfahrungen hinsichtlich der mechanischen Verdrängungsmaßnahmen. Hierbei wurden die zeitliche Entwicklung des Deckungsgrades der Flächen sowie die Entwicklung des Aufwuchses beobachtet. Daraus wurden im Rahmen dieses Projektes die Flächengröße bzw. der zeitliche Aufwand zur Bearbeitung der Fläche sowie die zu erwartende Biomasse abgeleitet. Hierbei war die zeitliche Differenzierung der Daten von besonderer Bedeutung. Es darf demnach nicht davon ausgegangen werden, dass ein linear abnehmender Verlauf der Biomasse bzw. Flächengröße/Deckungsgrad zu verzeichnen ist. In der Praxis kann über die Jahre – in dem Verdrängungsmaßnahmen an einem Standort durchgeführt werden müssen – ein logarithmisch ab-

nehmend geglätteter Verlauf beobachtet werden. Innerhalb der einzelnen Jahre ist entsprechen der Witterungsverhältnisse und jahreszeitlich bedingten Wachstumsphasen eine starke Amplitude zu beobachten.

Tabelle 15: Abgeleitete Parameter zur Prognose der Standortentwicklung⁴¹

	Veränderung der Sprosshöhe ⁴²	Veränderung des Sprossdurchmessers	Anzahl der Sprossen pro m ²
Jahr 1 Begehung 1			42
Jahr 1 Begehung 2	58%	70%	39
Jahr 1 Begehung 3	93%	100%	23
Jahr 1 Begehung 4	101%	91%	28
Jahr 1 Begehung 5	73%	92%	20
Jahr 1 Begehung 6	103%	96%	27
Jahr 1 Begehung 7	73%	87%	16
Jahr 1 Begehung 8	60%	99%	10
Jahr 2 Begehung 1	157%	107%	22
Jahr 2 Begehung 2	153%	87%	23
Jahr 2 Begehung 3	68%	93%	15
Jahr 2 Begehung 4	171%	112%	24
Jahr 2 Begehung 5	60%	88%	19
Jahr 2 Begehung 6	87%	83%	14
Jahr 2 Begehung 7	75%	90%	11
Jahr 2 Begehung 8	57%	89%	7
Jahr 3 Begehung 1	289%	135%	18
Jahr 3 Begehung 2	81%	71%	12
Jahr 3 Begehung 3	170%	107%	12
Jahr 3 Begehung 4	81%	101%	9
Jahr 3 Begehung 5	55%	92%	4
Jahr 3 Begehung 6	54%	84%	2
Jahr 3 Begehung 7	155%	116%	4
Jahr 3 Begehung 8	98%	78%	2
Jahr 4 Begehung 1	118%	163%	9
Jahr 4 Begehung 2	154%	75%	6
Jahr 4 Begehung 3	89%	101%	7
Jahr 4 Begehung 4	97%	100%	2
Jahr 4 Begehung 5	64%	99%	1
Jahr 4 Begehung 6	97%	95%	1

Da die Messreihen nur zum Teil nach Ausreisen und Mahd differenziert vorliegen und keine Informationen bezüglich der Dauer einer Verdrängungsmaßnahme durch reines Ausreisen verfügbar sind, werden für die Berechnungen Mahd und

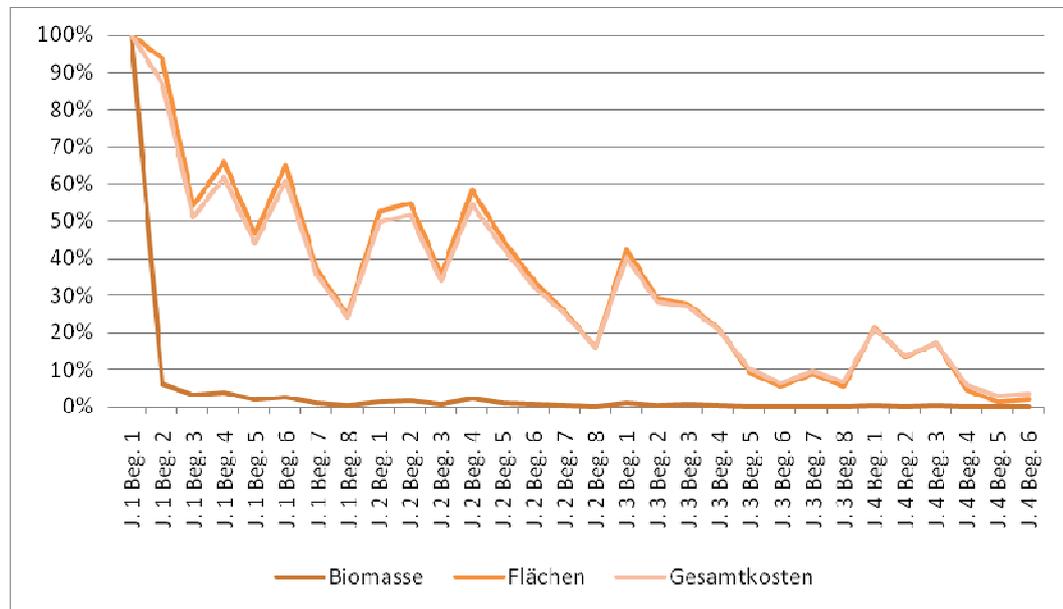
⁴¹ Eigene Darstellung

⁴² Veränderung jeweils zum Vorjahr.

Ausreisen als gleichwertig betrachtet. Diese Prämisse ist sinnvoll, da in der Praxis eine Kombination aus beiden Maßnahmen als am vielversprechendsten angesehen wird.

Es ist deutlich zu erkennen, dass zu Beginn einer neuen Saison ein Ansteigen der Biomasse stattfindet, jedoch nimmt im gleichen Zeitraum die durchschnittliche Anzahl der Sprossen je m² ab. Am Ende des vierten Jahres ist der jeweilige Standort weitestgehend befreit, aber muss noch über Jahre beobachtet werden.

Abbildung 7: Entwicklung der Kosten, Flächen und Biomassen - Deutschland⁴³

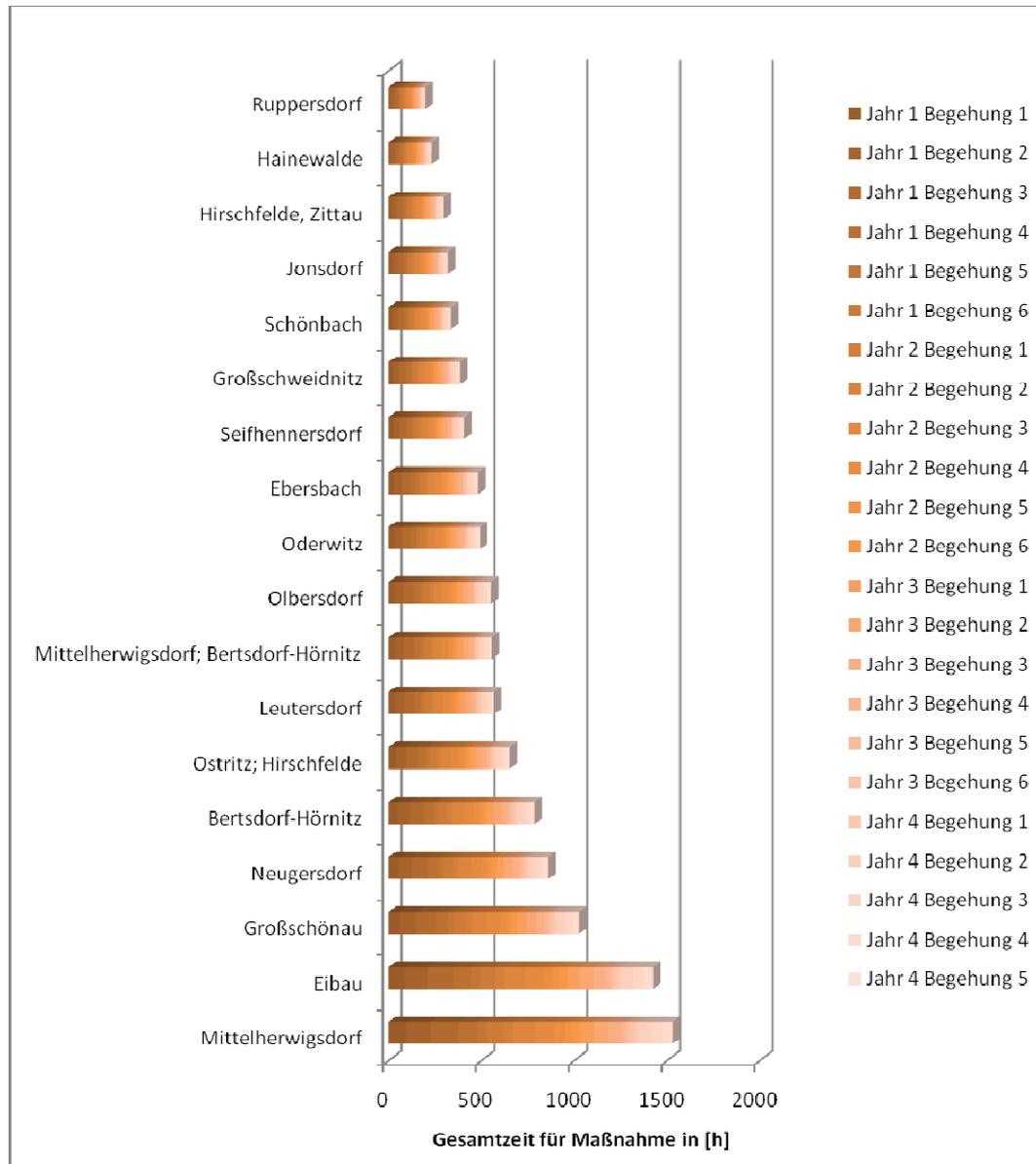


Es wird hierbei davon ausgegangen, dass alle Standorte gleichermaßen Verdrängungsmaßnahmen unterzogen werden. Der starke Rückgang der Biomasseverfügbarkeit ist in der hohen Anzahl von bisher unbehandelten Standorten begründet. Auf Standorten, bei denen noch keine Verdrängungsmaßnahmen zum Einsatz kamen, sind die Reynoutria-Arten meist voll ausgewachsen. Nach Beginn der Maßnahmen haben die Pflanzen keine Zeit, um auf ihre ursprüngliche Höhe zu wachsen. Hinzu kommen die rückläufige Anzahl der Sprossen je m², was wiederum die Abnahme der Flächen verdeutlicht. Da die Kosten überwiegend durch

⁴³ Eigene Darstellung

die Lohnkosten geprägt sind, folgen sie der Entwicklung der Flächen und damit dem (Zeit-) Aufwand für die Durchführung der Verdrängungsmaßnahmen.

Abbildung 8: Zeitbedarf zur Verdrängung einiger gruppierter Gemeinden⁴⁴



Für ausgewählte Gemeinden wird hier beispielhaft die Gesamtarbeitszeit für die Verdrängungsmaßnahmen dargestellt. Der überwiegend dunkel eingefärbte Teil verdeutlicht die Tatsache, dass am Anfang der Verdrängungsmaßnahmen an

⁴⁴ Eigene Darstellung

einem Standort der Arbeitsaufwand höher ist und über die Zeit nachlässt, da die Flächen kleiner werden.

Als Grundlage für die Logistikkostenberechnung wurde den gruppierten Gemeinden die nächste Verwertungsanlage zugewiesen. Dabei ist zu beachten, dass die Transportkosten von zwei Dimensionen, (1) der Menge und (2) der Entfernung abhängen. Daher kann eine Schwankung in der Menge eine nicht-lineare bzw. nicht-proportionale Schwankung bei den Transportkosten ergeben.

Tabelle 16: Überblick über Kosten für Reynoutria-Verdrängung⁴⁵

	Polen	Tschechien	Deutschland
Zu erwartende Biomasse [t TS]	2.095,49	1.431,56	1.117,75
Kosten für Verdrängung	349.704,93 €	238.904,86 €	565.320,69 €
Kosten für Transport	34.494,64 €	12.547,23 €	38.232,39 €
Gesamtkosten	384.199,57 €	251.452,09 €	603.553,09 €
Stückkosten [€/t TS]	166,88 €	166,88 €	505,77 €
BEP Erlöse [€/t TS]	183,35 €	175,65 €	539,97 €
BEP Biomasse [t TS] bei 100 € Erlöse	3.842,00	2.514,52	6.035,53
BEP Biomasse [t TS] bei 75 € Erlöse	5.122,66	3.352,69	8.047,37
BEP Biomasse [t TS] bei 50 € Erlöse	7.683,99	5.029,04	12.071,06

Recherchen haben ergeben, dass sich die zu erwartenden Erlöse im Intervall von 50 € bis 100 € je Tonne Trockensubstanz (TS) bewegen werden. Für eine Deckung der Kosten in Deutschland sind jedoch 539,97 € je Tonne TS erforderlich. Wäre es möglich über den gesamten Zeitraum die Verdrängungsmaßnahmen von MAEs durchführen zu lassen, sinkt der BEP der Erlöse auf 34,20 €, da hier nur noch die Logistikkosten berücksichtigt werden müssen. In diesem Fall könnten Überschüsse für weiterführende Untersuchung genutzt werden.

Auch durch Bündelung der Mengen aller drei Länder würde der BEP der Biomasse bei 50 € nicht erreicht werden. Dabei sind es nicht wie langläufig angenommen die Logistikkosten, die als Preistreiber fungieren, sondern die Lohnkosten, bzw. die sehr zeitaufwendige Verdrängung.

⁴⁵ Eigene Darstellung

4.3.2.3 Mahd/Ausreisen alle 4 Wochen

Für die Berechnung der Kosten der Durchführung der Maßnahmen aller 4 Wochen, sind Messreihen ähnlich wie für „alle 3 Wochen“ verfügbar. Bei der Begehung alle 4 Wochen werden an den Standorten 6 mal im Jahr Maßnahmen durchgeführt. Dies lässt bereits darauf schließen, dass mehr Biomasse zur Verfügung steht. Im gleichen Zug lässt sich abschätzen, dass sich der Aufwand für die Verdrängungsmaßnahmen erhöht, da die Neophyten mehr Zeit haben sich zu erholen.

Tabelle 17: Abgeleitete Parameter zur Prognose der Standortentwicklung⁴⁶

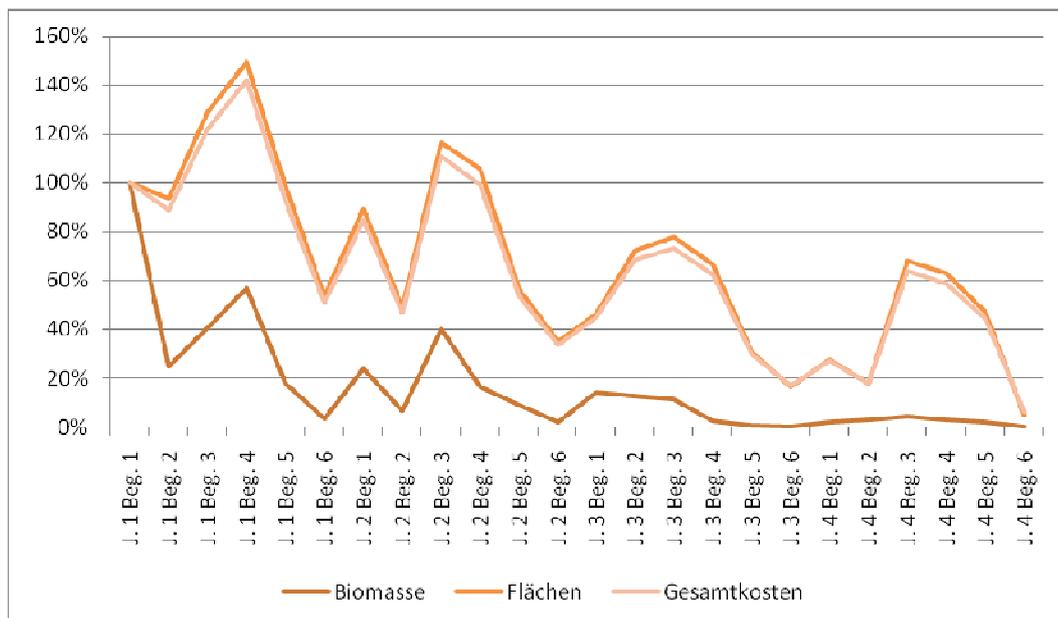
	Veränderung der Sprosshöhe ⁴⁷	Veränderung des Sprossdurchmessers	Anzahl der Sprossen pro m ²
Jahr 1 Begehung 1			42
Jahr 1 Begehung 2	165%	100%	39
Jahr 1 Begehung 3	143%	83%	54
Jahr 1 Begehung 4	131%	92%	63
Jahr 1 Begehung 5	55%	85%	41
Jahr 1 Begehung 6	46%	76%	23
Jahr 2 Begehung 1	227%	187%	38
Jahr 2 Begehung 2	81%	63%	21
Jahr 2 Begehung 3	211%	119%	49
Jahr 2 Begehung 4	65%	71%	44
Jahr 2 Begehung 5	105%	99%	24
Jahr 2 Begehung 6	50%	77%	15
Jahr 3 Begehung 1	314%	156%	19
Jahr 3 Begehung 2	78%	73%	30
Jahr 3 Begehung 3	81%	99%	33
Jahr 3 Begehung 4	36%	78%	28
Jahr 3 Begehung 5	67%	97%	13
Jahr 3 Begehung 6	88%	94%	7
Jahr 4 Begehung 1	225%	162%	12
Jahr 4 Begehung 2	255%	89%	7
Jahr 4 Begehung 3	43%	82%	29
Jahr 4 Begehung 4	71%	107%	26
Jahr 4 Begehung 5	99%	88%	20
Jahr 4 Begehung 6	99%	110%	2

Die Tendenzen des Aufwuchses und der Flächenentwicklung sind dem im vorhergehenden Punkt ähnlich und werden daher nicht nochmal erläutert.

⁴⁶ Eigene Darstellung

⁴⁷ Veränderung jeweils zum Vorjahr.

Abbildung 9: Entwicklung der Kosten, Flächen und Biomassen - Deutschland⁴⁸



Auffallend ist, dass die Flächengröße nach Beginn der Verdrängungsmaßnahmen zunimmt. Ursache könnte hierbei sein, dass bei einer 3-wöchigen Begehung der Flächen in eine besonders wichtige Wachstumsphase des Knöterichs eingegriffen wird.

Tabelle 18: Überblick über Kosten für Reynoutria-Verdrängung⁴⁹

	Polen	Tschechien	Deutschland
zuerwartende Biomasse [t TS]	4.843,42	3.308,84 €	3.463,72
Kosten für Verdrängung	554.752,28 €	378.985,27 €	896.709,19 €
Kosten für Transport	35.964,79 €	14.346,49 €	43.741,43 €
Gesamtkosten	590.717,07 €	393.331,76 €	940.450,62 €
Stückkosten [€/t TS]	114,54 €	114,54 €	258,89 €
BEP Erlöse [€/t TS]	121,96 €	118,87 €	271,51 €
BEP Biomasse [t TS] bei 100 € Erlöse	5.907,17	3.933,32	9.404,51
BEP Biomasse [t TS] bei 75 € Erlöse	7.876,23	5.244,42	12.539,34
BEP Biomasse [t TS] bei 50 € Erlöse	11.814,34	7.866,64	18.809,01

⁴⁸ Eigene Darstellung

⁴⁹ Eigene Darstellung

Im Vergleich zur Begehung der Flächen alle 3 Wochen, bedeuten die Gesamtkosten einen Mehraufwand von über 300.000 €. Durch die wesentlich höheren Biomassenerträge reduzieren sich die Stückkosten und Break-Even-Point drastisch.

Durch die Bündelung der Biomassen kann auf diesem Weg sogar versucht werden, kritische Mengen entsprechend der BEPs zu erzielen.

4.3.3 Verdrängung anderer Neophytenarten

Die anderen im Einzugsgebiet befindlichen invasiven Neophytenarten müssen ebenfalls verdrängt werden. Für die anderen Arten liegen jedoch keine ausreichenden Daten vor, um valide Berechnungen durchzuführen. Die Untersuchung der einzelnen Arten ist sehr Zeit und Kosten intensiv und bedarf unter Umständen einer weiteren Förderung.

Da die Reynoutria-Arten die Besonderheit besitzen, dass sie sich über ihre Wurzeln respektive Rhizome vermehren, bedürfen sie einer intensiven und langwierigen Verdrängung. Dies gilt nur bedingt für die andern Arten. Aus diesem Grund werden exemplarisch die Kosten für die Verdrängung dieser Arten, welche sich in entsprechender Qualität in der Datenbank befinden, ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass die gleichen Verdrängungsmaßnahmen zum Einsatz kommen wie bei den Reynoutria-Arten, jedoch nicht der Aufwand für eine mehrjährige Verdrängung.

5 Modellbeschreibung

Ein übergeordnetes Ziel des Projektes war es, einen Maßnahmenkatalog zu entwickeln. Es sollte daraus ersichtlich sein, unter welchen Umständen welche Verdrängungsmaßnahmen die höchste Aussicht auf Erfolg bieten. Bereits zu Beginn des Projektes wurde durch Literaturrecherche und Expertengespräche klar, dass durch die Vielzahl an Parametern die Entwicklung eines Katalogs, der dies alles berücksichtigt, kaum möglich ist. Aus diesem Grund wurde entschieden entsprechend der technischen Möglichkeiten ein computergestütztes Modell zu entwickeln. Diesem Modell kann eine beliebige Datenbank mit Neophytenstandorten übergeben werden. Auf dieser Grundlage werden in Abhängigkeit von Löhnen, Materialkosten, Zeitaufwand, Verwertungsanlagen, Transportkosten etc. die Gesamtkosten ermittelt und Sensitivitätsbetrachtungen durchgeführt. Der größte Vorteil gegenüber einem herkömmlichen Katalog ist, dass Prognosen über die expliziten und zeitabhängigen Kosten möglich sind und dass für die sich jährlich ändernde Datenbank eine stetige Kontrolle vorliegt bzw. die Daten ständig aktualisiert werden können.

Die Bekämpfung der Neophyten stellt einen ständigen Lernprozess dar. Diesem Umstand wird in dem entwickelten Modell ebenfalls Rechnung getragen. Da es sich um ein Datenbanksystem handelt, können ohne weiteres neue Verdrängungsmaßnahmen hinzugefügt werden, um zum Beispiel zu ermitteln, welchen Einfluss diese auf Kosten und gegebenenfalls auf die weitere Entwicklung der jeweiligen Population haben.

Durch die ständig neu hinzukommenden bzw. erfolgreich bekämpften Standorte und gegebenenfalls neu errichteten Verwertungsanlagen, sind stetig wechselnde Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Durch entsprechende Eingrenzung der Parameter ist es möglich, näherungsweise den Zeitpunkt zu bestimmen Wo / Welche Art / in Welchem Umfang die Biomasse anfällt.

6 Fazit

Durch die MAE-Maßnahmen entstehen den Trägern zwar keine Kosten, es ist jedoch auch keine Planungssicherheit gegeben und damit keine nachhaltige Verdrängungsstrategie durchzusetzen. Unter der Prämisse der derzeitig verfügbaren Ergebnisse ist zu überlegen, ob es sinnvoll ist, von den MAE-Maßnahmen abzu-
sehen und die Bekämpfung von Vollzeitkräften durchführen zu lassen. Hierbei entstehen zwar Kosten, welche nicht ohne weiteres gedeckt werden können, jedoch wäre eine nachhaltigere und damit erfolgsversprechendere Verdrängung möglich.

Durch den trinationalen Ansatz des Projekts wurde deutlich, dass durch die Bündelung der Biomassen kritische Mengen eher erreicht werden können. Einen Großteil der Berechnungen machte erst die Vereinigung der Erfahrungen der Projektpartner möglich. Grund hierfür ist, dass in den einzelnen Ländern bestimmte Verdrängungsmaßnahmen präferiert werden. Durch das Modell, welches den Entscheidungsträgern und Partnern zur Verfügung gestellt werden sollte, haben alle gleichermaßen Zugriff auf die Erfahrungen und das Know-how der einzelnen Partner.

Experteninterviews machten die Notwendigkeit von weiteren Untersuchungen bezüglich der technischen Nutzung der Neophytenarten deutlich. Um valide Informationen für die Nutzung bzw. Verwertung der Neophytenarten zu erhalten, wäre die pilothafte Durchführung diverser Möglichkeiten der Nutzung zu erwägen.

Quellenverzeichnis

- Althaus, Dr. Wilhelm et.al. (2004): Umsicht-Tage 2003 – Bio-raffiniert, energetische Nutzung von Biomasse, Fraunhofer Institut, Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT
- Beer, Peter (2008): Regierungspräsidium Dresden, mündliche Mitteilung (12.06.2008)
- Böhmer, Hans Jürgen et.al (2000): Fallstudien zu Gebietsfremden Arten in Deutschland – gemäß Beschluss-/Abschnittsnr. V/8 und V/19 der 5. Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens über die biologische Vielfalt, Institut für angewandte ökologische Studien, Nürnberg
- Choudhury, Keya (2004): Zusammenstellung und Auswertung geeigneter Kriterien, Indikatoren, UVP und dergleichen für die notwendige Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten bei Maßnahmen des Klimaschutzes, insbesondere bei Landnutzungsänderungen, Institut für Biodiversität – Netzwerk e.V.
- Cramer, Erhard et.al. (2007): Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg
- Elsässer, Dr. Martin (2004): Möglichkeiten der Verwendung alternativer Verfahren zur Verwertung von Grünlandmähgut: Verbrennen, Vergären, Kompostieren, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Aulendorf
- Friedrich, Christian (2004): VBA mit Excel – das umfassende Handbuch, Galileo Press, Bonn, Nachdruck 2006
- Kaltschmitt, Martin; Hartmann, Hans (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
- Koch, Hans-Joachim (2007): Umweltrecht, 2.Auflage, Carl-Heymanns Verlag GmbH, Köln Berlin München
- Korff, Dr. Johannes von et.al. (2005): Graskraftwerk Seifhennersdorf Vorbereitung des Modellprojekts Deutsch-tschechisches Graskraftwerk Seifhennersdorf, Studie Endbericht

- Kramer, Prof. Dr. Matthias; Seidler, Dr. Christina; Meyer, Maria; Kändler, Matthias (2007): Bergwiesenmanagement – Konzept einer Machbarkeitsstudie. Internes Material der Fa. NETSCI Prof. Dr. Kramer GmbH
- Kramer, Prof. Dr. Matthias; Meyer, Maria; Meyer, Stephan (2008): BioEnergyNet – Agentur Rohstoffe und Erneuerbare Energien (BEN-Agentur) - Machbarkeitsstudie, Internes Material der Fa. NETSCI Prof. Dr. Kramer GmbH
- KTBL (2006): Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07 - Daten für betriebliche Kalkulationen in der Landwirtschaft, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, 20. Auflage
- KTBL (2006): Landschaftspflege 2005 - Daten zur Kalkulation von Arbeitszeit und Maschinenkosten, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt
- Landkreis Löbau-Zittau (2008): Richtlinie zur Schaffung und Durchführung von öffentlich geförderten Beschäftigungsmaßnahmen „Arbeitsgelegenheit mit Mehraufwandsentschädigung“ MAE, Fachdienst Beschäftigung und Arbeit des Landkreises Löbau-Zittau
- Macha, Roman (1998): Grundlage der Kosten und Leistungsrechnung, Campus Verlag, Frankfurt/Main, New York
- Meinlschmidt, Dr. Ewa (2006): Staudenknöteriche, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- Meyer, Rolf (2005): Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren, Arbeitsbericht Nr. 103, Forschungszentrum Karlsruhe, Berlin
- Nielsen, Charlotte et.al. (2005): Praxisleitfaden Riesenbärenklau Richtlinien für das Management und die Kontrolle einer invasiven Pflanzenart in Europa, Verlag Forest & Landscape Denmark
- Rey, Bertrand (2004): Informationsdossier Neophyten, Geschichte, Gefahren, Lebensräume, Bekämpfung, Naturschutzgebiete, Infoblätter, Büro für Natur- und Landschaftsschutz
- Rodig, Roland (2008): Gesamtprojektleiter, Bildungszentrum Oberlausitz gGmbH Private Schule, Gespräch am 13.06.2008, Bautzen
- Tschiedel, Kerstin (2006): Wenn Neophyten zum Problem werden... (Invasive Pflanzenarten in Ostsachsen), Olbersdorf

Tschiedel, Kerstin et.al. (2008), Verdrängung von invasiven Neophytenvorkommen im Landkreis Löbau-Zittau, Abschlussbericht, Zittau

Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom (14. Juni 2006) über die Verbringung von Abfällen, Amtsblatt der Europäischen Union L 190/1

www.roundup.de (2008): Internetseite für den Vertrieb des Totalherbizid Roundup®, 20.08.2008