

Kurzumtriebsplantagen

Handlungsempfehlungen zur
naturverträglichen Produktion von
Energieholz in der Landwirtschaft

Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS



Wir fördern Innovationen.



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Kurzumtriebsplantagen

Handlungsempfehlungen zur
naturverträglichen Produktion von
Energieholz in der Landwirtschaft

Ergebnisse aus dem Projekt
NOVALIS

Wir fördern Innovationen.



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Vorwort

Waldbau

- 6 Baumartenwahl
- 7 Flächenvorbereitende Bodenbearbeitung
- 9 Begleitwuchsregulierung
- 10 Hilfsstoffe

Bodenökologie

- 14 Zielsetzung
- 16 Berücksichtigung vorhandener Ressourcen und Voruntersuchungen
- 18 Stickstoffbilanz und Nährstoffversorgung
- 21 Bewertung des Wasserhaushalts
- 24 Kohlenstoffakkumulation und Aspekte zur Rückwandlung von KUP in Ackerland

Pflanzenvielfalt

- 26 Einleitung
- 27 Geeignete Umgebung von Kurzumtriebsplantagen (KUP)
- 27 Flächengröße
- 28 Flächenvorbereitung und Begleitwuchskontrolle
- 28 Baumarten- und Sortenwahl
- 30 Umtriebszeiten

Zoodiversität

- 32 Allgemeine Bewertung der KUP aus zoologischer Sicht
- 33 Vorschläge für die Praxis zur Erhöhung der faunistischen Vielfalt
 - 33 Struktureichtum fördern
 - 38 Tabugebiete ausschließen
 - 40 Vorzugsgebiete beachten
 - 41 Randeffekte fördern
- 4 42 Schlussbemerkung

Ergebnisse aus der Praxis

- 44 Anbau von Pappeln und Weiden nach einer 3-jährigen Beobachtungszeit
- 44 Vorbemerkungen
- 45 Anlage der Versuchsflächen
- 48 Wuchsleistungen im Beobachtungszeitraum
- 51 Betriebswirtschaftliche Auswertung

Landschaftsökologische Bewertung

- 54 Einleitung, methodische Vorgehensweise und Zielsetzung
- 55 Das Untersuchungsgebiet
- 57 Naturräumliches Potenzial für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen
- 58 Grundwasserdargebotsfunktion
- 60 Grundwasserschutzfunktion
- 61 Erosionsschutzfunktion
- 63 Lebensraumfunktion
- 68 Entwicklungsziele, Zielkonflikte und Optionen an Umsetzungsmaßnahmen

74 Impressum

Vorwort

Norbert Lamersdorf, Projektkoordinator NOVALIS

Biomasse soll in naher Zukunft wesentlich zur Sicherung der Energieversorgung beitragen. Entsprechend hoch ist die derzeitige Dynamik des landwirtschaftlichen Ausbaus, insbesondere in den Bereichen Kraftstoff (Biodiesel) und Stromerzeugung (Biogas). Stark zunehmend zeigt sich auch die im Wesentlichen über holzige Biomasse gespeiste Entwicklung auf dem Wärmemarkt. Dabei zeichnet sich schon jetzt ab, dass die Nachlieferung aus unseren heimischen Wäldern nicht ausreichen wird, um die zukünftige Nachfrage nach Holz zur Energiegewinnung hinreichend zu befriedigen.

Eine Alternative bietet die Erzeugung holziger Biomasse mittels Kurzumtriebsplantagen (KUP) auf landwirtschaftlichen Flächen. Dabei kommen in erster Linie Flächen in Frage, die im Rahmen der konventionellen Nutzung als unrentabel gelten, stillgelegt wurden oder die aus Sicht des Natur-, Umwelt- und Landschaftschutzes eine spezifische Funktion erfüllen sollen (z. B. Rekultivierung oder Immissions-, Sicht-, Erosions- und Trinkwasserschutz). KUP bietet nämlich die Chance zur multifunktionalen und nachhaltigen Erzeugung von Biomasse. Neben der primären Funktion, also der Erzeugung von Holz zur thermischen Verwertung und einer entsprechenden Wertschöpfung durch die Substi-

tution fossiler Brennstoffe, können KUP sekundäre Services liefern. Diese liegen vor allem im Bereich der Aufwertung und Optimierung von allgemeinen Landschaftsfunktionen wie z. B. der Strukturverbesserung und Förderung der Diversität. Speziell können KUP aber auch zur Verbesserung des Klima-, Boden- und Wasserschutzes beitragen. Um diese Sekundärleistungen von KUP optimal verfügbar zu machen bedarf es jedoch einer zielgerichteten und vor allem standortgerechten Planung und Bewirtschaftung. Das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) zwischen 2006 und 2009 geförderte Projekt NOVALIS zielte auf die Ausarbeitung von Handlungsanweisungen in diese Richtung. Unter Einbeziehung von Teilprojekten zum Waldbau, zur Boden- und Landschaftsökologie sowie zur Phyto- und Zoodiversität und unter unmittelbarer Beteiligung von Flächenbetreibern wurden verschiedene Bestände in Norddeutschland beispielhaft untersucht und hinsichtlich ihrer Natur- und Umweltverträglichkeit, aber auch bezüglich der Umsetzung und Ökonomie bewertet. Die vorliegende Broschüre fasst die wesentlichen Ergebnisse aus NOVALIS zusammen und gibt erstmalig praktische Hinweise und Handlungsanweisungen für eine natur- und umweltschutzgerechte

Flächenauswahl, Flächengestaltung und Bewirtschaftung von KUP. Sie ist zu verstehen als Ergänzung zu den vorhandenen, jedoch primär auf die Verfahrenstechnik und Produktion ausgerichteten Leitfäden und Merkblättern zum Betrieb von KUP. Die Broschüre richtet sich in erster Linie an die Praxis und an die zuständigen Beratungs- und Entscheidungsgremien und soll der Orientierung in Richtung »Naturverträglichkeit von KUP in der Landschaft« dienen.

Zur Vertiefung einzelner Aspekte und als Beleg für die getroffenen Aussagen wird auf die in den Einzelabschnitten nach Themenbereichen gegliederte Literaturliste verwiesen.

Waldbau

Bettina Stoll, Achim Dohrenbusch



Baumartenwahl

Bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen wird vorrangig das Ziel verfolgt, wirtschaftliche Erträge zu erzielen. Ökologische Aspekte sollten dabei aber nicht völlig außer Acht gelassen werden. In der Regel bauen Flächeneigentümer bevorzugt Hochleistungsklone der Weide oder Pappel in Monokulturen an, um die Flächenanlage und Bewirtschaftung der Plantage möglichst kostengünstig und unkompliziert zu gestalten. Aus ökologischer Sicht sollten Monokulturen allerdings vermieden werden. Stattdessen können verschiedene

Baumarten oder zumindest verschiedene Sorten einer Baumart kombiniert werden. Denn der Anbau nur eines bzw. weniger Klone führt zu einer eingeschränkten genetischen Vielfalt von Kurzumtriebsplantagen. Schaderreger können sich in Monokulturen durch die fehlenden natürlichen Barrieren rasch ausbreiten und Wachstumseinbußen und Ausfälle bewirken. Deshalb wurde im NOVALIS-Projekt die Eignung verschiedener Baumarten und -sorten auf nährstoffarmen Podsolon und Braunerde-Podsolon geprüft.

Mit den Baumarten Weide „Turbo“ (*Salix viminalis*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und Aspe (*Populus tremula*) konnte auf der Ackerfläche in Gütersloh ein nahezu 100 %iger Anwuchserfolg verzeichnet werden. Auch bei höherem Konkurrenzdruck der Begleitvegetation, wie auf Grünflächen, wuchsen 80-90 % der Gehölze an. Die Pappelstecklinge „Max 4“ (*P. nigra* x *P. maximowiczii*) und „NE 42“ (*P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*) können nur auf gut vorbereiteten Flächen mit relativ geringem Konkurrenzdruck der Begleitvegetation empfohlen werden. Ohne den starken Konkurrenzdruck von einkeimblättrigen Kräutern erreichten die Pappelstecklinge einen Anwuchs von 80-90 %. Mit steigendem Konkurrenzdruck reduzierte sich die Anwuchsrate. Diese Ergebnisse bestätigten sich auf den Flächen bei Uelzen. Die Pappelhybriden „Max 4“, „NE 42“ und „Androskoggin“ (*P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*) wiesen bei intensiver mechanischer Flächenvorbereitung nach der zweiten Vegetationsperiode Überlebensraten von 90-100 % auf.

Neben den für Kurzumtriebsplantagen eher typischen Baumarten Weide, Pappel und Robinie sollten auch eher walddtypische Baumarten getestet werden, die zwar nicht so hohe Zuwachsleistungen erwarten lassen, aber einen Beitrag zur Arten-

vielfalt und Landschaftsgestaltung leisten können. Die für Kurzumtriebsplantagen eher untypischen Baumarten Winterlinde (*Tilia cordata*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) hatten einen fast 100 %igen Anwuchs.

Auch Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) zeigte mit 80 % einen noch befriedigenden Anwuchs, während Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) für diesen Standort wegen der hohen Ausfälle ungeeignet scheint.

Die besten Höhenzuwächse wurden wie erwartet von Weide, Pappel und Robinie erreicht, welche in Mini- und Midi-Rotation für die Produktion von schwachem Holzmaterial geeignet sind. Aspe, Eberesche, Winterlinde, Schwarzerle und Bergahorn erreichten wesentlich geringere Zuwächse. Die Biomasseleistung dieser Baumarten ist bei längeren Umtriebszeiten aber nicht zu unter-

schätzen. Aus ökologischer Sicht sind längere Umtriebszeiten aufgrund des geringen Düngebedarfs und der ungestörten Bodenentwicklung empfehlenswert¹.

■ Weiden (*Salix viminalis*) haben den Vorteil eines fast 100 %igen Anwuchses bei hohen Zuwachsleistungen und einem Ernterhythmus von 3-5 Jahren (Mini-Rotation).

■ Pappelhybride haben bei ausreichender Bodenvorbereitung und Begleitwuchsregulierung hohe Anwuchs- und Zuwachsraten bei Umtriebszeiten von 4-6, max. 10 Jahren (Midi-Rotation).

■ Baumarten, die sich nicht vegetativ vermehren lassen und nicht so wuchskräftig wie die Hochleistungsklone der Weiden und Pappeln sind, verursachen zwar höhere Pflanzkosten, haben aber bei standortgerechter Baumartenwahl auch ohne kostenintensive Pflegemaßnahmen hohe Anwuchsraten und befriedigende Zuwachsleistungen in Umtriebszeiten von 10 bis 20 Jahren (Maxi-Rotation). Ökologische Vorteile langer Umtriebszeiten sind ein geringer Düngebedarf und eine längere ungestörte Bodenentwicklung.



Bodenvorbereitung für die Aussaat von Nutzpflanzen zur alternativen Begleitwuchsregulierung in Gütersloh. Foto: B. Stoll

Flächenvorbereitende Bodenbearbeitung

Vor der Anlage von Kurzumtriebsplantagen wird meistens eine flächenvorbereitende Bodenbearbeitung durchgeführt. Häufig handelt es sich dabei um Vollumbruch, um die Pflanzarbeiten zu erleichtern und den Konkurrenzdruck der Begleitvegetation in der kritischen Anfangsphase zu reduzieren. Das Ausbringen von Herbiziden sollte möglichst vermieden werden, um potenzielle Wirkstoffausträge mit dem Sickerwasser zu verhindern.

Untersuchungen zur Wirkung unterschiedlicher Flächenvorbereitungen in Uelzen zeigten, dass der geringste Konkurrenzdruck der Begleitvegetation bei der inten-

sivsten mechanischen Bodenbearbeitung zu verzeichnen war (s. Abb. 1).

Bei der Versuchsfläche handelt es sich um eine vorherige Brachfläche, auf der Ende März des Anlagenjahres 2006 Roundup®TURBO (600 g/kg Glyphosat, Monsanto Agrar Deutschland GmbH) nach Herstellerangabe gespritzt wurde. Anschließend wurde eine Teilfläche gepflügt und geeeggt, die zweite Teilfläche nur gepflügt und die Restfläche keiner mechanischen Bodenbearbeitung vor der Pflanzung unterzogen.

Um das Aufkommen unerwünschter Begleitvegetation zu verhindern, war der Einsatz des Herbizids weniger effektiv als die mechanischen Bearbeitungsverfahren. Je inten-

siver der mechanische Eingriff ins Bodengefüge war, desto geringer waren Biomasseakkumulation und Deckungsgrad der Begleitvegetation und desto höher waren die Anwuchs- und Zuwachsraten der Pappelstecklinge auf den untersuchten Teilflächen. Der Nachteil einer intensiven Bodenbearbeitung zeigte sich auf der Versuchsfläche in Gütersloh. Nach dem Pflügen der Ackerfläche stieg der Nitrataustrag mit dem Sickerwasser schlagartig an (s. Abb. 2). Dieser sinkt allerdings nach etwa 6 Monaten unter den erlaubten Grenzwert von 50 mg/l ab und bleibt dann konstant niedrig. Durch das Ausbleiben des alljährlichen Pflügens – wie auf konventionell bewirt-

schafteten Ackerflächen – liegt der durchschnittliche Nitrataustrag auf Kurzumtriebsplantagen langfristig unter dem gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwert.

Zur Reduktion des Nitrataustrages wurde die Grünfläche in Gütersloh nur streifenweise mit Roundup®UltraMax (450 g/l Glyphosat, Monsanto Agrar Deutschland GmbH) gespritzt und gepflügt. Die vegetationsfreien Pflanzreihen wurden nach den Pflanzarbeiten allerdings rasch von überwiegend Gräsern und auch Kräutern überwachsen, so dass der Anwucherfolg vor allem der Pappelstecklinge gering war. Außerdem förderten die Pflugspuren die Ansiedlung von Wühlmäusen, wodurch zahlreiche Pflanzen ausfielen.

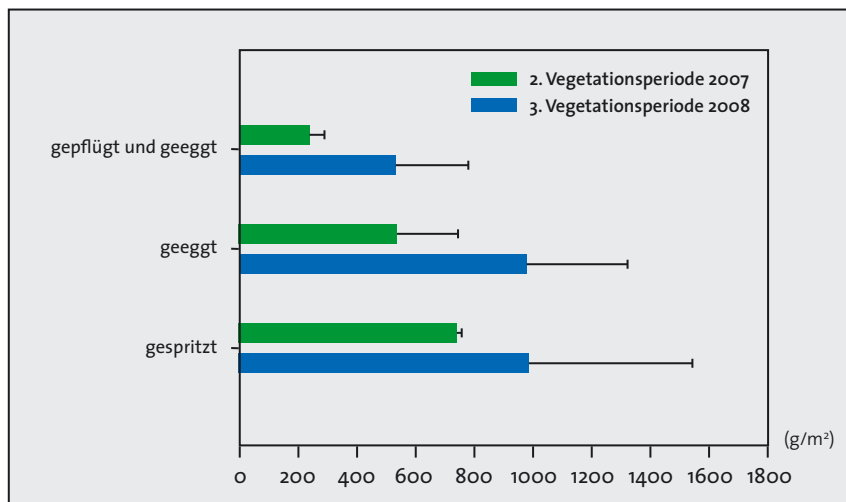


Abbildung 1: Trockenmasse (g/m²) der Bodenvegetation in der 2. und 3. Vegetationsperiode auf der Versuchsfläche Uelzen in Abhängigkeit von der Flächenvorbereitung

■ Eine intensive Bodenbearbeitung vor Flächenbegründung verringert den Konkurrenzdruck der Begleitvegetation und erhöht den Anwucherfolg und Zuwachs der Gehölze.

■ Der Einsatz von Herbiziden ist für eine ausreichende Eindämmung der Begleitvegetation und erfolgreiche Flächenanlage, wie auf der eher nährstoffarmen Brachfläche in Uelzen, nicht erforderlich.

Das Pflügen der Fläche lässt den Nitrataustrag mit dem Sickerwasser schlagartig ansteigen. Dieser sinkt innerhalb eines halben Jahres unter den erlaubten Grenzwert ab und bleibt durch eine dauerhafte Bodenruhe konstant niedrig.

Kurzumtriebsplantagen reduzieren den durchschnittlichen Nitrataustrag mit dem Sickerwasser im Vergleich zu traditionell bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen.

Ein nur streifenweises Pflügen ist aufgrund von geringen Anwuchszahlen und erhöhter Wühlmausgefahr nicht zu empfehlen.

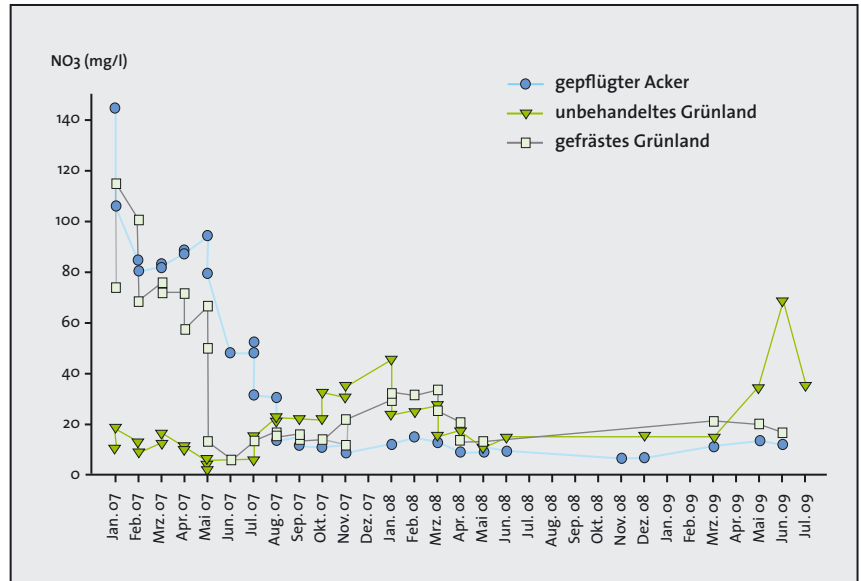


Abbildung 2: Entwicklung des Nitrataustrages mit dem Sickerwasser nach der mechanischen Bearbeitung von Acker und Grünland im Nov. 2006 im Vergleich zu einer unbearbeiteten Grünfläche

Begleitwuchsregulierung

Bei größerem Konkurrenzdruck der Begleitvegetation kann es notwendig sein, effektive Maßnahmen zur Begleitwuchsregulierung zu treffen, um höhere Ausfallraten und Zuwachseinbußen der Gehölze zu vermeiden. Eine effektive Begleitwuchsregulierung stellt die Ausbringung von Herbiziden dar. Aus ökologischen Gründen ist es jedoch sinnvoll, den Einsatz von Herbiziden auf ein Minimum zu reduzieren. Eine Alternative zur chemischen Begleitwuchsregulierung ist zum einen die mechanische Entfernung der Begleitvegetation. Durch Mähen zwischen den Pflanzen

und Hacken direkt um die Pflanze herum wird die Begleitvegetation zunächst klein gehalten, so dass die jungen Forstpflanzen nicht um Licht konkurrieren müssen. Eine andere Alternative ist die Einsaat einer Nutzpflanzendecke, die in Untersuchungen von Denecke² und Reinecke³ das Aufkommen unerwünschter Begleitvegetation verhindern konnte, ohne selber die Gehölze in ihrer Wuchsentwicklung zu hemmen.

Weidenstecklinge (*Salix viminalis*) benötigten keine Begleitwuchsregulierung für einen fast 100 %igen Anwuchs, ebenso wie die bewurzelten Baumschulpflanzen der

Robinie, Winterlinde und Eberesche. Die Pappelstecklinge hatten höhere Anwuchsraten, wenn zwischen den Pflanzreihen gemäht wurde, ebenso wie die Aspen auf der Grünlandfläche. Pappelstecklinge sind besonders anfällig gegenüber dem Konkurrenzdruck der Begleitvegetation, da diese innerhalb kürzester Zeit überwachsen und ausgedunkelt werden können⁴.

Die ausgesäten Nutzpflanzen reduzierten die Biomassebildung der natürlichen Begleitvegetation. Die flächige Aussaat bei geringem Konkurrenzdruck der natürlichen Begleitvegetation begünstigte

das Aufkommen der ausgesäten Nutzpflanzen. Nutzpflanzendecken sind nicht in der Lage, eine bereits vorhandene wuchskräftige Vegetation zurückzudrängen³. Die ausgesäten Nutzpflanzen verbesserten das Anwuchsverhalten der Gehölze nicht und reduzierten im Vergleich zu den Kontrollflächen die Wuchsleistungen der Gehölze. Eingesäte Nutzpflanzen können im Vergleich zum Mähen auf den getesteten Flächen nicht zur Unkrautunterdrückung und Bodenbedeckung empfohlen werden⁵, da sie für Baumsprösslinge eine zu starke Konkurrenz darstellen.

- Bei nicht allzu starkem Konkurrenzdruck der Begleitvegetation kann bei den meisten Baumarten auf Pflegemaßnahmen verzichtet werden.
- Bei Pappelstecklingen sollte auf regelmäßige Pflegemaßnahmen nicht verzichtet werden, um ein Ausdunkeln der Stecklinge zu vermeiden.
- Nutzpflanzendecken konnten mechanische Pflegemaßnahmen nicht ersetzen.

Hilfsstoffe

Bodenhilfsstoffe wie Mykorrhiza und Hydrogel können bei Aufforstungen angewendet werden, um die Startbedingungen der jungen Gehölze in der kritischen Anfangsphase zu verbessern. Die Symbiose der Gehölze mit Mykorrhiza-Pilzen kann das Pflanzenwachstum und die Vitalität der jungen Bäume verbessern⁶. Mykorrhiza-Pilze verbessern die Versorgung der Bäume mit Wasser und Nährstoffen und der Pilzmantel der Ektomykorrhizen kann die Wurzeln gegen Pathogene schützen⁷. Auf Flächen, die schon lange



landwirtschaftlich genutzt wurden, sind aufgrund der fehlenden Symbiosepartner nur wenige Mykorrhiza-Pilze verfügbar⁸. Das Fehlen von Mykorrhiza-Pilzen kann zu hohen Ausfallraten der Gehölze auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen führen⁹. Neben Mykorrhiza-Pilzen ist eine ausreichende Wasserverfügbarkeit einer der wichtigsten Faktoren für eine erfolgreiche Flächenanlage. Hydrogele sind hochvernetzte Polyacrylamide, welche das 200-fache ihres Gewichtes an Wasser absorbieren und speichern können. Dadurch können sie den Wasserstress der Gehölze in Trockenphasen reduzieren, indem sie das absorbierte Wasser bei Bedarf abgeben.

Hydrogel kann die Vitalität von Gehölzen signifikant beeinflussen. Die Art der Einflussnahme hängt von der Hydrogelkonzentration, den Bodeneigenschaften und der Pflanzensorte ab^{10,11,12,13}. Vor allem Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) als wasserbedürftige Baumart hat von der Hydrogelbeigabe als Wasserspeicher durch einen höheren Anwuchs profitiert (s. Abb. 3). Baumarten mit moderatem Wasserbedürfnis verzeichneten mit Hydrogel keine höheren Zuwachsraten, aber eine verbesserte durchschnittliche Vitalität der angewachsenen Pflanzen. Auch Specht und Harvey-Jones¹⁴ haben festgestellt, dass Baumarten mit einer geringen Toleranz gegenüber Trockenstress mehr Biomasse akkumulierten, wenn Hydrogele verwendet wurden.

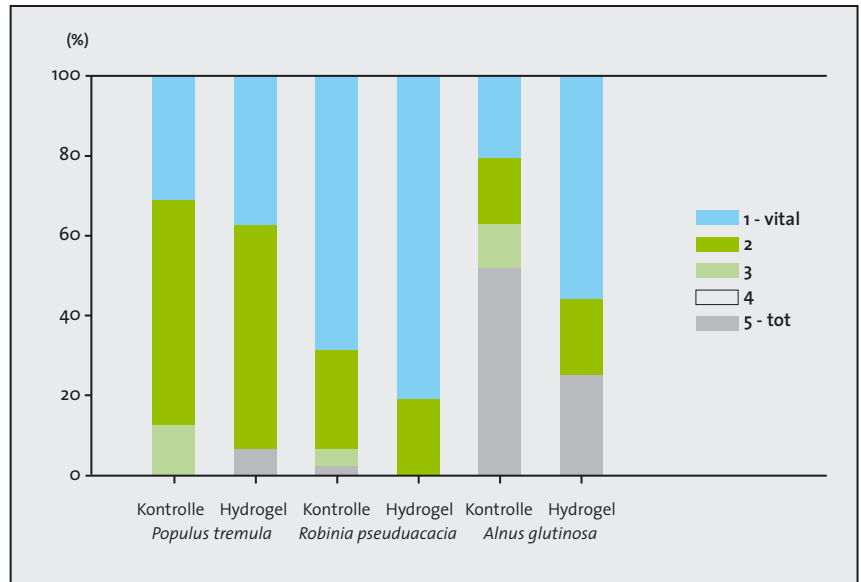


Abbildung 3: Vitalitätseinteilung der Aspe, Robinie und Schwarzerle auf der Fläche Gütersloh in der 1. Vegetationsperiode in Abhängigkeit von der Hydrogel-Beigabe

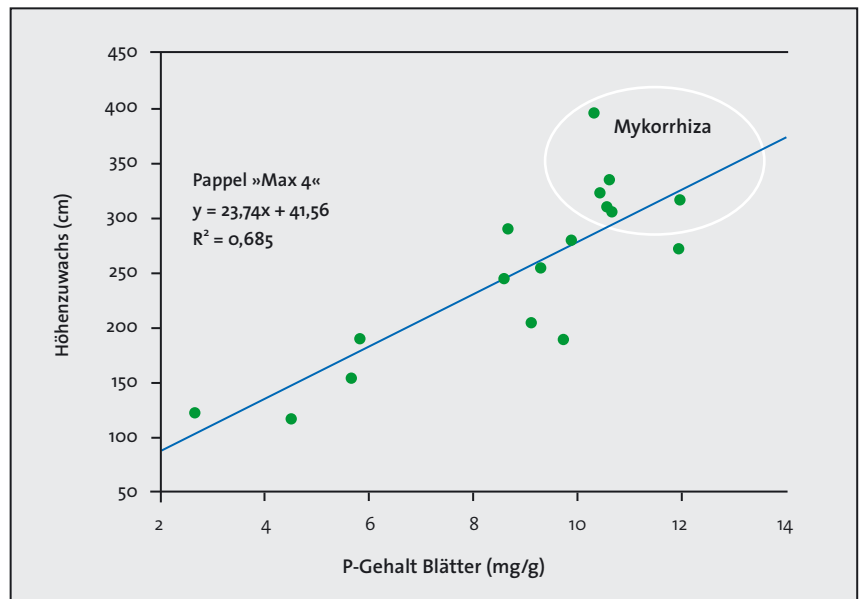


Abbildung 4: Korrelation zwischen der P-Versorgung und dem Höhenzuwachs der Pappel „Max 4“ auf der Fläche Gütersloh in der 2. Vegetationsperiode in Abhängigkeit von der Mykorrhizierung der Pflanzen

Die Mykorrhizierung konnte die Höhenzuwächse der Gehölze in den ersten beiden Vegetationsperioden verbessern. Die Pappelstecklinge „Max 4“ und „NE 42“ hatten sowohl in der ersten als auch in der zweiten Vegetationsperiode einen um 10-35 % höheren Zuwachs infolge der Mykorrhizierung und der daraus resultierenden besseren Versorgung mit Phosphor-Verbindungen (s. Abb. 4).

In der zweiten Vegetationsperiode war der Höhenzuwachs der Aspe (*Populus tremula*) mit der Mykorrhizierung doppelt so hoch wie bei den Kontrollpflanzen. Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) erreichte im zweiten Standjahr 3-fache und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) 4,5-fache Höhenzuwächse durch die Mykorrhizierung.

- Hydrogel konnte die Vitalität der Gehölze verbessern, aber nicht die Zuwächse.
- Die Mykorrhizierung verbesserte die Versorgung der Bäume mit Nährstoffen und erhöhte die Zuwächse signifikant.



Weiterführende Literatur

1. Bielefeldt, J., Bolte, A., Busch, G., Dohrenbusch, A., Kroihner, F., Lamersdorf, N., Schulz, U. & Stoll, B. (2008) Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. – In: Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Naturschutzbund Deutschland e.V., Berlin, p. 68.
2. Denecke, F. (1988) Tending young growth and cleaning up the site using ground covers of useful plants: Jungwuchspflege und Standortsanierung durch Nutzpflanzendecken. – Allgemeine Forstzeitschrift, 221 - 222.
3. Reinecke, H. (1990) Afforestation of windthrow areas is possible under crop plants: Aufforstung von Windwurfflächen unter Nutzpflanzen möglich. – Allgemeine Forstzeitschrift, 950 - 955.
4. Schildbach, M., Landgraf, D. & Böcker, L. (2008) Steckhölzer zur Begründung von Kurzumtriebsplantagen. – AFZ-Der Wald 18, 992 - 993.
5. Boelcke, B. (2006) Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen: Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. – In: Ministerium für Ernährung Landwirtschaft Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, p. 40.
6. Baum, C., Schmid, K. & Macheschin, F. (2000) Interactive effects of substrates and ectomycorrhizal colonization on growth of a poplar clone. – Journal of Plant Nutrition and Soil Science 163, 221 - 226.
7. Smith, S. E. & Read, D. J. (1997) Mycorrhizal symbiosis. – Acad. Press, San Diego.
8. Berman, J. T. & Bledsoe, C. S. (1998) Soil transfers from valley oak (*Quercus lobata* Nee) stands increase ectomycorrhizal diversity and alter root and shoot growth on valley oak seedlings. – Mycorrhiza 7, 223 - 235.
9. Marx, D. H., Marrs, L. F. & Cordell, C. E. (2002) Practical use of the mycorrhizal fungal technology in forestry, reclamation, arboriculture, and horticulture. – Dendrobiology 47, 27 - 40.
10. Tsakalimi, M. (1998) Effect of hydrophilic polymer on seedling survival and growth of evergreen broadleaved species. – Epistēmōnikē Epetērida tou Tmēmatos Dasologies kai Fusikou Periballontos, Aristoteleio Panepistēmio Thessalonikēs 41, 1485 - 1496.
11. Lin, W., Ma, H., Zhou, J., Zhang, Z. & Gan, Y. (2004) Effects of hydrogel on the growth of seedlings and their physiological properties under drought stress. – Ganhanqu Yanjiu (Arid Zone Research) 21, 353 - 357.
12. Visnjic, C. (2006) Aufforstung von sommertrockenen Standorten mit heimischen Baumarten in Bosnien. – Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
13. Sarvas, M., Pavlenda, P. & Takacova, E. (2007) Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. – Journal of Forest Science 53, 204 - 209.
14. Specht, A. & Harvey-Jones, J. (2000) Improving water delivery to the roots of recently transplanted seedling trees: The use of hydrogels to reduce leaf and hasten root establishment. – Forest Reserach 1, 117 - 123.

Bodenökologie

Norbert Lamersdorf, Hubert Schulte-Bisping



Zielsetzung

Wesentliches Ziel einer naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft ist die standortangepasste und nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens. Das bedeutet, dass neben den üblicherweise und primär auf die Produktion ausgerichteten Informationen zur Bodenfruchtbarkeit (Bodenwertzahl /Ackerzahl) und zur Wasserversorgung (Niederschlagsmenge in der Vegetationszeit) zusätzliche Gegebenheiten stärker berücksichtigt werden müssen. Zudem spielt die Kenntnis über die bisherige Stand-

ort- und Nutzungsgeschichte eine wichtige Rolle. Bäume wurzeln in der Regel tiefer als konventionelle landwirtschaftliche Anbauten. Daher ist entscheidend, welche zusätzlichen Bodenressourcen eingebunden werden können (geologisches Ausgangsmaterial, Grundwasser) und welchen Einfluss die bisherige Nutzung auf diese Ressourcen hatte (Entwässerung, Tiefe und Art der Bodenbearbeitung). Weiterhin muss die Ein- und Anbindung zukünftiger KUP-Flächen an das vorhandene Netz benachbarter Ökosysteme

stärker berücksichtigt werden. KUP führen in der Regel über erhöhte Verdunstungsleitungen zur Reduktion der Grundwasserneubildung. Zudem entwickeln sie ein dauerhaftes und tief reichendes Wurzelsystem, reichern über den jährlichen Streufall organische Substanz im Oberboden an und bilden bereits nach den ersten ein bis zwei Vegetationsperioden Bestände von mehreren Metern Höhe. Damit ergeben sich für KUP gänzlich andere Stoffkreisläufe als im konventionellen Landbau. KUP filtern insbesondere in exponierten Lagen über ihr Kronendach vergleichsweise mehr luftgetragene Stoffe als annuelle Anbauten¹. Diese auch als Immissionsschutzmaßnahme nutzbare Funktion von KUP führt besonders in Regionen mit erhöhten N-Emissionen zur Versorgung der Bestände mit Stickstoff und kann mithin als positiver Effekt verbucht werden. Möglich ist aber auch der erhöhte Eintrag von Schadstoffen, Stäuben und Gasen, die über Jahre bis Jahrzehnte im System akkumulieren. Solange die Bestände nicht gänzlich gerodet und in Ackerland rückgewandelt werden, ist nicht davon auszugehen, dass es zu einer Wiederfreisetzung dieser Stoffe und zur Kontamination von Sickerwässern oder Folgeanbauten kommt. Über die wiederkehrenden Erntemaßnahmen können allerdings erhebliche Mengen an Nähr- und

Schadstoffen – soweit sie von den Pflanzen aufgenommen und in oberirdische Organe eingelagert werden – exportiert werden. Dabei ist hinsichtlich der Nährstoffe darauf zu achten, dass eine Nachlieferung entweder über die Verwitterung (primär K, Ca, Mg), über die interne Mineralisation der im Bestand verbleibenden Streu (primär N, P) oder über den Eintrag aus der Luft (N) nachhaltig gewährleistet ist. In der Regel ist dieser Zustand gegeben. Liegt eine Belastungssituation vor (z. B. Cd in Überschwemmungsgebieten), so können über spezifische Erntemaßnahmen (z. B. incl. Blätter) KUP-Bestände auch zur Dekontamination von Standorten beitragen (Bio-Remediation)². Generell kann davon ausgegangen werden, dass

der Betrieb von KUP im Vergleich zum konventionellen Landbau als extensive Form der Landbewirtschaftung angesehen werden kann. Eine tiefer greifende Bodenbearbeitung findet lediglich einmal, nämlich zur Vorbereitung der Pflanzmaßnahmen statt. Auch der Pestizideinsatz und die Düngungsmaßnahmen sind deutlich reduziert. Unklar bleibt bisher jedoch, welche Auswirkungen die Rückführung in Ackerland auf die Stoffbilanzen haben. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Gleiches gilt, wenn zukünftig nicht nur Ackerland, sondern vermehrt Grünland für den Anbau von KUP genutzt werden soll. Hier bestehen aus diversen Gesichtspunkten des Natur- und Umweltschutzes erhebliche Bedenken und Unsicherheiten.

Festzuhalten bleibt, dass allein auf Ackerland nur unter Berücksichtigung aller standörtlichen Gegebenheiten und unter Mitbetrachtung von Nachbarsystemen eine nachhaltige Produktion von Energieholz möglich ist.

Im Folgenden werden entlang der wichtigsten Bewirtschaftungsschritte von KUP (von der Anlage bis zur Ernte) wesentliche Gesichtspunkte aus bodenökologischer Sicht erörtert. Soweit möglich, werden auf der Grundlage des bisherigen Kenntnisstandes Empfehlungen zur praktischen Umsetzung einer naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft abgeleitet.

■ Wesentliches Ziel einer naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft ist die standortangepasste und nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens.

■ Voraussetzung dafür ist die Kenntnis über die vorangegangene Standort- und Nutzungsgeschichte sowie die Berücksichtigung der zusätzlichen Bodenressourcen (Grundwasser, tiefer liegende Nährstoffvorkommen, Stoffeinträge aus der Atmosphäre). Zudem müssen benachbarte Ökosysteme stärker berücksichtigt werden.

■ Die Stoffkreisläufe von KUP unterscheiden sich deutlich von denen im konventionellen Landbau (u.a. Laubfall, Tiefendurchwurzelung).

■ KUP können zum Immissionsschutz und zur Dekontamination von Standorten beitragen (Bio-Remediation).

■ Durch den geringen Bodenbearbeitungs-, Pestizid- und Düngemittelsatz können KUP als extensive Form der Landbewirtschaftung bezeichnet werden.

■ Soll Grünland für den Anbau von KUP genutzt werden, so bestehen aus diversen Gesichtspunkten des Natur- und Umweltschutzes erhebliche Bedenken und Unsicherheiten.

Berücksichtigung vorhandener Ressourcen und Voruntersuchungen

Berücksichtigung vorhandener Ressourcen

Um einen möglichst hohen Grad an Naturverträglichkeit von KUP zu erreichen, sollte vor der Anlage genau geprüft werden, welches Potenzial an natürlichen Ressourcen am Anbaustandort vorhanden ist und welche zusätzlichen Leistungen erbracht werden müssen, um ein Mindestmaß an Ertrag und einen entsprechenden Mehrwert in Richtung Umwelt- und Naturschutz auch tatsächlich realisieren zu können. Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Betrieb von KUP ist eine ausreichende Versorgung mit Wasser. Aus Sicht eines umfassenderen Natur- und Umweltschutzes bedeutet dies allerdings nicht, dass lediglich die in den gängigen Anbauanleitungen gegebenen Mindest-Niederschlagsmengen vorhanden sind (≥ 500 mm Jahresniederschlag, ≥ 300 mm während der Vegetationszeit)^{3,4,5}. Zusätzlich muss auch – und dies insbesondere bei großflächigeren Anbauten – die Funktion der Anbaufläche als potenzieller Lieferant von Grundwasser berücksichtigt werden. KUP können über erhöhte Transpirationsleitungen im erheblichen Maße zur Reduktion der Grundwasserneubildung beitragen. Selbst bei Anschluss an den lokalen Grundwasserleiter können KUP er-

hebliche Mengen so genannten „unproduktiven Wassers“ verdunsten. Das bedeutet, dass wegen des vorhandenen Überschusses an Wasser im Boden über den Fließweg Grundwasser-Wurzel-Kronenraum eine zusätzliche Transpiration stattfindet, die erheblich über dem für das maximale Wachstum benötigten Maß liegt. Das Ausmaß dieser Art der Verdunstung ist abhängig von den klimatischen Randbedingungen (u.a. Windgeschwindigkeit, Strahlung) und vor allem von der Struktur der KUP (Höhe, Einbindung in die Landschaft, Art der Randstrukturen)⁶. Die Strukturmerkmale einer KUP sollten bereits bei der Planung hinreichend berücksichtigt werden. Zudem können diese durch die Art der Bewirtschaftung signifikant beeinflusst werden.

Möglichkeiten zur Vermeidung überhöhter Verdunstungsleistungen von KUP sind u. a. die Reduktion der Umtriebszeit und damit die Minderung der Höhenentwicklung, die Anlage der KUP in Blöcken statt in Reihen, um den so genannten »Wäscheleineffekt« mit hohen Verdunstungsraten zu vermeiden oder die Wahl spezifischer Baumarten und Klone mit angepassten Verdunstungseigenschaften.

Entsprechende Maßnahmen zur Reduktion der Verdunstungsleistung von KUP sollten besonders auch dann bereits in die Flächen- und Bewirtschaftungsplanung einfließen, wenn die Anbaustandorte in Gebieten mit Jahresniederschlagsmengen unter 600 mm liegen, wenn zu erwarten ist, dass die Verteilung der Niederschläge in der Vegetationszeit eher unregelmäßig ist oder wenn die nutzbare Wasserspeicherfähigkeit des Bodens (nWK) zu gering ist, um längere Trockenphasen in der Vegetationszeit zu überbrücken (weitere Aspekte zum standortspezifischen und landschaftsökologischen Wasserhaushalt werden in den Abschnitten zur Grundwasserneubildungs- und zur Grundwasserschutzfunktion im Kapitel »Landschaftsökologische Bewertung« behandelt).

Neben einer ausreichenden Wasserversorgung und einer möglichst guten Durchlüftung des Oberbodens ist die Nährstoffversorgung ein wesentlicher Aspekt für das erfolgreiche Wachstum von KUP. Dabei spielt die Versorgung mit Stickstoff (N) eine entscheidende Rolle.

KUP sollten so angelegt und bewirtschaftet werden, dass:

- vorhandene N-Ressourcen (meist aus der landwirtschaftlichen Vornutzung oder aus dem Eintrag atmosphärischer Luftverschmutzungen) optimal genutzt werden,
- durch die Bewirtschaftungsmaßnahmen keine zusätzlichen Abgaben an die Umwelt erfolgen (z. B. erhöhter Nitrataustrag nach Umbruch / Bodenbearbeitung) und
- über Düngungsmaßnahmen nur dann eingegriffen wird, wenn vorherige Analysen eine entsprechende Notwendigkeit belegen.

Prinzipiell gilt diese Herangehensweise auch für die restlichen Hauptnährelemente wie Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Kalzium (Ca). Auch hier sollten vorhandene oder gar überschüssige Ressourcen (z. B. P aus der Viehhaltung) über KUP gebunden und letztendlich gewinnbringend genutzt werden. Nur bei Nachweis spezifischer Mangelerscheinungen sollten Düngungsmaßnahmen durchgeführt werden. Dabei sollte mit Blick auf die Förderung der Kreislaufwirtschaft vermehrt auch die Verwendung von Bio-Komposten oder Holzaschen berücksichtigt werden.

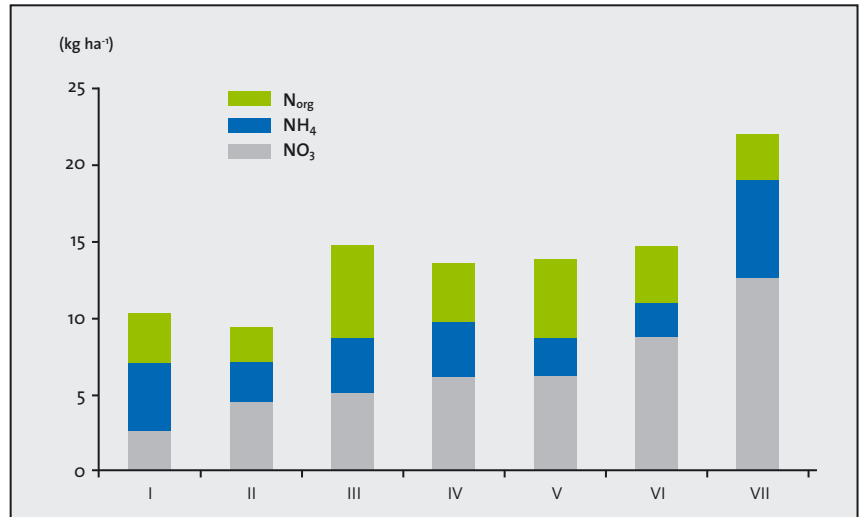


Abbildung 1: Herbstliche N_{min}-Gehalte in 0-30 cm Bodentiefe für sieben potenzielle KUP Untersuchungsstandorte im Landkreis Uelzen.

Voruntersuchungen

Vor der Anlage einer KUP empfiehlt es sich, den mineralischen Gehalt an Stickstoff (N_{min}-Gehalt) im Hauptwurzelraum der jeweiligen Anbaufläche zu bestimmen. Dabei zeigen die im Herbst genommenen Proben an, welche Mengen an leicht verfügbarem N nach Abschluss der Vegetationsphase im Boden noch vorhanden sind und gegebenenfalls der Auswaschung unterliegen. Dies betrifft insbesondere den Gehalt an Nitrat (NO₃). Der Ammoniumgehalt (NH₄) und der Gehalt an organisch gebundenem N (N_{org}) deuten auf ein zusätzliches Auswaschungspotenzial, was jedoch erst nach entsprechender Mineralisation (Umwandlung von N_{org} zu NH₄) und Nitrifikation (NH₄ zu NO₃) zum Tragen kommt.

Abbildung 1 zeigt die Verteilung herbsthlicher N_{min}-Gehalte im

Oberboden (0-30 cm Bodentiefe) für sieben potenzielle KUP Anbaustandorte im Landkreis Uelzen. Dabei handelte es sich um ein- bis mehrjährige Brachflächen auf ärmeren Ausgangsmaterialien, die vormalig unterschiedlich intensiv ackerbaulich genutzt wurden und zum Zeitpunkt der Aufnahme (November 2005) mehr oder weniger stark vergrast waren.

Im Mittel aller Flächen wurden Nitratgehalte von 6,5 kg ha⁻¹, Ammoniumgehalte von 3,6 kg ha⁻¹ und Gehalte an organisch gebundenem N (N_{org}) von 3,9 kg ha⁻¹ ermittelt. Unter Berücksichtigung der N_{org}-Gehalte ergibt sich im Mittel aller Standorte ein Potenzial von 14 kg ha⁻¹. Diese Werte deuten auf ein geringes Niveau der herbsthlichen N-Verfügbarkeit hin⁵. Eine eindeutige Zuordnung steigender N_{min}-Gehalte

zur Art der Vornutzungen konnte aus diesem Datensatz nicht ermittelt werden. Tendenziell ist jedoch davon auszugehen, dass junge Brachen mit einer intensiven Vornutzung und entsprechend hohen N-Düngegaben zumindest im ersten Jahr der Stilllegung die höchsten N_{\min} -Gehalte im Oberboden aufweisen (Beispiel Standort VII). Hier kann es durch die meist schon im Herbst stattfindenden Vorbereitungsmaßnahmen zur Anlage einer KUP (Herbizideinsatz mit anschließendem Pflügen) zur schubartigen Freisetzung und damit zur Belastung des Sickerwasserleiters mit Nitrat kommen. So wurden auf Versuchsflächen am Standort Gütersloh (Podsol-Braunerden auf Pleistozänen Sanden,

Trinkwasserschutzzone II), die im Jahr vor einem KUP-Anbau noch intensiv ackerbaulich (Mais) beziehungsweise als Wechselgrünland genutzt wurden, herbstliche N_{\min} -Gesamtgehalte von $> 37 \text{ kg ha}^{-1}$ allein für die oberen 20 cm Bodentiefe ermittelt. Dabei lag der Anteil von Nitrat im Mittel aller Untersuchungspunkte ($n=6$) bei 48 %, der von Ammonium bei 13 % und der von N_{org} bei 39 %. Entsprechend hoch waren die dort in 70 cm Bodentiefe gemessenen anfänglichen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser ($> 100 \text{ mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$). Dagegen zeigten Parzellen des Wechselgrünlands, die im Herbst vor der Anpflanzung nicht gepflügt worden waren, trotz ebenfalls hoher herbstlicher N_{\min} -Gehalte deutlich

reduzierte Nitratgehalte im Sickerwasser (siehe dazu auch s. Abb. 2 im Abschnitt »Waldbau«).

Mit Hilfe von anfänglichen (herbstlichen) N_{\min} -Gehalten und unter Berücksichtigung der jeweiligen Landschaftsfunktionen eines zukünftigen KUP-Standortes (z. B. Trinkwassergewinnung) können wichtige Hinweise in Richtung einer möglichst naturverträglichen Bewirtschaftung von KUP-Flächen abgeleitet werden (z. B. Vermeidung erhöhter Nitratausträge bei Reduktion der Bodenvorbehandlung).

Stickstoffbilanz und Nährstoffversorgung

Stickstoffbilanz

Abbildung 2 zeigt die N-Bilanz, die auf der Grundlage von Untersuchungen an zwei ausgesuchten Pappelklonen (NE 42, *Populus maximowiczii* x *P. trichocarpa* und Max 4, *Populus nigra* x *P. maximowiczii*) am Standort „Georgenhof“ im Nordwestthessischen Bergland erstellt wurden. Die Untersuchungsflächen wurden bis in die 1970er Jahre als Ackerland genutzt. Seit ca. 1980 wurden im

Rahmen von Extensivierungsmaßnahmen Ölleinen und Sojabohnen angebaut. Eine Düngung fand ab diesem Zeitpunkt nicht mehr statt. Zwischen 1996 und 1997 wurden auf diesen Flächen mittels Stecklingen und Steckruten ca. 40 ha Pappel- und Weidenplantagen angelegt. Bis zum Untersuchungszeitpunkt (2006) wurden keine Erntemaßnahmen durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Bilanzierung betrug das Alter der

Anpflanzungen 9 (NE 42) beziehungsweise 10 (Max 4) Jahre.

Nach den bisher vorliegenden Messungen entspricht die Größenordnung des jährliche N-Eintrags über die Kronentraufe an diesem Standort in etwa der N-Menge, die pro Jahr im oberirdischen Holzzuwachs (incl. Rinde) gespeichert und über die Holzernte dem Standort auch wieder entzogen wird. Zusätzlich stehen den Beständen aus der

Netto-N-Mineralisation der Gesamt-vorräte während der Vegetationszeit ca. 70 kg N ha^{-1} zur Verfügung. Der Gesamt-N-Vorrat in 0-30 cm Bodentiefe beträgt ca. 5 t ha^{-1} , die über die Blattstreu jährlich umlaufende N-Menge beträgt ca. $100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Damit zeigt sich für die untersuchten Pappelbestände am Standort Georgenhof insgesamt eine positive N-Bilanz in der Größenordnung von $+36$ bis $+78 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Diese N-Anreicherung ist ohne zusätzliche Verluste möglich, da gleichzeitig allein über die jährliche Produktion der Blattstreu ($2-6 \text{ t}$ Trockenmasse $\text{ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) erhebliche Mengen an Kohlenstoff im Boden gespeichert werden.

KUP erweisen sich damit als förderlich hinsichtlich eines geschlossenen N-Kreislaufes. Gleichzeitig binden sie atmosphärische Luftverunreinigungen und fördern die C-Sequestrierung sowie den internen Stoffumsatz.

Nährstoffversorgung

Tabelle 1 zeigt über die Blattgehalte der oben beschriebenen Pappelbestände die aktuelle Nährstoffversorgung am Standort Georgenhof. Demnach sind beide Klone auch nach ca. 15 Jahren Extensivierung des Standortes ausreichend bis optimal mit Nährstoffen versorgt. Bilanzberechnungen ergaben, dass die verfügbaren Bodenvorräte an P, K, Ca und Mg an diesem Standort ein Vielfaches dessen betragen, was

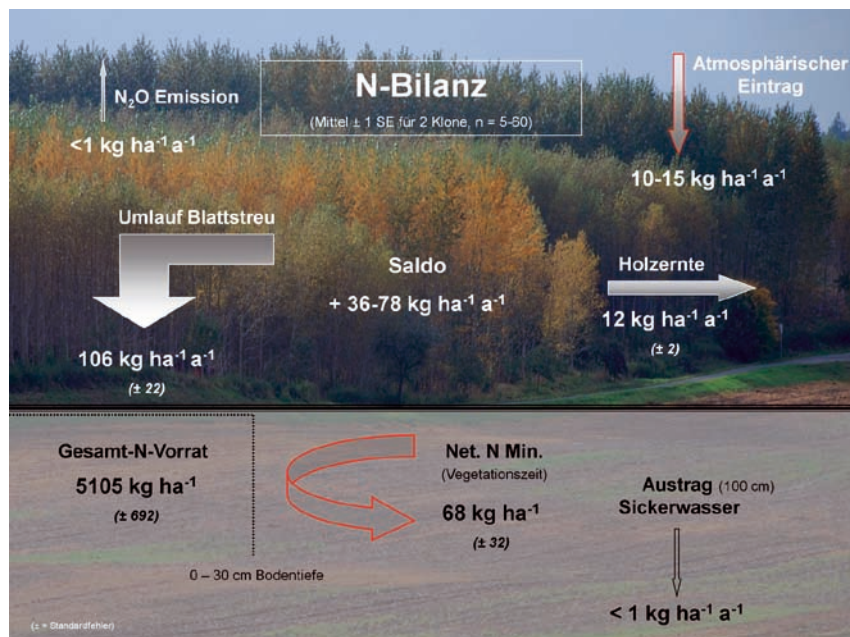


Abbildung 2: Stickstoff-Bilanz am Standort Georgenhof

Klon	N	P	K [mg g ⁻¹]	Ca	Mg
NE 42	17,8 (2,2)	1,7 (0,4)	12,3 (1,6)	20,9 (3,8)	2,2 (0,2)
Max 4	22,2 (1,5)	3,0 (0,3)	15,9 (1,3)	16,7 (3,9)	2,2 (0,2)
Optimum ⁸	17–30	1,0–4,4	7–20	3–17	1,4–4,0

Tabelle 1: Mittlere Nährstoffgehalte in Blättern (\pm STABW) zweier Pappelklone am Standort Georgenhof⁷

über die Holzernte (incl. Rinde, ohne Blätter) den Beständen entzogen wird. Hinsichtlich der N-Versorgung reichen allein die Einträge aus der atmosphärischen Deposition aus, um die Bestände ausreichend mit Stickstoff zu versorgen (s.o.). Düngungsmaßnahmen sind demnach für diese Bestände und die genannten Nährstoffe nicht nötig.

Gleiches gilt prinzipiell auch für weitere Untersuchungsstandorte, auch auf ärmeren Ausgangssubstraten (Beispiel ärmere bis mittlere Sande, Landkreis Uelzen). Abbildung 3 zeigt, dass bei einer Vielzahl von meist jüngeren Pappel-Untersuchungsflächen im Landkreis Uelzen hinsichtlich der Hauptnährelemente N, P, K keine akuten Unterversorgungen festzustellen sind. Dagegen

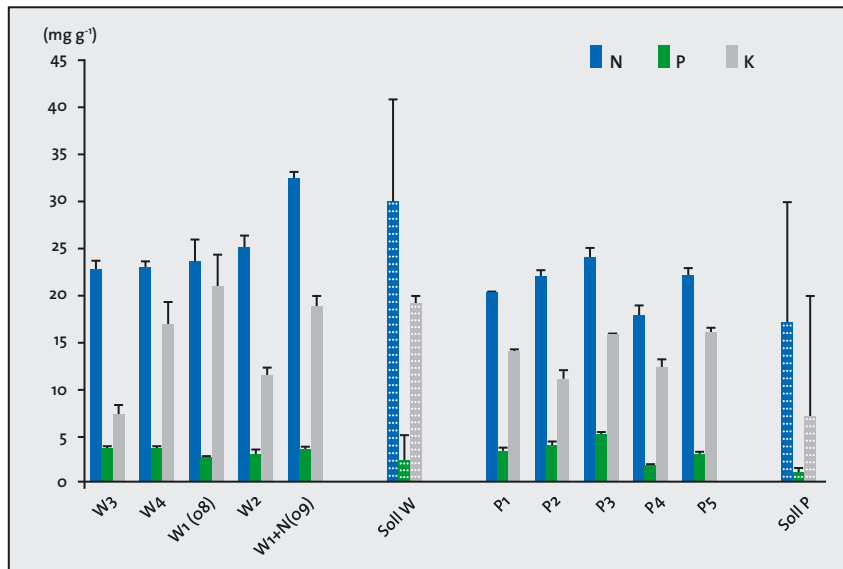


Abbildung 3: Mittlere Blattgehalte (\pm Standardfehler) verschiedener Weiden- (W) und Pappelplantagen (P) im Landkreis Uelzen, zweijährig (2008) sowie nach erster Ernte und anschließender N-Düngung (W1+N (09)), incl. Sollwerte einer minimalen/optimalen Ernährung (gepunkteter/ Streubereich)^{6,8}, P4 und P5 Standort Georgenhof.

liegen alle Weidenstandorte bezogen auf die N-Versorgung (Ausnahme W1 nach erster Ernte, anschließender N-Düngung und Wiederaufwuchs 2009) und die Standorte W2, W3, W4 bezogen auf die K-Gehalte an der unteren Grenze zur optimalen Ernährung. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass mit zunehmendem Alter insbesondere für Kalium über die Tiefendurchwurzelung auch zusätzliche Nährstoffressourcen erschlossen werden, die in den ersten Aufwuchsjahren nicht zur Verfügung standen. Daher sollte

nach wiederholten Ernten aber auch vor entsprechenden Düngemaßnahmen unbedingt die ausreichende Nachlieferung insbesondere von Kalium über Blattanalysen überprüft werden.

Bezüglich der N-Versorgung zeigen jüngste Messergebnisse, dass der jährliche N-Eintrag allein im Freiland mit 8-10 kg N ha⁻¹ zu veranschlagen ist⁹. Hinzu kommt der Anteil der so genannten trockenen Deposition (Partikel), der in manchen Regionen erheblich zur N-Gesamtdosition beitragen kann.

Insgesamt kann im Mittel für Kurzumtriebsbestände derzeit von Eintragsraten von ≥ 10 kg N ha⁻¹ a⁻¹ ausgegangen werden, so dass der durch die Erntemaßnahmen entstehende Entzug von N allein durch die jährlichen Einträge aus der atmosphärischen Deposition kompensiert wird.

Dies gilt insbesondere für Gebiete mit einer hohen Viehdichte und entsprechend hohen Emissionstaren von reduzierten N-Verbindungen (NH₃ und NH₄). Gleichzeitig erhöht sich mit fortschreitendem Alter von Kurzumtriebsplantagen durch die Zunahme der Bestandeshöhe die Rauigkeit und damit die Filterwirkung des Kronendaches gegenüber Luftverunreinigungen. Es kommt zum Anstieg der Interzeptionsdeposition, auch von luftgetragenen N-Komponenten.

Dennoch erscheint eine Überprüfung der bodenbürtigen Verfügbarkeit von N wichtig und sinnvoll. Aus einer Frühjahrs-N_{min}-Untersuchung kann die zukünftige Versorgungslage der KUP-Anlagen abgeschätzt werden. Bei relativ niedrigen N_{min}-Gehalten (< 10 kg ha⁻¹ im Oberboden) sollte eine ausreichende N-Versorgung über die Analyse von Blattproben des aufwachsenden Bestandes abgesichert werden.

Bewertung des Wasserhaushalts

Vorliegende Anbauempfehlungen gehen von einer ausreichenden Versorgung mit Niederschlagswasser aus, wenn im Jahr mindestens 500 mm bzw. in der Vegetationszeit mindestens 300 mm an Niederschlägen fallen^{3,4,5}. Dabei wird jedoch die Funktion des Bodenwasserspeichers (nWK) oftmals nicht explizit berücksichtigt. Es wird lediglich auf die möglicherweise wegfallende Grundwasserneubildung (GWN) hingewiesen.

Im Rahmen von NOVALIS wurden KUP-Bestände im Hinblick auf den Wasserhaushalt vergleichend betrachtet¹⁰. Bei den hier ausgewählten Beispielen unterscheiden sich: i) die geographische Lage und damit das Klima (Nord-Hessisches Bergland, Standort Georgenhof versus Nord-Ostdeutsches Tiefland, mit den Standorten Cahnsdorf in Brandenburg), ii) das Alter und die Baumart (Georgenhof: Pappel, 13jährig; Cahnsdorf: Neuanlage 2007, vorwiegend Weide) und iii) die Bodenverhältnisse (Georgenhof: mäßig versorgter Lößstandort über Buntsandsteinverwitterungsmaterial, kein Grundwasseranschluss; Cahnsdorf mäßig bis arme periglaziale Sande, z.T. mit Grundwasseranschluss).

Bei KUP muss grundsätzlich zwischen der Aufwuchsphase und der späteren Bewirtschaftungsphase unterschieden werden. Daher wurde versucht, den Wasserhaushalt beider Wachstumsphasen durch unterschiedliche Parametrisierung

des Modells in zwei Szenarien abzubilden: In der Aufwuchsphase wurde der Blattflächenindex (LAI) während der Vegetationszeit von Mai bis Ende September auf 1 gesetzt und die Durchwurzelungstiefe beschränkte sich auf die oberen 30 Zentimeter des Mineralbodens. Für die Abschätzung der Interzeption wurden die Benetzungskapazität¹ auf 0,1 mm und der Anteil des durchfallenden Niederschlags auf 90 % des Gesamtniederschlags eingestellt. In der Bewirtschaftungsphase wurde der LAI während der Vegetationszeit auf 6 eingestellt und die Durchwurzelung erstreckte sich über das gesamte Bodenprofil (Georgenhof = 80 cm, Cahnsdorf = 120 cm).

Bisherige Untersuchungen zum Wasserhaushalt von KUP mit Pappel und Weide zeigen, dass die Evapotranspiration (ET) während der Vegetationszeit mit 2 bis 6 mm pro Tag zu veranschlagen ist¹¹. Unter sommerlichen Trockenphasen oder nach Düngung kann die ET jedoch auch auf Werte über 7 mm pro Tag ansteigen. Damit liegt die ET von KUP in etwa doppelt so hoch wie die in mitteleuropäischen Forsten. In der vorliegenden Studie beträgt die tägliche ET in der Vegetationszeit zwischen 2,5 mm (Kummerow) und 3,0 mm (Georgenhof; Cahnsdorf = 2,9 mm) und liegt damit im Durch-

schnitt des oben zitierten Wertebereichs.

Abbildung 4 und 5 geben die Ergebnisse der Wasserhaushaltsmodellierung für den Standort Georgenhof wieder. Die Jahresniederschläge schwankten zwischen 594 mm und 918 mm. Dem mit 594 mm niederschlagsarmen Jahr 2006 folgte ein überdurchschnittlich feuchtes Jahr, in dem die Niederschläge mit 918 mm das 30-jährige Mittel um 35 % übertrafen. Die relativ geringen Niederschläge im Jahr 2006 und die damit verbundene niedrige Infiltrationsrate wirkten sich besonders auf die aktuelle Transpiration (T_a) und die Versickerung negativ aus, wobei letztere nahezu zum Erliegen kam (s. Abb. 4). Die mittlere Tiefenversickerung – und damit die potenzielle Rate der Grundwasserneubildung – liegt am Standort Georgenhof im Beobachtungszeitraum 2006-2008 lediglich bei 10 % der eingehenden Niederschläge. Sie wird vornehmlich gefördert durch das überdurchschnittlich niederschlagsreiche Jahr 2007. Die mittlere aktuelle Verdunstung (T_a) liegt bei 50 %, die aktuelle Evaporation (E_a) bei 14 % und die Interzeption bei 24 %, bezogen auf die mittlere Niederschlagsrate im Untersuchungszeitraum.

¹ Grenzwert für die Regenmenge, die den Boden nicht erreicht.

Insbesondere in relativ trockenen Jahren kann die Versickerung unter KUP trotz Niederschlagsraten von 594 mm nahezu gänzlich zum Erliegen kommen. Entsprechend gefährdet sind nachgeschaltete Öko- oder sonstige Nutzsyste, die auf eine kontinuierlich und mehr oder weniger gleichbleibende Nachlieferung an Grundwasser angewiesen sind (Feuchtbiopte, Trinkwassergewinnung, Aquakulturen).

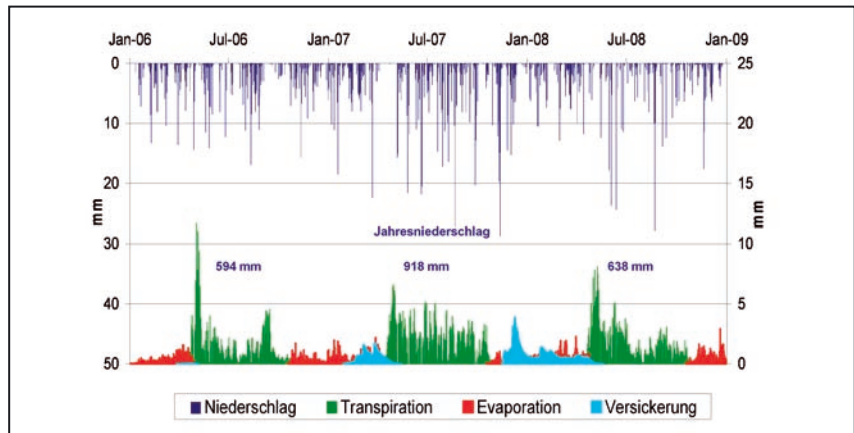


Abbildung 4: Tagesverläufe der Niederschläge 2006-2008 (oben) sowie modellierte Raten der Transpiration, der Evapotranspiration und der Tiefenversickerung (unten), Standort Georgenhof, Pappel 13-jährig (langjähriges Niederschlagsmitte = 677 mm)

Im Vergleich zum langjährigen Mittel ergaben die Klimadaten für den Standort Cahnsdorf im Simulationszeitraum 2007 einen überdurchschnittlich hohen Jahresniederschlag (+128 mm; s. Abb. 6). Dabei liegt die modellierte Versickerung für die Aufwuchsphase bei ca. 70 % (s. Abb. 6) und in der Bewirtschaftungsphase bei lediglich 6 % der eingehenden Niederschläge (s. Abb. 7).

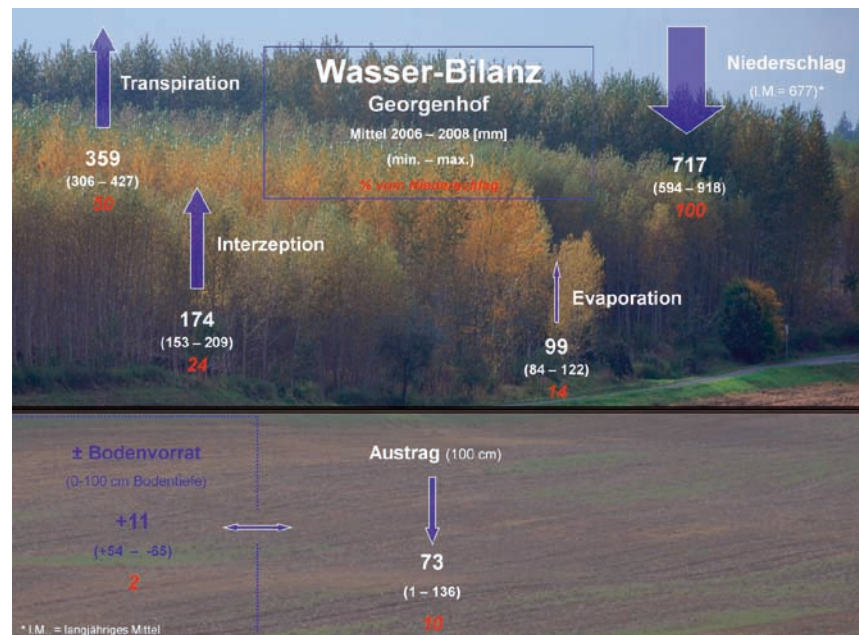


Abbildung 5: Wasserbilanz am Standort Georgenhof, Pappel 13-jährig^o

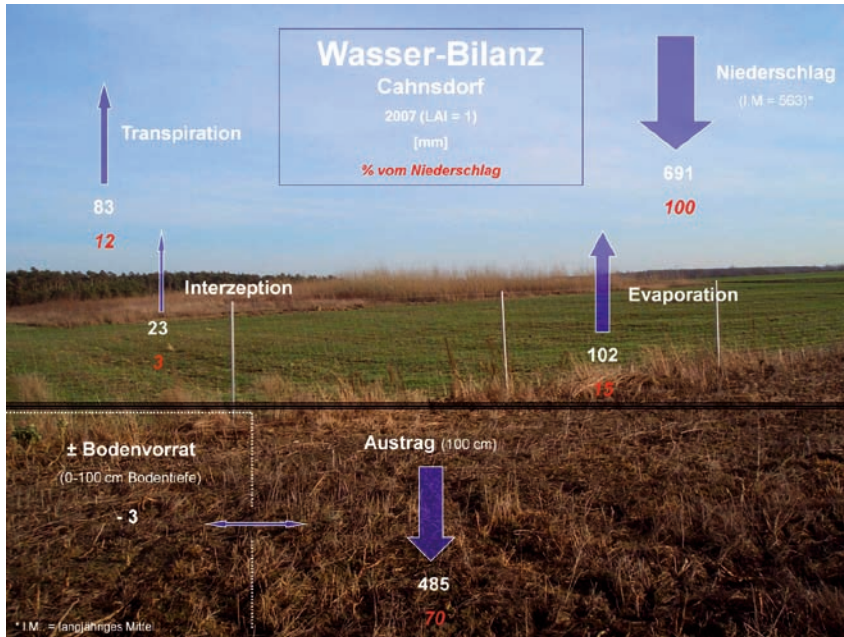


Abbildung 6: Wasserbilanz am Standort Cahnsdorf, Bewirtschaftungsphase (LAI = Blattflächenindex)¹⁰

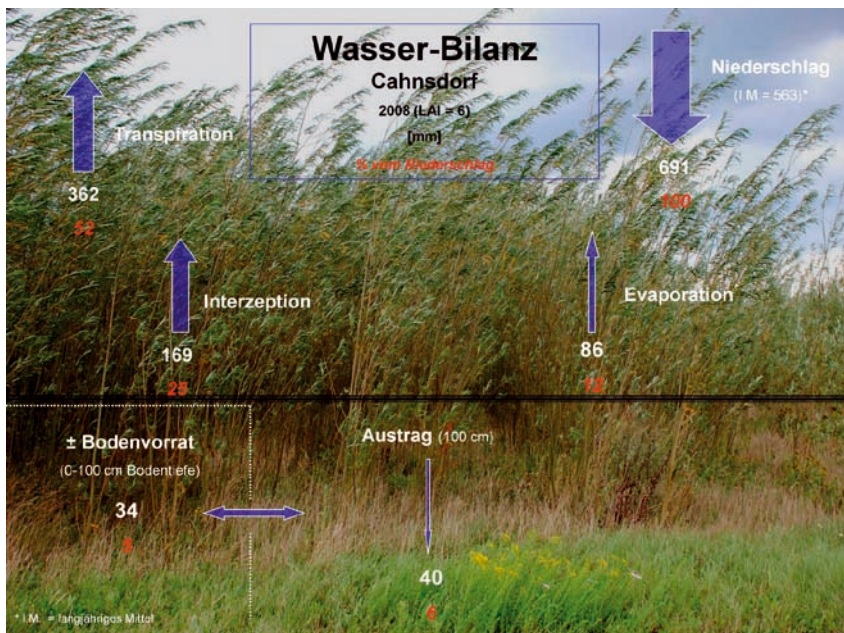


Abbildung 7: Wasserbilanz am Standort Cahnsdorf, Bewirtschaftungsphase (LAI = Blattflächenindex)¹⁰

Vor der Anlage von zumindest größeren KUP-Flächen sollte geprüft werden, welche speziellen Landschaftsfunktionen die Versickerung im jeweiligen Anbaugelände hat und welche Reduktion der Grundwasserneubildung durch den Betrieb einer KUP gegebenenfalls toleriert werden kann.

Umgekehrt kann über den Betrieb von KUP eine erhebliche Menge an überschüssigem Bodenwasser verdunstet werden. Damit ergibt sich die Möglichkeit, KUP-Flächen in überflutungs- und erosionsgefährdeten Gebieten als Element des Landschaftsschutzes zu integrieren.

Kohlenstoffakkumulation und Aspekte zur Rückwandlung von KUP in Ackerland

Kohlenstoffakkumulation

In etablierten Agrarholzplantagen werden dem Boden über die Blattstreu jährlich mehrere Tonnen an organischer Substanz zugeführt. Nach bisher vorliegenden Erkenntnissen kommt es dadurch im Oberboden zur Anreicherung von organisch gebundenem Kohlenstoff (C) in der Größenordnung von $1 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, wobei sich mit zunehmendem Alter eine Sättigung einstellt¹². Zudem muss in Abhängigkeit von der Art der Vornutzung und den Bodeneigenschaften mit starken Schwankungen dieser C-Anreicherung gerechnet werden.

Insbesondere für ärmere Standorte kann davon ausgegangen werden, dass sich nach mehreren Jahren KUP-Anbau der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff im Oberboden um ca. 30 – 40 % erhöht.

Aspekte zur Rückwandlung von KUP in Ackerland

Zur Rückführung einer KUP-Fläche in Ackerland wird der Einsatz einer Rodungsfräse empfohlen^{3,4}. Nach neueren Feldversuchen bewährt sich dabei eine niedrige Arbeitsgeschwindigkeit, um eine ausreichende Zerkleinerung der Stöcke zu erreichen (d.h., 80 % des Stockgutes in der Größenklasse »fein« mit < 10 bzw. »mittel«, mit < 30 cm Länge). Dabei lag die Bearbeitungstiefe auf einer 1996 angelegten und 2006 gerodeten Tagebau-Rekultivierungsfläche zwischen 25 bis 40 cm. Die Menge an Biomasse, bezogen auf eine mittlere Bodentiefe von 35 cm, betrug bei Pappel ca. $6,4 \text{ t (atro) ha}^{-1}$ und bei Robinie $9,3 \text{ t (atro) ha}^{-1}$. Es wird erwogen, diese relevante Menge an Stockbiomasse ebenfalls der Nutzung zuzuführen¹³.

Aus bodenökologischer Sicht sollte berücksichtigt werden, dass eine zusätzliche Nutzung von Wurzelholz erheblich zur Reduktion der über das Bestandesleben einer KUP im Boden gebundenen C-Vorräte beitragen kann. Damit würde sich die C-Bilanz von KUP deutlich verschlechtern.

Zudem können insbesondere die feineren Rodungsrückstände zur Stabilisierung des durch den massiven Eingriff der Bodenbearbeitung bereits gefährdeten Bodengefüges beitragen. Zur Vermeidung von initialen Nährstoffausträgen nach einer Stockrodung wird das sofortige Einbringen einer raschwüchsigen Zwischenfrucht empfohlen.

Weiterführende Literatur

1. Meiresonne, L., Schrijver, A.D., Vos, B. De (2007) Nutrient cycling in a poplar plantation (*Populus trichocarpa* x *Populus deltoides*, 'Beaupré') on former agricultural land in northern Belgium. *Canad. Journal Forest Res.* 37: 141 - 155.
2. Robinson, B. H., Mills, T.M., Petit, D., Fung, L.E., Green, S.R. & Clothier, B.E. (2000) Natural and induced cadmium-accumulation in poplar and willow: Implications for phytoremediation. *Plant and Soil* 227: 301 - 306.
3. Boelcke, B. (2006) Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg. Ministerium f. Ernährg., Landw., Forsten u. Fischerei Mecklenburg-Vorp. Schwerin.
4. Hofmann, M. (2007) Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Hrsg. Fachagentur Nachwachs. Rohstoffe e.V. (FNR). Gülzow.
5. Röhricht, C., Ruscher, K. (2004) Anbauempfehlungen für schnellwachsende Baumarten. Hrsg. Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft. Leipzig.
6. Hall RL (2003) Short rotation coppice for energy production hydrological guidelines, B/CR/00783/GUIDELINES/SRC URN 03/883, Centre for Ecology and Hydrology [online]. www.defra.gov.uk/farm/crops/industrial/research/reports/nfo416.pdf [zitiert am 23.11.2009]
7. Lamersdorf, N., Petzold, R., Schwärzel, K., Feger, K.-H., Köstner, B., Moderow, U., Bernhofer, C., Knust C. (2010) Bodenökologische Aspekte von Kurzumtriebsplantagen. In: AGROWOOD - Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven, Dresden (im Druck).
8. Bungart, R., Hüttl, R. F. (2004) Growth dynamics and biomass accumulation of 8-year-old hybrid poplar clones in a short-rotation plantation on a clayey-sandy mining substrate with respect to plant nutrition and water budget. *European Journal of Forest Research* 123, 105 - 115.
9. Service Umweltbundesamt (UBA): Vorbelastungsdaten Stickstoff TA Luft Nr. 4.8 - Genehmigungsverfahren [online]. <http://gis.uba.de/website/depo1/viewer.htm> [zitiert am 23.11.2009].
10. Lamersdorf, N. und Schulte Bisping, H. (2010) Zum Wasserhaushalt von Kurzumtriebsplantagen. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 1/2010 (im Druck).
11. Dimitriou, I., Busch, G., Jacobs, S., Schmidt-Walter, P., Lamersdorf, N. (2009) A review of the impacts of Short Rotation Coppice cultivation on water issues. *Landbau-forschung – vTI Agriculture and Forestry Research* 59, 197 - 206.
12. Meyer-Marquart, D., Feldwisch, N., Lendvaczky, T. (2006) Vorstudie – Rahmenbedingungen und Potenziale für eine natur- und umweltverträgliche energetische Nutzung von Biomasse im Freistaat Sachsen. Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geol., Dresden.
13. Landgraf, D., Böcker, L., Wüstenhagen, D. (2009) Rodungsfräsen zur Rückumwandlung von Schnellwuchsplantagen? *AFZ – Der Wald* 6, 284 - 285.

Pflanzenvielfalt

Franz Kroiher, Sarah Baum, Andreas Bolte

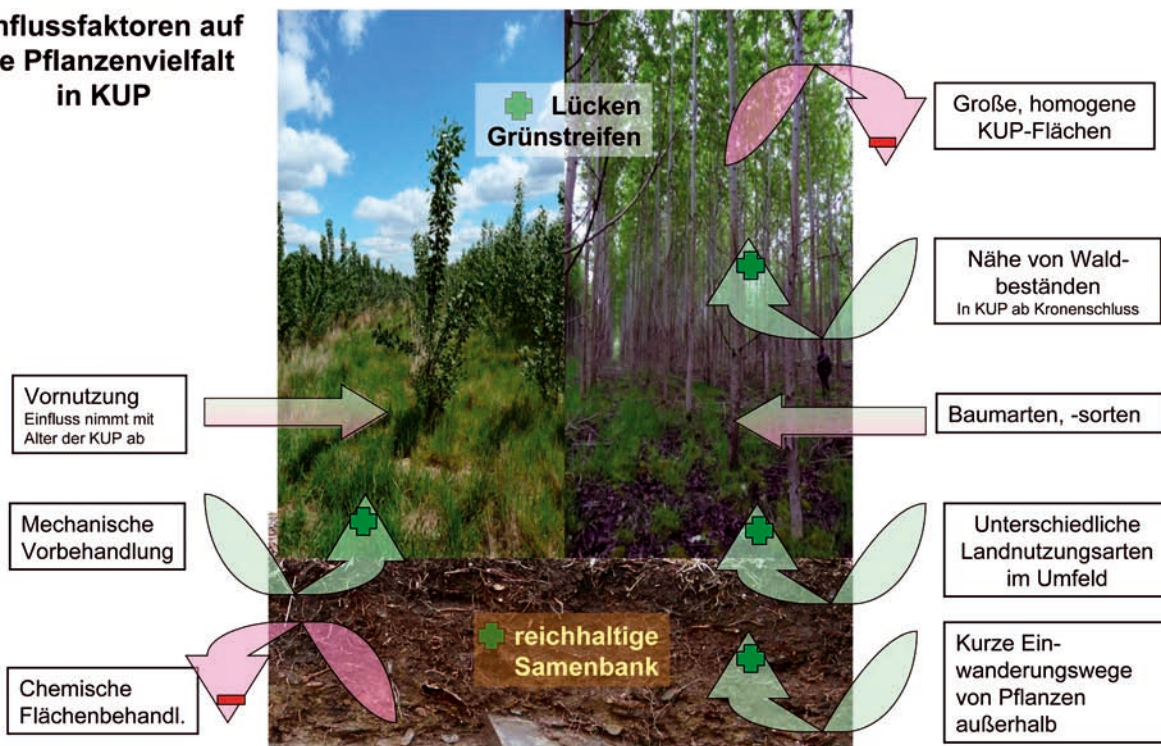
Einleitung

Kurzumtriebsplantagen (KUP) können neben der angebauten Gehölzart auch vielen Pflanzenarten der Bodenvegetation einen Lebensraum schaffen, insbesondere im Bereich zwischen den Gehölzreihen. Hier finden sich als Begleitwuchs häufig weit verbreitete Arten,

gelegentlich aber auch seltene und schützenswerte Pflanzen^{1,2}. Die Flächenauswahl, die Bestandesgröße und Pflanzdichte sowie die Intensität der Bewirtschaftung wirken sich stark auf die Pflanzenvielfalt aus. Daher liegt es in der Verantwortung der Landwirte, welchen Lebensraum

sie einem bisweilen vielfältigen Begleitwuchs belassen. Im Folgenden werden die Einflüsse der Bewirtschaftung auf die Pflanzenvielfalt in KUP dargestellt und Hinweise auf einen umweltgerechten Anbau von KUP aus Sicht der Pflanzenvielfalt gegeben (s. Abb. 1).

Einflussfaktoren auf die Pflanzenvielfalt in KUP



Geeignete Umgebung von Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Kurzumtriebsplantagen (KUP) stehen nicht isoliert da, sondern sie sind zusammen mit anderen Landnutzungsformen in der Umgebung wie z. B. Äckern, Grünland oder Wäldern in die Landschaft eingebunden³.

Da jede Landnutzungsform einen eigenen Lebensraum darstellt, wirken sich eine enge Vernetzung sowie eine vielfältige Mischung von KUP und anderen Landnutzungsformen positiv auf die Artenvielfalt aus. Grund hierfür sind kürzere Einwanderungstrecken von Arten aus anderen Nutzungsformen. So sind Waldarten in KUP umso häufiger anzutreffen, je näher ein Wald an der KUP liegt².

Einen positiven Beitrag zur Landschaftsgestaltung und -strukturierung können KUP insbesondere in großflächig und einheitlich agrarisch geprägten Landschaften leisten und hier die Pflanzenartenvielfalt erhöhen⁴. Der neue Lebensraum mit längerer Bodenruhe und (meist) extensiverer Bewirtschaftung kann schon nach wenigen Jahren zu einer erhöhten Artenvielfalt beitragen^{5,6,7}.

Die Flächenanlage von KUP lohnt sich aus Sicht der Pflanzenvielfalt besonders in ausgeräumten, agrarisch geprägten Landschaften.

Dabei sollte auf die Vernetzung von KUP mit anderen Landnutzungsformen geachtet werden, um das Lebensraumpotenzial von KUP optimal zu nutzen.

Flächengröße

Die Flächenausdehnung von KUP hat Auswirkungen auf die Pflanzenvielfalt. Große, homogene KUP (> 20 ha) haben auf einheitlichen Standorten meist keine höhere Pflanzenartenvielfalt als kleinere Bestände unter einem Hektar⁴ (s. Abb. 2).

Es empfiehlt sich bei großen KUP, Bestandesblöcke von nicht mehr als einem Hektar anzulegen. Grünstreifen oder eingebettete Wege zwischen den Blöcken erweitern das

Artenspektrum, wie auch hektarweise variierende Umtriebszeiten (Rotationsalter). Ebenso haben Randzonen zu den angrenzenden Landnutzungsformen mit eventuell vorgelagertem Übergangstreifen einen positiven Einfluss³.

Die Flächengröße einzelner KUP sollte möglichst auf 1 ha Größe begrenzt werden.

Bei größeren KUP sollte durch die Variation von Umtriebszeiten innerhalb der Gesamtfläche oder durch die Einbindung von anderen Formen der Landnutzung (Grünstreifen) der Anteil von Randzonen erhöht werden.

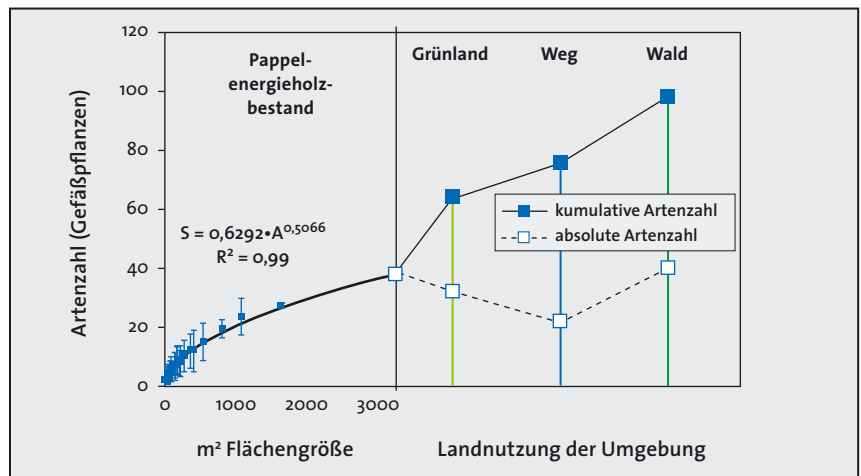


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Flächengröße einer acht- bis neunjährigen KUP (Georgenhof, Hessen) und der Artenanzahl von Gefäßpflanzen; Vergleich von KUP mit benachbarten Landnutzungsformen²

Flächenvorbereitung und Begleitwuchskontrolle

Ohne eine Flächenvorbereitung wird die Artenzusammensetzung in einer KUP sowohl von einwandernden Arten als auch von den im Boden vorhandenen Samen bestimmt⁸. Flächenvorbereitungen werden vorgenommen, um das Anwachsen von Kulturen zu fördern und entwicklungshemmenden Begleitwuchs zu unterdrücken. Zur Eindämmung der Begleitvegetation werden chemische und mechanische Bekämpfungsmaßnahmen angewandt.

Eine chemische Bekämpfung in Form einer Vorauflaufbehandlung oder eines z.T. wiederholten Herbizideinsatzes in der Anwuchsphase hat einen erheblichen Artenrückgang oder gar die (fast) komplette Vernichtung der Begleitvegetation zur Folge^{4,9}. Der Einsatz einer rein mechanischen Flächenvorbereitung (Pflügen, Fräsen, etc.) kann dagegen die Artenvielfalt erhöhen, da ein konkurrenzfreier Lebensraum für konkurrenzschwache Offenlandarten geschaffen wird (s. Abb. 3). Insbesondere auf nährstoffarmen Standorten mit möglichen Anwuchsproblemen

und geringer Konkurrenzkraft der Agrarholzarten wie Pappel oder Weide kann ohne chemische Behandlung eine intensive mechanische Kontrolle der Begleitvegetation notwendig sein¹⁰. Daher ist ein KUP-Anbau auf genügend nährstoffreichen und wasserversorgten Standorten als vorrangig anzusehen, um auf chemische Bekämpfungsmaßnahmen verzichten zu können¹¹.

- Nährstoffarme und schlecht wasserversorgte Standorte mit einer geringen Wuchs- und Konkurrenzkraft sollten vom KUP-Anbau verschont bleiben.
- Mechanische Verfahren der Flächenvorbereitung und Begleitwuchskontrolle sollten bevorzugt zum Einsatz kommen.

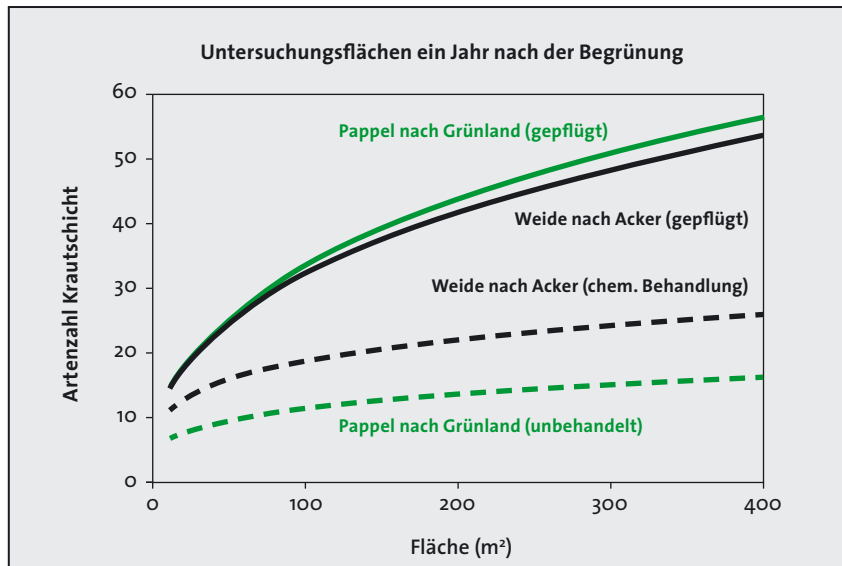


Abbildung 3: Vergleich der Artenanzahl von Krautschichtpflanzen auf einjährigen KUP-Flächen mit unterschiedlicher Flächenvorbereitung (Hamerstorf/Uelzen, 2007)

Baumarten- und Sortenwahl

Unterschiedliche Wuchsformen und standörtliche Ansprüche der KUP-Gehölze wie Pappel- oder Weidenarten und deren Klone führen zu unterschiedlichen Existenzbedingungen für die Bodenvegetation. Der Schlüsselfaktor ist das Licht unter dem Blätterdach und die Zersetzungsgeschwindigkeit der Blätter. Blatt- und Verzweigungsformen



sowie die Schnelligkeit, mit der sich das Blätterdach schließt, beeinflussen den Lichteinfall auf den Boden maßgebend³.

Großblättrige Pappelsorten wie „Muhle-Larsen“ und „Rap“ weisen im Sommer ein ungünstiges Lichtklima auf, das zu einer Ausdunkelung der Bodenvegetation führt. Weidenarten hingegen lassen durch ihren relativ buschigen Wuchs und ihre schmalen Blätter mehr Licht auf den Boden⁶. Eine unterschiedliche Nährstoffausstattung der Standorte beeinflusst das Wachstum und damit auch den Zeitpunkt des Kronenschlusses, der die Bodenbelichtung rapide

vermindert¹². Gehölzartenwahl und Umtriebszeit (s. folgender Abschnitt) sollten auf die spezifischen Standortbedingungen abgestimmt sein.

Neben der Belichtung am Boden ist auch die Blattstreu für die Begleitvegetation von Bedeutung. Diese beeinflusst zum einen durch ihre Zersetzung die Nährstoffzufuhr^{4,13}. Zum anderen nimmt die Blattstreu durch eine längere Bedeckung dem Begleitwuchs das Licht und führt zu ungünstigen klimatischen Bedingungen unter der Streuschicht. Hier schnitten großblättrige Balsampappelsorten wie „Muhle-Larsen“

und „Rap“ schlechter ab als Aspe und Weidenarten mit kleineren Blättern⁶.

■ Großblättrige Pappelsorten sollten wegen des erhöhten Lichtkonsums vermieden werden.

■ Zeiträume mit geringer Bodenbelichtung nach dem Kronenschluss sollten durch eine standortsangepasste Wahl von Arten und Sorten, Pflanzdichte und Umtriebszeit begrenzt werden.

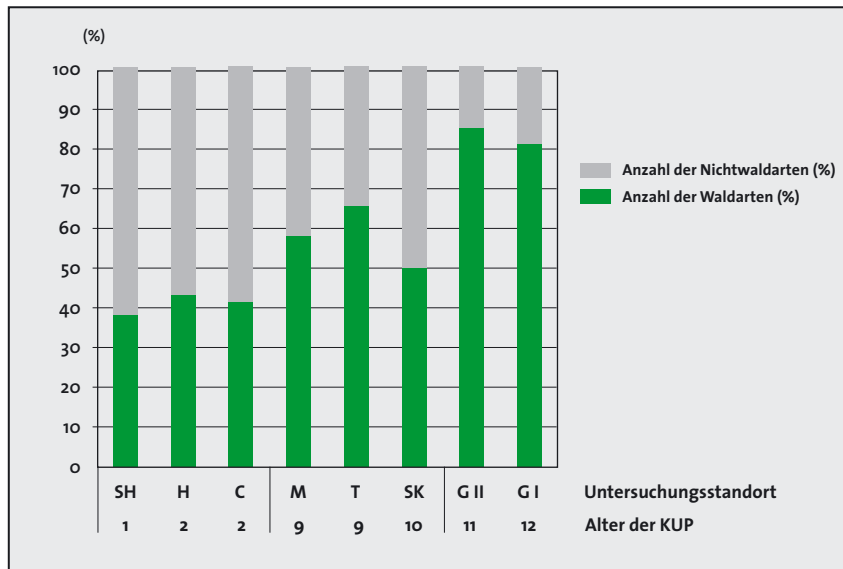


Abbildung 4: Prozentualer Anteil der Wald- und Nichtwaldarten⁷ in Energieholzbeständen auf verschiedenen Untersuchungsstandorten, SH = Sudheide (NRW); H = Hammerstorf (NS); C = Cahnsdorf (BB); M = Methau (S); T = Thammenhain (S); SK = Skäßchen (S); G = Georgenhof (H);²

Umtriebszeiten

Kurzumtriebsplantagen werden in mehrfachem Umtrieb von zwei bis mehr als zehn Jahren bewirtschaftet; d.h. nach diesen Zeiträumen werden die Bestände erdbodennah abgeschnitten und geerntet. Aus den verbleibenden Stöcken und Wurzeln schlagen die Gehölze wieder aus und wachsen zwei bis zehn Jahre bis zur nächsten Ernte. Weidenbestände

werden meist nach zwei bis fünf Jahren und Pappelbestände nach vier bis sechs bzw. maximal zehn Jahren genutzt.

Kurze Umtriebszeiten von weniger als drei Jahren führen zu einer Zunahme der Artenvielfalt. Durch die Verhinderung des weitgehenden Kronenschlusses wird die lichtliebende Begleitvegetation erhalten. Insbesondere was die

einjährigen Arten betrifft, wirkt sich das hohe Lichtangebot zu Beginn der Umtriebszeit positiv aus^{14,15}.

Bei längeren Umtriebszeiten gleichen sich die Lichtbedingungen in KUP im Laufe der Jahre denen von Wäldern an. Es treten zunehmend Waldarten auf, die an Halblicht- und Schattenbedingungen angepasst sind (s. Abb. 4).

Ob sich bei längeren Umtriebszeiten nach der Ernte und dadurch höherer Belichtung wieder eine lichtliebende Vegetation einstellt, ist unklar und bedarf weiterer Erforschung. Es bietet sich insbesondere bei KUP mit längeren Umtriebszeiten an, einzelne Bereiche mit kürzeren Umtriebszeiten zu integrieren. Um den Nährstoffaustrag durch die Ernte möglichst gering zu halten, sollte nach dem Blattabwurf geerntet werden¹⁶.

- Innerhalb einer KUP sollten unterschiedliche Umtriebszeiten verwendet werden.
- Lange Phasen mit einem dichten Kronenschluss und einer entsprechend geringen Bodenbelichtung sollten vermieden werden.

Weiterführende Literatur

1. Delarze, R., Ciardo, F. (2002) Rote Liste-Arten in Pappelplantagen. Informationsblatt Forschungsbe- reich Wald 9, WSL Birmensdorf, 3-4.
2. Kroiher F., Bielefeldt J., Bolte A., Schulter M. (2008) Die Phytodi- versität in Energieholzbeständen – erste Ergebnisse im Rahmen des Projektes NOVALIS. Archiv f. Forstwesen u. Landschaftsökolo- gie 42 (4), 158-165.
3. Bielefeldt, J., Bolte, A., Busch, G., Dohrenbusch, A., Kroiher, F., Lamersdorf, N., Schulz, U. & Stoll, B. (2008) Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. – In: Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. NABU – Naturschutzbund Deutschland e.V., Berlin, p. 68.
4. Gustafsson L. (1987) Plant conser- vation aspects of energy forestry – a new type of land use in Sweden. For. Ecol. Manage. 21, 141-161.
5. Heilmann, B., Makeschin, F., Reh- fuess, K.E. (1995) Vegetationskund- liche Untersuchungen auf einer Schnellwuchsplantage mit Pappeln und Weiden nach Ackernutzung. Forstw. Cbl. 114, 16-29.
6. Weih, M., Karacic, A., Münkert, H., Verwüst, T., Diekmann, M. (2003) Influence of young poplar stands on floristic diversity in agricultural landscapes (Sweden). Basic Appl. Ecol. 4, 149-156.
7. Burger, F. (2004) Energiewälder und Ökologie. Positive Auswir- kungen auf Flora, Fauna und Boden. LWF aktuell 48/2004, Freising, 26-27.
8. Stoll B., Dohrenbusch A. (2008) Der Einfluss der Flächenvornut- zung (Acker, Grünland) auf den Anwucherfolg von Energie- holzplantagen – waldbauliche Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS; Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Land- schaftsentwicklung – Band 6; Seiten 163-167.
9. Wolf , H., Böhnisch B. (2004) Abschlussbericht – Modellvor- haben StoraEnso / Verbund- vorhaben – Pappelanbau für die Papierherstellung, Förder- kennzeichen 95 NR 142 / 00 NR 094; Sachsenforst, OT Graupa; Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna; 73 Seiten.
10. Danfors B., Ledin S., Rosenqvist H. (1998) Short-rotation willow coppice. SIAE (Swedish Institute of Agricultural Engineering), Uppsala, 40pp.
11. Hoffmann, D., Weih, M. (2005) Limitations and improvement of the potential utilisation of woody biomass for energy derived from short rotation woody crops in Sweden and Germany. Biomass and Bioenergy 28, 276-279.
12. Lamersdorf, N., Bielefeldt, J., Bolte, A., Busch, G., Dohrenbusch, A., Kroiher, F., Schulz, U., Stoll, B. (2008) Das Projekt NOVALIS: zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Land- wirtschaft. Arch. Forstwesen Landschaftsökol. 42, 3: 138-141.
13. Vesterdall, L., Van der Salm, C., Rosenqvist, L., Hansen, K. (2004) Thema 4: Carbon sequestration, IN: Hansen K., Vesterdal L., (eds.) (2004): AFFOREST – Guidelines for planning afforestation on previously managed arable land; Forest & Landscape, Hørsholm; ISBN: 87-7903-175-7.
14. Laquerbe, M. (1999) Richesse spécifique et phytomasse des sous-bois de peupleraies cultivées en bordure de Garonne (Sud-Ouest de la France). Ann. For. Sci. 57, 767-776.
15. Cunningham, M., Bishop, J.D., McKay, H.V. & Sage, R.B. (2004) The Ecology of Short Rotation Coppice Crops – ARBRE Monitor- ing. B/U1/00727/00/REPORT, ETSU, Oxford.
16. Schildbach, M., Grünewald, H., Wolf, H., Schneider, B.-U. (2009) Begründung von Kurzumtriebs- plantagen: Baumartenwahl und Anlageverfahren. In: Reeg, T., Bemmman, A., Konold, W., Murach, D., Spiecker, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim: WILEY-VCH, S. 57-71.

Zoodiversität

Förderung der Tierwelt auf Kurzumtriebsplantagen

Ulrich Schulz, Oliver Brauner, Holger Gruß, Claudia Mannherz



Grünes Heupferd (*Tettigonia viridissima*) auf Pappelblatt beim Fressen eines Pappelblattkäfers (Foto von O. Brauner, KUP Cahnsdorf; Juni 2008)

Einleitung

Die Vielfalt der Tiere (= Zoodiversität) auf Energieholzflächen kann sehr unterschiedlich sein und hängt von verschiedenen Rahmenbedingungen

ab, wie z. B. der umgebenden Landschaft, dem Alter und der Strukturausprägung auf der Fläche^{1,4,6,11,12,17,18,19}. Die ökologischen

Funktionen der Kurzumtriebsplantagen sind dabei sehr unterschiedlich: So können Tiere sie beispielsweise für den Nahrungserwerb, als Wanderkorridor oder für die Fortpflanzung nutzen.

Energieholzflächen sind normalerweise nicht sehr artenreich^{10,19}. Die biologische Vielfalt und das Lebensraumpotenzial von Energieholzflächen kann aber durch verschiedene Maßnahmen und Nutzungsformen erhöht werden^{18,19}. Einige wesentliche Anforderungen hierfür werden – dem derzeitigen Kenntnisstand folgend – im Folgenden kurz vorgestellt. Sie beruhen hauptsächlich auf Ergebnissen des NOVALIS-Teilprojektes „Zoodiversität“ (Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz, Fachgebiet Angewandte Tierökologie) aber auch auf Angaben aus der Literatur.

Allgemeine Bewertung der KUP aus zoologischer Sicht

Aus Sicht der biologisch-zoologischen Vielfalt sind Kurzumtriebsplantagen differenziert zu bewerten. So ist die Zoodiversität gegenüber anderen Energiepflanzenflächen (z. B. mit Mais oder Raps) eher höher^{3,5,11,15,19}. Dies hängt mit ökologischen Vorteilen der KUP zusammen, wie z. B. der längeren Bodenruhe, dem geringeren

Einsatz von Kunstdüngern und Pestiziden sowie dem höheren Strukturereichtum durch Gehölze; vorteilhaft ist desweiteren, dass Ernten nur alle paar Jahre und dann im Winter stattfinden, also nicht in den sensiblen Phasen wie in der Fortpflanzungszeit vieler Brutvögel.

Andererseits sind KUP bezüglich vieler Tiergruppen deutlich artenärmer als zum Beispiel Wälder (alleine wegen der kurzen Reifezeit und der vergleichsweise größeren Strukturarmut)^{2,10,12,19}. Mit zunehmendem Gehölzalter und Reifegrad einer KUP wird der Anteil von Waldarten höher und der Anteil von Offenlandarten

geringer^{2,16,19}. Untersuchungen von Brutvögeln im Rahmen des Novalis-Projektes zeigten jedoch, dass der Anteil von spezifischen Waldarten erst bei 10 bis 15 Jahre alten Beständen zunahm⁷, was bei den normalerweise deutlich kürzeren Umtriebszeiten nicht gegeben ist.

Insgesamt werden KUP besonders im Zentrum nur schwach durch

Tiere besiedelt^{4,7,18,19} und wenn, dann hauptsächlich durch Allerweltsarten, die keine besonderen Ansprüche haben und naturschutzfachlich nicht relevant sind^{10,18,19}.

Aber es steckt dennoch ein ökologisch-naturschutzfachliches Aufwertungspotential in KUP. Wenn der Wille zur ökologischen Aufwertung da ist, dann gibt es einige

Möglichkeiten, die Bedeutung von KUP für viele Tier- und Pflanzenarten zu erhöhen. Daraus werden im Folgenden einige genannt und ggf. illustriert und anschließend mit Daten aus dem NOVALIS-Projekt belegt bzw. begründet (zum Teil unter Heranziehung von Aussagen aus der Literatur).

Vorschläge für die Praxis zur Erhöhung der faunistischen Vielfalt

Strukturreichtum fördern

Allgemein gilt: Je mehr Strukturen auf einer Energieholzfläche existieren, desto mehr Tierarten werden dort zu finden sein^{1,5,6,18,19}. Wie die nebenstehende Übersicht zeigt, kann die Erhöhung der Strukturvielfalt dabei auf verschiedenen Ebenen stattfinden.

Viele dieser Beispiele sind in der Praxis natürlich kaum oder nur schwer umsetzbar. Manches ist aus ökonomischen Gründen nicht gewollt. So sind z. B. größere Lücken im Bestand, die durch nicht angewachsene bzw. durch ausgefallene Stecklinge entstehen, wirtschaftlich nicht erwünscht – aus tierökologischer Sicht können sie jedoch eine große Bereicherung darstellen⁴. Denn hier siedeln sich Vogelarten der Ökotonen (z. B. Baumpieper) an. Auch wird der Insektenreichtum in Folge sich ansiedelnder Wildkräuter erhöht (vgl. Abb. 2). Generell können schon wenig aufwendige Maßnahmen – wie z. B. das Belassen von vorhandenen

Strukturreichtum auf verschiedenen räumlichen Ebenen erhöht die Artenvielfalt

Nutzungs- und anlagebedingte Strukturerrhöhung:

- verschiedene Umtriebsstadien
- verschiedene Gehölzgattungen, Gehölzarten, Gehölzsorten
- verschiedene Altersstufen

Strukturen zwischen den Gehölzblöcken:

- Innensäume (v. a. besonnte)
- Rainstrukturen
- Begleitflora an Wirtschaftswegen
- Lichtungen bzw. bracheähnliche Abschnitte und Belassen eines „unfreiwilligen Ausfalls“
- Sonderstrukturen (z. B. Stein- und Totholzhaufen, Kleingewässer)

Strukturen in den Randbereichen bzw. im Übergangsbereich zwischen KUP und Umland

- Hecken
- Saumstrukturen (Staudensaum, Krautsaum)
- Solitäräume
- Sonderstrukturen (z. B. Stein- und Totholzhaufen, Kleingewässer)



Abbildung 1: Idealer Aufbau von Strukturen im äußeren Randbereich einer KUP (Hecke, Staudensaum...); verändert nach Mannherz 2008, Fachhochschule Eberswalde

Sonderstrukturen oder die Förderung von Säumen – dazu beitragen, die Strukturvielfalt zu erhöhen und damit das Lebensraumpotenzial für Tier- aber auch Pflanzenarten zu verbessern¹⁴.

Hecken und Randstrukturen außen fördern

Die Biodiversität einer KUP wird erhöht, wenn begleitend zu den einzelnen Gehölzblöcken breite Streifen mit Hecken, Stauden- und Krautsäumen oder zusätzlich auch

Lesesteinhäufen und Totholzansammlungen angelegt werden^{13,14} (s. Abb. 7). Geeignete Gehölzarten für die Anlage von Hecken wären z. B. Schlehe, Feldahorn, Kreuzdorn, Weißdorn sowie diverse heimische Wildrosen¹⁴. An den Randlagen einer Pappelplantage in Thammenhain (Sachsen) ist dies vorbildlich geschehen und auf den Abbildungen 3 bis 6 ist deutlich zu sehen, wie vorteilhaft sich dies auf die Vielfalt der Vögel (s. Abb. 3) und Tagfalter (s. Abb. 6) auswirkt. Ideal ist ein zusätzlich

vorgelagerter Krautsaum (s. Abb. 1, rechts). Begleitende Hecken und Staudensaume besitzen zudem in der ersten Phase nach der Beerntung von KUP eine wichtige Bedeutung als Rückzugsraum für Tierarten mit Präferenzen für Gehölz- und Versaumungsbestände.

Rand- und Saumstrukturen innen fördern

Auch innerhalb einer Kurzumtriebsplantage können Rand- und Saumstrukturen gefördert werden, wodurch die Biodiversität erhöht wird⁴. In den Abbildungen 4 und 5 ist dargestellt, wie bereits ein breiter Wirtschaftsweg zwischen zwei Pappelblöcken räumlichen und abiotischen Anforderungen (z. B. Sonneneinstrahlung) von stauden-, kraut- und blütenreichen Säumen genügen kann. Diese bewirken eine Besiedelung durch verschiedenste Tiergruppen wie Blüten besuchenden Insekten und Insekten fressenden Vögeln (s. Abb. 3).

Bei der Anlage von Innensäumen ist zu berücksichtigen, dass die Breite der Schattenzone im Frühjahr etwa 1,3 mal und im Sommer noch 0,5 mal so groß wie die Höhe der Gehölze ist. Das bedeutet, dass wenigstens zeitweise gut besonnte Innensaume in 3-5 m hohen KUP-Pflanzungen eine Mindestbreite von 6-8 m benötigen. Bei den Pappelkulturen mit längeren



Abbildung 3: Positive Auswirkungen einer KUP-begleitenden Hecke - Besiedelung einer Pappel-KUP bei Thammenhain (Sachsen) durch Brutvögel (Mitte links); die höchsten Dichten sind in den begleitenden Hecken (rechts) und in dem angrenzenden Kiefernaltholz (Mitte links) zu finden, während die Zentren der KUP nur sehr schwach besiedelt sind

Umtriebszeiten sollte die Breite wenigstens etwa 10-15 m betragen. Dabei ist zudem zu berücksichtigen, dass ein in Ost-West-Richtung ausgerichteter Innensaum einem größeren Schattenwurf ausgesetzt ist als ein in Nord-Süd-Richtung verlaufender.

Wichtig für den Erhalt einer artenreichen Tier- und Pflanzenwelt dieser Säume ist zudem, dass sie möglichst nur einmal jährlich gemäht werden. Dabei sollten zudem immer einzelne Bereiche von der Mahd ausgespart werden, um so für die Insekten und die an sie gebundene Vogelwelt ein beständiges



Abbildung 2: Bereits kleinere absichtlich oder unabsichtlich entstandene Lücken in einer KUP können durch ihre windgeschützte Lage innerhalb der sie umgebenden Gehölze eine wichtige Funktion für viele Tier- und Pflanzenarten besitzen. Dargestellt ist hier eine etwa 100 m² große Ausfallfläche in einer 3-jährigen Weidenplantage bei Cahnsdorf (Brandenburg) mit ausgeprägtem Blühaspekt der Wiesen-Margerite, die von verschiedenen Schmetterlingen wie z. B. dem vielerorts gefährdeten Wegerich-Schneckenfalter (*Melitaea cinxia*) aufgesucht wurde; Fotos: O. Brauner, Mai 2008



Abbildung 4: Begleitstrukturen wie gut besonnte Innensäume (links) und Feldhecken (rechts) in der Pappel-KUP bei Thammenhain (Sachsen) besitzen eine hohe Bedeutung für zahlreiche Insekten- und Vogelarten. Eine Mahd solcher Säume sollte nur unregelmäßig und nicht zeitgleich auf ganzer Fläche erfolgen; Fotos: O. Brauner, August 2007 u. August 2008

Angebot an Nektar- und Pollenpflanzen bieten zu können. Dies gilt auch für die bei der Bewirtschaftung von KUP notwendigen Gewendestreifen am Rande einer Fläche. Hier sollte sich möglichst eine standortgerechte Vegetation mit der ihr eigenen Tierwelt etablieren können. Wo eine Einsaat unumgänglich erscheint, sollte dann auf eine blütenreiche Samenmischung von heimischen Wildblumen zurückgegriffen werden.

In Abbildung 6 ist die Förderung heimischer Tagfalterarten durch derartige Saumstrukturen belegt. Die meisten Tagfalter-Arten und einzigen Rote-Liste-Arten sind in den Saumstrukturen zu finden. Im eigentlichen Pappelbestand der KUP sind demgegenüber deutlich weniger Arten zu finden und diese sind fast nur anspruchslose Ubiquisten.

Gehölzvielfalt fördern und Gehölzauswahl beachten

Bei der Neuanlage einer KUP sollten möglichst verschiedene Gehölze eingesetzt werden, denn zwischen den möglichen Gehölzen gibt es deutliche ökologische Unterschiede. Eine Vielfalt an Gehölzen bedingt eine Vielfalt an besiedelnden Tierarten^{16,18}.

Grundsätzlich ist es günstiger, heimische Gehölzgattungen, Gehölzarten oder Gehölzklone einzusetzen^{16,19}. Dies ist in der Praxis schwer zu verwirklichen, da die



Abbildung 5: Breite Wirtschaftswege mit blütenreichen Säumen bereichern die Zoodiversität einer KUP; verändert nach Mannherz 2008, Fachhochschule Eberswalde

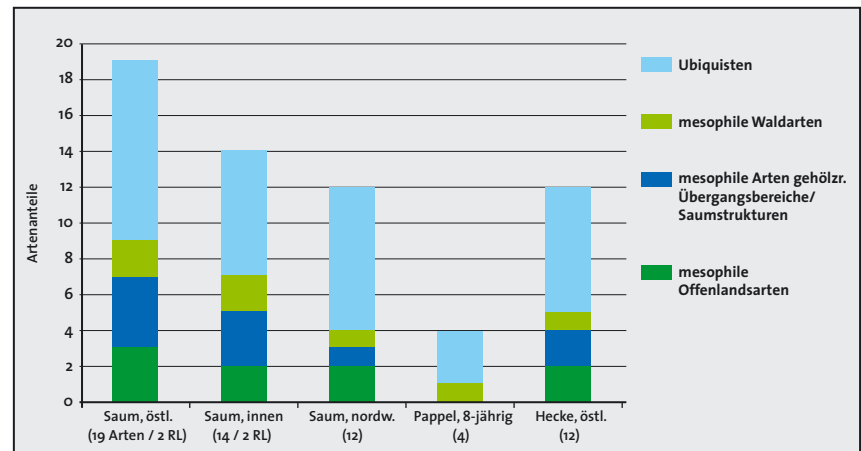


Abbildung 6: Besiedelung von Rand- und Saumstrukturen einer KUP durch Tagfalter; Vergleich mit dem Innenbereich (achtjähriger Pappelblock aus Klon Max 5); Kartierung durch Brauner 2007; Anzahl an Tagfalterarten gesamt und Arten der Roten Liste Brandenburgs (RL) je Saumstruktur im Osten der KUP, je Innensaum (vgl. Abb. 4), Nordwest-Saum, eigentlichem Pappelblock (Pappel 8-jährig) und östlich begrenzender Hecke (vgl. Abb. 3, 4)

gelieferten Stecklinge meist Hybride mit fremdländischen Elterngenerationen sind. Doch hier wäre es wohl schon hilfreich, wenn eine Elterngeneration autochthoner Provenienz ist (z. B. Schwarzpappel-Abkömmlinge). Gehölzgattungen aus anderen Kontinenten (Robinie, Eschenahorn, Götterbaum) sind deutlich ungünstiger als Weiden und Pappeln (s. u.).

Wenn es der Standort zulässt, dann wäre es hinsichtlich einer Förderung der Zoodiversität günstiger, Weiden an Stelle von Pappeln zu pflanzen. Weiden werden wegen ihrer Strukturen und Blüten durch Vögel und Insekten artenreicher besiedelt, was eigene Untersuchungen belegen¹⁸ und auch der Literatur entnommen werden kann^{5,15,19} (siehe auch Fallbeispiel in Abb. 7 und Abb. 8). Sinnvoll ist dabei die Verwendung von blühfähigen männlichen und weiblichen Weidenpflanzen, vor allem als Pollenspender für viele Wildbienen und ggf. auch für Honigbienen aus der Umgebung.

Somit ergibt sich aus Biodiversitätssicht folgende grobe Prioritätenliste für KUP-Gehölze:

Weide > Pappel >>> Robinie > Götterbaum

abnehmende Priorität

Vermieden werden sollten ursprünglich rein fremdländische Gehölzgattungen mit starkem Ausbreitungspotential wie Robinie und Götterbaum. Diese oftmals

Weidenhybrid „Tora“
(*Salix schwerinii* x
viminialis): 115 Käferarten



Pappelhybrid „Max 5“
(*Populus maximowiczii*
x *nigra*): 108 Käferarten



Abbildung 7: Besiedelung von Weidenhybriden und Pappelhybriden auf KUP durch Käfer – Arteninventar an Tora und Max 5 auf zwei benachbarten KUP bei Cahnsdorf (Südbrandenburg); hier: mit Fensterfallen erfasste Käferarten; verändert nach Kreinsen 2008, Fachhochschule Eberswalde

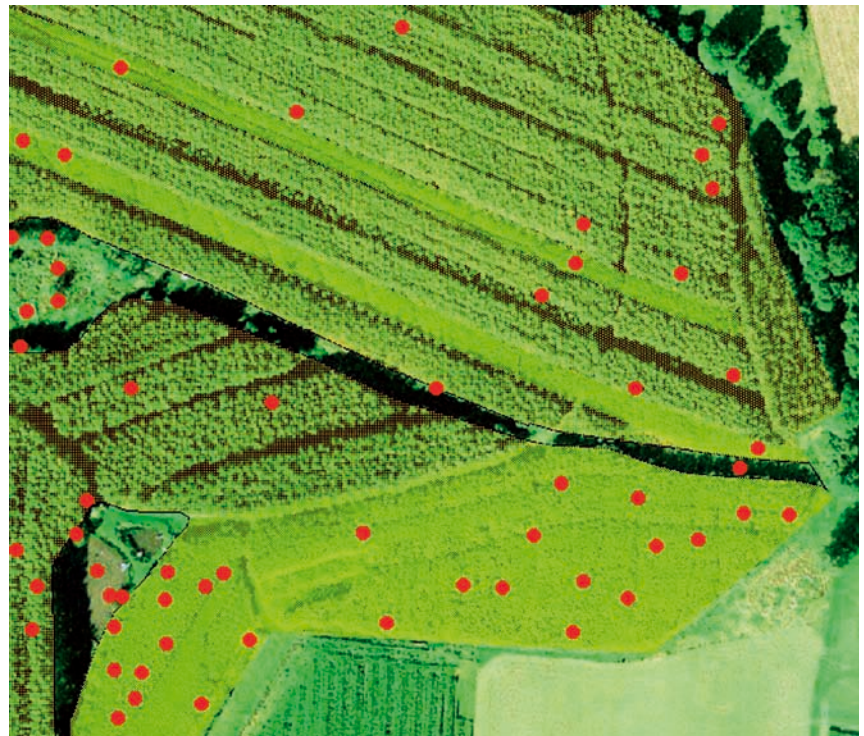


Abbildung 8: Unterschiedliche Siedlungsdichte von Brutvögeln (rot) in Pappel- (ocker) und Weidenbeständen (hellgrün) - am Beispiel der KUP Georgenhof (Hessen)



Abbildung 9: Für Tiere günstige Blühaspekte einer Kurzumtriebsplantage: links blühende Weide (hier Sorte Tordis) und rechts begleitende Blühaspekte in den Randstrukturen (hier Geruchlose Kamille); beides auf KUP Jamikow in Brandenburg; Fotos: U. Schulz, Mai 2009

invasiven Gehölzgattungen werden nach derzeitigem Kenntnisstand nur durch wenige Tierarten besiedelt und können wegen ihrer unkontrollierbaren Ausbreitungs- und Verdrängungsfähigkeit zusätzliche Probleme bereiten^{18,19}.

Verschiedene Umtriebsstadien kleinflächig rotieren lassen

Zur Förderung der Biodiversität und auch zur Förderung natürlicher Gegenspieler potenzieller Pflanzenschädlinge ist es sinnvoll, Gehölzblöcke verschiedenen Alters kleinflächig rotieren zu lassen^{18,19}. Ein derartiges

Umtriebsstadien-Mosaik ist in Abbildung 10 beispielhaft dargestellt.

Durch die aneinandergrenzenden Gehölzblöcke werden positive Randeffekte (Ökotonphänomen) gefördert^{14,18,20}. Insgesamt ergeben sich dadurch höhere Arten- und Individuenzahlen bei Brutvögeln und bei vielen wirbellosen Tiergruppen. Verbunden mit dem allgemeinen Strukturreichtum, der Pflanzenartenvielfalt und dem Wechsel kleinräumiger und kleinklimatischer Bedingungen ergibt sich nicht nur eine Förderung der Biodiversität, sondern wahrscheinlich auch eine Förderung

der Gegenspieler von potenziellen Schaderregern (phytophage Insekten mit Neigung zu Massenvermehrungen wie z. B. Pappelblattkäfer).

Des Weiteren werden durch den Höhenwechsel benachbarter KUP-Flächen Randarten wie Baumpieper gefördert⁷ und durch die Vielzahl verschiedener Höhenausprägungen werden verschiedene Vogelgilden angesprochen (z. B. Gebüschbrüter in jungen, buschartigen KUP-Stadien)^{7,8}. Neu angelegte und frisch beerntete Flächen ähneln strukturell jungen Brachen und können bei einer Mindestgröße von etwa 5 - 10 ha sogar von Offenlandbrütern wie der Feldlerche genutzt werden⁸. Insbesondere auf ertragreichen Standorten mit optimalen Wachstumsbedingungen ist dieses Zeitfenster durch schnelles Höhenwachstum der Gehölze ggf. aber nur sehr kurz und reicht dann bei Offenlandarten mit Anspruch an niedrigwüchsige Vegetationsbestände meist nur für die Erstbrut.

Tabuggebiete ausschließen

Es gibt Gebiete, die bei der Neuanlage von KUP unbedingt gemieden werden sollten, da sonst die Gesamtbiodiversität einer Landschaft empfindlich gestört wird^{9,10,19}. Dazu gehören in unseren Breitengraden unter anderem die folgenden Lebensräume:

Beispiele für Tabu-Gebiete,
in denen keine KUP angelegt
werden sollten:

- Magerrasen
- Wiesentälchen
- Grünlandbiotope mit gefährdeten Wildkräutern
- Bachauen
- Moore
- Waldwiesen

Problematisch ist zudem die in den letzten Jahren deutlich gestiegene Flächenkonkurrenz von Energiepflanzen gegenüber - oftmals durch Flächenstilllegung entstandenen - Brachflächen. Diese sind mittlerweile vielfach unverzichtbare Lebensräume für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten der Agrarlandschaft geworden. Durch den verstärkten Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen verschwinden somit zunehmend Rückzugsräume für viele gefährdete Tier- und Pflanzenarten und ehemals häufige Offenlandarten nehmen in ihren Beständen ab. Deshalb muss besonders darauf geachtet werden, dass die Neuanlage von KUP nicht zum weiteren Rückgang von Offenlandarten wie bspw. der Feldlerche oder dem Kiebitz (s. Abb. 11) führt. Dies gilt für die betroffenen Schlagflächen aber manchmal auch für die benachbarten Flächen. In Gebieten mit Vorkommen von Vogelarten mit Anspruch an großräumig freie Sichtachsen (z. B. Gr. Brachvogel) können KUP durch negative Kulissenwirkung auch die Lebensraumeignung auf angrenzenden Flächen verringern⁹.

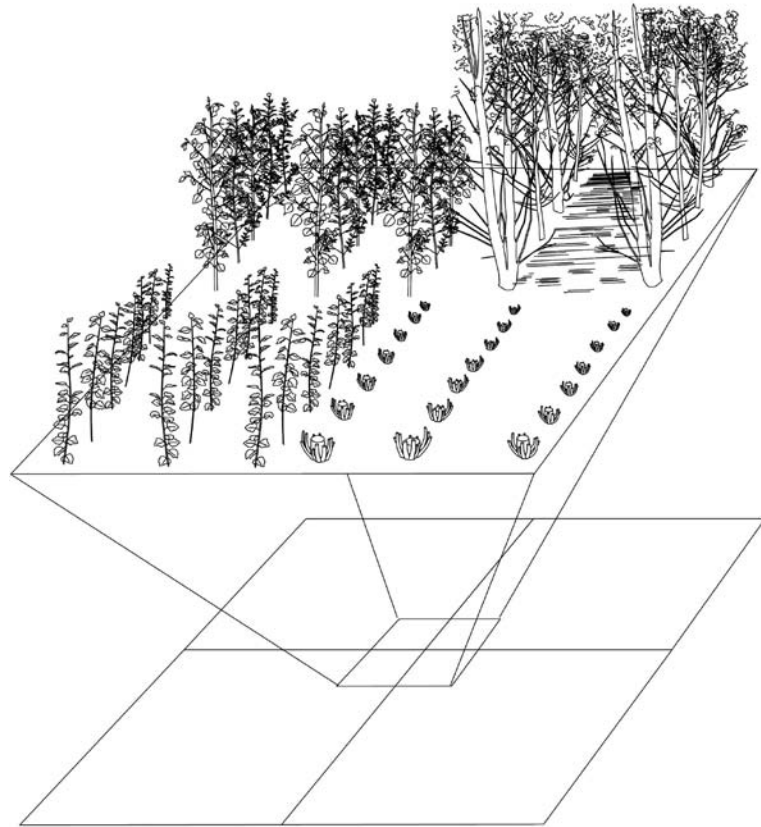


Abbildung 10: Günstige Anordnung von einzelnen Kurzumtriebsflächen mit kleinflächiger Rotation verschiedener Umtriebsstadien - hier Pappelflächen dargestellt im Uhrzeigersinn von frisch beerntet (rechts unten) bis zu ca. 5-jährigen Beständen (rechts oben); verändert nach Mannherz 2008, Fachhochschule Eberswalde

Insofern wäre es insbesondere auf sehr armen Böden naturschutzfachlich wünschenswert, wenigstens zeitweilig Teilbereiche von einer Bepflanzung mit KUP auszusparen. Weiterhin sollte bei der Anlage von KUP auch die landschaftsökologische Einbindung beachtet werden, um negative Effekte zum Beispiel auf Vogelarten der Offenländer weitgehend zu vermeiden (s. hierzu auch

im Kapitel »Landschaftsökologische Bewertung«).

Insbesondere in Schutzgebieten (z. B. NATURA 2000) oder Flächen von hohem naturschutzfachlichem Wert (z. B. Wiesenbrütergebiete) ist die Anlage von Energieholzflächen kritisch zu hinterfragen, um Gefährdungen der Schutz- und Erhaltungsziele auszuschließen.



Abbildung 11: Feldlerche (*Alauda arvensis*) und Kiebitz (*Vanellus vanellus*) - zwei typische Vogelarten der weiträumig offenen Lebensräume; Fotos: H. Gruß

Vorzugsgebiete und landschafts-ökologische Einbindung beachten

In ausgeräumten Agrarlandschaften, Gebieten landwirtschaftlicher Intensivproduktion, gehölzarmen Regionen und Rekultivierungsflächen kann die Anlage einer bzw. mehrerer KUP die Gesamtbiodiversität erhöhen und bereichern (vor allem bei Beachtung der Kleinteiligkeit und des Struktureichtums; siehe vorherige Kapitel)^{18,19}. Eine geschickte Einbindung der KUP in die Landschaft kann auch Lebensräume vernetzen und gleichzeitig landschaftsästhetischen Ansprüchen genügen. Bei der Pflanzung von KUP entlang mehr oder weniger strukturreicher Waldsäume ist ein Abstand je nach erreichbarer Höhe der Plantage von wenigstens 8-15 m einzuhalten, um so die

Existenz vieler typischer Waldrandbewohner nicht zu gefährden.

Weiterhin ist zu bedenken, ob KUP nicht gezielt in Bereichen etabliert werden sollten, in denen man sich auch ihr grundsätzlich eingeschränktes Lebensraumpotenzial für bestimmte Arten/Artengruppen zunutze macht. So könnten bspw. Energieholzflächen im Umfeld von Windenergieanlagen oder Flughäfen angelegt werden, um das Vogelschlagrisiko u. a. für Rastvogelschwärme oder jagende Greifvögel zu vermindern.

Folgende Grundmuster i. S. der landschaftsökologischen Einbindung sollten bei der Anlage von KUP beachtet werden:

- KUP sollten v. a. in Randlagen (z. B. Wälder, Siedlungslagen) angelegt werden, wodurch lediglich eine Vorverlagerung der Randeffekte stattfindet.
- Streifenförmige KUP-Anlagen entlang von in die Agrarlandschaft eingebetteten Gewässern, aber auch mageren Standorten, könnten eine Pufferwirkung erzielen und solche schützenswerte Lebensräume vor negativen Stoffeinträgen schützen.
- In strukturreichen Gebieten mit relativ geringer Schlaggröße sollten v. a. kleine Schläge mit geringem Lebensraumpotenzial für Offenlandarten für die KUP-Anlage genutzt werden.
- In großräumigeren Offenländereien sollten KUP dergestalt angelegt werden, dass ihre Kulissenwirkung nicht zu einer maßgeblichen Verminderung der Lebensraumqualitäten für Offenlandarten führt. Eine starke Zergliederung - bspw. durch viele kleine KUP - und damit der Verlust eines großräumigen Offenlandcharakters müssen vermieden werden.

Randeffekte durch Flächenform und Flächengröße fördern

Aufgrund der bereits erwähnten Randeffekte (positive Ökotoneffekte) ist es für die Zoodiversität günstiger, viele kleine als eine große Kurzumtriebsplantage anzulegen. Wenn die Möglichkeit besteht, unter verschiedenen Flächenformen zu wählen, dann ist es günstiger eine lang gestreckte als eine quadratische KUP anzulegen. In Abbildung 12 ist illustriert, dass dadurch der relative Anteil von Randbereichen erhöht wird.

Die Abbildung 13 zeigt am Beispiel der Zikaden, dass die Randbereiche der KUP stärker besiedelt werden. In den Kernbereichen hingegen werden weniger Arten und Individuen gefunden, denn die Kernbereiche sind monotoner strukturiert, lassen in Abhängigkeit vom Kronenschluss weniger Licht auf den Boden und damit weniger Bodenvegetation zu⁴. In den Kernbereichen gibt es weniger kleinräumige und kleinklimatische Abwechslung. Vergleichbare Ergebnisse ließen sich bei den Untersuchungen im Rahmen des NOVALIS-Projektes auch für Heuschrecken, Tagfalter und Brutvögel nachweisen^{4,7,16,18}.

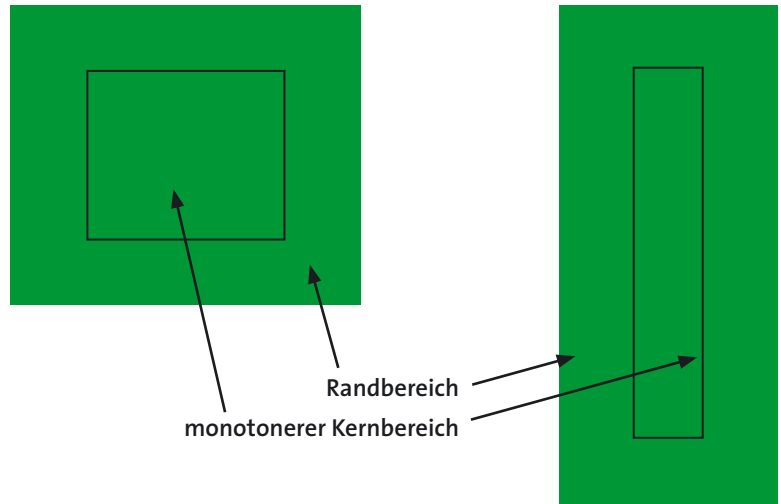


Abbildung 12: Bedeutung der Flächenform einer KUP: langgestreckte KUP weisen relativ zur Gesamtfläche einen höheren Anteil an Randbereichen auf als quadratische KUP; deshalb sind sie bezüglich der Biodiversität als günstiger zu bewerten; der Kernbereich ist meistens monotoner strukturiert, weniger abwechslungsreich und auch anfälliger für die Vermehrung von Schadorganismen

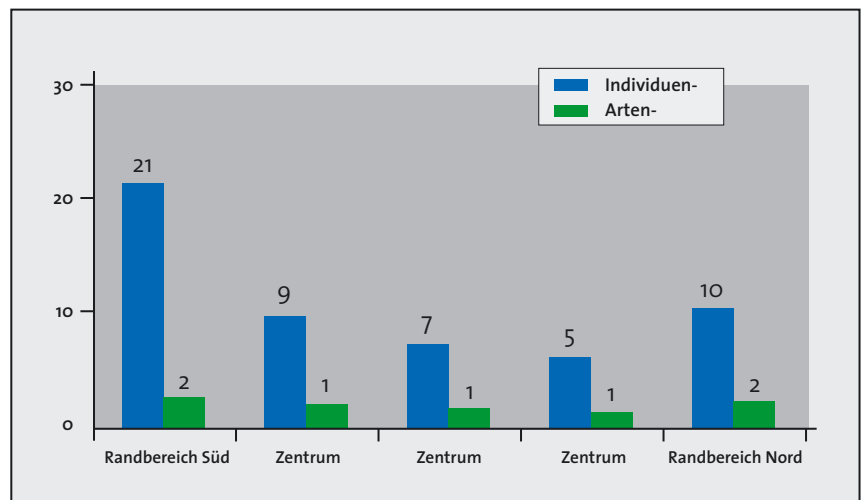


Abbildung 13: Beispiel für die stärkere Besiedlung von Randbereichen einer KUP durch Insekten – hier Verteilung von Zikaden (Auchenorrhyncha - Hemiptera) im Rand- und Zentralbereich einer Pappel-KUP (Cahnsdorf in Südbrandenburg); Kartierung durch Kubis 2008, Fachhochschule Eberswalde

Schlussbemerkung

Viele der vorgeschlagenen tierökologischen Aufwertungsmöglichkeiten auf KUP sind im Einzelfall nicht umsetzbar. So sind zum Beispiel viele Flächenformen durch die verfügbaren Schläge bereits vorgegeben und die Schaffung von Randstrukturen kann mit dem Verlust wirtschaftlich nutzbarer Teilflächen verbunden sein. Viele Maßnahmen können auch erst vor Ort entschieden werden, da sie je nach landschaftlicher Einbindung mehr oder weniger sinnvoll und machbar sind. Oftmals sind auch bereits Biotopstrukturen vorhanden, die nur erhalten werden müssen („Naturschutz durch Unterlassen“, z. B. Belassen von Feld-

holzinseln, Solitärbäumen, Altholz, Steinhäufen, offenen Bodenstellen, Abbruchkanten, Kleingewässern, etc.) oder nur sporadisch behandelt werden müssen (z. B. Heckenpflege, Wiesenstreifenmähd, Sukzessionsstellen). Doch wenn wenigstens einige der hier vorgeschlagenen und weitere hier nicht erörterte Teilaspekte (z. B. reduzierter Einsatz von Agrochemikalien) umgesetzt werden können, dann ist dies bereits ein wichtiger Schritt zur tierökologischen Aufwertung von Energieholzflächen und zur Erhöhung der Akzeptanz solcher Flächen im Naturschutz, bei Behörden und in der Bevölkerung.

Weiterführende Literatur

1. Berg, A. (2002) Breeding birds in short-rotation coppices on farmland in central Sweden: the importance of Salix height and adjacent habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 90 (3): 265 – 276.
2. Blick, T., Weiss, I., Burger, F. (2003) Spinnentiere einer neu angelegten Pappel Kurzumtriebsfläche (Energiewald) und eines Ackers bei Schwarzenau (Lkr. Kitzingen, Unterfranken, Bayern). *Arachnol. Mitteilungen* 25: 1 – 16.
3. Britt, C., Fowbert, J., McMillan, S.D. (2007) The ground flora and invertebrate fauna of hybrid poplar plantations: results of ecological monitoring in the PAMUCEAF project. *Aspects of Applied Biology* 82: 83 – 89.
4. Brauner, O., Schulz, U. (2010) Wirbellose Tiere auf Energieholzplantagen und angrenzenden Vornutzungsflächen – Untersuchungen in Sachsen und Brandenburg. *Entomolog. Nachr. u. Ber.*, in prep.
5. Cunningham, M.D., Bishop, J.D., McKay, H.V., Sage R.B. (2004) ARBRE monitoring – ecology of short rotation coppice. Department



- ment of Trade and Industry, URN Nr. 04/961, 157 S.
6. Dhondt, A.A, Andre, A, Wrege, P.H., Cerretani, J., Sydenstricker, K.V. (2007) Avian species richness and reproduction in short-rotation coppice habitats in central and western New York: Capsule Species richness and density increase rapidly with coppice age, and are similar to estimates from early successional habitats. *Bird Study* 54 (1): 12 – 22.
 7. Gruß, H., Schulz, U. (2008) Entwicklung der Brutvogelfauna auf einer Energieholzfläche über den Zeitraum von 13 Jahren. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 40 (2): 75 – 83.
 8. Gruß, H., Schulz, U. (2010) Brutvogelfauna auf Kurzumtriebsplantagen in Brandenburg, Hessen und Sachsen – Lebensraumpotenzial verschiedener Strukturtypen Avifauna auf Energieholzflächen in Sachsen, Hessen und Brandenburg – Bindung an nutzungsbedingte Strukturtypen. *Z. für Natursch. und Landschaftspl.*, in prep.
 9. Gruttke, H. (1997) Berücksichtigung tierökologischer Erfordernisse bei der Standortwahl für Aufforstungen in der Agrarlandschaft. *Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch.* (49): 123 – 138.
 10. Jedicke, E. (1995) Naturschutzfachliche Bewertung von Holzfeldern – Schnellwachsende Weichhölzer im Kurzumtrieb, untersucht am Beispiel der Avifauna. *Mitt. aus der NNA* (1): 109-119.
 11. Liesebach, M., Mulsow, H. (2003) Der Sommervogelbestand einer Kurzumtriebsplantage, der umgebenen Feldflur und des angrenzenden Fichtenwaldes im Vergleich. *Die Holzzucht* 54: 27 – 30.
 12. Liesebach M., Mecke R. (2003) Die Laufkäfer einer Kurzumtriebsplantage, eines Gerstenackers und eines Fichtenwaldes im Vergleich. *Die Holzzucht* 54: 11 – 15.
 13. Mannherz, C. (2007) Strukturen in der Agrarlandschaft und ihre Übertragbarkeit auf Kurzumtriebsplantagen (KUPs). Unveröff. BSc-Arbeit der Fachhochschule Eberswalde.
 14. Röser, B. (1989) Saum- und Kleinbiotope – ökologische Funktion, wirtschaftliche Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. *Ecomed-Verlag, Landsberg/Lech.*
 15. Sage, R., Cunningham, M. und Boatman, N., (2006) Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. *Ibis* (148): 184 – 197.
 16. Schulz, U., Brauner, O., Sachs., D, Thüring., M (2008a) Insekten an Pappeln und Weiden – erste Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS und Auswertung von Wirtspflanzenangaben. In: *DENDROM* (Hrsg.): *Holzerzeugung in der Landwirtschaft. Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung* (6): 171 – 173.
 17. Schulz, U., Gruss, H., Hoffmann, V. (2008b) Wirbeltiere auf Agrarholzflächen (Säugetiere und Brutvögel) – erste Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. In: *DENDROM* (Hrsg.): *Holzerzeugung in der Landwirtschaft. Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung* (6): 167 – 169.
 18. Schulz, U., Brauner O., Gruß, H., Neuenfeldt, N. (2008) Vorläufige Aussagen zu Energieholzflächen aus tierökologischer Sicht. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 42 (2): 83 – 87.
 19. Schulz, U., Brauner, O., Gruß, H. (2009) Animal diversity on short-rotation coppices – a review. *vTi Landbauforschung - Agriculture and Forestry Research* 59 (3): 171 – 182.
 20. Weibull, AC., Ostman, O., Granqvist, A. (2003) Species richness in agro-ecosystems: the effects of landscape, habitat and farm management. *Biodivers Conserv* 12:1334–1355.

Ergebnisse aus der Praxis

Anbau von Pappeln und Weiden nach einer 3-jährigen Beobachtungszeit

Markus Hecker



Vorbemerkungen

Allgemeines

Die im Landkreis Uelzen angelegten Versuchsflächen wurden nicht zu ausschließlichen Forschungszwecken angelegt, sondern hatten einen vorwiegend wirtschaftlichen Hintergrund. Zum einen sollten (verbands-)politische Zeichen gesetzt werden, Bioenergie stärker in das Bewusstsein von Grundeigentümern, Bevölkerung und Politik zu rücken, andererseits wurde der Suche nach Alternativen zu stillgelegten Produk-

tionsflächen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Vor dem Eindruck wiederkehrender niedriger Preise für Agrarprodukte, insbesondere Getreide, sollte die Dauerbestockung mit Pappeln und/oder Weiden auch wirtschaftlich neue Perspektiven eröffnen.

Suche nach Partnern

Die WMG als Partner im Forschungsprojekt Novalis verfügt selbst nicht über eigenen Grundbesitz, auf dem

entsprechende Anbauten hätten durchgeführt werden können. In Kooperation mit dem Bauernverband Nordostniedersachsen e.V. wurde jedoch der Kontakt zu einigen Landwirten hergestellt, die der Idee, Dauerkulturen anzulegen, aufgeschlossen gegenüber standen.

Begleitend wurden Informationsveranstaltungen in den regionalen Landwirtschaftlichen Vereinen der Kreise Uelzen und Lüneburg abgehalten und entsprechende Presseberichte verfasst. In den Diskussionen mit interessierten Landwirten stellten sich stets folgende Fragen:

- Welcher Ertrag wird sich auf meinen Flächen ergeben?
- Welche rechtlichen Rahmenbedingungen sind zu beachten?
- Ist der Absatz der zu produzierenden Hackschnitzel langfristig gesichert?

Auswahl des Versuchsdesigns

In den geführten Gesprächen mit den Landwirten ergab sich schnell, dass das Interesse an einer längerfristigen Produktionsdauer (über 10-15 Jahre), wie sie z. B. für Pappeln möglich ist, eher gering ist und die Landwirte eher an einem schnellen Kapitalfluss interessiert sind. Daher entschied sich diese Gruppe überwiegend für den Anbau von Weiden mit

dem Ziel eines 3-jährigen Umtriebes. Ein Landwirt wollte zudem auch einen Teilfläche mit Pappeln höherer Umtriebszeit bestocken. Um die Datengrundlage zu erhöhen, pachtete die Waldmärkerschaft Uelzen eG als Mutter der WMG eine Stilllegungsfläche und bestockte diese mit Hybridpappeln auf eigenes wirtschaftliches Risiko.

Mit diesem Set-up konnte erreicht werden, dass sowohl kurzumtriebige Weiden als auch längerumtriebige Pappelkulturen angelegt wurden, die im Falle der Weiden den aktuellen Markt bedienen und im Falle der Pappeln einen perspektivischen Markt im Fokus haben. Mit den gewählten Anbauva-

rianten wurde zudem beabsichtigt, dass die Kulmination des laufenden Volumenzuwachses bei Weide (2-4 Jahre) und bei den Pappelhybriden (ca. 10 Jahre) jeweils genutzt und die Erträge damit maximiert werden. Hofmann (Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe e.V., Witzenhausen) rät insbesondere im Falle der Pappel, die Ernte zu einem Zeitpunkt durchzuführen, an dem der lfd. Zuwachs die Kulmination überschritten und wieder 80 % des max. Zuwachses erreicht hat.

Dabei eröffnet die längere Produktionsdauer die Chance, neben der energetischen auch die stoffliche Verwertung als Option zu nutzen, denn die Pappeln sollten

nach Angaben der Literatur in 10-15 Jahren Stammholzdimensionen (BHD 20-25 cm) erreicht haben und sowohl für die Sägeindustrie (z. B. Palettenproduktion) als auch für die Holzwerkstoff-Industrie (Herstellung von OSB-, MDF- und Spanplatten) interessant sein. Für die energetische Verwertung wurde ein weiterer Vorteil in der längerumtriebigen Pappel gesehen: der größere Stammdurchmesser führt zu einem geringeren Rindenanteil (Reduktion des Ascheanfalls) und lässt die Herstellung größerer Hackschnitzel zu. Damit sind auch Vorteile bei der Vermarktung zu erwarten.

Anlage der Versuchsflächen

Lage, Anzahl und Größe

Die Flächen befinden sich in den Landkreisen Uelzen und Lüneburg (Nordost-Niedersachsen) im Wachstumsgebiet ostniedersächsisches Tiefland am westlichen Rand des Wachstumsbezirkes Ostheide. Die Höhenlage bewegt sich zwischen 40 und 50 m über NN. Klimatisch wird dieser Bereich in den Übergangsbereich zwischen subatlantischer und subkontinentaler Klimatönung eingeordnet. Charakteristisch sind dabei jedoch Niederschläge von weniger als 300 mm in der Vegetationszeit.

Die Pappelflächen weisen eine Größe von 1,75 und 3,3 ha auf bei 33 bzw. 40 Bodenpunkten. Die Weiden

wurden in 2006 auf insgesamt 14 Flächen bestockt, wobei die Flächengrößen von 0,8 bis 3,3 ha und die Bodengüte von 26 bis 47 Bodenpunkte variierten. 11 dieser 14 Flächen wurden im Februar 2009 beerntet. Weitere Anbauten aus den Jahren 2007 und 2008 sollen hier zunächst unberücksichtigt bleiben.

Begründung der Versuchsfläche Flächenvorbereitung

Die Begründung von Weiden – wie auch Pappelkulturen – erfolgt über Stecklinge. Um diese ohne großen Aufwand vollständig in den Boden zu

stecken, bedarf es der vorhergehenden vollflächigen Bodenbearbeitung mit Pflügen und anschließendem Eggen. Ehemalige Ackerflächen, die eine ausgeprägte Pflugsohle aufweisen, sollten zudem tiefgepflügt werden, um die Pflugsohle zu durchbrechen und den Bäumen zu erlauben, tief zu wurzeln und weitere Wasservorräte zu erschließen. Gerade auf leichten Böden wie in der Versuchsregion der WMG ist eine ausreichende Wasserversorgung langfristig entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg des Anbaus von Pappel und Weide. Für die Pappel

konnte nachgewiesen werden, dass sich eine Vorverdichtung der Pflanzreihen positiv auf das Anwuchsverhalten der Stecklinge auswirkte.

- Der ideale Zeitpunkt für das Pflügen / Eggen der Fläche ist vor Beginn der Regenperiode im Spätherbst. Wegen der in letzter Zeit häufigen sehr trockenen Frühjahrsmonate empfiehlt es sich, die Bodenfeuchtigkeit aus dem ausgehenden Winter für den Anwuchs der Jungpflanzen zu nutzen. Bei der Anlage von Pappelkulturen

kann auf den Maschineneinsatz im Frühjahr verzichtet und händisch gepflanzt werden, da die Stückzahlen je ha mit 2.500 recht gering sind. Die Weidenflächen werden i.d.R. mit ca. 13.000 Stck./ha begründet, hier ist wegen der maschinellen Pflanzung jedoch die Befahrbarkeit der Flächen im Frühjahr abzuwarten.

- Die Versuche haben gezeigt, dass die Konkurrenzvegetation im Jahr der Kulturbegründung einen großen Einfluss auf das Anwachsen der Kultur an sich

wie auch auf den Zuwachs im ersten Jahr hat. Die Vernachlässigung einer konsequenten Unkrautbekämpfung führt damit zu wirtschaftlichen Einbußen. Zu empfehlen ist im Herbst vor der Kulturbegründung eine Behandlung der Fläche mit einem Totalherbizid, ggf. ist im Frühjahr eine Vorauflaufbehandlung ratsam. Höhere Konkurrenzvegetation (z. B. Disteln) können ein Freischneiden der Pappeln erforderlich machen, wenn die Bekämpfung der Begleitvegetation vernachlässigt wurde.

Anlage der Kultur

- Pappel: manuelle Pflanzung im Verband 2x2 m, wobei die fertig angelieferten 20 cm langen Steckhölzer ebenerdig in den Boden gesteckt wurden. Es fanden Stecklinge der nebenstehenden Pappelsorten Verwendung, welche reihenweise getrennt gesteckt wurden, um deren unterschiedliche Zuwächse untersuchen zu können.

Name	Synonym	Kreuzungskombination
Hybride 275	NE 42	P. maximowiczii trichocarpa
Androscoggin	NE 41	P. maximowiczii trichocarpa
Max 3	D 309	P. nigra x P. maximowiczii
Max 4	D 309	P. nigra x P. maximowiczii
Muhle Larsen	45/54	P. trichocarpa
Weser 6		P. trichocarpa

Im Versuchsgebiet der WMG wurden die Kulturen auf grundsätzlich unterschiedliche Weise angelegt

■ Weiden: maschinelle Pflanzung in Doppelreihen mit 75 cm Abstand, zwischen den Doppelreihen 1,5 m Abstand (soll bei Folgekulturen zukünftig auf 1,80 m erhöht werden). Abstand der Stecklinge in der Reihe: 45 cm, in der Summe ca. 13.000 Stecklinge/ha. Als Pflanzgut wurden ca. 2m lange Ruten aus Schweden (Produzent: Agrobränslé; Sorten: Tora, Tordis, Sven, Inger) verwendet, die die Pflanzmaschine beim Steckvorgang in ca. 20 cm lange Steckhölzer kürzte. Eine saubere Trennung der einzelnen Sorten zum Zwecke der Zuwachsuntersuchung fand allerdings nicht statt.

■ Kosten der Kulturanlage: In der Tabelle 1 werden die Kosten der Begründung einer Pappelkurzumtriebsplantage zusammengefasst. Der dabei berücksichtigte Zaunbau stellt eine Eventual-Position dar, die je nach örtlichen Verhältnissen betrachtet werden muss. Der Zaunbau dient dabei dem Schutz vor Verbiß- und Fegeschäden durch Rehwild. Solche Schäden wurden bei Weidenflächen in nur einem Fall als gravierend eingestuft, im Falle der Pappelkulturen wird die Gefahr deutlich ernsthafter gesehen, auch wegen der geringen Stückzahl an Pappelstecklingen auf der Fläche. Da sich das Schadensrisiko vor allem auf die ersten drei Jahre der Kultur konzentriert, wäre auch über



Anlage einer Pappelkultur: Vorverdichtung nach Eggen (rechts) und manuelle Pflanzung der Steckhölzer (links)

mobile Zäune nachzudenken, die nach Ablauf der Frist auf andere Flächen umgesetzt werden können. Die Kosten des Zaunbaus würden dadurch erheblich

sinken. Zur Berücksichtigung der Kapitalkosten der Pappelkulturen wurde von einer Verzinsung des eingesetzten Kapitals mit $p = 3\%$ ausgegangen.

Kulturbegründung	Pappel €/ha mit Zaun	Pappel €/ha ohne Zaun	Weide €/ha ohne Zaun
1. Bodenvorbereitung			
Spritzen Totalherbizid Herbst	40	40	40
Pflügen/Eggen	70	75	75
Vorauflaufbehandlung	55	55	55
2. Pflanzung			
Pflanzmaterial	500	500	910
Pflanzung	375	375	400
3. Kulturpflege			
Zaunbau (300 lfdm., Fläche 2 ha)	1350	0	0
4. Rekultivierung			
Summe	2390	1040	1480
Verzinsung auf 12 Jahre, $p = 3\%$	3408	1482	-

Tabelle 1: Kosten der Begründung einer Kurzumtriebsplantage (zzgl. MWSt)

Die Wahl der Baumart/Umbtriebszeit wird betriebsindividuell unterschiedlich entschieden, Weiden und Pappeln lassen jedoch gleiche Erträge erwarten.

In jedem Fall ist die Pflanzfläche sorgfältig vorzubereiten, Unkraut ist in der Startphase unser größter Feind.

Je zeitiger im Frühjahr gesteckt werden kann, umso besser der Anwuchs Erfolg. Denn: trockene Frühjahre häufen sich!

Wuchsleistungen im Beobachtungszeitraum

Pappel

Die Pappeln zeigten auf den beiden Versuchsflächen ein sehr unterschiedliches Anwuchsverhalten (s. Abb. 1) mit Anwuchsraten von 50 – 80 %. Im Vergleich zu Angaben der Literatur und zu Erfahrungen z. B. aus Mecklenburg-Vorpommern sind diese Werte unterdurchschnittlich. Die Ursachen für die hohen Ausfälle sind dabei nur z.T. offensichtlich:

- Die Pflanzung erfolgte wegen der im Frühjahr durchgeführten Bodenbearbeitung nach langer Nässeperiode sehr spät im Jahr (Ende April), gefolgt von hohen Temperaturen und einer vierwöchigen Trockenperiode
- die Stecklinge mussten etwa 4 Wochen im Kühlhaus zwischengelagert werden
- Versuchsfläche 1 litt zudem unter hohem Wilddruck

Der Ausfall einzelner Stecklinge in der Reihe wurde innerhalb der ersten Jahre durch die sehr plastische Krone der Pappel in Bezug auf den Kronenschluss ausgeglichen. Ausfälle mehrerer benachbarter Stecklinge sind auch nach der 4. Vegetationsperiode noch zu erkennen. Insgesamt bleibt zu erwarten, dass sich lang-

fristig wirtschaftlich bedeutsame Zuwachsverluste im Vergleich zu einer vollbestockten Fläche ergeben werden, weshalb im Frühjahr 2007 teilweise nachgesteckt wurde. Die Zuwachsleistungen der einzelnen Hybriden war in den ersten vier Vegetationsperioden bereits differenziert:

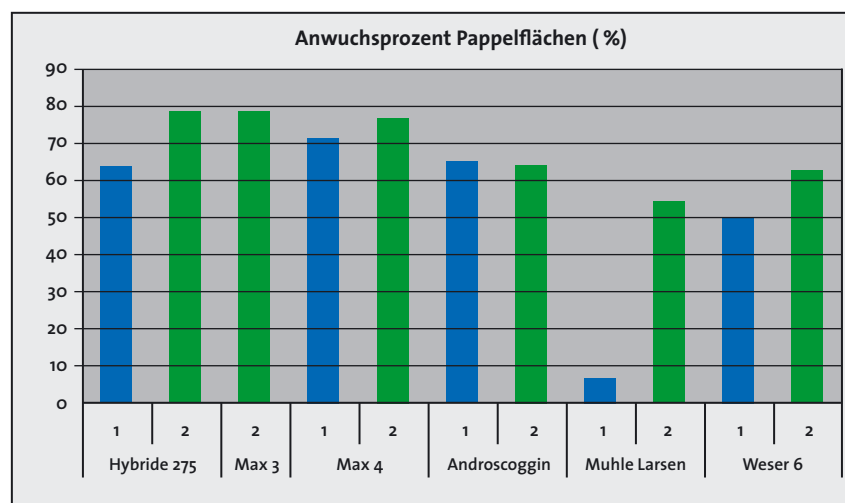


Abbildung 1: Anwuchserfolg auf den Pappelflächen 1 und 2, gegliedert nach Pappelhybriden.

Mit deutlichem, statistisch aber nicht immer signifikantem Vorsprung weisen die Sorten Max 3 und Max 4 in den ersten zwei Jahren die größten Höhen- und Durchmesserzuwächse auf. Muhle Larsen fällt auch gegen die restlichen Sorten etwas zurück. Der Durchmesserzuwachs nivellierte sich allerdings bis zum Jahr vier auf ein gleichmäßiges, nicht signifikant unterschiedliches Niveau, wohingegen in Bezug auf die Oberhöhen bei Max 4 immer noch deutliche Vorteile zu verzeichnen waren. Hier bleibt abzuwarten, ob einzelne Sorten als sogenannte „Spätzünder“ anfängliche Wuchsdefizite aufzuholen vermögen. Für kurzumtriebige Pappelplantagen mit Produktionszeiträumen von etwa 4 bis 5 Jahren scheint sich allerdings Max 4 zu empfehlen.

Auf beiden Versuchsflächen zeigten die Pappelsorten Weser 6 und Muhle Larsen eine ausgeprägte Verzweigungsneigung. Dies mag für die Biomasseproduktion grundsätzlich förderlich sein, kann bei der Holzernte und weiteren Verwendung (auch bei Hackung im höheren Alter) jedoch störend und qualitätsmindernd wirken.

Weide

Die Weidenflächen wurden im Gegensatz zur Pappel keiner genaueren Untersuchung zum Anwuchserfolg unterzogen. Es zeigte sich jedoch parallel zu den Aussagen der Literatur ein Anwachsen von über 95 % der Stecklinge.

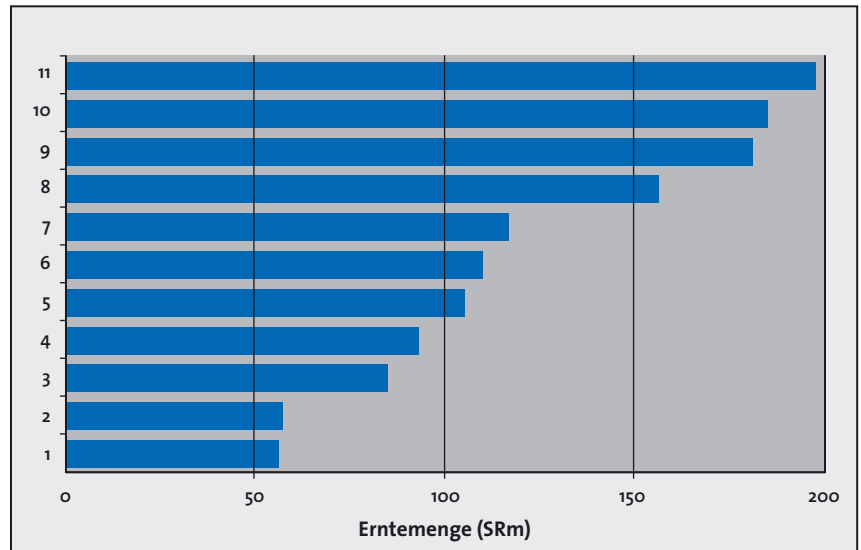


Abbildung 2: Erntemengen in SRm/ha auf den 11 in 2009 beernteten Versuchsflächen

Gleichwohl waren die Zuwächse der elf intensiver beobachteten Weidenflächen deutlich verschieden und wiesen Unterschiede von über 300 % auf. Abbildung 2 zeigt das Ergebnis der Ernte im Februar 2009 nach 3 Vegetationsperioden. Tatsächlich sind die zu beobachtenden Unterschiede noch größer als hier dargestellt, denn für einige weitere in 2006 angelegte Flächen entschied man sich zur Beerntung nach der 4. Vegetationsperiode.

Für die nächste Beerntung der in Abbildung 2 dargestellten Flächen wird mit Steigerungen der produzierten Masse um 20-30 % gerechnet. Diese Erwartungen werden durch den raschen Stockauschlag nach der Ernte und dem guten Zuwachs in 2009 untermauert. Das etablierte Wurzelsystem hat

den Weiden trotz der Trockenheit im Sommer 2009 offensichtlich ausreichend Wasser zur Verfügung stellen können.

Zuwachsstörungen

Schäden am Trieb

Schäden am Trieb entstanden auf den Versuchsflächen vorwiegend durch Begleitvegetation und/oder durch Wild. Grundsätzlich gelten diese Aussagen für Weiden und Pappeln gleichermaßen, doch wurden die Weiden mit einer deutlich höheren Stückzahl begründet, was Begleitvegetation rascher eindämmte und Wildschäden weniger offensichtlich werden ließ. Daher wurden für die Pappel gegen Ende der 1. Vegetationsperiode genauere Untersuchungen durchgeführt.

Es zeigte sich, dass in Bezug auf Wildschäden die Sorte Weser 6 an 7 % aller Pflanzen einen Bruch des Sprosses aufwies (Rehwild) und an 50 % Verbiss festgestellt werden konnte. Die geringsten Verbiss- und Fegeschäden wies Max 4 auf. Bei den Weiden konnte eine Fläche wegen starker Verbisschäden in 2009 noch nicht beerntet werden.

Ein generelles und sortenunabhängiges Problem war das Phänomen niedergedrückter Pappeln nach dem ersten Winter. Hier kam es häufig zum Überwachsen durch Begleitvegetation (z. B. Disteln, wild aufgelaufener Ölrettich) und zum Niederdrücken bei winterlichem Schneefall. Auf Fläche 2 waren ca. 50 % der Pflanzen davon betroffen, was ein Freischneiden ausgangs des Winters erforderlich machte.

Für die Weidenflächen wurde teilweise von Schäden durch die Schermaus berichtet. Sie führen zum Absterben der Triebe und lassen sich allein durch eine gezielte Bekämpfung der Schermaus kontrollieren. Auch die Eindämmung der Begleitvegetation ist ein probates Mittel, diesen Schäden vorzubeugen.

Schäden an der Belaubung

Durch Insekten und/oder deren Larven wurden z. T. erhebliche Schäden an der Belaubung der Pappeln hervorgerufen. Bei den Fraßschäden –

vor allem durch den Pappelblattkäfer – gab es gravierende Unterschiede zwischen der Fläche 1, in deren Nähe zahlreiche Altpappeln zu finden waren, und Fläche 2, die sich quasi isoliert befand (Tab. 2; Abb. 3).

Mit den Fraßschäden verbunden waren Zuwachsverluste, die in allen bisherigen Vegetationsperioden auftraten.

Für Weiden wurden vergleichbare Beobachtungen nicht gemacht.

	Befallsintensität	
Fläche 2	Hybride 275	5 %
	Androscoggin	6 %
	Max 3	0 %
	Max 4	1 %
	Muhle Larsen	7 %
	Weser 6	3 %
Fläche 1	Hybride 275	39 %
	Androscoggin	73 %
	Max 4	48 %
	Weser 6	75 %

Tabelle 2: Fraßschäden am Blatt

In geringerem Umfange wurden zudem Blattschäden durch Pappelrost und Marssonina festgestellt; gravierende Auswirkungen konnten aber nicht belegt werden.



Abbildung 3: Blattfraß an Pappel; erst ab dieser Schadstärke wurden Schäden als solche auch aufgenommen.

Sonstige Einflussfaktoren

Bei den Weidenflächen in Waldnähe zeigte sich, dass durch eine zu dichte Bepflanzung an den Waldrand heran Zuwachsverluste auf ca. 3 m Breite auftraten. Die Ursache dürfte in der Schattenwirkung des Waldes liegen. Hier sollte zukünftig auf entsprechende Abstände zum Wald geachtet werden.

Die Ertragsfähigkeit der zu betrachtenden Weidenflächen steht zudem unter dem Einfluss des Verhältnisses von Flächengröße und Vorgewendefläche. Die Anlage eines

unbestockten Vorgewendes ist für die Beerntung zwingend erforderlich und vermindert den betrieblichen Hektar-Ertrag (z. B. im Vergleich zum Getreideanbau) bei Kleinflächen bis 1 ha um etwa 10-12 %.

Zuwachsförderung

Nach der Begründung der Kulturen sind die Möglichkeiten der Förderung der Zuwachsleistung beschränkt, da auch eine Befahrung der Fläche ausgeschlossen ist. Jedoch ist es denkbar, nach der ersten Ernte der Weidenflächen Bilanz zu ziehen und

bei schwachen Standorten ggf. über eine Stickstoff-Gabe nachzudenken. Auf einigen der Versuchsflächen wurden nach dem Februar 2009 bis zu 70 kg N/ha ausgebracht, auch die Literatur verweist auf eine positive Reaktion von Weide auf N-Gaben.

Vom Grundsatz her sollte die Düngung der Kurzumtriebsplantagen auch vor dem Hintergrund des Extensivierungsgedankens und zur Förderung des positiven Images dieser Kulturen aber eher kritisch betrachtet werden.

■ Wegen der geringen Stecklingszahlen ist besonders bei Pappelkulturen auf gute Anwuchsbedingungen zu achten.

■ Wildverbiss und Blattfraß mindern die Zuwachsleistung erheblich.

■ Die Zuwachs- und Erntemengen können sich in Abhängigkeit von den Wuchsbedingungen erheblich unterscheiden.

Betriebswirtschaftliche Auswertung

Pappel

Eine belastbare Herleitung von Deckungsbeiträgen aus dem Anbau von Pappeln in einem Umtrieb von 10-15 Jahren ist erst nach der ersten Beerntung der Versuchsflächen möglich. Die aktuellen Zuwachsleistungen lassen jedoch vermuten, dass das Gesamtergebnis – auch und vor allem unter Berücksichtigung der unter Punkt 1.3. erwähnten, zu erwartenden Vorteile – dem des Weidenanbaus vermutlich nicht nachstehen wird. Die Literatur verweist sogar auf ein wesentlich höheres Leistungsvermögen der Pappel im Gegensatz zur Weide. Allerdings ist sehr wohl das höhere Produktionsrisiko durch die längere Produktionsdauer zu beachten.

Hinsichtlich des Ernteverfahrens werden sich zur Beerntung der Weidenflächen grundlegende Änderungen ergeben. Die zu erwartenden schwachen Stammholz-Dimensionen machen eine Beerntung mit Forsttechnik notwendig:

■ Ein Harvester mit klassischem Fällkopf kommt zum Einsatz, wenn Abschnittssortimente auszuhalten und restliche Stammteile zu hacken sind; Abschnitte werden anschließend gerückt und verladen, während Kronenteile auf der Fläche zu hacken sind.

■ Ein Harvester mit Fällkopf oder Kneifer (Feller-Buncher) trennt die Pappeln vom Stock und legt sie gebündelt zur Hackung ab.

Der Erntezeitpunkt im Verlauf des Jahres kann flexibel gesetzt und auf die Befahrbarkeit der Fläche ausgerichtet werden, denn die Literatur rät von einer Übernahme des Stockausschlages aus Gründen der Bestandesstabilität ab und empfiehlt eine Neupflanzung mit Stecklingen. Diese Neupflanzung kann auf die Ernte im folgenden Frühjahr erfolgen. Notwendige Vorarbeiten werden v.a. in der Bekämpfung der Konkurrenzvegetation zu sehen sein.

Perspektivisch zeigt Tabelle 3, dass ab einem Massenzuwachs von 9-10 t atro je ha und Jahr die Anlage von Pappel-Kurzumtriebsplantagen inkl. Zaun einen Deckungsbeitrag von voraussichtlich über 200 € erbringt. Damit liegt sie in ihrer Ertragskraft über derjenigen von Getreide, teil-

weise sogar über Raps oder Mais (im langjährigen Mittel betrachtet). Kann auf einen Zaun verzichtet werden und bleiben Zuwachseinbußen z. B. durch Wildeinflüsse aus, ist bei Pappeln wie bei Weiden mit wesentlich höheren Erträgen zu rechnen.

Die Kalkulationen gehen dabei von einem Auszahlungspreis pro SRm von 9,00 € netto aus sowie von der Maßgabe, dass eine Tonne Trockenmasse etwa 6 SRm ergeben.

Weiden

Die Weidenkulturen wurden im Frühjahr 2009 mit einem mobilen Häcksler geerntet und die Hackschnitzel auf parallel fahrende landwirtschaftliche Anhänger verblasen. Der Verkauf der Hackschnitzel erfolgte quasi auf dem Stock über die Auszahlung des Holzpreises. Die Kalkulation der Ernte- und Logistikkosten wurde jedoch annähernd transparent dargelegt und gliedert sich – wie in Abbildung 4 dargestellt wird – in die Kostenarten:

- Holzernte und Vorlieferung: ernten und häckseln der Weidenruten sowie Transport zu einem Zwischenlagerplatz; Verladen: überladen der Hackschnitzelmieten mit einem Radlader für den Straßentransport;

Zuwachs t/a	Pappel mit Zaun	Pappel ohne Zaun	Weide ohne Zaun
5	- 32	146	168
6	22	200	222
7	76	254	276
8	130	308	330
9	184	362	384
10	238	416	438
11	292	470	492
12	346	524	546

Tabelle 3: Deckungsbeiträge in €/ha (erntekosten- und provisionsfrei) bei Auszahlung von 9 €/SRm an den Landwirt in Abhängigkeit von der Produktionsleistung in t atro/ha*a (Annahme: das komplette Material wird gehackt).

- Transport: Kosten für den Transport der Hackschnitzel aufnehmende Werk; in dieser Position ist die Kalkulation vermutlich nicht transparent.

Es zeigte sich, dass bei der Vorbesichtigung der zu beerntenden Flächen eine Klassifizierung in „einfache“, „mittlere“ und „schwierige“ Verhältnisse vorteilhaft war. Als erschwerend zeigten sich vor allem kleine oder hängige Flächen, die nur in einer Richtung beerntet werden können, sowie lange Anfahrtswege zu den Zwischenlagerplätzen. An dieser Stelle ist der Landwirt gefordert, logistisch bessere Voraussetzungen zu schaffen und dadurch

einen Mehrwert zu erzielen, denn der Auszahlungspreis betrug 10 €/SRm bei leichten und 8 €/SRm bei schwierigen Verhältnissen.

Insgesamt haben einige Betriebe (Flächen 9-11) ihre Anfangsinvestition (Kulturbegründung) mit der ersten Beerntung retournieren können. Bei mehr als der Hälfte der Betriebe wird dies – ceteris paribus – nach der zweiten Ernte der Fall sein, selbst unter Berücksichtigung eines Kapitalzinses.

Damit muss das Anbauprojekt im Wesentlichen als erfolgreich gelten, wenngleich der im Februar 2009 realisierte Hackschnitzelpreis zukünftig marktbedingten Schwankungen unterliegen mag.

■ Pappel- und Weidenplantagen erfordern unterschiedliche Ernteverfahren und werden aufgrund der unterschiedlichen Stammdimensionen zum Erntezeitpunkt Hack-schnitzel in unterschiedlicher Güte erzeugen.

■ Die Erträge je ha können bei günstigen Voraussetzungen deutlich über denen üblicher Feldfrüchte liegen; Kurzum-triebsplantagen stellen sich daher als eine echte wirt-schaftliche Alternative dar.

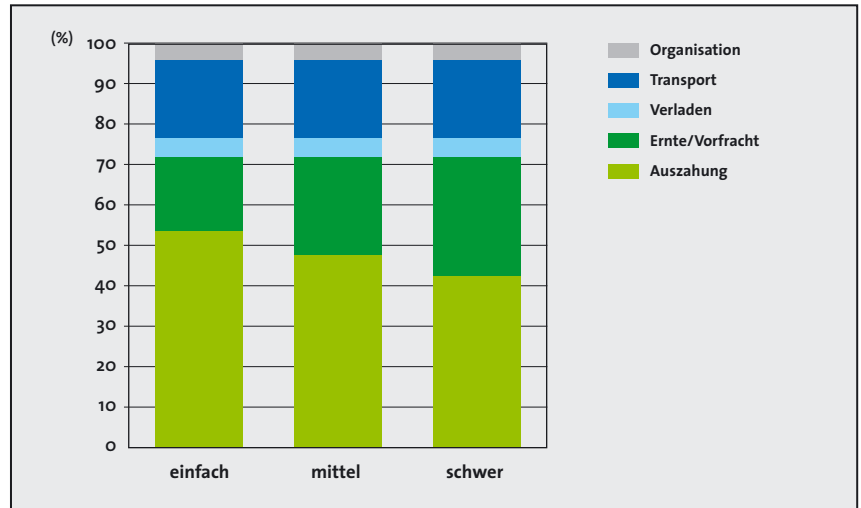


Abbildung 4: Kostenkalkulation der Ernte von Weidenbeständen unter einfachen, mittleren und erschwerten Bedingungen.

Landschaftsökologische Bewertung

Projektergebnisse am Beispiel der Samtgemeinden Suderburg und Rosche im Landkreis Uelzen

Gerald Busch

Einleitung, methodische Vorgehensweise und Zielsetzung

Am Beispiel der Samtgemeinden Suderburg und Rosche im Landkreis Uelzen wird der Umwelteinfluss von Kurzumtriebsplantagen (KUP) auf der Landschaftsebene bewertet.

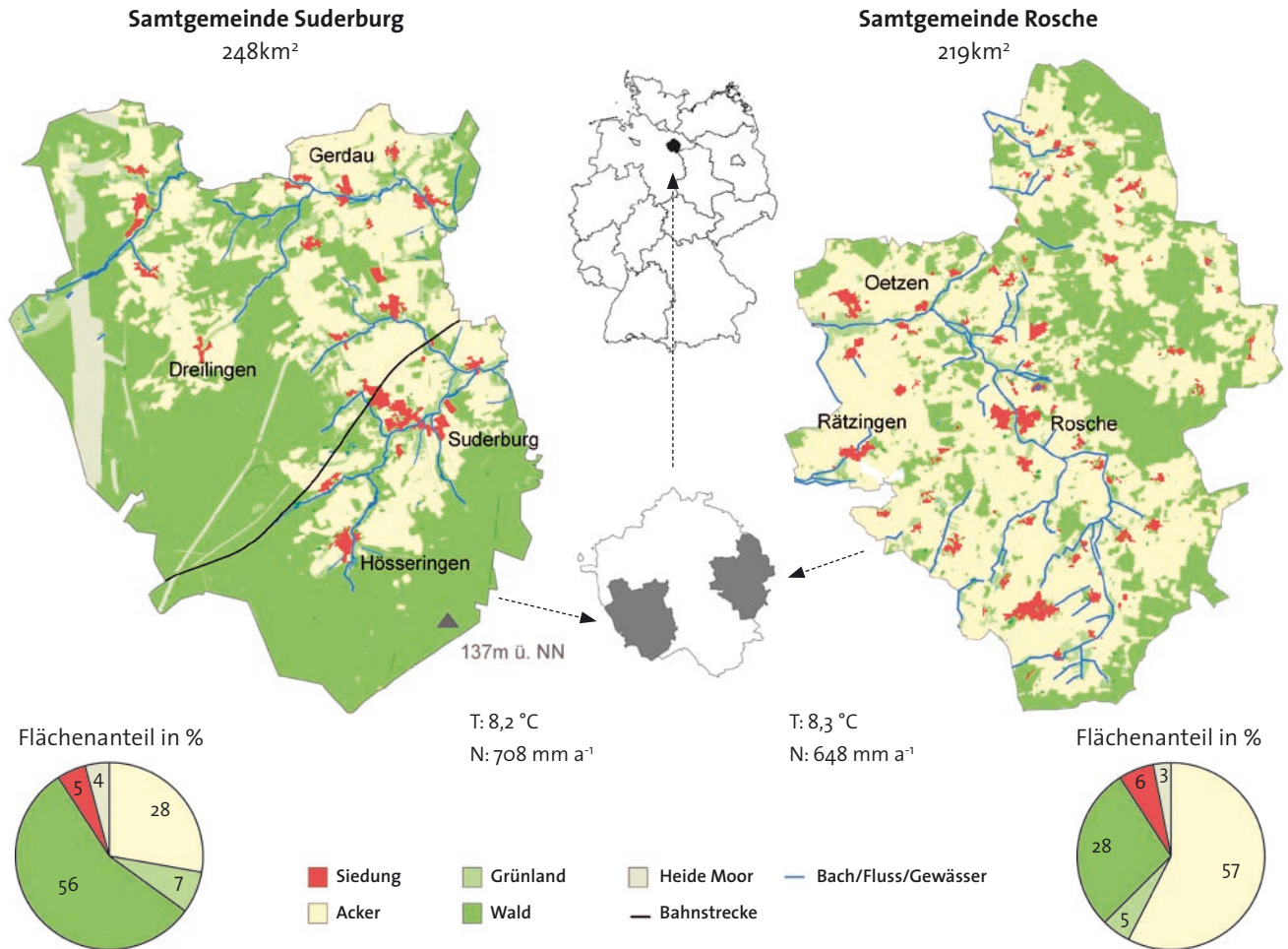
Die Bewertung orientiert sich an Methoden der Landschaftsplanung und Landschaftsökologie, die für die planerische Praxis entwickelt wurden. Zentrales Element der praxisorientierten Landschaftsbewertung ist die Erfassung und Beurteilung der Belastungsfähigkeit von **Landschaftsfunktionen**. Landschaftsfunktionen umfassen die derzeitige und potenzielle Leistungsfähigkeit der Naturgüter (Boden, Wasser, Klima/Luft, Tier- und Pflanzenwelt) einer Landschaft. Die Leistungsfähigkeit reflektiert den menschlichen Anspruch an den Naturhaushalt und das Landschaftserleben. Die anthropogenen Ansprüche an Natur und Landschaft können zur Beeinträchtigung von Landschaftsfunktionen führen. Für KUP ist dieser Einfluss im Vergleich zur konventionellen ackerbaulichen Nutzung in der Abbildung 1 dargestellt.

Einflussfaktoren	Landschaftsfunktionen							
	Grundwasser-darbootsfunktion	Grundwasser-schutzfunktion	Lebensraum-funktion	Abflussregulations-Funktion	Klimatische Ausgleichsfunktion	Ertragsfunktion	Erosionsschutz-funktion	Landschafts-erlebnisfunktion
(im Vergleich zu konventioneller ackerbaulicher Nutzung)								
Grundwasserzehrung								
Bodenerosion durch Wind und Wasser								
Retention von Niederschlägen								
Veränderung des Humusgehalts								
Bodenverdichtung								
Eintrag von Düngemitteln in Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer								
Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer								
Klimatischer Ausgleich und Luftreinhaltung								
Veränderung von Lebensräumen								
Veränderung des Landschaftsbildes								

 positiv
 negativ

Abbildung 1: Potenzieller Einfluss von KUP auf Landschaftsfunktionen

Das Untersuchungsgebiet: Die Samtgemeinden Suderburg und Rosche im Landkreis Uelzen



Datengrundlage: LGN, 2007

Die beiden Samtgemeinden Suderburg im Südwesten und Rosche im Nordosten des Landkreises Uelzen umfassen rund 465 km² Fläche. Die Samtgemeinde Rosche ist deutlich stärker vom Ackerbau geprägt als die Samtgemeinde Suderburg. Die

Ackerschläge nehmen in Suderburg lediglich 28 % der Fläche ein. Sie sind im Vergleich zur Samtgemeinde Rosche stärker strukturiert und weisen eine geringere durchschnittliche Schlaggröße auf.

Der Grünlandanteil ist in beiden Samtgemeinden ähnlich und im Wesentlichen auf die Auenbereiche der Flüsse und Bäche beschränkt. Die Samtgemeinde Suderburg ist stärker durch Waldgebiete (Aufforstung mit Kiefer als dominanter Baumart)

und größere Heidebereiche gekennzeichnet. In Rosche treten größere Waldbereiche vor allem im Nordosten der Samtgemeinde auf.

Das Klima ist subatlantisch geprägt. Die Jahresniederschläge nehmen im Landkreis von Westen nach Osten ab, d.h. in der Samtgemeinde Rosche liegt der mittlere Jahresniederschlag mit 648 mm um 72 mm niedriger als in der Samtgemeinde Suderburg. Innerhalb der Untersuchungsgebiete wird die Niederschlagsverteilung durch das Relief bestimmt.

Die Endmoränenzüge an den Gemeindegrenzen weisen höhere Niederschläge auf. In Richtung Uelzener Becken nehmen die Niederschläge ab. Der Anteil der Sommerniederschläge am Jahresniederschlag macht in beiden Samtgemeinden rund 54 % (350-400 mm) aus. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8,2°C in Suderburg, bzw. 8,3°C in Rosche.

Die Böden sind durch die glaziale Prägung der Saale-Eiszeit von überwiegend sandiger bis lehmig-sandiger lehmiger Textur. Als Bodentypen herrschen Braunerden und Podsole sowie ihre Übergangsformen vor. In Unterhangbereichen und Niederungen dominieren Pseudogleye und Gleye. Letztere sind öfter mit reliktschen Niedermoorformen vergesellschaftet. Der Grundwasser-

anschluss der Böden beschränkt sich ebenfalls auf Niederungsbereiche. In Richtung Uelzener Becken nimmt die landwirtschaftliche Wertigkeit der Böden mit steigendem Schluffanteil zu.

Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe nahm in den letzten Jahren (2001-2007) in beiden Samtgemeinden um rund 20 % ab². Die landwirtschaftlich genutzte Fläche reduzierte sich ebenfalls – allerdings ist der Rückgang moderater und in der Samtgemeinde Suderburg mit

rund 10 % ausgeprägter als in Rosche mit rund 4 %. In der Betriebsstruktur ist eine deutliche Zunahme der landwirtschaftlich genutzten Fläche bei den Betriebsgrößen von mehr als 100 ha zu verzeichnen. Die mittlere Schlaggröße des Ackerlandes ist in der Samtgemeinde Suderburg (5,5 ha) rund 10 % geringer als in der Samtgemeinde Rosche (6,2 ha). Getreide (Gerste, Triticale, Roggen, Weizen), Hackfrüchte (Kartoffel, Zuckerrüben) und Futterpflanzen (Silomais) dominieren den Ackerbau².



Typische Landschaftskomposition im Landkreis Uelzen - hier die Region Uetersen-Bad Bevensen mit Elbe-Seitenkanal. Foto: H. Mombrei

Naturräumliches Potenzial für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen

Aus der Literatur und eigenen Untersuchungen^{3,4,5,6,7} wurden folgende Standortparameter für die räumliche Darstellung der Standort-eignung von KUP berücksichtigt:

- Hangneigung
- Gründigkeit
- Stauwassereinfluss
- Niederschlag, Verdunstung, Temperatur
- Pflanzenverfügbares Bodenwasser

Sobald die Mindestanforderungen für einen Standortparameter nicht erfüllt werden, gilt der Standort als ungeeignet. Die Standortparameter wurden über einen Kriterienkatalog verknüpft. Der resultierende Eignungswert wurde für die Darstellung in den folgenden Karten (s. Abb. 5) von „ungeeignet“ bis „sehr gut geeignet“ klassifiziert. Für den Anbau von KUP ergeben sich folgende Optionen und Restriktionen (s. Kasten Seite 58).

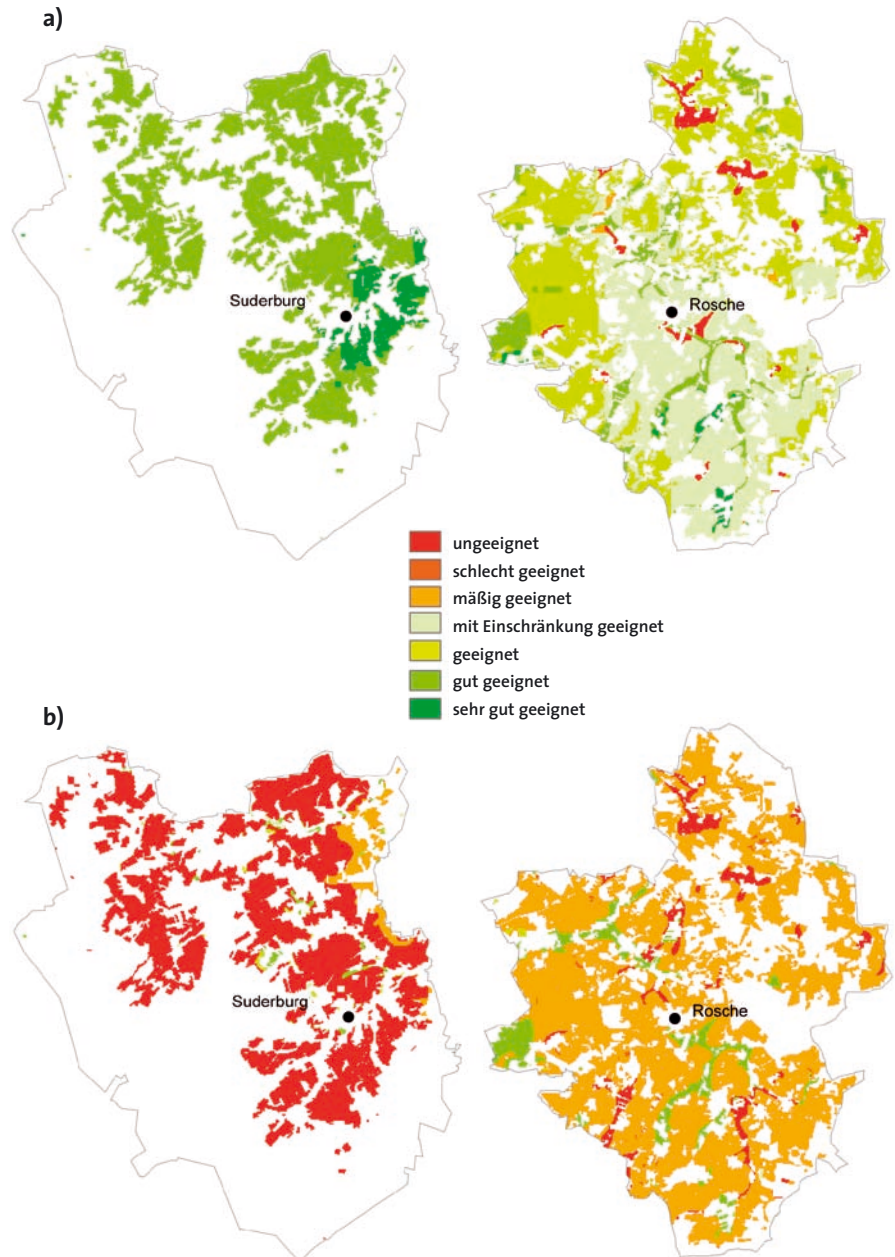


Abbildung 5: Standort-eignung für den Anbau von KUP in a) Mini-Rotation (2-4 Jahre Umtriebszeit) und b) Midi/Maxi-Rotation (4-10 Jahre Umtriebszeit)

Anbautyp	Klima	Boden
<ul style="list-style-type: none"> Der Fokus sollte auf Systemen in Mini-Rotation liegen. In Suderburg sind alle Ackerstandorte gut geeignet, in Rosche konzentrieren sich die geeigneten Bereiche im Nordosten und Westen der Samtgemeinde. Für die Midi/Maxi-Rotation sind nur wenige Bereiche in der Samtgemeinde Rosche geeignet. 	<ul style="list-style-type: none"> Der Niederschlag von 390-415 mm während der Vegetationsperiode ist bei den gegebenen Bodenverhältnissen nur für den Anbau von KUP in Mini-Rotation ausreichend. <p>Relief</p> <ul style="list-style-type: none"> Hier existieren lediglich im Bereich der Endmoränenwälle Einschränkungen durch große Hangneigung. 	<ul style="list-style-type: none"> Der Anspruch an das pflanzenverfügbare Bodenwasser beträgt 90-125 mm für KUP in Mini-Rotation – Dies ist auf den meisten Flächen gegeben. Für KUP in Midi-Maxi-Rotation erhöht sich der Anspruch auf 200-225 mm. Geeignete Flächen sind nur in den ehemaligen Aue-bereichen der Samtgemeinde Rosche zu finden. Limitierung durch Stauwasser-einfluss treten auf Flächen in der Samtgemeinde Rosche auf.

Grundwasserdargebotsfunktion

Die potenzielle Beeinträchtigung der Grundwasserneubildung (GWN) durch KUP wurde im Vergleich zur aktuellen konventionellen ackerbau-lichen Nutzung in qualitativer Weise bewertet (s. Abb. 6). Dabei wurde eine Reduzierung der GWN von weniger als 25 % als tolerabel erachtet. Eine Reduzierung der GWN um 25 % liegt unter der Minderung durch die aktuelle Bewässerungspraxis (s. Tabelle 2). Die Berechnung erfolgte auf Grundlage der NIBIS-Daten⁸ und Angaben zur Bewässerungslandwirtschaft von Fricke⁹.

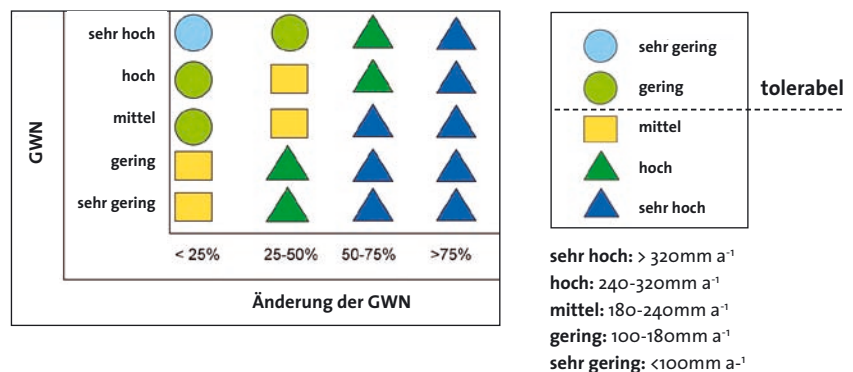


Abbildung 6: Bewertungsmatrix zur potenziellen Beeinträchtigung der Grundwasserneubildung (GWN) durch KUP

In beiden Samtgemeinden wird eine tolerable Grundwasserreduzierung nur in wenigen Bereichen erreicht (s. Abb. 7a und 7b). Die Situation stellt sich in der Samtgemeinde Rosche etwas günstiger dar. Die flächenhafte Analyse der beiden Samtgemeinden zeigt jedoch (s. Tabelle 2), dass Mini-Rotationssysteme von KUP im Vergleich zur momentan gängigen Praxis der Bewässerung zu keiner weiteren Reduzierung der GWN führen. Midi/Maxi-Rotationssysteme reduzieren dagegen die Grundwasserneubildung im Vergleich zum konventionellen Ackerbau erheblich. Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist daher ein Anbau von KUP in Maxi-Rotation nicht zu empfehlen.

	Suderburg	Rosche
GWN von KUP		
	26,5 %	23 %
	15 %	12 %

Tabelle 2: Mittlere, flächengewichtete Grundwasserneubildung von KUP im Verhältnis zu Jahresniederschlägen (%) und konventioneller Ackernutzung

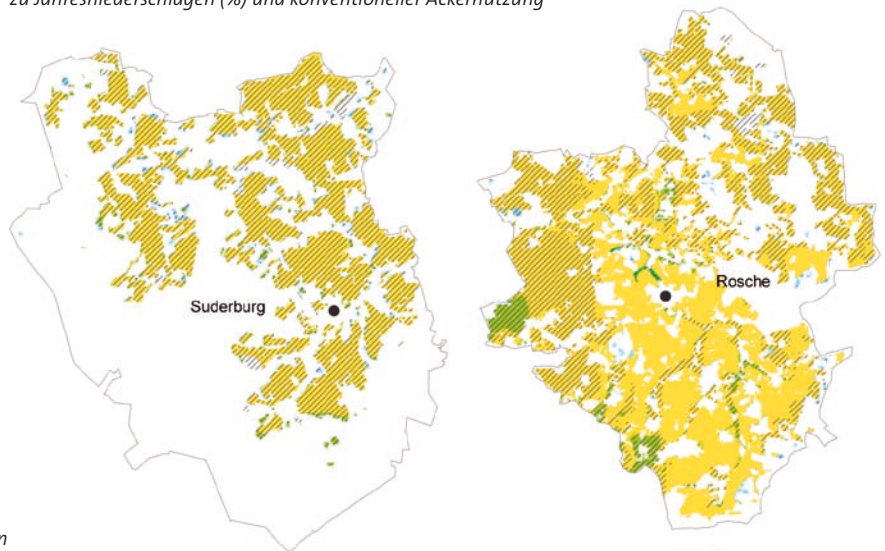


Abbildung 7a: Die potenzielle Beeinträchtigung der Grundwasserneubildung durch KUP in Mini-Rotation

Beeinträchtigung

- sehr gering
- gering
- mittel
- hoch
- sehr hoch
- geeigneter KUP-Standort

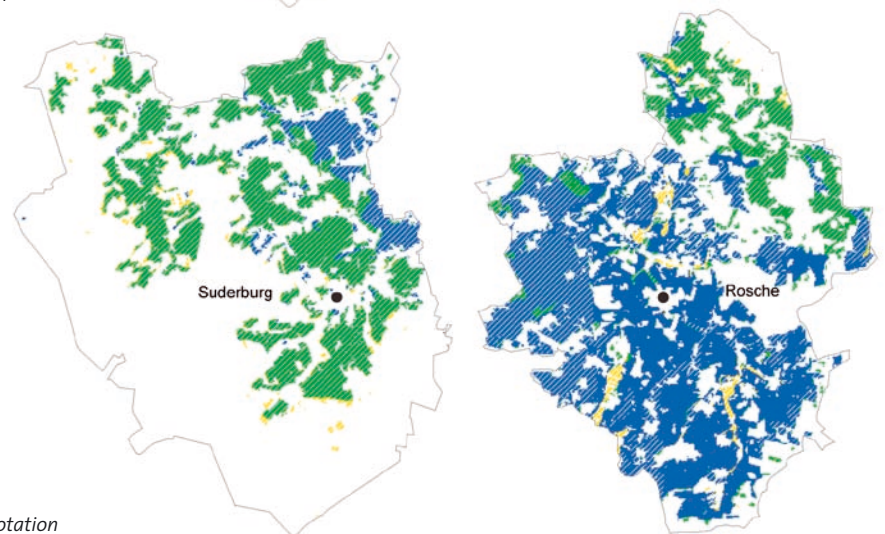


Abbildung 7b: Die potenzielle Beeinträchtigung der Grundwasserneubildung durch KUP in Midi/Maxi-Rotation

Grundwasserschutzfunktion

Aus den Sickerwasserraten und dem Wasserspeichervermögen des Bodens ergibt sich die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und damit die potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung (NAW)⁸. Die Berechnungen beziehen sich auf NIBIS-Daten¹⁰.

Diese Gefährdung wurde in 5 Klassen von sehr gering (1) bis sehr groß (5) eingeteilt und bezieht sich auf die aktuelle landwirtschaftliche Nutzung der Gemeinden.

Bei 10-jährigen Beregnungsversuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen 11 wurden für beregnete Flächen $25\text{-}30\text{kg N ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$ und für unberegnete Flächen $30\text{-}40\text{kg N ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$ an Austrag gemessen. Die Mineraldüngergaben lagen mit $125\text{-}160\text{kg N ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$ im Bereich der FAL-Studie von Schmitt et al.¹². Das tolerierbare N-Auswaschungspotenzial wurde in Abhängigkeit der Sickerwasserraten nach den Angaben von Frede und Dabbert¹³ berechnet und in Form einer Beeinträchtigungsmatrix bewertet (s. Abb. 8). Eine sehr hohe Beeinträchtigung bedeutet eine potenzielle Überschreitung des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung.

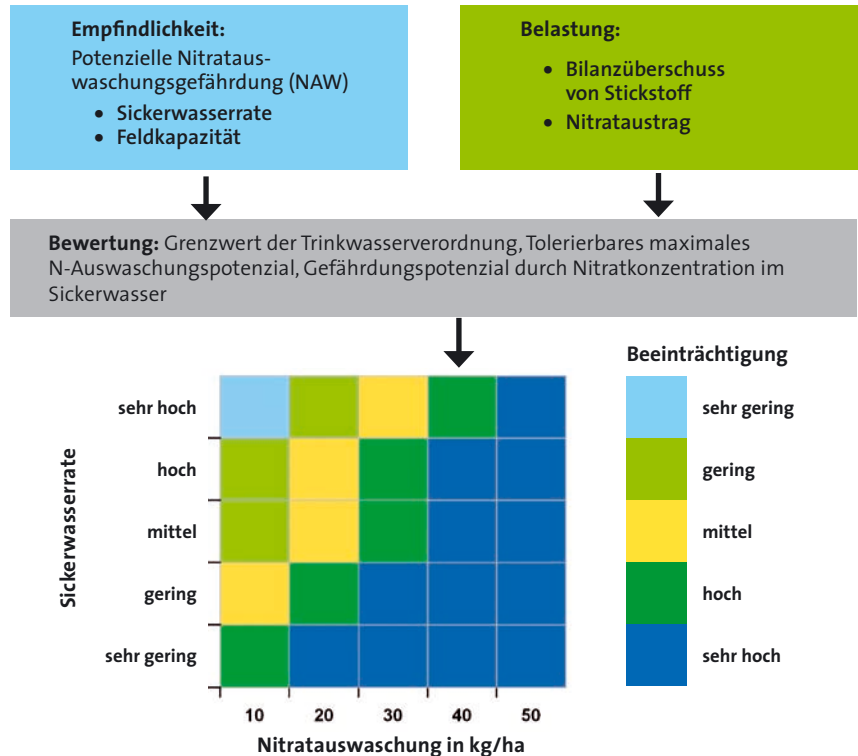


Abbildung 8: Bewertung der Beeinträchtigung der Grundwasserschutzfunktion

Weite Bereiche der Ackerflächen zeigen das hohe bis sehr hohe Risiko einer beeinträchtigten Grundwasserschutzfunktion (s. Abb. 8). KUP in Mini-Rotation können das Risiko des Nitrataustrags deutlich reduzieren und gleichzeitig regionalplanerische Vorgaben zur Landschaftsstruktur (s. Abb. 9) und zur Trinkwasserversorgung erfüllen, ohne die Grundwasserneubildung zu belasten. Einige Beispiele hierfür sind in der Abbildung 9 als Präferenzgebiete ausgewiesen. Dargestellt ist der Vergleich zum berechneten Ackerbau.

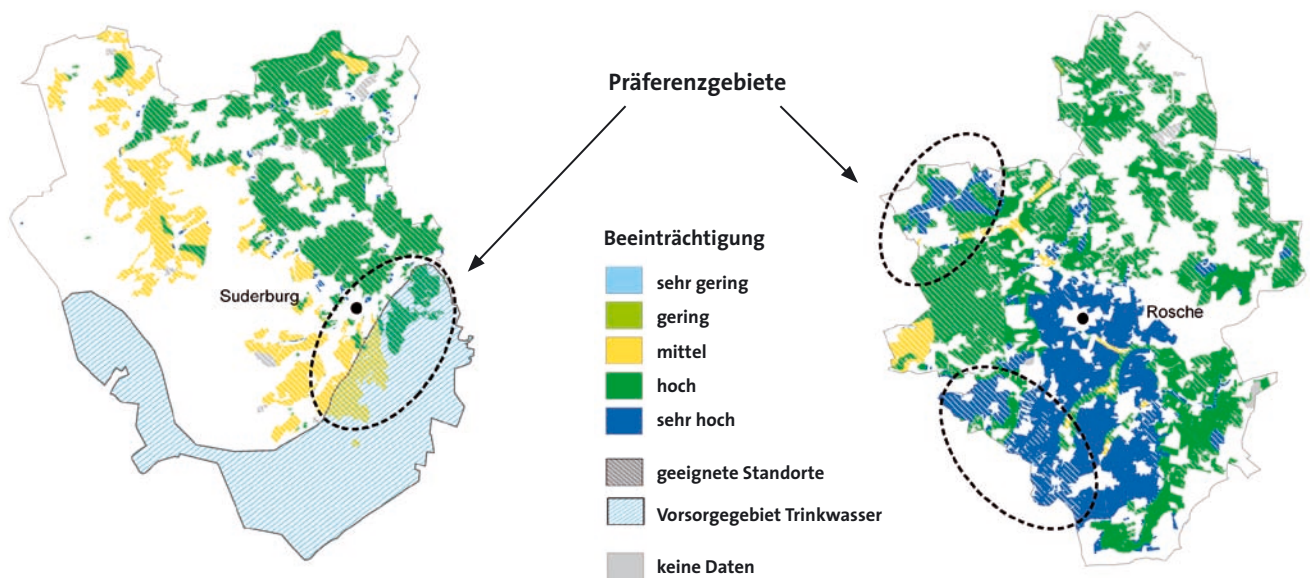


Abbildung 9: Beeinträchtigung der Grundwasserschutzfunktion durch die aktuelle Landnutzung. (Berechnungsgrundlage: berechnete Ackerflächen)

Erosionsschutzfunktion

Die Bewertung der potenziellen Gefährdung durch Winderosion wurde in mehreren Arbeitsschritten durchgeführt:

- Anhand von Bodenart und Humusgehalt im Oberboden (abgeleitet aus der Bodenkarte 1:50.000) wurde die Erosionsempfindlichkeit der Böden klassifiziert (von sehr gering (1) bis sehr hoch (5)).
- Zur Bestimmung der Windstärke und Hauptwindrichtung dienten Daten der DWD-Wetterstation Fassberg.
- Die erosionsschützende Wirkung von Feldfrüchten und Frucht-

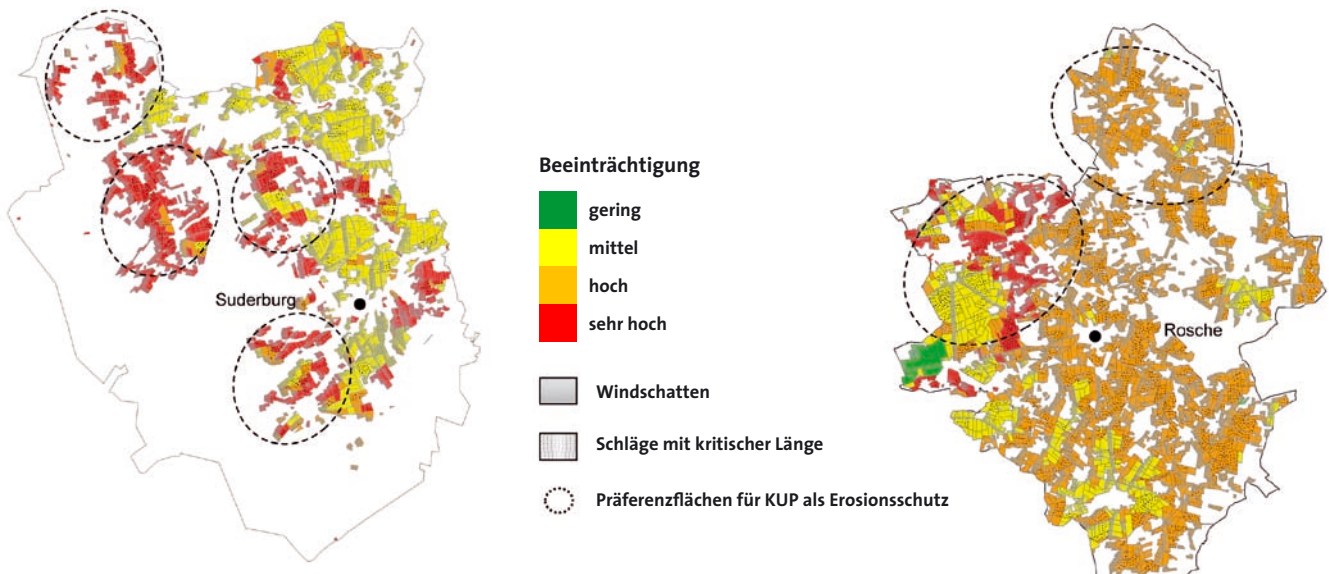
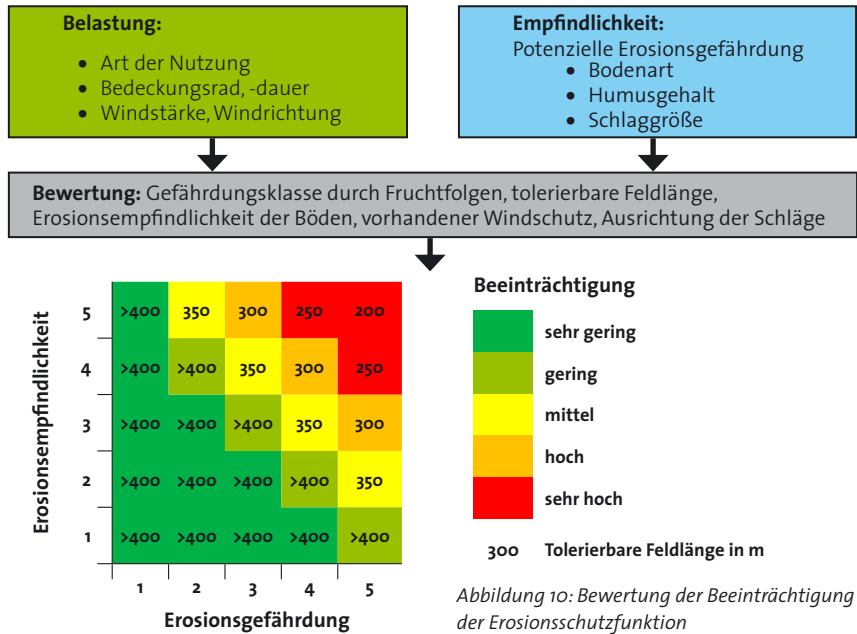
folgen wurde aus Daten der Gemeindestatistik und Bewertungen des NLÖ¹⁴ abgeleitet.

- Die Bewertung kritischer Feldlängenmaße orientiert sich an den Angaben von Thiermann¹⁵.
- Die Berechnung erfolgte auf der Grundlage von ATKIS-Daten und Orthophotos im Maßstab 1:5000.
- Die Windschutzwirkung von Hecken wurde nach Kreuzt¹⁶ berechnet. Die Berechnung erfolgte ebenfalls auf der Grundlage von ATKIS-Daten und Orthophotos.

Beide Samtgemeinden weisen bei der aktuellen Landnutzung eine hohe Erosionsdisposition auf. Die vorhandenen Strukturelemente der Landschaft bieten für die Hauptwindrichtungen mit erosiver Windstärke nur für rund 15 % der Ackerfläche Windschutz.

Bei der aktuellen Ackernutzung ist auf rund 30 % der Schläge in Suderburg und 41 % der Flächen in Rosche mit Erosionsschäden zu rechnen.

- Besonders auf den sehr hoch disponierten Ackerschlägen ist eine Anlage von KUP zu empfehlen.
- Besonders hohe Wirkung kann auf den Schlägen erzielt werden, die in den Windrichtungen West, Südwest und Nordwest ausgerichtet sind.
- Bei Anlage von KUP in Mini-Rotation reichen Abstände von 80-100 m aus, um die Schutzwirkung zu erhalten.



62 *Abbildung 11: Winderosionsgefährdung durch aktuelle Landnutzung in den Samtgemeinden Suderburg und Rosche*

Lebensraumfunktion

Restriktionen und Optionen durch Planungsvorgaben und Schutzgebiete

Das Spektrum der Schutzgebiete und Planungsvorgaben reicht von FFH-Flächen, EU-Vogelschutzgebieten über Wasserschutzgebiete und geschützte Biotope zu Vorrangflächen der Regionalplanung. In ihrer Bedeutung für KUP sind die ausgewiesenen Flächen sehr unterschiedlich zu bewerten. FFH-Flächen und geschützte Biotope stellen Tabuflächen für KUP dar.

Je nach Biotoptyp kann aber eine angrenzende Nutzung als KUP (Pufferwirkung gegen Eutrophierung) wünschenswert oder aber kritisch (hydrologische Beeinflussung von Feuchtgrünland und Kulissenwirkung bei Offenlandbiotopen) zu bewerten sein. Bei Offenlandbiotopen sollten aus Gründen der Kulissenwirkung nicht direkt angrenzend KUP etabliert werden.

In Anlehnung an Jedicke¹⁷ wird ein Pufferabstand von 200 m gewählt. Für Feuchtgrünland wurde ebenfalls ein Mindestabstand von 200 m gewählt um potenzielle Grundwasserzehrung durch KUP zu minimieren.

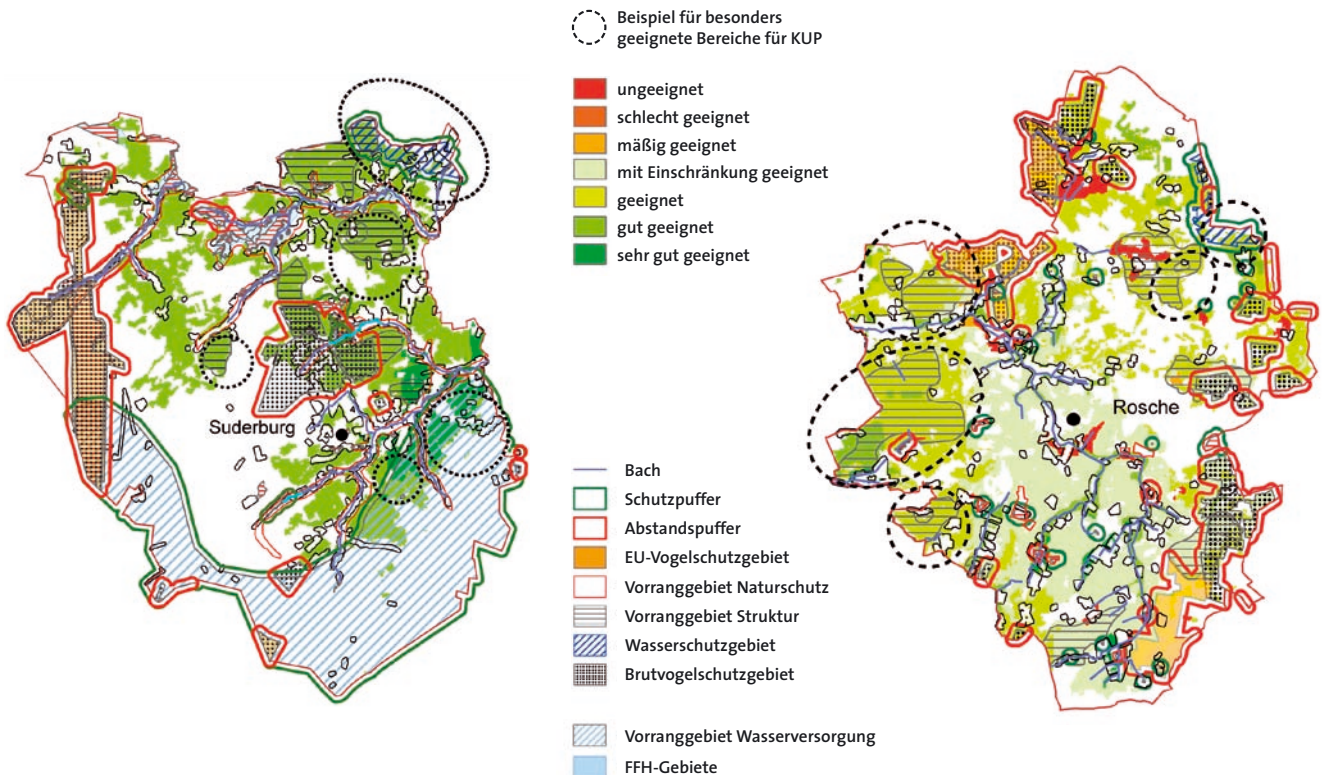


Abbildung 12: Flächen mit Schutzstatus bzw. mit Planungsvorgaben aus der Regionalplanung und ihr Bezug zum Standortpotenzial von KUP in Mini-Rotation auf Ackerflächen in den Samtgemeinden Suderburg und Rosche

Optionen und Restriktionen für die Samtgemeinde Suderburg

Da Grünland lediglich rund 5 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche in den beiden Samtgemeinden ausmacht, ist aus Gründen des Biotopschutzes eine Umwandlung in KUP-Flächen zu unterlassen. Grünlandflächen werden deshalb für diese Untersuchungsgebiete als Taburegionen für KUP bewertet und mit einem zusätzlichen Abstandspuffer von 50m (aus Gründen der Kulissenwirkung) versehen.

Rund 10 % der Ackerfläche in Suderburg sollten aus Naturschutzgründen nicht mit KUP bestockt werden. Der Hauptanteil dieser Flächen betrifft Vogelschutzgebiete, die sich im zentralen Teil der Samtgemeinde zwischen Bahnsen und Suderburg auf Ackerflächen erstrecken. In diesen Bereichen ist ein Abstandspuffer zu berücksichtigen um den Habitatansprüchen der Offenlandarten gerecht zu werden. Zum Teil überlagern sich diese Schutzgebiete mit Bereichen, die von der Regionalplanung als Vorranggebiete für eine Verbesserung der Landschaftsstruktur ausgewiesen wurden.

- KUP sollten hier als Strukturelement nur in Einzelfällen angelegt werden.

Als Schutzgebiete nach der FFH-Richtlinie sind vor allem Wald- und Grünlandflächen in der Samtgemeinde Suderburg ausgewiesen worden. Die Vorrangflächen für den Naturschutz aus der Regionalplanung betreffen ebenfalls weitgehend Grünlandflächen der Auen und Niederungsbereiche.

- Diese Bereiche sind von Bepflanzung mit KUP auszunehmen – im Übergang zur Ackerflur, besonders in den Bereichen, die an strukturarme Ackerflächen grenzen, sollten KUP als Extensivierungs- und Strukturelemente etabliert werden.
- Aus Gründen der Kulissenwirkung sollte zu den Grünlandflächen ein Mindestabstand von 50m eingehalten werden

Diverse Vorranggebiete für die Verbesserung der Landschaftsstruktur sind prädestiniert für den KUP-Anbau, da sie über ein gut geeignetes Standortpotenzial verfügen und keine Zielkonflikte mit dem Biotopschutz aufweisen.

KUP können als Schutzpuffer vor Eutrophierung (Grundwasser und Erosion) in den Grenzbereichen zum Wasserschutzgebiet im Norden der Samtgemeinde und zum Vorranggebiet für Wasserversorgung im

Süden der Samtgemeinde etabliert werden. Außerdem könnten KUP als Extensivierungsmaßnahme in diesen Bereichen etabliert werden.

Optionen und Restriktionen für die Samtgemeinde Rosche

Auf rund 20 % der Ackerfläche der Samtgemeinde Rosche führt ein KUP-Anbau zu potenziellen Zielkonflikten mit dem Naturschutz. Es handelt sich zumeist um Vogelschutzgebiete auf Acker- und Grünlandstandorten.

- Hier sollten nur in Ausnahmefällen KUP etabliert werden und außerdem ein Mindestabstand von 200m aus Gründen der Kulissenwirkung für Offenlandbiotope berücksichtigt werden. Ausnahmen könnten beispielsweise in Bereichen sinnvoll sein, in denen sich die Schutzgebiete mit strukturarmen Gebieten überlagern, die durch die Regionalplanung ausgewiesen sind.
- In der Nähe von grundwasserbeeinflussten Standorten und Feuchtbiotopen können KUP als Pufferstreifen gegen Eutrophierung gepflanzt werden. Hier ist aus hydrologischen Gründen ebenfalls ein Abstand von 200m zu berücksichtigen. Zudem ist hier das Standortpotenzial zu prüfen, da einige dieser Stand-

orte nur mit Einschränkungen für den KUP-Anbau geeignet sind.

Präferenzbereiche für die Etablierung von KUP sind die strukturarmen Ackerregionen und das Wasserschutzgebiet im Nordosten der Samtgemeinde.

■ Auf diesen Flächen lassen sich Produktionsziele mit Zielen des Naturschutzes und der Landschaftsplanung kombinieren.

Biotopentwicklungspotenzial

Flächen mit besonderen oder auch extremen Standorteigenschaften (Nässe, Trockenheit, saure, alkalische, nährstoffarme, nährstoffreiche Böden) bilden wertvolle Biotope für eine spezialisierte Vegetation und die darauf angepasste Fauna. Daher wurden auf der Grundlage der Bodenübersichtskarte (1:50.000) die Angaben zum Bodenwasserhaushalt den Kennwerten zur Nährstoffversorgung und des bodenchemischen Pufferbereichs in einer Matrix gegenübergestellt¹⁸. Die Kombinationsmöglichkeiten der Matrix wurden hinsichtlich der Schutzwürdigkeit in 5 Klassen eingeteilt (s. Abb. 13).

In beiden Samtgemeinden überwiegen nährstoffarme Standorte, die natürlicherweise geringe Boden-pH-Werte aufweisen. Der überwiegende Anteil dieser Standorte ist vom Bodenwasserhaushalt her als „trocken“ anzusprechen. In der Samtgemeinde Suderburg entfallen auf diesen Typus rund 87 % der Flächen. Rund die Hälfte dieser Standorte

weist ein Biotopentwicklungspotenzial für stark bis höchst spezialisierte Vegetation auf. Brachflächen auf diesen Standorten sollten besonders dann nicht in KUP umgewandelt werden, wenn sie in räumlicher Nähe zu bereits geschützten Biotopen liegen, da sonst die Möglichkeit genommen wird, diese Flächen sukzessive zu erweitern oder ein angepasstes Verbundsystem zu etablieren. In der Samtgemeinde Suderburg sind nennenswerte Bereiche nur im Nordosten zu berücksichtigen (s. Abb. 14).

In der Samtgemeinde Rosche beträgt der Anteil der Standorte, die als „trocken“ anzusprechen sind, rund 63 %. Mehr als 95 % dieser Standorte weisen ein Biotopentwicklungspotenzial für stark bis höchst spezialisierte Vegetation auf. Allerdings sind durch die starke landwirtschaftliche Überprägung nur noch zwei Kleinflächen als geschützte Biotope vorhanden, die eine standorttypische Vegetation aufweisen. Daher kommt Brachflächen in der Nähe dieser Restbiotope ein besonderer naturschutzfachlicher

Bodenwasserhaushalt									
nass									
stark feucht									
mittel feucht									
schwach feucht									
stark frisch									
mittel frisch									
schwach frisch									
schwach trocken									
mittel trocken									
stark trocken									
dürr									
Nährstoffversorgung	nährstoffarm			mittlere Nährstoffversorgung			nährstoffreich		
Bodenchemischer Pufferbereich	< 4.2	>4.2 - <6.2	>6.2	< 4.2	>4.2 - <6.2>	>6.2	< 4.2	4.2 - <6.2	>6.2

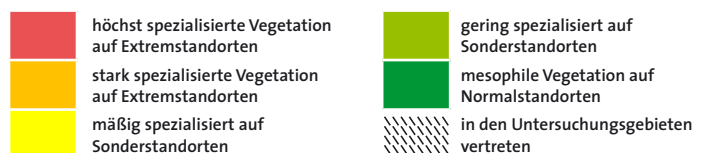


Abbildung 13: Biotopentwicklungspotenzial

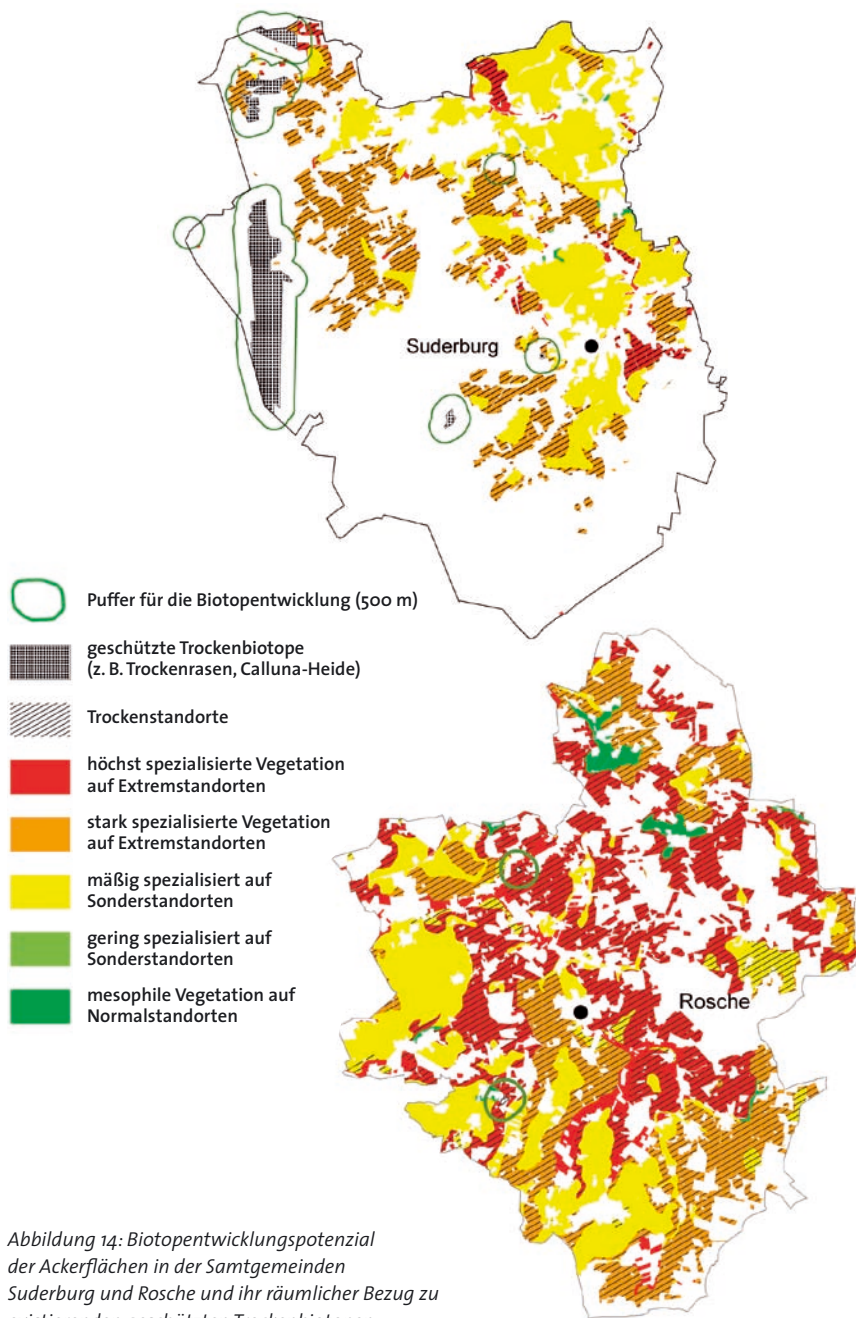


Abbildung 14: Biotopentwicklungspotenzial der Ackerflächen in der Samtgemeinden Suderburg und Rosche und ihr räumlicher Bezug zu existierenden geschützten Trockenbiotopen

Wert zu. Für die Etablierung von KUP spielt diese Restriktion aber keine nennenswerte Rolle.

Landschaftsstruktur

Schlagform und Kantenlänge

Ein hohe Komplexität der Schlagform und die größtmögliche Kantenlänge bewirken einen positiven Effekt auf die Zoodiversität, da die Kernfläche minimiert und der Ökotoneneffekt maximiert wird. Für die Samtgemeinde Suderburg zeigt sich, dass die Kantenlängen auf Schlägen mit einer Fläche von weniger als 2,5 ha überproportional höher sind. Bis zu einer Schlaggröße von rund 5 ha (ca. 10 % unter der mittleren Schlaggröße der Samtgemeinde) hält dieser Effekt an. Rund 29 % der Ackerschläge in der Samtgemeinde sind kleiner als 5 ha und rund 6 % kleiner als 2,5 ha (s. Abb. 15)

Strukturelemente

Vorhandene Heckenstrukturen wurden auf der Basis von Orthophotos (1:10.000) abgeleitet. Um die vorhandenen Strukturen wurde ein Puffer gelegt (s. Abb. 15), der den potenziellen Aktionsradius von 500m für viele Organismen widerspiegelt¹⁹. Es zeigt sich, dass viele Bereiche keine Anbindung zu existierenden Heckenstrukturen aufweisen. In der Samtgemeinde Suderburg

bieten sich vielfältige Möglichkeiten, Schläge mit komplexen Strukturen zu nutzen, um möglichst große Ökotoneffekte zu generieren und gleichzeitig Trittsteinbiotope für einen Heckenverbund zu etablieren. Die Maßnahmen gewinnen noch an ökologischem Wert, wenn im Zuge der KUP-Etablierung Saumhecken (z. B. Benjes-Hecken) an den KUP-Flächen angelegt werden. Die Präferenzbereiche für die kombinierte Anlage von KUP mit Saumstrukturen sind in der Abbildung 15 eingezeichnet.

- Rund 29 % der vorhandenen Ackerflächen in der Samtgemeinde Suderburg weisen komplexere Formen mit hoher Kantenlänge auf.
- Auch auf den übrigen Schlägen kann die Komplexität erhöht werden, indem Streifen mit KUP eingefügt werden.
- KUP können genutzt werden, um 1.) einzelflächenbezogen die Biodiversität zu erhöhen und
- 2.) über eine gezielte Allokation die Bildung von Biotopverbänden zu unterstützen.
- In der Samtgemeinde Suderburg kann mit KUP inkl. Saumstrukturen ein durchgängiger Heckenverbund etabliert werden.

- Hecken_Suderburg
- tierökologischer Aktionsraum
- Ackerschläge
- Ackerschläge < 2,5ha
- Ackerschläge < 5ha
- Waldflächen
- Siedlungsflächen
- Entwicklungsbereiche für den Biotopverbund

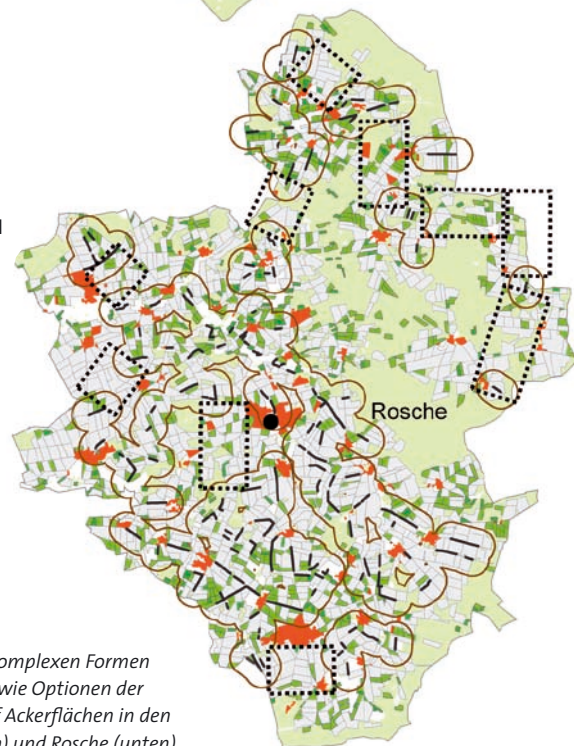
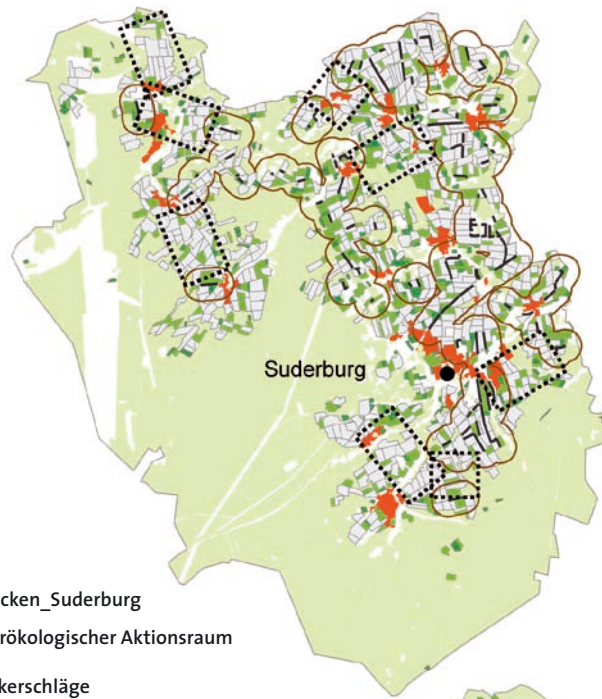


Abbildung 15: Ackerschläge mit komplexen Formen und/oder großer Kantenlänge sowie Optionen der Biotopvernetzung durch KUP auf Ackerflächen in den Samtgemeinden Suderburg (oben) und Rosche (unten)

In der Samtgemeinde Rosche zeigen sich die gleichen Beziehungen zwischen Schlagform und Kantenlänge: Flächen, die kleiner als 2,5ha sind, weisen die komplexesten Formen und den größten Ökotoneneffekt auf. Bis zu einer Flächengröße von 5ha bleibt diese Charakteristik (mit nachlassender Dynamik) erhalten.

- Die komplexeren Schläge machen rund 21 % der Ackerfläche in der Samtgemeinde Rosche aus.
- Die vorhandenen Strukturen können für KUP gut genutzt werden, um in der Samtgemeinde Rosche die Biodiversität durch Ökotoneneffekte auf kleinen und mittelgroßen Schlägen zu erhöhen. Zudem kann über

die gezielte Nutzung dieser Flächen ein Heckverbund etabliert werden, der ebenfalls positive Effekte auf die Biodiversität der Agrarlandschaft zur Folge hat.

- In der Samtgemeinde Rosche sind die Standortbedingungen in einigen Bereichen für KUP nur mit Einschränkungen geeignet. Dies ist bei einer Etablierung zu berücksichtigen.

Entwicklungsziele, Zielkonflikte und Optionen an Umsetzungsmaßnahmen

Für eine Bewertung der Landschaftsfunktionen im Hinblick auf potenzielle Zielkonflikte sind zum einen die Perspektiven der lokalen Akteure zu betrachten, zum anderen ist die vorhandene Regionalplanung und Fachplanung zu berücksichtigen.

Akteursperspektive

Die Einschätzung der Umweltwirkungen von KUP durch regionale Akteure im Landkreis Uelzen weist eine große Streuung auf (s. Abb. 15). In der Summe überwiegen die positiven Einschätzungen – es wurden aber auch verschiedene Zielkonflikte mit dem Naturschutz offengelegt. Diesen Zielkonflikten können folgende Lösungsmöglichkeiten gegenübergestellt werden (s. Kasten Seite 69):

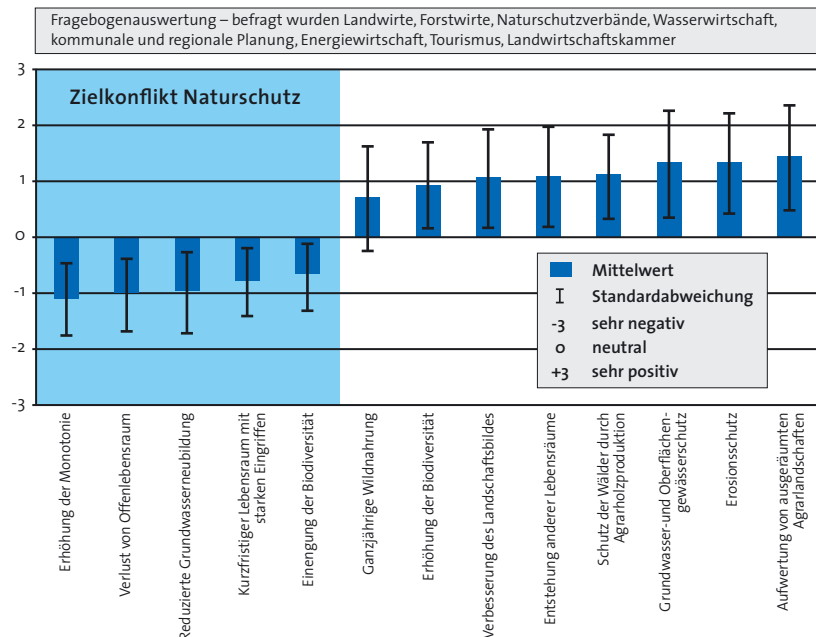


Abbildung 15: Einschätzung von Faktoren hinsichtlich ihrer ökologischen Bedeutung (dargestellt ist der Mittelwert und die Standardabweichung – n= 36)

Erhöhung der Monotonie

- Anpassen der KUP-Größe an die mittlere Schlaggröße
- Nutzen der Schlagstrukturen zur gezielten Vernetzung von vorhandenen Strukturen
- Gezieltes Rotationsmanagement auf den Flächen mit verschiedenen Umtriebsstadien
- Erhöhung der Strukturvielfalt in strukturarmen Bereichen
- Der Anteil an KUP pro TK25-Quadrant beträgt nicht mehr als 10 % der Ackerfläche

Reduzierte Grundwasserneubildung

- Beschränkung auf KUP in Mini-Rotation
- Beschränkung auf Standorte mit ausgewiesener Standort-eignung
- Abstandspuffer zu Grünland und Feuchtgebieten
- Saumhecken in Hauptwindrichtung als Verdunstungsschutz

Verlust an Offenlebensraum und Einengung der Bioversität

- Verzicht auf Bestockung von Grünland
- Vorhandene Natura-2000 Gebiete sind Tabubereiche
- Zu geschützten Biotopen wird ein Abstandspuffer eingehalten
- Vorhandene Brachen in Bereichen mit hohem Biotopentwicklungspotenzial auf Extrem- oder Sonderstandorten werden von der Bestockung ausgenommen
- Der Anteil an KUP pro TK25-Quadrant beträgt nicht mehr als 10 % der Ackerfläche

Kurzfristiger Lebensraum mit starken Eingriffen

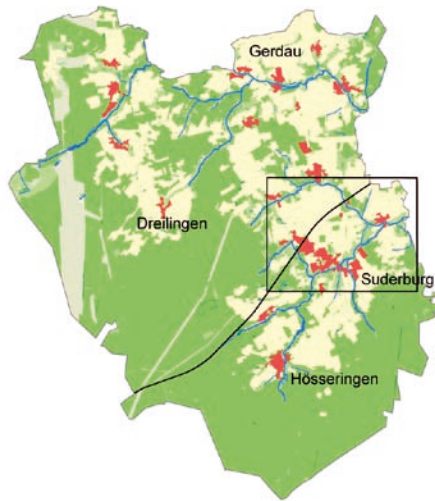
- Etablierung der KUP über Jahrzehnte (bis maximal 20 Jahre)
- Gezieltes Rotationsmanagement in Flächenverbänden mit verschiedenen Wuchsstadien
- Im Vergleich zu annuellen Kulturen ist die Frequenz und die Intensität der Eingriffe deutlich geringer

Planungsperspektive







Für den Landkreis liegt nur für die Stadt Uelzen ein Landschaftsplan vor. Daher ist das Regionale Raumordnungsprogramm für den Landkreis Uelzen aus dem Jahr 2000 die maßgebliche Vorlage für die Landschaftsplanung. Folgende Zielkategorien stehen im Zusammenhang mit der potenziellen Etablierung von KUP:

- **Landschaftsstruktur und Naturschutz**
- **Bodenschutz**
- **Oberflächen- und Grundwasserschutz**



Die nachfolgende Karten (s. Abb. 16) zeigen Flächenpotenziale für KUP in Mini-Rotation auf, die eine oder mehrere der Zielkategorien aus der Regionalplanung adressieren. So ist es möglich, parzellenscharf zu bewerten, welche Flächen einen besonderen Wert für den Naturschutz erzielen können. Das vorgestellte Instrumentarium erlaubt eine gezielte Flächenauswahl und ermöglicht so, verschiedene Planungs- und Naturschutzziele zu kombinieren. So können KUP auf Schlägen mit hoher Formenkomplexität sowohl zur Verbesserung der Landschaftsstruktur, als auch zur Biotopvernetzung und als Pufferflächen für geschützte Biotope etabliert werden (s. Abb. 16 a,d). Erosionsschutz kann mit Retentionsschutz und einer Verringerung der Bodenverdichtung kombiniert werden (s. Abb. 16c, f). Einen besonderen Schutz zum kann KUP auf Vorrangflächen der Wasserversorgung mit mit potenziell hoher bis sehr hoher Nitratgefährdung leisten (s. Abb. 16b).







Oberflächen- und Grundwasserschutz

-  geringe Beeinträchtigung der GWN
-  mittlere Beeinträchtigung der GWN
-  mittlere Nitratauswaschungsgefährdung
-  hohe Nitratauswaschungsgefährdung
-  sehr hohe Nitratauswaschungsgefährdung
-  Vorrangflächen der Wasserversorgung





Landschaftsstruktur und Naturschutz

-  Pufferbereiche NATURA 2000
-  Vorranggebiete Landschaftsstruktur

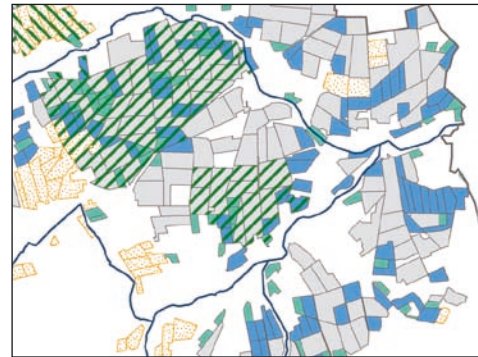
Schlaggrößen von Flächen
im pot. Verbundsystem

-  > 5ha
-  < 2,5ha
-  < 5ha
-  geeignete Standorte außerhalb
des pot. Verbundsystems

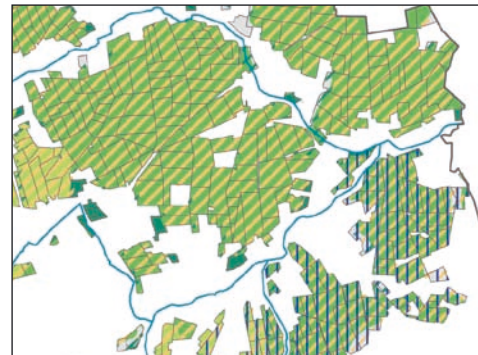
Bodenschutz

-  Flächen mit hohem Retentionspotential
-  Flächen mit hoher Erosionsgefährdung
-  hohe Verdichtungsgefahr
-  sehr hohe Verdichtungsgefahr

a) Ländliche Räume und Naturschutz



b) Oberflächen- und Grundwasserschutz



c) Bodenschutz

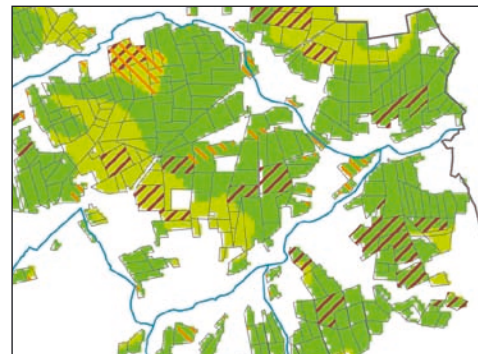


Abbildung 16: Erreichen von regionalplanerischen Zielen: Optionen durch KUP in Mini-Rotation auf Ackerflächen der Samtgemeinden Suderburg und Rosche



Oberflächen- und Grundwasserschutz

- geringe Beeinträchtigung der GWN
- mittlere Beeinträchtigung der GWN
- mittlere Nitratauswaschungsgefährdung
- hohe Nitratauswaschungsgefährdung
- sehr hohe Nitratauswaschungsgefährdung
- Vorrangflächen der Wasserversorgung

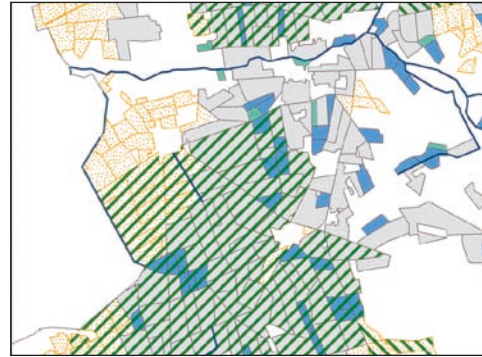
Landschaftsstruktur und Naturschutz

- Pufferbereiche NATURA 2000
 - Vorranggebiete Landschaftsstruktur
- Schlaggrößen von Flächen im pot. Verbundsystem
- > 5ha
 - < 2,5ha
 - < 5ha
 - geeignete Standorte außerhalb des pot. Verbundsystems

Bodenschutz

- Flächen mit hohem Retentionspotential
- Flächen mit hoher Erosionsgefährdung
- hohe Verdichtungsgefahr
- sehr hohe Verdichtungsgefahr

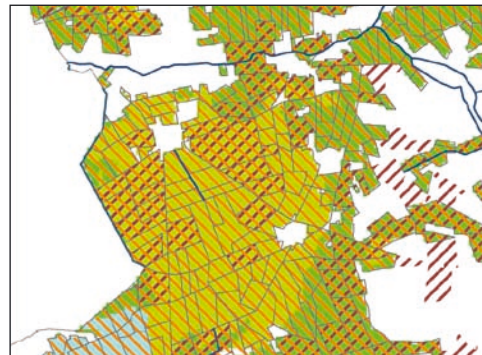
d) Ländliche Räume und Naturschutz



e) Oberflächen- und Grundwasserschutz



f) Bodenschutz



Weiterführende Literatur

1. Von Haaren U (2004) Land-schaftsplanung. Stuttgart: Ulmer
2. NLS - Niedersächsisches Landesamt für Statistik (2009) Internetdatenbank zur Gemeindestatistik. <http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/>.
3. Petzold, R., Feger, K.-H., Siemer, B. (2006) Standörtliche Potenziale für den Anbau von schnellwachsenden Baumarten auf Ackerflächen. AFZ-Der Wald (16) 2006, 8855-857.
4. Röhrich, Ch., Ruscher, K. (2004) Anbauempfehlungen für schnellwachsende Baumarten. Hrsg. Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig.
5. Hofmann, M. (2005) Pappeln als nachwachsender Rohstoff auf Ackerstandorten – Kulturverfahren, Ökologie und Wachstum unter dem Aspekt der Sortenwahl. Dissertation an der Georg August Universität Göttingen.
6. Nebenführ, W. (2007) Biomassegewinnung durch Pappel und Weide im Kurzumtrieb. Interdokument: http://www.waldwissen.net/themen/waldbau/waldgenetik/bfw_kurzumtrieb_Sortenwahl_2007_DE.
7. Busch, G. (2009) The impact of Short Rotation Coppice cultivation on groundwater recharge - A spatial (planning) perspective, Landbauforschung 59(3): 207- 222.
8. Müller, U. (2004) Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodendbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). Arbeitshefte Boden 2004/2, Schweizerbart, Stuttgart.
9. Fricke E (2006) Landwirt-schaftliche Bewässerung – Ein Beitrag zur Ertragssicherung. Tagungsbeitrag zur Internationalen Fachmesse Wasser Berlin, 03.04.2006. Internet: http://www.dlg.org/uploads/media/Fricke_01.pdf
10. Erläuterungsheft zur digitalen Nutzungsdifferenzierten Bodenkundlichen Übersichtskarte 1:50.000 (BÜK50n) von Niedersachsen. Arbeitshefte Boden 2004/3. NLFb, Hannover.
11. Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2008) WRRL – Regionale Umsetzung in Niedersachsen. Tagungsbeitrag zur DLG Fachtagung Bewässerung Straubing 02.07.2008. Internet: <http://www.dlg.org/uploads/media/Fricke.pdf>
12. Schmidt, T.G., Osterburg, B., Laggner, A. (2007) Datenauswertung zur Quantifizierung diffuser Stickstoffemissionen aus der Landwirtschaft im Rahmen des Projekts „Integriertes Monitoring des chemischen Zustandes des Grundwassers in Niedersachsen. Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie. 02/2007, FAL, Braunschweig.
13. Frede, H.-G., Dabbert, S. (1998) Handbuch zum Gewässerschutz. Ecomed, Landsberg.
14. Bodenqualitätszielkonzept Niedersachsen. Teil 1: Boden-erosion und Bodenversiegelung. Nachhaltiges Niedersachsen (23), Dauerhaft umweltgerechte Entwicklung. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim
15. Thiermann, A., Sbresny, J., Schäfer, W. (2000) Ermittlung der Erosionsgefährdung durch Wind.

In: Mitteilungen der Deutschen
Bodenkundlichen Gesellschaft,
92, 104-107.

16. Kemper, A. (2002) Hecken -
Ratgeber für Anlage und Pflege.
Kreis Unna – Der Landrat
Fachbereich Natur und Umwelt.
17. Jedicke, E. (1994) Biotopverbund.
Grundlagen und Maßnahmen
einer Naturschutzstrategie. 2.
Auflage. Ulmer, Stuttgart.
18. Bastian, O. Schreiber, K.-F. (1999)
Analyse und ökologische Bewer-
tung der Landschaft. 2. Auflage.
Spektrum, Heidelberg.
19. Jooss, R. (2006) Suchräume
für den Biotopverbund: Ein
planungsbezogenes Verfah-
ren zur Verbundanalyse von
Flächenkonfigurationen aus
tierökologischer Sicht. In Strobl,
J., Blaschke, T., Griesebner, G.
(Hrsg.): Angeandte Geoinforma-
tik 2006 – Beiträge zum 18. AGIT-
Symposium Salzburg, 257-263.

Impressum

Herausgeber

Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU

Verwendete Daten:

Orthophotos:

Hessische Verwaltung für Geomanagement und Bodeninformation, 2007

Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN), 2007

Landesvermessung+Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), 2008

Gemeindestatistik:

Niedersächsisches Landesamt für Statistik (NLS), 2009

Geodaten:

ATKIS-Daten, Digitales Geländemodell: Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), 2008

Bodendaten, Klimadaten:

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), 2007, Deutscher Wetterdienst (DWD)

Daten zum Biotop und Naturschutz:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), 2008, 2009

Gesamtredaktion

Gerald Busch, Norbert Lamersdorf

Layout

Christine Kuchem

Textkorrektur

Uschi Seele

Verantwortlich

Dr. Markus Große Ophoff
Zentrum für Umweltkommunikation der DBU gGmbH

Bildnachweis

u. a. Oliver Brauner, Holger Gruß, Markus Hecker, Norbert Lamersdorf, Claudia Mannherz, Holger Mombrei, Maja Dumas/PIXELIO.de, Ulrich Schulz

Druck

Steinbacher Druck, Osnabrück

Stand

Januar 2010

Gedruckt auf 100 % Altpapier

Partner im NOVALIS-Projekt

Bodenökologie

Göttinger Bodeninitiative e.V. (GBI) und Abt. Ökopedologie der gemäßigten Zonen, Büsgen-Institut, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Georg-August-Universität Göttingen

Waldbau

Abt. Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen, Burckhardt-Institut, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Georg-August-Universität Göttingen

Phytodiversität

Institut für Waldökologie und Waldinventuren, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Eberswalde

Zoodiversität

Fachgebiet Angewandte Tierökologie und Zoologie, Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz, Fachhochschule Eberswalde

Landschaftsökologie

Büro für angewandte Landschaftsökologie und Szenarienanalyse (BALSA), Göttingen

Praxis

WMG Wald-Marketing-GmbH, Uelzen
Stadtwerke Gütersloh GmbH

Projektkoordination

Forschungszentrum Waldökosysteme (FZW) der Universität Göttingen

Kontakt

nlamers@gwdg.de





Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Postfach 1705 · 49007 Osnabrück
An der Bornau 2 · 49090 Osnabrück
Telefon 0541|9633-0
Telefax 0541|9633-190
www.dbu.de