

Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen **Verbundprojekt „Umweltaspekte“**



Projektpräsentation
am 06.09.2011 (09.30 – 12.30) im LfULG Dresden

Ingenieurbüro Feldwisch
Dr. Norbert Feldwisch
Bergisch-Gladbach

Gliederung des Vortrags

I Vorbemerkungen

- Anbauumfang von KUP und Miscanthus
- Chancen und Risiken
- Hemmnisse des Anbaus von KUP / Dauerkulturen
- Anbaustrategien

I Natur- und Bodenschutz (Teilprojekt 2.1)

I Gewässerschutz / Wasserhaushalt (Teilprojekt 2.2)

I Klimaschutz / Treibhausgasemissionen (Teilprojekt 2.3)

I Weitere Biomassematerialien zur energetischen Verwertung

- Überschussgrünland
- Landschaftspflegematerialien
- Einjährige Energiepflanzen

I Umsetzungsempfehlungen und fachliche Gesamteinschätzung

Schnellwachsende Baumarten und andere Dauerkulturen

Anbauumfang

■ Anbauumfang von KUP u. Miscanthus in Sachsen: 172 ha (2009) → **223 ha (2010)**

Bundesland (Auswahl)	KUP [ha] 2008	Miscanthus [ha] 2008	Gesamt- anbaufläche [ha] 2008	KUP [ha] 2009	Miscanthus [ha] 2009	Gesamt- anbaufläche [ha] 2009
Baden-Württemberg	86,9	191,0	277,9	125,1	239,0	364,1
Bayern	136,0	706,0	842,0	189,0	813,0	1.002,0
Brandenburg	250,0	3,0	253,0	700,0	7,0	707,0
Hessen	59,0	88,0	147,0	199,0	136,5	335,5
Niedersachsen	250,0	k.A.	250,0	485,0	k.A.	485,0
Nordrhein-Westfalen	43,0	172,0	215,0	98,0	311,0	409,0
Sachsen	160,1	31,1	191,3	155,0	17,0	172,0
Sachsen-Anhalt	62,2	0,0	62,2	151,3	0,0	151,3
Thüringen	30,0	12,2	42,2	37,5	9,5	47,0
Gesamt	1.216,2	1.205,3	2.421,5	2.273,7	1.559,6	3.833,3

Chancen und Risiken

- Intensivierung des Bodenlebens
- Verbesserung des Bodengefüges
- Reduzierung von Erosionsgefährdungen
- Steigerung der C-Sequestrierung
- Reduzierung von Nährstoffauswaschungen und damit Verbesserung der Sickerwasserqualität
- Reduzierung von Spurengasemissionen
- Steigerung der Biodiversität durch zusätzliche Habitatangebote in der Feldflur



Hemmnisse des KUP-Anbaus (1)

- stetige Probleme“ des Produktionsverfahrens
 - lange Flächenbindung (20 bis 30 Jahre), dadurch geringe Anpassungsflexibilität an Marktentwicklung
 - unregelmäßige Zahlungsströme während des Produktionsprozesses und Anfangsjahre (bis zur ersten Holzernte) ohne Produktionserlöse
- Kosten: hohe Anlagekosten (ca. 2.500 bis 3.000 €/ha) sowie kostenintensive Ernte (10 bis 18 €/je t atro) und Plantagenrückwandlung (1.400 bis 2.500 €/ha)
- Pachtverhältnisse
 - Die Eigentums- und Pachtverhältnisse erschweren die Anlage von KUP, weil sich die Pächter mit dem Eigentümer abstimmen müssen.

nach Kröber et al. (2008)

Hemmnisse des KUP-Anbaus (2)

I Dränagen

- I Dränagen können durch tief wurzelnde Bäume beeinträchtigt werden. Aus diesem Grund wird für gedränzte Flächen vom KUP-Anbau abgeraten.

I Ertragsschwache, stark geneigte Flächen

- I Die von der Landwirtschaft bevorzugt aus der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln genommenen Flächen sind für ertragsreiche KUP wenig bis nicht geeignet.

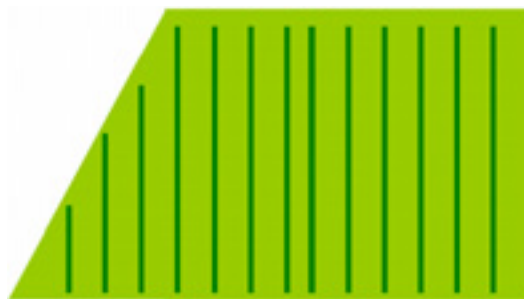
I Mangelnde Erfahrungen

- I In der landwirtschaftlichen Praxis bestehen noch Unsicherheiten auf Grund geringer Erfahrungen.

nach Kröber et al. (2008)

Anbaustrategien von KUP oder sonstiger Dauerkulturen (2)

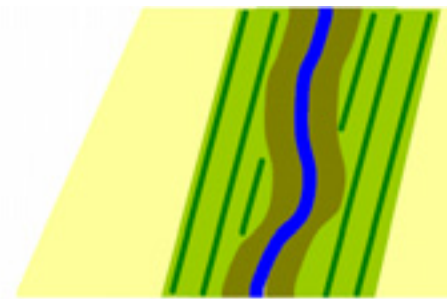
- Kleinflächiger / streifenförmiger Anbau wird aus Sicht des Natur-/Umweltschutzes bevorzugt.



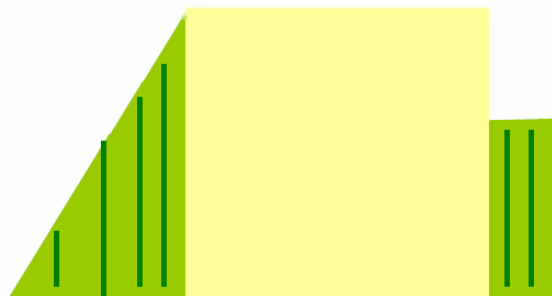
Kurzumtriebsplantage
Produktionsalternative < AZ 50
Grundwasserbeeinflusste Standorte



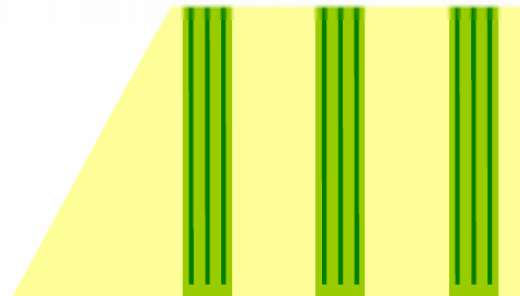
Kurzumtriebsplantage
Bodenabtrag und Nähr-
stoffeintrag vermindern



Kurzumtriebsplantage
angrenzend an Gewässerrandstreifen*
Nährstoff-/PSM-Einträge vermindern



Kurzumtriebsplantage
technologische Verbesserung des Schlages
Erhöhung der Techniks Schlagkraft



Agroforst silvoarables System
Erhöhung Biodiversität
Erosions- und Verdunstungsschutz
Produktionsfunktion hat Vorrang

Quelle:
nach Grunert 2010,
Vetter 2009, verändert

Winderosion



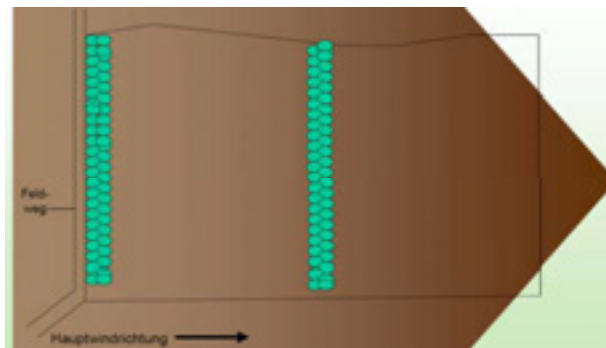
Kleinflächiger / streifenförmiger Anbau zur Begrenzung der Winderosion



© S. Sieber, FH Erfurt. Versuchsanlage zu Kurzumtriebshecken



© M. Grunert, LfULG.
KUP-Streifen Versuchsgut Köllitsch

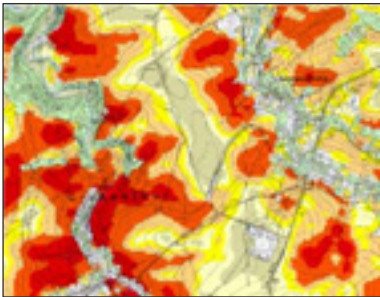


© Schwarze & Röhricht (2006)
Anbauschema für KUP-Streifen
zum Schutz vor Winderosion

Wassererosion



Kleinflächiger / streifenförmiger Anbau zur Begrenzung der Wassererosion



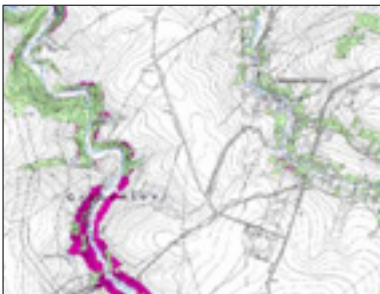
RKLS-Karte

- Untergliederung langer erosionsgefährdeter Flächen zur Minderung der flächenhaften Erosionsgefährdung
- streifenförmiger (oder auch flächiger) Anbau



Karte „Reliefbedingte Abflussbahnen“

- Minderung linearer Erosion in den Abflussbahnen
- streifenförmiger Anbau in den Abflussbahnen



Karte „KS $\geq 0,9$ “ (kurze, aber steile Flächen mit erodierbaren Böden)

- Minderung der flächenhaften Erosionsgefährdung
- kleinflächiger Anbau

Gehölzstrukturen in der Agrarlandschaft als Vorbild für KUP in vorgeprägten Abflussbahnen (Foto: M. Grunert, LfULG)



Mit Grasansaat begrünte vorgeprägte Abflussbahn



Biodiversität



<http://www.naturfoto-cz.de/goldammer-foto-11335.html>
#Rechte klären!



© R. Petzold



© U. Schulz
Rechte klären

KUP-Auswirkungen auf die Biodiversität (1)

- KUP sind – verglichen mit intensiv genutzten, ertragsreichen Acker- und Grünlandnutzungsformen – regelmäßig artenreicher.
- Vor allem werden euryöke Arten und nur selten naturschutzfachlich besonders schutzwürdige Arten gefördert.
- Besiedelung von KUP ist dabei sehr stark von der Anlagen-Diversität und der umgebenden Landnutzung abhängig.
 - In großflächig einheitlich genutzten Agrarlandschaften Gebieten:
→ Diversität wird gefördert.
 - In strukturreichen Gebieten mit hoher Artenvielfalt:
→ keine zusätzlichen naturschutzfachlichen Effekte

KUP-Auswirkungen auf die Biodiversität (2)

- KUP-Flächengröße:
Kleinere und mit langen Grenzlinien ausgestaltete KUP bergen einen vielfältigeren Lebensraum für wildlebende Pflanzen- und Tierarten als großflächige KUP.
- Vornutzung:
 - Zuvor intensiv genutzten Ackerflächen:
→ Biodiversität wird gefördert.
 - Zuvor extensiv genutzte, naturschutzfachlich wertvolle Flächen:
→ Biodiversität wird vermindert.
- Begleitstrukturen/-säume, Strukturvielfalt:
 - Innen- und Außensäume, begleitende Hecken, nicht geerntete Einzelbäume etc. fördern die Phyto- und Zoodiversität.
 - Abschnittsweise Ernte der KUP-Anlage förderlich für Biodiversität.



Positive Auswirkungen einer KUP-begleitenden Hecke – Besiedlung einer Pappel-KUP bei Thammenhain (Sachsen) durch Brutvögel; die höchsten Brutvogel-Dichten sind in den randlich begleitenden Hecken sowie dem angrenzenden Kiefernaltholz (Mitte links) zu finden, während die Zentren der KUP nur schwach besiedelt sind (Schulz et al. 2010)



Lücken in der KUP können wichtige Funktionen für wildlebende Tier- und Pflanzenarten übernehmen. Abgebildet ist eine ca. 100 m² große Ausfallfläche in einer 3-jährigen Weidenplantation bei Cahnsdorf (Brandenburg) mit ausgeprägtem Blühaspekt der Wiesenmargerite, die von Schmetterlingsarten wie z. B. dem vielerorts gefährdeten Wegerich-Scheckenfalter aufgesucht wird (Schulz et al. 2010)

Gebietskulissen und Standortpotenziale für einen umweltgerechten KUP-Anbau in Sachsen

- GIS-gestützte Differenzierungen zwischen Flächen, auf denen vorwiegend Vorteile bzw. Risiken durch den Anbau von KUP oder andere Dauerkulturen zur energetischen Verwertung erwartet werden.
- Ableiten von Indikatoren des Natur- und Bodenschutzes zur Bewertung möglicher Synergien bzw. Risiken
- Differenzierung von 5 Synergie- bzw. Risikoklassen
- Landesweite Anwendung der Indikatoren des Natur- und Bodenschutzes anhand verfügbarer Geodaten auf Ackerflächen
- Zusammenfassung der getrennten Bewertungsergebnisse des Natur- und Bodenschutzes. Die jeweils geringste Synergie- bzw. Risikoklasse bestimmt das Gesamtbewertungsergebnis.
- Ermittlung der Standortpotenziale und möglichen KUP-Erträge für die Flächen mit Synergien für den Natur- und Bodenschutz

Synergieklassen „Natur- und Bodenschutz“

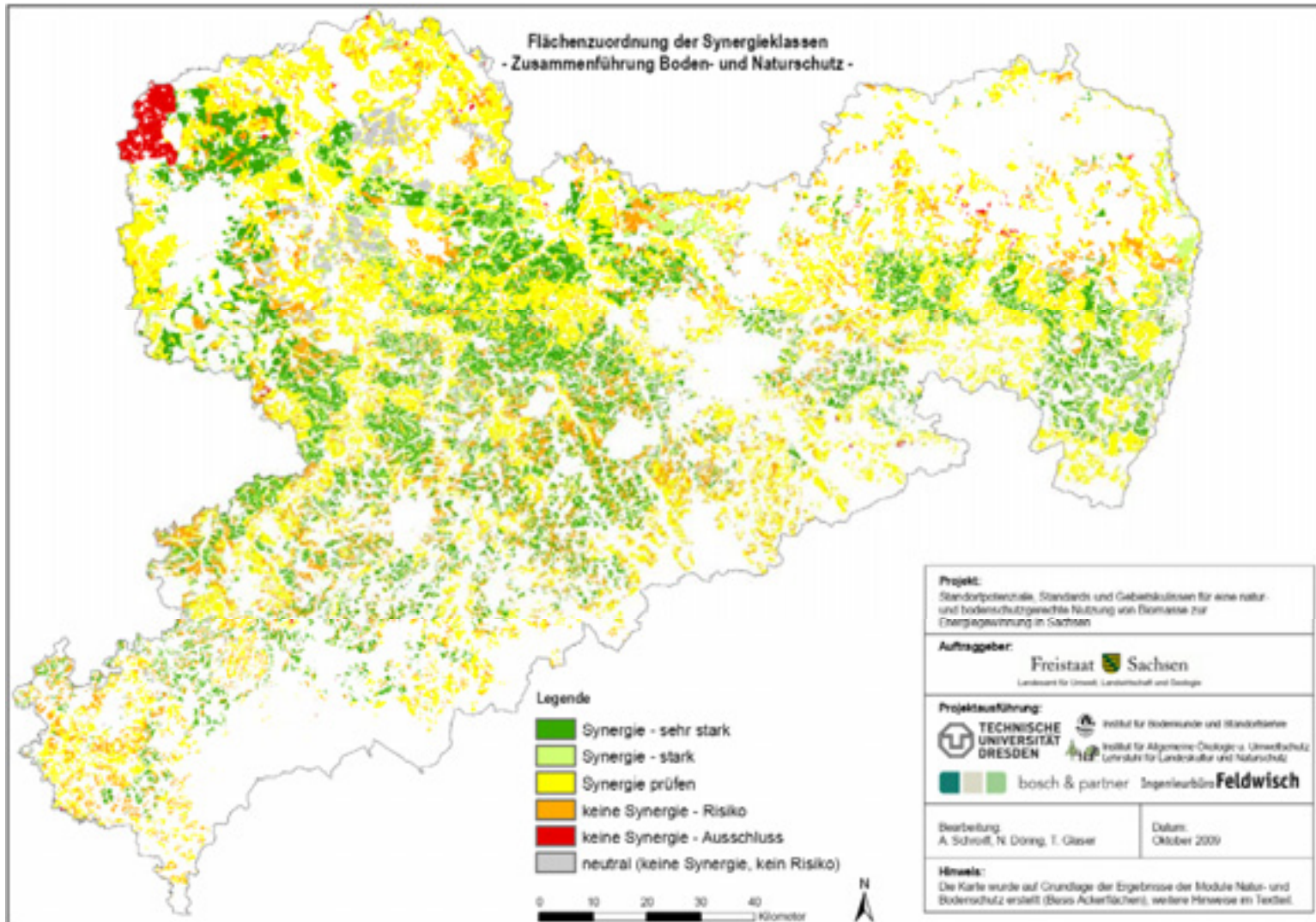
Synergieklasse		Erläuterung
Nr.	Bezeichnung	
1	Synergie <i>sehr stark</i>	Synergieeffekte erwartet!
2	Synergie <i>stark</i>	Synergieeffekte erwartet, aber in geringerem Ausmaß als bei Synergieklasse 1!
3	Synergie prüfen	Einzelfallprüfung erforderlich! Standortspezifische Bewertung kann zu „Synergie“ oder „Ausschluss“ führen!
4	Keine Synergie <i>Risiko</i>	Keine Synergieeffekte erwartet! Anbau von Dauerkulturen birgt Risiko!
5	Keine Synergie <i>Ausschluss</i>	Bei Anbau von Dauerkulturen wie KUP hohes Risiko für Natur und Landschaft erwartet!
0	neutral <i>keine Synergie – kein Risiko</i>	Neutrale Flächen! Für den Anbau von Dauerkulturen wird weder ein Synergieeffekt noch ein Risiko erwartet!
9	nicht bewertet	Fläche wurde nicht bewertet (z. B. alle Landnutzungsarten außer Acker) <i>oder</i> es lagen keine Daten vor.

Indikatoren „Naturschutz“ (Auswahl)

Indikatoren	Eignung für den KUP-Anbau	Begründung (gekürzt)
Nationalpark, Naturschutzgebiet, Flächenaturdenkmal, Biotope der SBK	keine Synergie – Ausschluss	Wirtschaftliche Ziele des KUP-Anbaus sind mit den Zielen des Naturschutzes in den genannten Flächenkategorien nicht vereinbar.
Gewässerrandstreifen	keine Synergie – Ausschluss eines 10-m-Pufferstreifens	Dieser Pufferstreifen entlang der Gewässer soll naturnahe Vegetationsformen aufweisen.
Puffer um Gewässer-randstreifen	sehr starke Synergien	In einem 20 m breiten Streifen im Anschluss an die Gewässerrandstreifen wird auf Ackerflächen die Anlage von KUP zur Pufferung / Filterung von Stoff-einträgen empfohlen.
Seltene und gefährdete Arten	Einzelfallprüfung (standortspezifische Bewertung)	Beim Vorkommen besonders und/oder streng geschützter, seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten ist zu prüfen, ob durch die Anlage von Dauerkulturen eine Beeinträchtigung eintritt.
waldarme Räume	sehr starke Synergien	Waldarme Räume mit Empfehlungen zur Waldmehrung aus dem Landesentwicklungsplan 2003. Die Anlage von KUP trägt dort zur Anreicherung von Gehölzstrukturen bei.

Indikatoren „Bodenschutz“ (Auswahl)

Indikatoren	Eignung für den KUP-Anbau	Begründung (gekürzt)
Vernässungsgrad Stark bis äußerst stark	keine Synergie – Ausschluss	Die Verdichtungsgefährdung der Böden steigt mit dem Vernässungsgrad. Da die Ernte von KUP im vernässten Winterhalbjahr erfolgt, werden Böden mit starker bis äußerst starker Vernässung vorsorglich ausgeschlossen.
Vernässungsgrad Nicht bis mittel vernässt	neutral	Böden mit keiner bis mittleren Vernässung sind hinsichtlich ihrer KUP-Eignung als neutral einzustufen.
Winderosions- gefährdung mittel	starke Synergie	Winderosion trägt zur Beeinträchtigung von Ackerböden und umliegenden Schutzgütern bei.
Winderosions- gefährdung hoch bis äußerst hoch	sehr starke Synergie	Winderosion trägt zur Beeinträchtigung von Ackerböden und umliegenden Schutzgütern bei.
Wassererosions- gefährdung – potenziell besonders erosionsgefährdete Abflussbahnen	sehr starke Synergie	Wassererosion trägt zur Beeinträchtigung von Ackerböden und umliegenden Schutzgütern bei. Der KUP-Anbau in vorgeprägten Abflussbahnen mit hoher potenzieller Gefährdung ist mit sehr starken Synergien für den Bodenschutz verbunden.

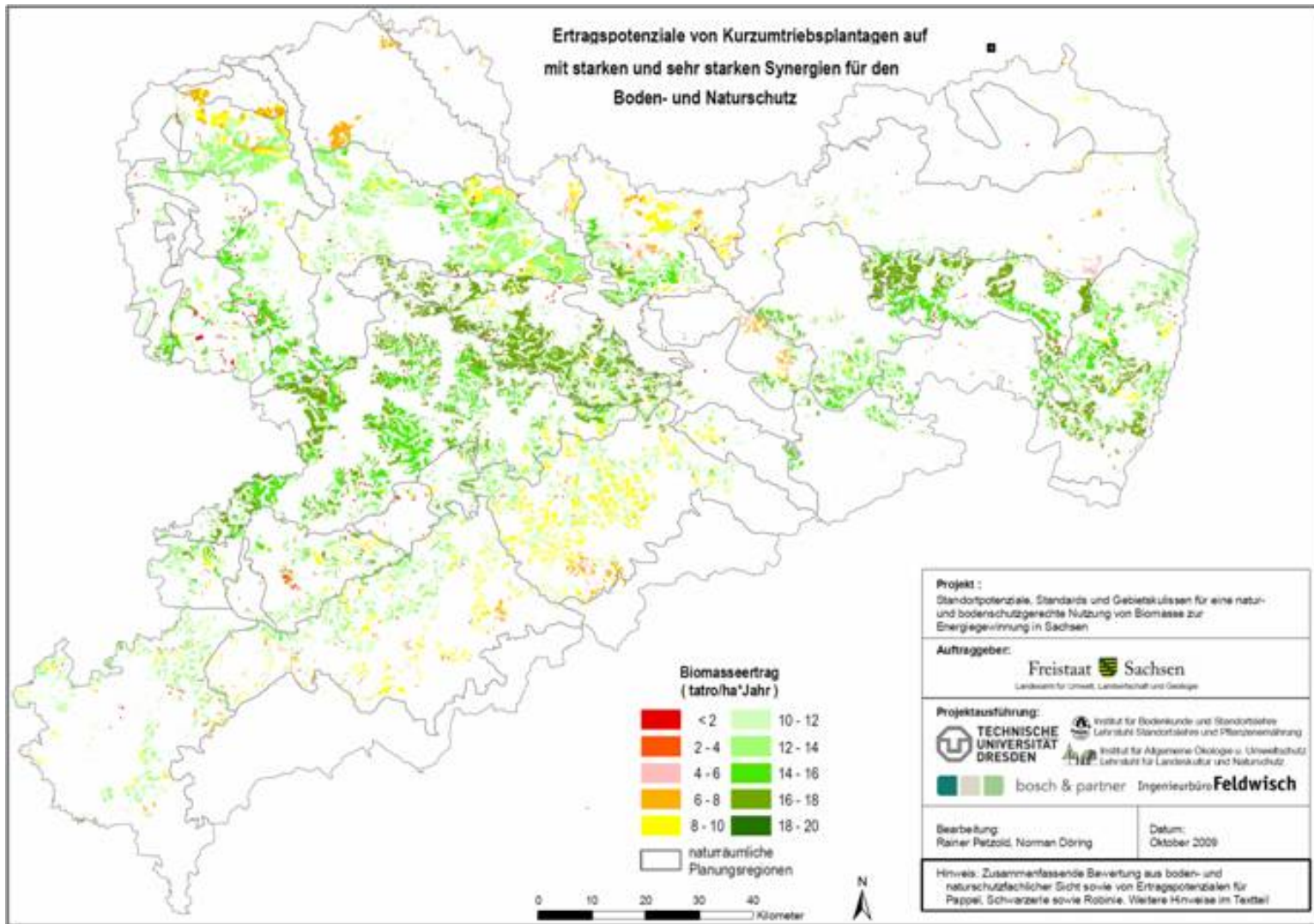


Flächenstatistik der Synergieklassen

Synergieklasse	Ackerfläche* [ha]	Flächenanteil an der Ackerfläche* [%]
1 – Sehr starke Synergie	152.907	21,4
2 – Starke Synergie	83.555	11,7
3 – Synergie prüfen	313.718	43,9
4 – Keine Synergie – Risiko	95.087	13,3
5 – Keine Synergie – Ausschluss	16.610	2,3
0 – Neutral (Keine Synergie – Kein Risiko)	50.932	7,1
9 – Nicht bewertet	1.387	0,2
Gesamt**	714.196	100,0

* Basis: BTLNK-Code 81, ohne Überlagerungen der einzelnen Synergieklassen

** durch Transformation der BTLNK von Vektordaten (Ausgangsdaten) in Rasterdaten, erhöht sich die Ackerfläche um 1,4 %



→ theoretisch Biomasseertrag auf den Synergieflächen: rund 3 Mio. tatro/(ha·a)

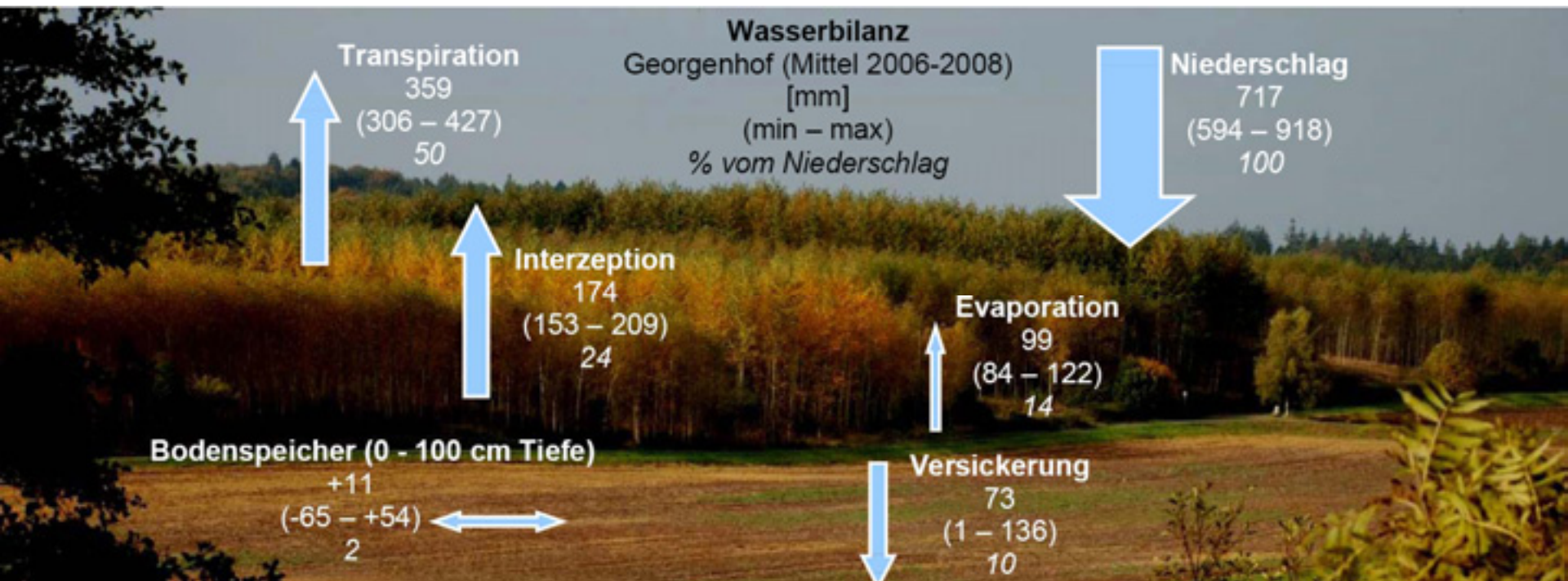
Gewässerschutz

- I Auswirkungen der Landnutzung, speziell des Anbaus von Energiepflanzen auf die Gewässer:
 - Einflüsse auf den Boden-/Landschaftswasserhaushalt
 - Einflüsse auf potenzielle Stoffeinträge (v. a, Erosion und Auswaschung)



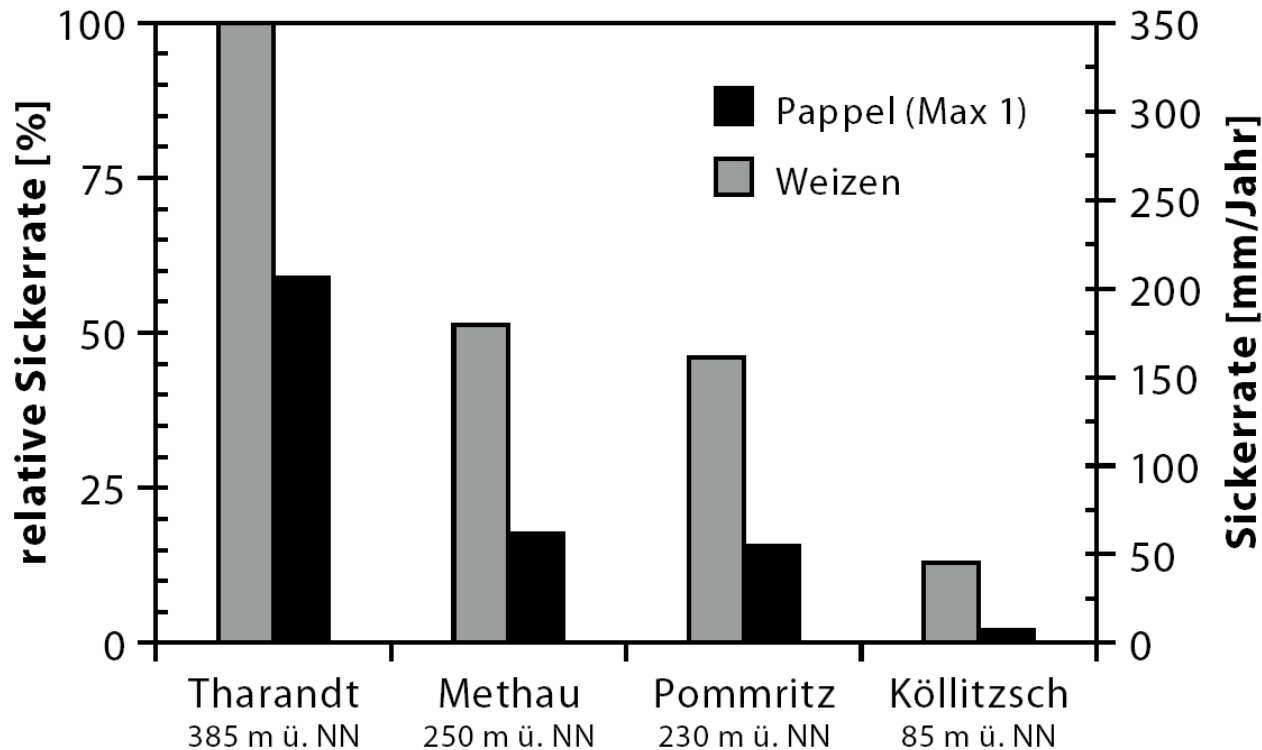
Wasserhaushalt (1)

- Dauerkulturen wie KUP und Miscanthus haben eine höher Verdunstung als einjährige Energiepflanzen:
 - geringere Grundwasserneubildung
 - bei größeren Flächenanteilen (> ~10-20 %) wird der Landschaftswasserhaushalt verändert mit messbar geringeren Gesamt- und geringeren Niedrigwasserabflüssen



Wasserhaushalt (2)

- Durchschnittliche modellierte Gesamtsickerrate auf vier sächsischen Modellstandorten unter Winterweizen und Pappel-Kurzumtriebsplantagen (jeweils standortstypische Klima- und Bodenbedingungen) (Lamersdorf et al. 2010):



Fazit zum Wasserhaushalt

- Bedeutsame Veränderungen des Wasserhaushaltes sind nicht zu erwarten, weil eine Flächenausdehnung von Dauerkulturen über 10 % derzeit nicht absehbar sind.
- Die möglichen Veränderungen bei größeren Flächenumfängen von Dauerkulturen sind sie nicht generell als ökologisch negativ zu werten, weil sie vergleichbar dem Wasserhaushaltsgeschehen der potenziell natürlichen Waldvegetation sind.



© Ingenieurbüro Feldwisch



© Ingenieurbüro Feldwisch



© Ingenieurbüro Feldwisch

Diffuse Stoffeinträge (1)

- Positive Wirkungen von Dauerkulturen im Vergleich zu einjährigen Ackerpflanzen:
 - Reduzierung des Oberflächenabflusses und der Wassererosion. ✓
 - Reduzierung der Windgeschwindigkeit und der Winderosion. ✓
 - Reduzierung der Auswaschungsverluste (v. a. Nitrat)



Diffuse Stoffeinträge (2)

- Reduzierung der Auswaschungsverluste (v. a. Nitrat) durch Dauerkulturen im Vergleich zu einjährigen Ackerkulturen
 - Geringere (N-)Dünge-Intensität
 - Keine Bodenbearbeitung und damit geringere Mineralisationsraten (mit Ausnahme zur Anlage und Rückumwandlung der Dauerkulturen)
 - Geringere Pflanzenschutzintensität



© Ingenieurbüro Feldwisch



© Ingenieurbüro Feldwisch



© LfULG

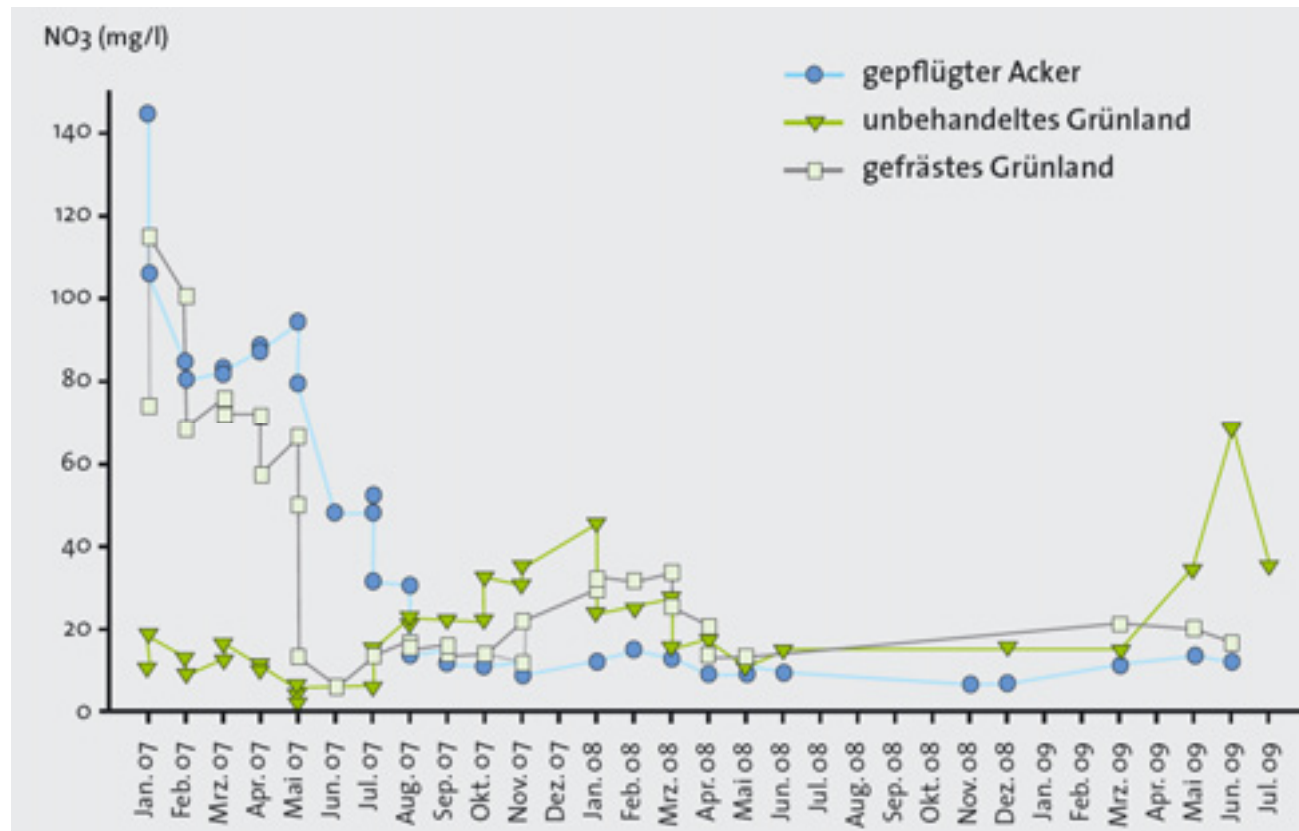


© C. Moormann

Diffuse Stoffeinträge (3)

- Zeitlich begrenzte Auswaschungsverluste (v. a. Nitrat) bei der Anlage und Rückumwandlung der Dauerkulturen

Entwicklung der NO_3 -Konzentrationen im Sickerwasser nach der mechanischen Bodenbearbeitung von Acker und Grünland im Vergleich zu unbearbeitetem Grünland (NOVALIS-Versuchsfläche Gütersloh, Nordrhein-Westfalen) (Stoll & Dohrenbusch 2010)



Fazit zu diffusen Stoffeinträgen

- I Insgesamt ist von deutlich reduzierten diffusen Stoffausträgen aus Dauerkulturen im Vergleich zu einjährigen Ackerfrüchten auszugehen.
 - geringere Sediment- und Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer durch Wind- und Wassererosion
 - geringere Nitratauswaschungen mit dem Sickerwasser
 - geringere Pflanzenschutzmittelinträge durch Abdrift und Mitbehandlung



© Ingenieurbüro Feldwisch



© Ingenieurbüro Feldwisch



© Ingenieurbüro Feldwisch

Modellgestützt ermittelte Auswirkungen des Anbaus von Energiepflanzen in Sachsen auf Wasserhaushalt und diffuse Stoffeinträge in Gewässer

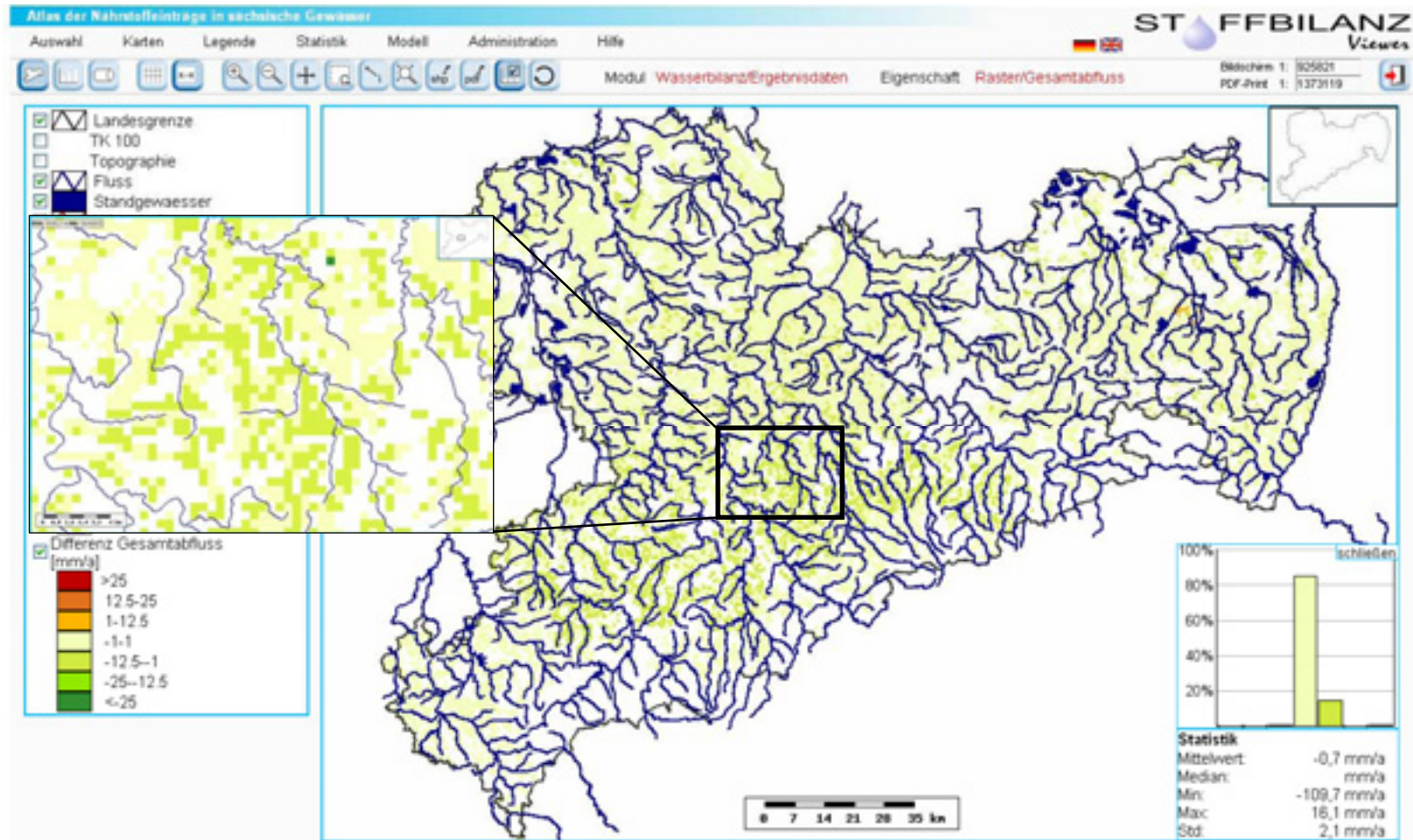
Untersuchungen zu Auswirkungen einer Erweiterung des Anbaus von Energiepflanzen:

- Wasserhaushalt, insbesondere Abfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung.
- Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmittel in die sächsische Grund- und Oberflächenwasserkörper sowie in die Küstengewässer von Nord- und Ostsee
- Modell STOFFBILANZ
- Szenarien:
 - Ist-Situation (Datengrundlage für das Jahr 2005)
 - Optimale Ausschöpfung der Potenziale des Anbaus von Energiepflanzen nach SMUL-Potenzialstudie 2007 für das Jahr 2020 (Szenario 1)
 - Optimale Ausschöpfung der Potenziale des KUP-Anbaus nach KUP-Gebietskulisse auf Flächen mit Synergien für Natur- und Bodenschutz für das Jahr 2020 (Szenario 2)

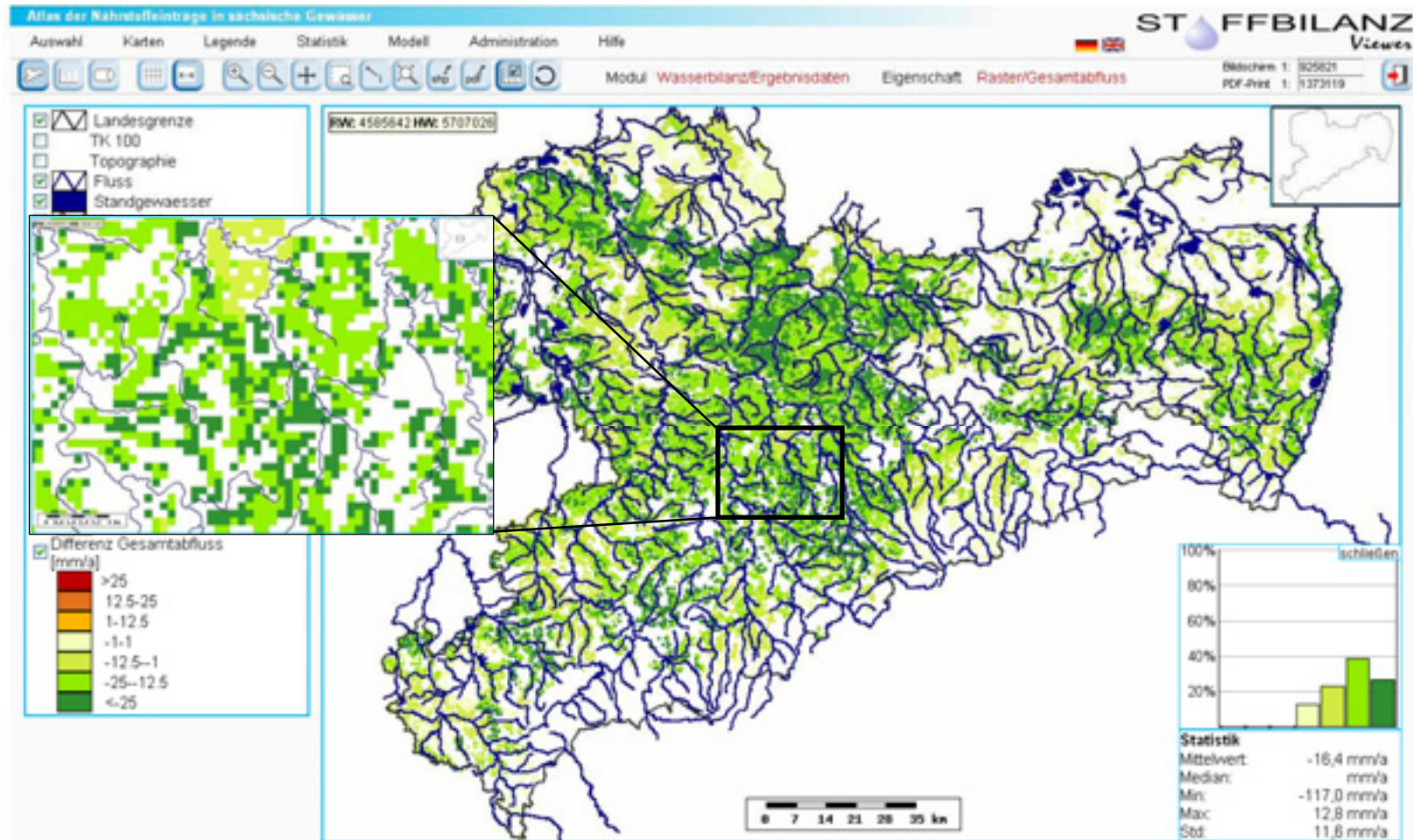
Rahmenbedingungen der modellgestützten Ermittlung der Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus in Sachsen (Gebel et al. 2010)

Parameter	IST-Stand – 2005	Szenario 1 – 2020	Szenario 2 – 2020
Anteil NaWaRo- Fläche an Gesamtackerfläche [%]	11,4	30,0	30,0
Anteil Silomaisfläche an Gesamtackerfläche [%]	8,9	12,9	9,6
Anteil Rapsfläche an Gesamtackerfläche [%]	13,6	17,1	10,9
Anteil „Mehrjähriger Kulturen zur energetischen Verwertung“ an der Gesamtackerfläche [%]	0	1,4	17,5
Anteil Brachfläche an Gesamtackerfläche	4,3	1,5	1,5
Anteil KUP- Fläche an Gesamtackerfläche [%]	0	0,7	17,0
Anteil dauerhaft konservierende BBA an Gesamtackerfläche [%]	32,8	32,8	32,8

Differenzkarte für den Gesamtabfluss (Ackerflächen, Szenario 1 zu Ist-Zustand 2005) (Gebel et al. 2010)



Differenzenkarte für den Gesamtabfluss (Ackerflächen, Szenario 2 zu Ist-Zustand 2005) (Gebel et al. 2010)



Ausgewählte Ergebnisse der modellgestützten Ermittlung der Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus in Sachsen (Gebel et al. 2010)

Parameter	IST-Stand – 2005	Szenario 1 – 2020	Szenario 2 – 2020
Gesamtabfluss bezogen auf Ackerflächen [mm/a]	212	210 (-1 %)*	195(-8 %)*
Basisabfluss (Grundwasserabfluss) bezogen auf Ackerflächen [mm/a]	94	93 (-1 %)*	84 (-11 %)*
Bodenabtrag bezogen auf Ackerflächen [kg/(ha·a)]	3964	3575 (-10 %)*	2613 (-34 %)*
Sedimenteintrag bezogen auf Ackerflächen [kg/(ha·a)]	132	111 (-16 %)*	64 (-52 %)*
Diffuser P-Eintrag bezogen auf Ackerflächen [kg/(ha·a)]	0,37	0,34 (-8 %)*	0,28 (-24 %)*
Diffuser N-Austrag aus Bodenzone auf Ackerflächen [kg/(ha·a)]	27,38	24,50 (-12 %)*	16,70 (-39 %)*
Diffuser N-Eintrag bezogen auf Ackerflächen [kg/(ha·a)]	20,69	18,50 (-11 %)*	12,30 (-41 %)*

Fazit zu den Modellierungen

Untersuchungen zu Auswirkungen einer Erweiterung des Anbaus von Energiepflanzen:

- Der Anbau von Energiepflanzen bewirkt deutlich geringere diffuse Stoffeinträge in Gewässer als einjährige Ackerkulturen.
- Auch der gesteigerte Anbau von Kurzumtriebsplantagen ist aus stoffhaushaltlicher Sicht positiv zu bewerten.
- Das Wasserdargebot bei hohem Anbauumfang von KUP oder anderer Dauerkulturen kann in einigen Regionen Sachsens, vor allem im Tiefland, reduziert werden.
- Eine bedeutsame Anbauausweitung von KUP oder anderer Dauerkulturen, die mit messbaren Veränderungen des Landschaftswasserhaushaltes verbunden wäre, ist jedoch wenig wahrscheinlich – und wäre im Übrigen auch nicht generell als ökologisch negativ zu bewerten.

Treibhausgasemissionen beim Anbau von Energiepflanzen

- Treibhausgase werden nicht nur beim Anbau von Energiepflanzen emittiert.
- Insofern relativer Vergleich zu klassischen Ackerbaukulturen bedeutsam.
- Wesentliche Steuergrößen: Anbauintensität (Düngung, Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz), Biomassezuwachs



Lachgasemissionen

- Allgemein ist von deutlich geringeren Lachgasemissionen beim KUP-Anbau im Vergleich zu klassischen Ackerbaukulturen auszugehen.

Literaturquellen	Brache (10 Jahre)	Raps	Knäuel- gras	Roggen	Eichen- jung- bestand (32 Jahre)	Weiden- KUP	Pappel- KUP	Pappel- KUP (10 Jahre)	Pappel- KUP (5 Jahre + N- Düngung*)
Teepe (1999) (Zeit April 1996 – März 1997)	2,53	2,30	–	–	0,96	–	–	0,48	0,21 (0,46*)
Hellebrand et al. (2003)	–	1,11 (3,89**)	1,04 (1,24**)	0,66 (1,59**)	– (–)	0,56 (1,05**)	0,46 (1,09**)	–	–

* N-Düngevariante mit 100 kg N/a als Kalkammonsalpeter

** N-Düngevariante 150 kg N/ha

Räumliche Verteilung der Lachgasemissionen in Sachsen

Ergebnisse von sachsenweiten Simulationsrechnungen (Butterbach-Bahl et al. 2010)

- Regionale N_2O -Emissionen für die Jahre 1996 – 2005 wurden mit dem biogeochemischen Modell DNDC abgeschätzt.
(DNDC = ‚DeNitrification-DeComposition‘ zur Modellierung der N- und C-Kreisläufe)
- N_2O -emissionsstarke Gebiete:
 - Vor allem Auenlandschaften entlang der Zwickauer Mulde und ihrer Zuflüsse aus dem Erzgebirge sowie die Elbe und hier vor allem ihr Zufluss Weißeritz
 - Oberlausitz, die Landkreise Zittau und Bautzen sowie das Leipziger Seenland
- Hohe N_2O -Emissionen treten auffallend in Bereichen mit sehr hohem Bodenkohlenstoffvorrat auf.
- Wirkungskette:
hoher Bodenkohlenstoffvorrat → hohe mikrobielle Umsetzung → hohe Denitrifikation → hohe N_2O -Emissionen
- Weitere Einflussfaktoren: insbesondere N-Düngungsintensität, N-Effizienz, Anbaufrucht, Tongehalt der Böden

Schlussfolgerung zu Treibhausgasemissionen

- Je geringer die fruchtartenspezifischen N_2O -Emissionen sind, umso günstiger sind deren Treibhausgasvermeidungspotenziale.
- Insbesondere beim Anbau von Kulturen mit geringer N-Effizienz und hohe N_{min} -Werten nach der Ernte – wie z. B. beim Raps – treten hohe Treibhausgasemissionen regelhaft auf.
- Im Gegensatz dazu sind beim Anbau von Dauerkulturen sind geringe N_2O -Emissionen zu erwarten, weil N-Düngung und N_{min} -Wert sehr gering sind im Vergleich zu klassischen Ackerfrüchten .



© UFOP



© UFOP



© Ingenieurbüro Feldwisch

Weitere Biomassematerialien zur energetischen Verwertung

- Aufwuchs von Überschussgrünland
- Landschaftspflegematerialien
- Einjährige Energiepflanzen, insbesondere Alternativen zum Biogas-Mais



© Ingenieurbüro Feldwisch



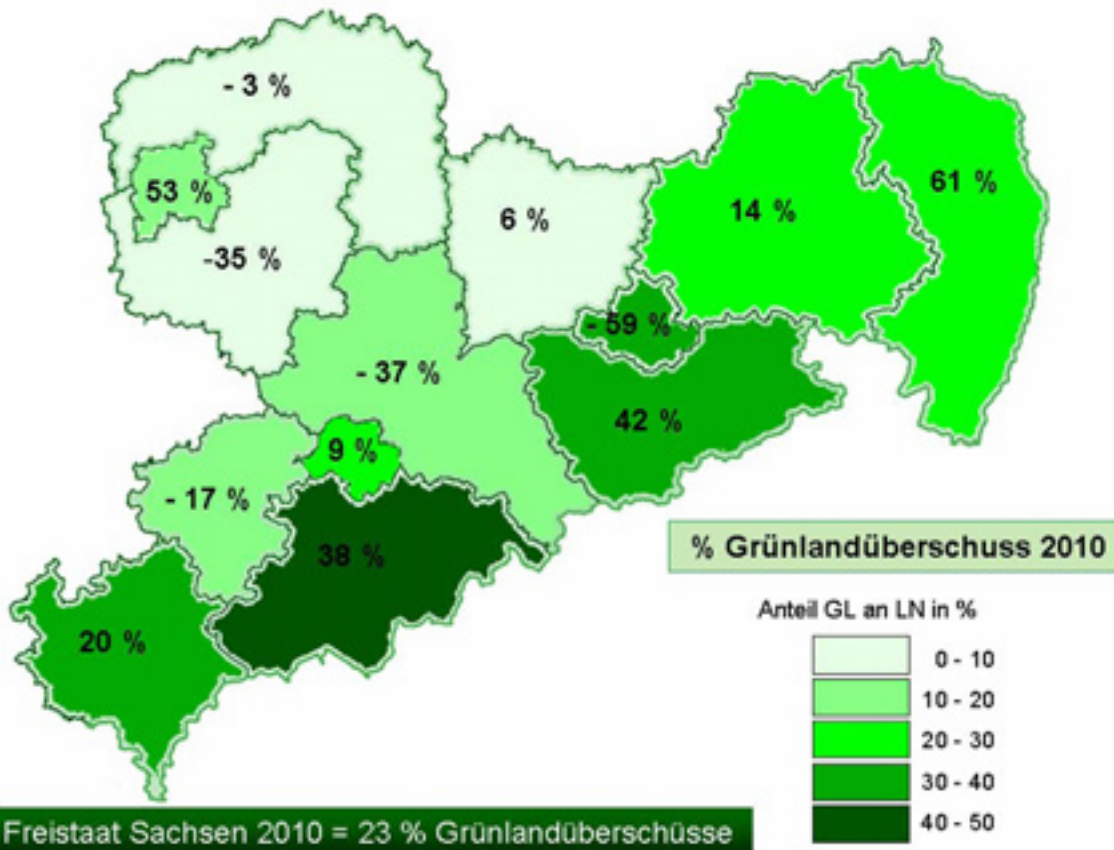
© Ingenieurbüro Feldwisch



© A. Werner

Überschussgrünland

- Grünland fällt auf Grund struktureller Entwicklungen der Landwirtschaft mehr und mehr aus der Nutzung oder wird teilweise zu Ackerland umgebrochen.



© Ingenieurbüro Feldwisch

Überschussgrünland – Nutzungsalternativen

Auswirkungen unterschiedlicher Nutzungsalternativen auf die Biodiversität
(Rösch & Skarka 2008, verändert).

Nutzung	Auswirkungen auf die Biodiversität
Mulchen	Ruhe- und Deckungsraum für Vögel und Säugetiere; Lebensraum teilweise für seltene Insekten
Heu – Verbrennung in Anlagen	Ausbildung kräuterreicher Wiesen; Lebensraum für zahlreiche Insekten
Grassilage – Biogas	relativ kräuter- und insektenarmes Grünland; Verlust an Biodiversität bei Nutzungsintensivierung zuvor extensiv genutzter, artenreicher Wiesen
Umbruch – Kurzumtriebsplantagen	Lebensraum für andere, zumeist euryöke, teilweise auch bedrohte Pflanzen- und Tierarten; Ruhe- und Deckungsraum für Vögel und Säugetiere (abhängig von den KUP-Eigenschaften) Verlust an Biodiversität bei Nutzung zuvor extensiv genutzter, artenreicher Wiesen
Umbruch – Ackerbau	erhöhte Erosionsgefährdung, weil zeitweise ohne Vegetation; wenig Begleitvegetation; geringe Wertigkeit für wildlebende Pflanzen und Tiere Verlust an Biodiversität

Landschaftspflegematerialien (1)

- Landschaftspflegematerial wird in Sachsen derzeit kaum energetisch genutzt.
- nutzbares Energiepotenzial ohne zusätzliche anbaubedingte Belastungen des Naturhaushaltes
- Keine Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion



Straßenbegleitgrün



Biotoppflege



Gewässerunterhaltung

Alle Fotos: © W. Peters, Bosch & Partner GmbH



Landschaftspflegematerialien (2)

Potenzialbetrachtungen

- Feger et al. (2010)
Biomassepotenzial in Sachsen (Größenordnungen):
 - ca. 130.000 und 260.000 tatro/a an halmgutartiger und krautiger Biomasse
 - ca. 180.000 tatro/a an holziger Biomasse

- Stegner et al. (2010)
Biomassepotenziale von Grünlandflächen, die nach Förderrichtlinien „Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung“ (RL AuW/2007) und „Natürliches Erbe“ (RL NE/2007) bewirtschaftet werden (ca. 52.000 ha; 25 % des Aufwuchses werden energetisch genutzt unter Berücksichtigung von 20 % Bergeverlusten):
 - ca. 72.000 tatro/a

Einjährige Energiepflanzen

- Der Anbau einjähriger Energiepflanzen ist hinsichtlich der Umweltwirkungen weitgehend vergleichbar mit den derzeit üblichen Ackerbaukulturen.
- Das Spektrum der Ackerkulturen könnte sich grundsätzlich durch den Anbau von Energiepflanzen erweitern.
 - Mehrgliedrige, weitere Fruchtfolgen wären aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes generell vorteilhaft.
 - Mischfruchtanbau vorteilhaft.
- In der Praxis aber vorwiegend Mais und Raps als Energiepflanzen. In Sachsen derzeit landesweit keine kritischen Anbauumfänge. Im Umfeld von Biogasanlagen sind jedoch hohe Maisanbauanteile sehr wahrscheinlich.

Alternativen zum Mais (1)



Alternativen zum Mais (2)

→ Wildpflanzen (Bayerische Landesanstalt für Wein-/Gartenbau)



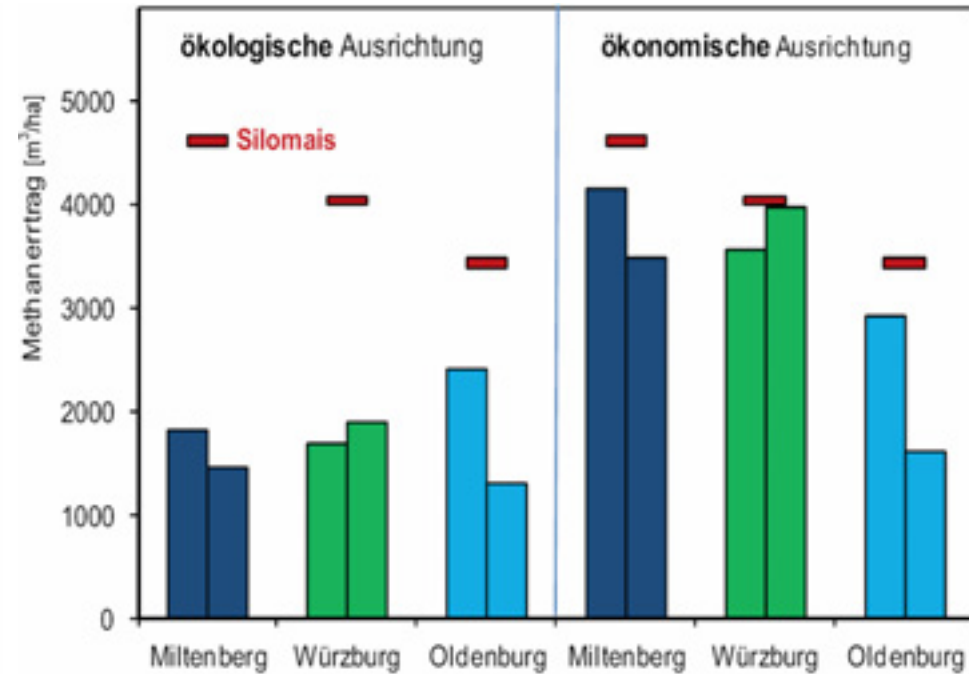
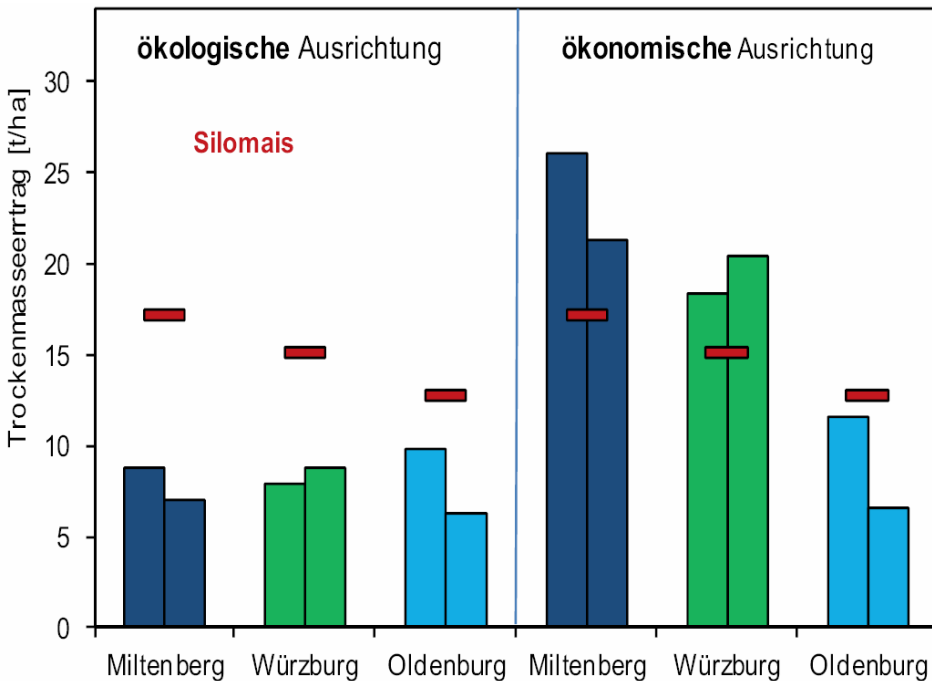
© A. Werner



© A. Werner

Alternativen zum Mais (3)

→ Wildpflanzen (Bayerische Landesanstalt für Wein-/Gartenbau)
- Erste Ernteergebnisse -



Umsetzungsempfehlungen für einen umweltgerechten Anbau von Energiepflanzen

KUP und andere Dauerkulturen (1)

- I Flächeneignung:
 - nicht auf Flächen mit seltenen, schutzwürdigen Arten bzw. mit strengem naturschutzfachlichen Schutzstatus
 - Kriterien des Teilvorhabens 2.1 bieten eine fachlich fundierte Entscheidungsgrundlage für die Auswahl geeigneter Flächen.
 - Anbau auf Ackerflächen grundsätzlich möglich.
 - Ein Umbruch von Dauergrünland ist im Regelfall aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes abzulehnen.

- I Flächengröße:
 - Anstelle sehr großer Bestände sind viele kleinere Bestände vorzuziehen (größerer Grenzlinieneffekt).

KUP und andere Dauerkulturen (2)

- **Flächenausrichtung:**
→ räumliche Anbindung an bestehende Biotope vorteilhaft.

- **Flächengestaltung, Strukturvielfalt:**
→ Möglichst hohe Strukturvielfalt in Form von Begleitsäumen, Hecken, Fehlstellen bzw. Inselflächen natürlicher Vegetation erwünscht

- **Pflanzenauswahl / Erntetermine:**
→ Unterschiedliche Arten, Sorten bzw. Klone sowie räumlich gestaffelte Erntetermine fördern Strukturvielfalt u. Habitatangebote.

- **Pflanzenschutz:**
→ Chemischer Pflanzenschutz nur während der Pflanzphase, wenn andere Maßnahmen nicht ausreichend wirksam sind.

KUP und andere Dauerkulturen (3)

- I Düngung:
 - Extensive Düngung an Pflanzenentzügen und Bodenvorräte ausrichten
 - Auf eine Stickstoffdüngung kann zumeist verzichtet werden.

- I Bodengefügeschutz:
 - Bodenbearbeitung, Ernte und Rückumwandlung von Dauerkulturen in Ackerflächen müssen dem Bodengefügeschutz ausreichend Rechnung tragen.
 - Befahrungen im Winter zur Ernte sind nach Möglichkeit in Phasen mit Bodenfrost durchzuführen.
 - Frühe Ernten Ende Oktober oder Anfang November können zum Bodengefügeschutz beitragen, weil die Böden dann im Regelfall nur oberflächlich wiederbefeuchtet sind, die Unterböden jedoch noch nicht.

KUP und andere Dauerkulturen (4)

- I Schutz vor Bodenerosion (Wind, Wasser):
 - Dauerkulturen können Wind- und Wassererosion deutlich verringern.
 - Gebietskulisse aus dem Teilprojekt 2.1 zu Bodenflächen mit standörtlichen Erosionsgefährdungen liegt vor.
 - In der Phase der Anlage von Dauerkulturen sollten offene Bodenoberflächen ohne Bewuchs oder Mulchdecke nach Möglichkeit vermieden werden.

Einjährige Kulturen (1)

- Vielfalt der Ackerkulturen:
 - Aus Sicht des Natur-/Umweltschutzes sind möglichst vielfältige Fruchtfolgen anzustreben.
 - Eine Konzentration auf Mais oder Raps ist aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes nicht zu empfehlen.
 - Die positive Ansätze zur Nutzung von Wildpflanzen oder neuer Kulturen als Alternativen zum Maisanbau sollten konsequent weiterverfolgt und mit Hilfe von Demonstrationsvorhaben in die Praxis eingeführt werden.

- Mischfruchtanbau:
 - Einsparpotenziale beim Betriebsmitteleinsatz (v. a. Pflanzenschutzmittel) bieten eine gewisse Entlastung.

Einjährige Kulturen (2)

- I Zweikulturnutzungen:
 - Zweikulturnutzungen ermöglichen höhere Energieerträge.
 - Ökologische Nachteile durch frühe Erntetermine
 - Störungen des Niederwildes oder der Bodenbrüter
 - Erosionsgefährdung erhöht
 - In Regionen mit knappen Wasserangebot ist die Etablierung der Zweitkultur häufig nicht oder nur unsicher möglich.

- I Zwischenfruchtanbau:
 - Reduzierung der Erosionsgefährdung, Stabilisierung des Bodengefüges und Absicherung der Humusversorgung der Böden.
 - Energetischen Nutzung möglich, jedoch unter Wahrung der vorgenannten Schutzfunktionen.

Einjährige Kulturen (3)

- **Bodenbearbeitung:**
 - Verbreitung der konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren weiter vorantreiben.

- **Anlagengröße:**
 - Aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes werden kleinere, dezentrale Anlagen zur energetischen Verwertung von Biomasse bevorzugt. Mit dezentralen Anlagen lassen sich die negativen Anbaukonzentrationen im Umfeld von Großanlagen vermeiden.

Fachliche Gesamteinschätzung (1)

- Der Anbau von Energiepflanzen bietet für den Natur- und Umweltschutz Chancen, wenn Anforderungen an die Flächenauswahl und Bewirtschaftung berücksichtigt werden.
- Indes ist der Anbau von mehrjährigen Energiepflanzen nicht dazu geeignet, die Ziele des Natur- und Umweltschutzes umfassend zu erfüllen.
- Ziel: Ausbalancierte Nutzungsvielfalt zwischen einer hinreichenden Eigenversorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln auf der einen Seite und einem ergänzenden Anbau von Energiepflanzen auf der anderen Seite.
- Vorrangig sind organische Reststoffe wie tierische Exkremente, Erntereste, Landschaftspflegematerial oder Aufwuchs von Überschussgrünland energetisch zu verwerten.
- Ergänzend sollte der Anbau von Energiepflanzen gezielt auf Flächen gelenkt werden, auf denen Synergien für Natur- und Bodenschutz realisiert werden können.

Fachliche Gesamtschätzung (2)

- I Anbauintensität der Energiepflanzen:
Differenzierung zwischen Vorrangflächen für die Produktion bzw. für den Natur- und Umweltschutz (partielle Segregation: Nutz- und Schutzflächen in kleinflächigen Nutzungsmustern)
 - hohe Anbauintensität der Energiepflanzen möglich auf Flächen ohne Risiken für den Natur- und Umweltschutz
 - geringe Anbauintensität der Energiepflanzen auf Flächen mit spezifischen Schutzzielen des Natur- und Umweltschutzes

- I Beitrag zur Biotopvernetzung mit extensiven, strukturreichen Energiepflanzen-Dauerkulturen möglich.

Fachliche Gesamtschätzung (3)

- I Um den Flächenumfang von Dauerkulturen mit Synergiewirkungen zum Natur-, Boden- und Gewässerschutz in Sachsen auszudehnen, bedarf es einer gezielten Agrar- und Umweltpolitik des Freistaates Sachsen.
 - Finanzierung von Demonstrations- oder FuE-Vorhaben.
 - Entwickeln angepasster Agrarfördermaßnahmen und Steuerungsinstrumente im Zuge der EEG-Novellierung oder der Weiterentwicklung der Nachhaltigkeits-VO für den Anbau fester Biomasse zur energetischen Verwertung.
 - Ausrichten der Förderpolitik an Gebietskulisse
 - Förderkriterien zur Strukturvielfalt und Anbauintensität des Energiepflanzenanbaus nötig.

- I Hemmnisse eines umweltgerechten Anbaus von Energiepflanzen abbauen:
 - FuE-Vorhaben zu technischen und logistischen Praxislösungen für den dezentralen und streifenförmigen Anbau eines möglichst artenreichen Energiepflanzenpektrums
 - Demonstrationsvorhaben zur Verbreitung bereits praxisgerechter Lösungen.

Bearbeiter der Teilprojekte

- Teilprojekt 1: D. Meyer-Marquart (Büro für Umwelt- und Regionalplanung)
N. Feldwisch, T. Lendvaczky (Ingenieurbüro Feldwisch)

- Teilprojekt 2.1: K.-H. Feger, R. Petzold (Inst. f. Bodenk. u. Standortslehre TU Dresden)
P. A. Schmidt, T. Glaser, A. Schroiff, N. Döring (Inst. f. Allg. Ökologie u.
Umweltschutz TU Dresden)
N. Feldwisch, C. Friedrich (Ingenieurbüro Feldwisch)
W. Peters, H. Schmelter (Bosch & Partner GmbH)

- Teilprojekt 2.2: M. Gebel, S. Halbfuß, S. Bürger
(Gesell. f. Angewandte Landschaftsforschung GALF)
K. Grunewald (Landschaftsforschungszentrum e.V./Leibniz-Institut für
ökologische Raumentwicklung e.V.)
C. Lorz (Inst. f. Bodenkunde u. Standortslehre TU Dresden)

- Teilprojekt 2.3: K. Butterbach-Bahl, C. Werner, E. Haas, J. Palm, C. Scheer,
S. Blagodatzky (Karlsruher Inst. f. Technologie, Inst. f. Meteorologie u.
Klimaforschung, Forschungszentrum Karlsruhe)

- Teilprojekt 3: N. Feldwisch (Ingenieurbüro Feldwisch)