

Biologische Vielfalt in Ökobilanzen: vom Konzept zur Umsetzung

Barbara Urban

Ökobilanz-Werkstatt
5. - 7. 10. 2009



Kooperationsprojekt

- **Leibniz Universität Hannover – Institut für Umweltplanung**
Prof. von Haaren, Prof. Kanning
- **Johann Heinrich von Thünen – Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei**
Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik
Prof. Munack, Prof. Krahl
- Grundlagenprojekt, gefördert durch die **Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)**

Gliederung des Vortrags

1. Anlass und Ziel
2. Konzeptentwicklung
3. Umsetzung des Konzepts
4. Zusammenfassung und Diskussion

Politischer Hintergrund

Bioenergie soll helfen

- den THG – Ausstoß zu mindern (Klimaschutz)
- die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu verringern (Energiepolitik)
- den ländlichen Raum zu entwickeln

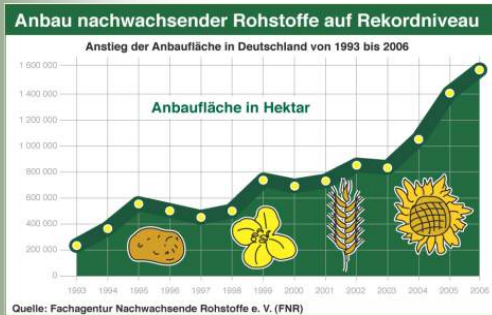
Aktuelles Ziel 2020: (Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland, 2009)

EE-Anteil am gesamten

Primärenergieverbrauch : **16 %**

davon Bioenergie: **11 %**

Probleme für andere Funktionen des Naturhaushaltes

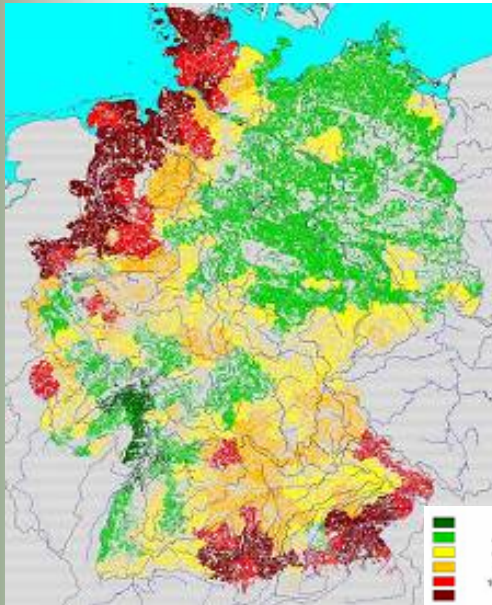


Derzeitige Entwicklungen:

- ⇒ Intensivierung der Landnutzung
- ⇒ Zunahme des Nutzungsdrucks auf die Natur
- ⇒ Starke Zunahme der Anbauflächen insbesondere bei Raps (regional Mais)

Gefahren:

- ⇒ Zunehmende Anwendung von Pestiziden, Schadstoffeinträge
- ⇒ Stickstoffüberschüsse in Böden und Gewässern



Folgen:

- ⇒ Biodiversitätsverlust: weiterer Rückgang der Artenvielfalt
- ⇒ Veränderungen der Landnutzung: verstärkter Umbruch von Dauergrünland, selbst in Naturschutz- oder NATURA 2000-Gebieten



Dauergrünlandumbruch in FFH-Gebieten in der Eifel. Fotos: NABU, Gerd Ostermann

Anlass und Ziel

- Anlass 1:** Konflikte Biomasse und biologische Vielfalt
- Anlass 2:** Ökobilanzen bei landwirtschaftlichen Ausgangsstoffen – Auswirkungen des Anbaus auf biologische Vielfalt fehlen
- Anlass 3:** Methodendefizit bei der Ökobilanz

Wirkungskategorie land use:

Alle flächenbezogenen Umweltbelastungen wie Verringerung der biologischen Diversität, Landerosion usw.

Ziel:

Methodenentwicklung am Beispiel biogener Kraftstoffe (pathfinding) für die Entscheidungsunterstützung auf Bundesebene (da hier Entscheidung über Bioenergiepfade)

Gliederung des Vortrags

1. Anlass und Ziel
2. Konzeptentwicklung
3. Umsetzung des Konzepts
4. Zusammenfassung und Diskussion

Themenkonkretisierung

	Behandeltes Thema	Nicht behandelt
Raum	Deutschland	Weltweite Auswirkungen
Wirkungskategorie der Ökobilanz	„land use“ - Teilaspekt Arten und Biotope	Andere Aspekte von „land use“ wie z. B. Bodenauswirkungen und andere Wirkungskategorien wie z.B. Ozonabbau einschließlich deren Folgewirkungen auf die Arten- und Biotopvielfalt
Phasen des Produktlebenszyklus	Anbau von Biomasse	Andere Lebenswegphasen wie z.B. Gebrauch der Kraftstoffe
Biodiversität	Potenzielle Vielfalt von Arten und Biotopen der Agrarlandschaft	Genetische Vielfalt, Untersuchungen von Einzelarten oder -flächen

Besondere Herausforderungen

Als besondere Herausforderungen sind zu lösen:

- **Räumliche Differenzierungen** sind zwingend erforderlich (keine nationalen Durchschnittswerte)

Die Ökobilanz hat im Allgemeinen einen geringen Ortsbezug, nur der Rahmen wird in den Systemgrenzen abgesteckt. Beim Treibhauseffekt oder Ozonabbau ist es gleichgültig, wo ein Molekül emittiert wird.

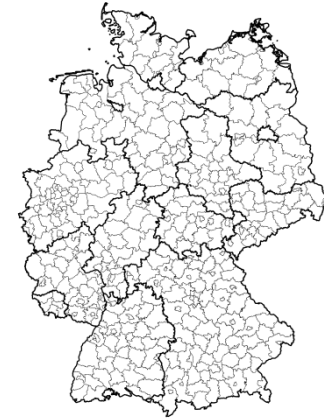
- Aussagen sollen dennoch **national gültig** sein (nicht nur auf Betriebsebene oder für Einzelflächen)
- Auswirkungen auf die **Umgebung** der Anbauflächen und auf **Landschaftsebene** sind einzubeziehen

Methodenanalyse und -synthese

Ökobilanz

Methoden der Umweltplanung

Parameter	Bioenergeträger			Foss. Energeträger		Saldo bio. Minus fossil	
	Bezug ha*a	Produktion	Bereit- stellung	Energet. Nutzung	Foss. Vorkette		Energet. Nutzung
Erschöpfung PE	GJ	13,9	0,38	7,0	16,7	151	-146
CO ₂ -Äq.	kg	2741	29,2	1004	1297	11274	-8796
CO ₂ -fossil	kg	844	28,3	445	1240	11198	-11121
CH ₄	kg	1,7	0,01	2,4	2,1	1,3	0,67
N ₂ O	kg	6,0	0,00	1,6	0,04	0,15	7,5
SO ₂ -Äquiv.	kg	20,2	0,20	37,5	6,3	6,7	44,8
SO ₂	kg	1,7	0,02	11,7	4,7	3,5	5,1
NO _x	kg	4,8	0,26	32,9	2,2	4,6	31,1
HCl	g	25,1	0,04	3148	14,2	8,1	3151
NH ₃	kg	8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	8,1
N gesamt	kg	8,1	0,08	10,0	0,68	1,4	16,1
CO	kg	1,1	0,07	21,5	0,62	3,2	18,8
NMHC	g	371	33,4	3109	2088	748	677
Dieselpartikel	g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Staub	g	637	0,45	454	196	157	738
Formaldehyd	g	22,6	2,4	72,1	11,1	11,3	74,7
Benzol	g	6,0	0,58	346	11,7	0,09	341
Benzol(a)pyren	mg	0,54	0,06	15,6	0,50	4,5	11,3
TCDD-Äquiv.	ng	286	1,4	1783	395	245	1441



Neuer Forschungsansatz:
Integration von Biodiversität in Ökobilanzen

Parameter	Bioenergeträger			Foss. Energeträger		Saldo bio. Minus fossil	
	Bezug ha*a	Produktion	Bereit- stellung	Energet. Nutzung	Foss. Vorkette		Energet. Nutzung
Erschöpfung PE	GJ	13,9	0,38	7,0	16,7	151	-146
CO ₂ -Äq.	kg	2741	29,2	1004	1297	11274	-8796
CO ₂ -fossil	kg	844	28,3	445	1240	11198	-11121
CH ₄	kg	1,7	0,01	2,4	2,1	1,3	0,67
N ₂ O	kg	6,0	0,00	1,6	0,04	0,15	7,5
SO ₂ -Äquiv.	kg	20,2	0,20	37,5	6,3	6,7	44,8
SO ₂	kg	1,7	0,02	11,7	4,7	3,5	5,1
NO _x	kg	4,8	0,26	32,9	2,2	4,6	31,1
HCl	g	25,1	0,04	3148	14,2	8,1	3151
NH ₃	kg	8,1	0,00	0,00	0,00	0,00	8,1
N gesamt	kg	8,1	0,08	10,0	0,68	1,4	16,1
CO	kg	1,1	0,07	21,5	0,62	3,2	18,8
NMHC	g	371	33,4	3109	2088	748	677
Dieselpartikel	g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Staub	g	637	0,45	454	196	157	738
Formaldehyd	g	22,6	2,4	72,1	11,1	11,3	74,7
Benzol	g	6,0	0,58	346	11,7	0,09	341
Benzol(a)pyren	mg	0,54	0,06	15,6	0,50	4,5	11,3
TCDD-Äquiv.	ng	286	1,4	1783	395	245	1441



Forschungsansatz

Regional differenzierte Bewertungen werden

- durch Verwendung agrarstatistischer Daten
- durch Verknüpfung mit Biodiversitätsindikatoren
- durch Verwendung eines GIS (Geografisches Informationssystem)
- durch Ermittlung des Flächenbedarfs für ein Biokraftstoffziel

in die Ökobilanz integriert

Gliederung des Vortrags

1. Anlass und Ziel
2. Konzeptentwicklung
3. Umsetzung des Konzepts
4. Zusammenfassung und Diskussion

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes

Ethanol aus Weizen

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes
2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene

Für alle **Hauptackernutzungen** und Grünland werden für sämtliche Landkreise Modellkulturen zusammengestellt.

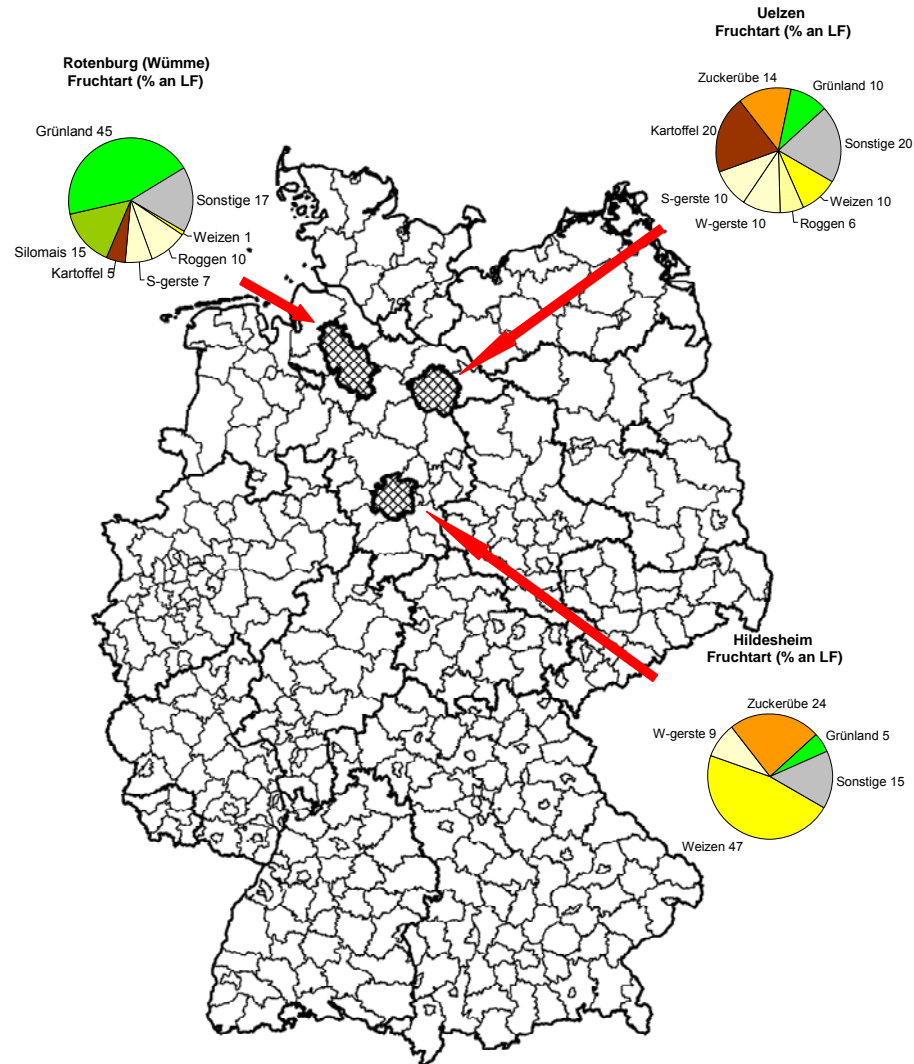
Diese repräsentieren mit **landkreisspezifischen Durchschnittswerten** die Eigenschaften der jeweils typischen (Weizen-, Gerste- usw.) Kulturen für diesen Landkreis.

Konzept nach Urban et al. (2008)

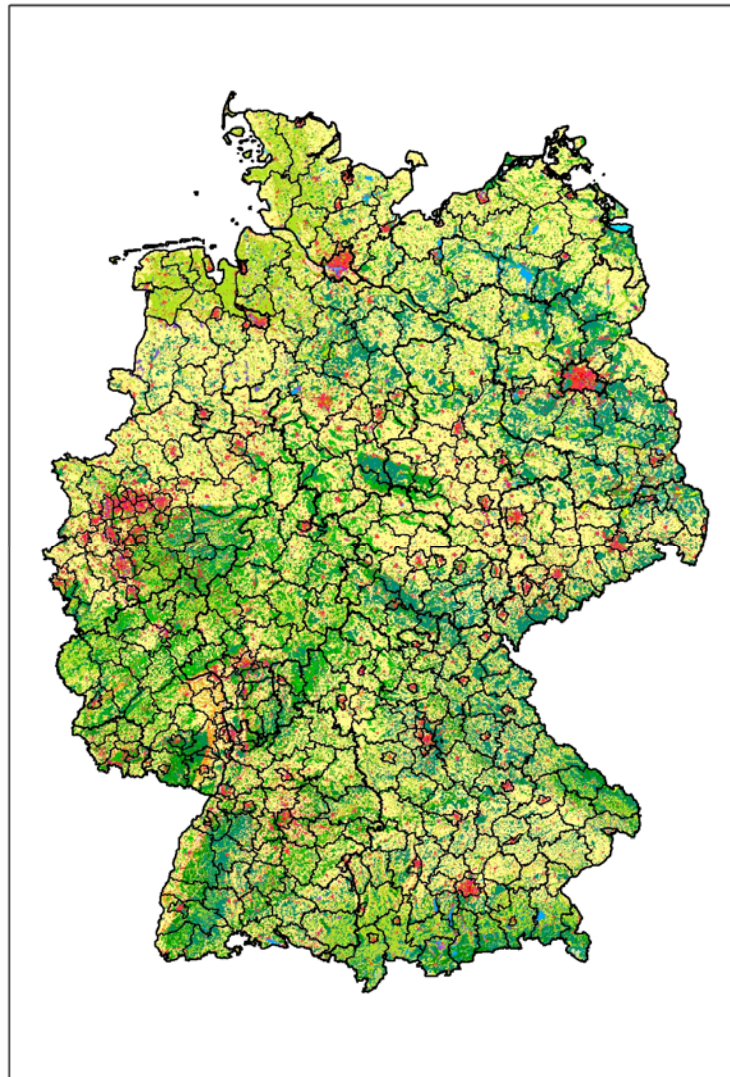
1. Auswahl eines Biokraftstoffes
2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene
3. Räumliche Verknüpfung und Differenzierung

Verbindung der Agrardaten im **GIS (Geografisches Informationssystem)** mit räumlichen Daten der Verwaltungsgrenzen der Landkreise, Satellitendaten (Corine Landcover) sowie weiteren räumlichen Abgrenzungen oder Raumtypisierungen je nach Bedarf im Indikatorensystem

Landkreise als Bewertungsobjekte



Räumliche Verbindungen



CORINE Landcover 2000

- Durchgängig städtische Prägung
- Nicht durchgängig städtische Prägung
- Industrie- und Gewerbeflächen
- Straßen, Eisenbahn
- Hafengebiete
- Flughäfen
- Abbauflächen
- Deponien und Abraumhalden
- Baustellen
- Städtische Grünflächen
- Sport- und Freizeitanlagen
- Nicht bewässertes Ackerland
- Weinbauflächen
- Obst- und Beerenobstbestände
- Wiesen und Weiden
- Komplexe Parzellenstrukturen
- Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung
- Laubwälder
- Nadelwälder
- Mischwälder
- Natürliches Grünland
- Heiden und Moorheiden
- Wald- Strauch- Übergangstadien
- Strände, Dünen und Sandflächen
- Felsflächen ohne Vegetation
- Flächen mit spärlicher Vegetation
- Brandflächen
- Gletcher und Dauerschneegebiete
- Sümpfe
- Torfmoore
- Salzwiesen
- In der Gezeitenzone liegende Flächen
- Gewässerläufe
- Wasserflächen
- Lagunen
- Mündungsgebiete
- Meere und Ozeane

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes
2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene
3. Räumliche Verknüpfung und Differenzierung
4. Ermittlung des Flächenbedarfs für ein Biokraftstoffziel

Als Beispiel dient ein Biokraftstoffziel von **5,75 %** Anteil Bioethanol am Benzinabsatz in Deutschland.

Für dieses Ziel werden benötigt:

- ca. 1,8 Mio t Bioethanol, das entspricht
- ca. 7 Mio t Weizen, das entspricht
- ca. 1 Mio ha Flächenbedarf, das entspricht
- ca. 6 % der landwirtschaftlichen Fläche

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes
2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene
3. Räumliche Verknüpfung und Differenzierung
4. Ermittlung des Flächenbedarfs für ein Biokraftstoffziel
5. Skizzierung von Szenarien

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes

2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene

3. Räumliche Verknüpfung und Differenzierung

4. Ermittlung des Flächenbedarfs für ein Biokraftstoffziel

5. Skizzierung von Szenarien

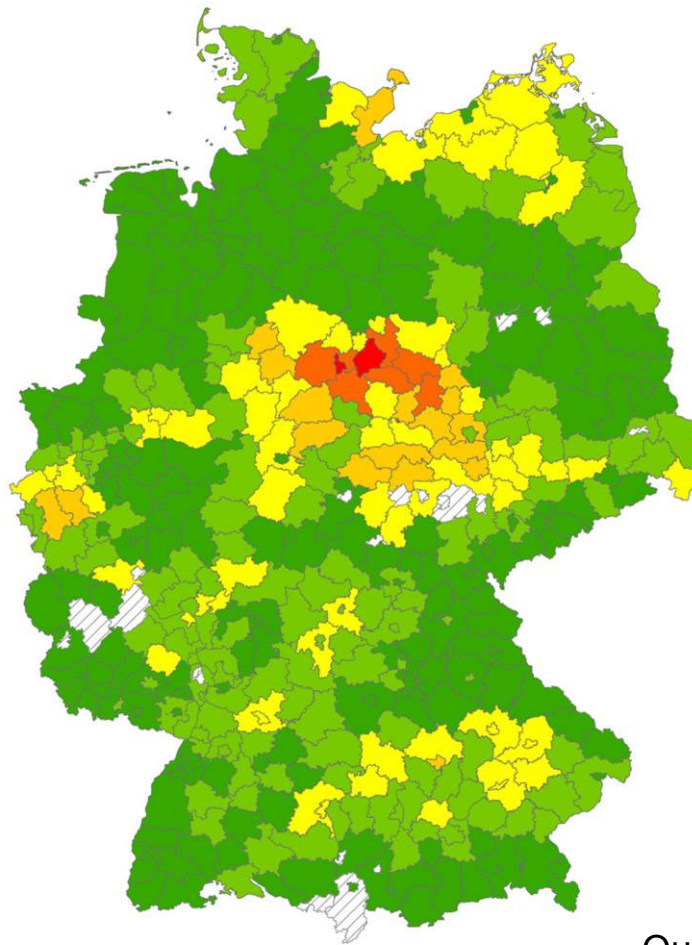
Worst Case Szenario

Räumlich optimiertes Szenario

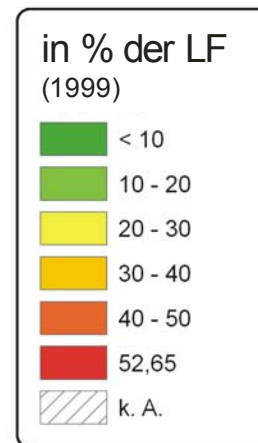
Kriterien:

bisheriger Weizenanteil, Flächenverschiebungen, Verdrängung von Grünland und Brachen, Belegung von wertvollen Bereichen

Weizenfläche in Deutschland



Tatsächlicher Weizenanteil an der landwirtschaftlicher Gesamtfläche als Ausgangspunkt für Szenarien und Bewertung



Quelle: *Eigene Berechnungen auf Grundlage Statistischer Ämter des Bundes und der Länder (2003)*

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes
2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene
3. Räumliche Verknüpfung und Differenzierung
4. Ermittlung des Flächenbedarfs für ein Biokraftstoffziel
5. Skizzierung von Szenarien
6. Entwicklung eines Indikatorensystems

Regionalisierte Bewertung der potenziellen Wirkungen auf die Biodiversität

Konzept nach Urban et al. (2008)

6. Entwicklung eines Indikatorensystems

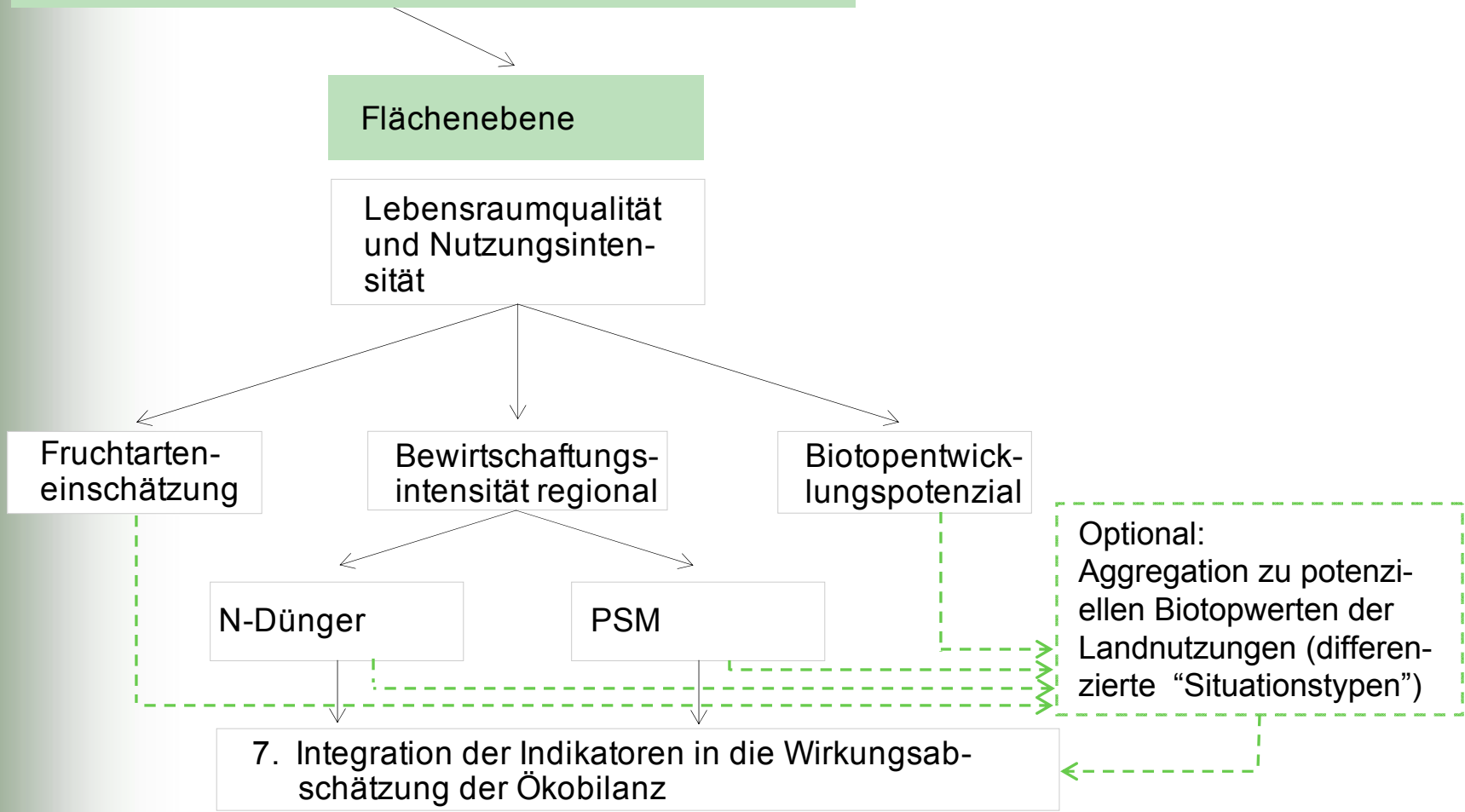
Landschaftsebene

Umgebungsebene

Flächenebene

Konzept nach Urban et al. (2008)

6. Entwicklung eines Indikatorensystems



Konzept nach Urban et al. (2008)

6. Entwicklung eines Indikatorensystems

Landschaftsebene

Umgebungsebene

Flächenebene

Vielfalt landwirtschaftlicher Nutzungen im regionalen Maßstab

Anteil an Kleinbiotopen an der landwirtschaftlichen Fläche

Anbauverhältnis landwirtschaftlicher Kulturarten

Inanspruchnahme von wertvollen Flächen für die Biodiversität

7. Integration der Indikatoren in die Wirkungsabschätzung der Ökobilanz

Indikator „Inanspruchnahme von für die Biodiversität wertvollen Flächen“

In Anlehnung an den „**High nature value farmland-Indikator**“ werden folgende Flächen als wertvoll definiert und im GIS pro Landkreis abgegrenzt:

- Corine Landcover Klasse „Komplexe Parzellenstrukturen“
- Corine Landcover Klasse „Landwirtschaft mit natürlicher Bodenbedeckung“
- Natura 2000 Flächen, die innerhalb der landwirtschaftlichen Fläche liegen

Diese empfindlichen Bereiche werden

- im räumlich optimierten Szenario nicht belegt
- im Worst Case Szenario bevorzugt belegt (im Rahmen von Flächenverschiebungen auf Landkreisebene)

Indikator „Inanspruchnahme von für die Biodiversität wertvollen Flächen“

Berechnungsbeispiel anhand hypothetischer Landkreise mit vereinfachten Zahlen:

LK	LF (ha)	Zusätzliche Weizen- fläche (ha)	Wertvolle Flächen (ha)	Wertvolle Flächen (% der LF)	Worst Case Belegung (ha)	Räumlich optimierte Belegung (ha)
A	1000	115	50	5	50	0
B	1000	59	70	7	59	0
C	1000	7	30	3	7	0

Indikator „Inanspruchnahme von für die Biodiversität wertvollen Flächen“

Berechnungsbeispiel anhand hypothetischer Landkreise mit vereinfachten Zahlen:

LK	LF (ha)	Wertvolle Fläche (ha)	Räumlich optimiert: Indikator wertvolle Fläche pro ha LF	Worst Case: Indikator wertvolle Fläche pro ha LF	Differenz Indikator
A	1000	50	0,017	0	
B	1000	70	0,023	0,00367	
C	1000	30	0,01	0,00767	
Gesamt	3000	150	0,05	0,0113	- 0,0387

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes
2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene
3. Räumliche Verknüpfung und Differenzierung
4. Ermittlung des Flächenbedarfs für ein Biokraftstoffziel
5. Skizzierung von Szenarien
6. Entwicklung eines Indikatorensystems
7. Integration der Indikatoren in die Wirkungsabschätzung der Ökobilanz

Integration in die Wirkungsabschätzung

- Im Ergebnis liegen für jeden Landkreis die Indikatorenergebnisse im Vergleich Ausgangszustand mit den Szenarien vor.
- Durch den Bezug zu den zusätzlichen Weizenflächen können die Ergebnisse auf einen **hektar-bezogenen Wert** umgerechnet werden (pro ha angebauten Weizens für Ethanol verändert sich unter den gegebenen Annahmen der Indikatorwert um x Einheiten).
- Diese Werte können je nach **funktionaler Einheit** (einfach Hektar oder Umrechnung z. B. auf Personenkilometer pro Hektar und Jahr oder GJ pro Hektar) in der Ökobilanz weiterverarbeitet werden.

Integration in die Wirkungsabschätzung

Vereinfachtes Beispiel / Indikator wertvolle Flächen:

$$\frac{-0,0387}{181 \text{ ha}} = -0,00021 / \text{ha}$$

Bezug zu der zusätzlichen Weizenfläche (hier 181 ha), die für die Veränderung ursächlich ist

Pro Hektar angebauten Weizens für Ethanol verschlechtert sich im Worst Case Szenario der Indikatorwert um 0,00021.

Konzept nach Urban et al. (2008)

1. Auswahl eines Biokraftstoffes
2. Zusammenstellung von Modellkulturen mit statistischen Werten auf Landkreisebene
3. Räumliche Verknüpfung und Differenzierung
4. Ermittlung des Flächenbedarfs für ein Biokraftstoffziel
5. Skizzierung von Szenarien
6. Entwicklung eines Indikatorensystems
7. Integration der Indikatoren in die Wirkungsabschätzung der Ökobilanz
8. Plausibilitätsprüfung mit Hilfe von 2-3 Landkreisen

Gliederung des Vortrags

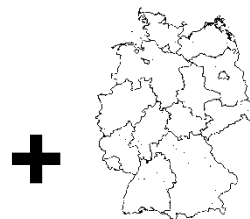
1. Anlass und Ziel
2. Konzeptentwicklung
3. Umsetzung des Konzepts
4. Zusammenfassung und Diskussion

Zusammenfassung / Ausblick

Neuer Forschungsansatz

Integration von Biodiversität in Ökobilanzen

Parameter	Bioenergieertrag				Foss. Energieertrag		Saldo
	Bioerg. la/ha	Produktion	Biomasse-Stückung	Energie-Nutzung	Foss. Vorstufe	Energie-Nutzung	
Bruttogr. PE	GJ	13,9	0,30	7,0	16,7	151	-146
CO ₂ eq	kg	214	26,2	1000	1207	11204	-8788
CO ₂ biogas	kg	844	26,3	445	1249	11188	-11125
CH ₄	kg	6,7	0,01	2,4	2,1	1,5	0,97
N ₂ O	kg	0,0	0,00	1,0	0,04	0,15	1,0
Sty-Aggr.	kg	20,2	0,20	37,5	6,3	6,7	44,8
Sty	kg	1,7	0,02	11,7	4,7	1,5	6,1
NH ₃	kg	4,9	0,20	11,9	2,2	4,9	31,1
H ₂ S	g	25,1	0,04	30,6	14,2	6,1	30,6
NH ₄	kg	6,1	0,00	0,00	0,00	0,00	6,1
Ngesamt	kg	6,1	0,00	10,0	0,00	1,4	16,1
CO	kg	1,1	0,07	20,5	0,02	3,2	18,8
NH ₄ C	g	371	3,4	3109	2098	749	677
Dimethylsulf.	g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Staub	g	637	0,43	454	196	157	729
Formaldehyd	g	229	2,4	75,1	11,1	11,3	74,2
Benzol	g	0,0	0,01	346	11,7	0,00	341
Benzoläquival.	mg	0,54	0,00	15,6	0,50	4,5	11,3
TCDD-Äqu.	kg	295	1,4	1783	395	245	1481



Eine regional differenzierte Bewertung, die über eine Ermittlung des Flächenbedarfs für ein bestimmtes Biokraftstoffziel in Ökobilanzen integriert werden kann.

Abschätzung der Tragfähigkeit und der Grenzen des Forschungsansatzes für die Abbildung von Biodiversitätswirkungen (derzeit kein Einbezug von Arten, die nicht über Biotopdaten integriert werden, insbesondere Fauna).

Diskussion

- Stärken/ Schwächen/ Besonderheiten/ Lücken des entwickelten Konzepts?
- Erwartungen von Ökobilanzierern an neue Methoden zur Wirkungsabschätzung? (Insbesondere: Was sollte als Endergebnis vorliegen?)
- Vergleich/ Ähnlichkeiten/ Unterschiede zu Methoden bei anderen Wirkungskategorien?
- Bewertung innerhalb einzelner Wirkungskategorien (aus der jeweiligen Fachdisziplin heraus) im Vergleich zur Bewertung durch Gewichtung der Wirkungskategorien untereinander (Verfahren wie Eco-Indicator, Ökopunkte usw.)?

Urban et al. (2008): Biologische Vielfalt in Ökobilanzen. Konzept für eine methodische Integration am Beispiel biogener Kraftstoffe. Naturschutz und Landschaftsplanung 40, (12), 409 - 414

Urban et al. (2007): Analyse der Ökobilanz als Methode zur Beurteilung von Auswirkungen des landwirtschaftlichen Anbaus für Biokraftstoffe auf die Biodiversität. Landbauforschung Völkenrode 57, (4), 419 – 427

barbara.urban@vti.bund.de



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!