

Auswirkungen des Globalen Wandels auf Ökosystemdienstleistungen in Hessen

Rüdiger Schaldach, Andreas Ernst, Jan Volland, Rebekka Hufner

Center for Environmental Systems Research (CESR)
Universität Kassel



Ökosystemdienstleistungen sind definiert als...

Vorteil, Nutzen oder Gewinn den die menschliche Gesellschaft aus Ökosystemen zieht und die maßgeblich das Wohlergehen und die Lebensqualität des Einzelnen mitbestimmen.

Dabei werden sowohl materielle wie immaterielle Güter , d.h. sowohl Waren als auch Dienstleistungen i.e.S. berücksichtigt.

(Bürger-Arndt, 2011)

Kategorisierung von Ökosystemdienstleistungen

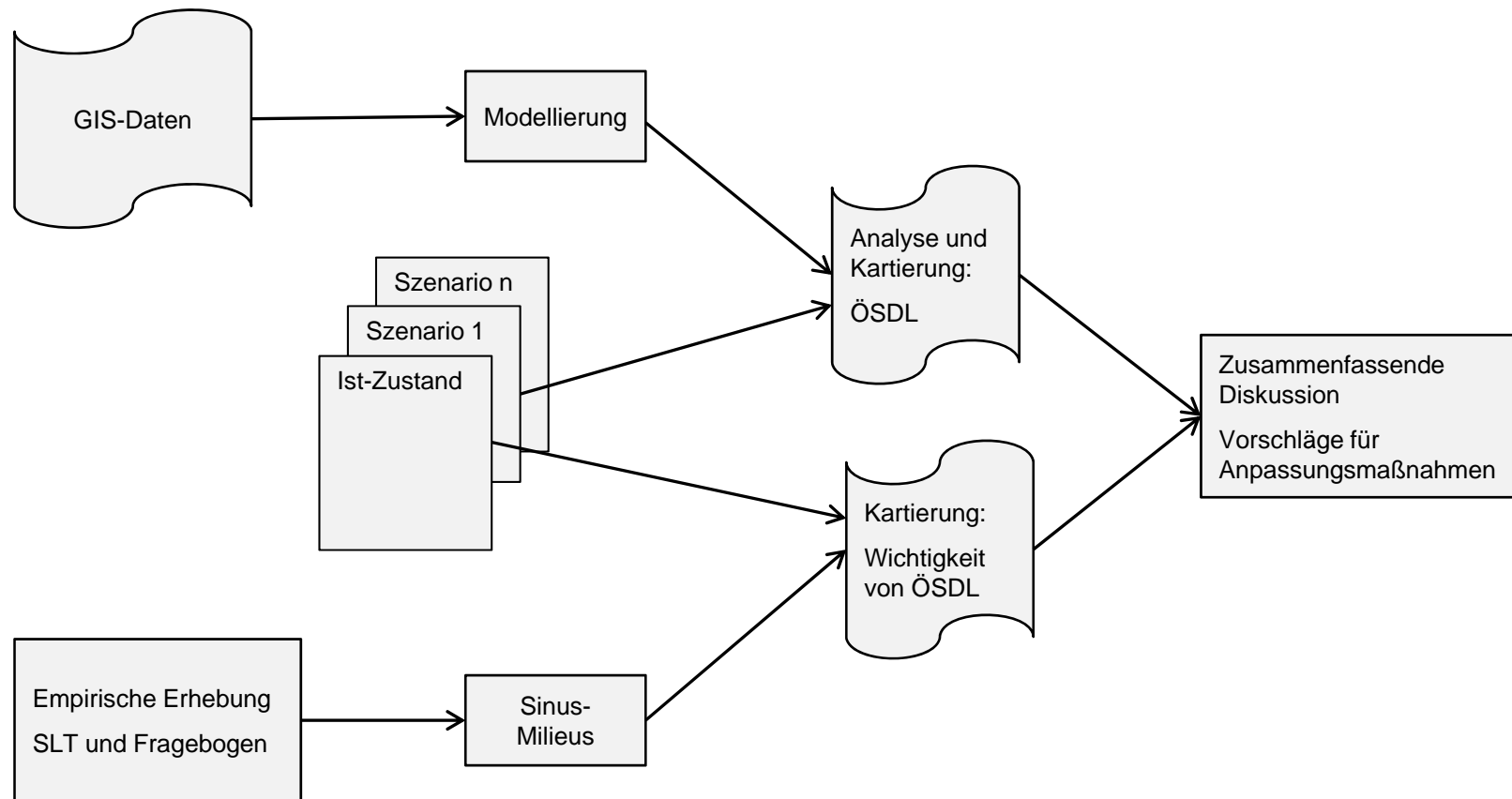
Versorgung	Regulation	Kultur
Produzierte und bereitgestellte Güter	Nutzen durch Ökosystemprozesse	Ästhetischer, religiöser und Erholungsnutzen
<ul style="list-style-type: none"> • Nahrung • Trinkwasser • Rohstoffe (Energie, Materialien) • Pharmazeutika 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaregulierung • Schädlingsbekämpfung • Wasserversorgung • Abfallbehandlung • Bestäubung • Sauerstoffproduktion • Bodenrückhaltung • Zerstörungsvermeidung 	<ul style="list-style-type: none"> • Naturschönheit • Zierressourcen • Freizeit, Erholung • Kunst und Kultur • Spirituelles und kulturelles Erbe • Wissenschaft und Lehre
Erhaltende Ökosystemdienstleistungen		
Dienstleistungen, die notwendig sind, um alle anderen ÖSDL zu erhalten		
<ul style="list-style-type: none"> • Bodenbildung 	<ul style="list-style-type: none"> • Nährstoffkreisläufe 	<ul style="list-style-type: none"> • Refugium für Tiere & Pflanzen

Zielsetzung des Projekts

1. Umweltpsychologische Analyse zur Bewertung der Wichtigkeit von Ökosystemdienstleistungen (ÖSDL) heute und in der Zukunft durch die hessische Bevölkerung.
2. Landschaftsökologische Analyse ausgewählter ÖSDL heute und in Zukunft.
3. Untersuchung der Auswirkungen des globalen Wandels in Hessen (Fokus auf Landnutzung und Klima).
4. Erarbeitung von Vorschlägen für mögliche Anpassungsmaßnahmen.

Aufbau des Projekts

Landschaftsökologie

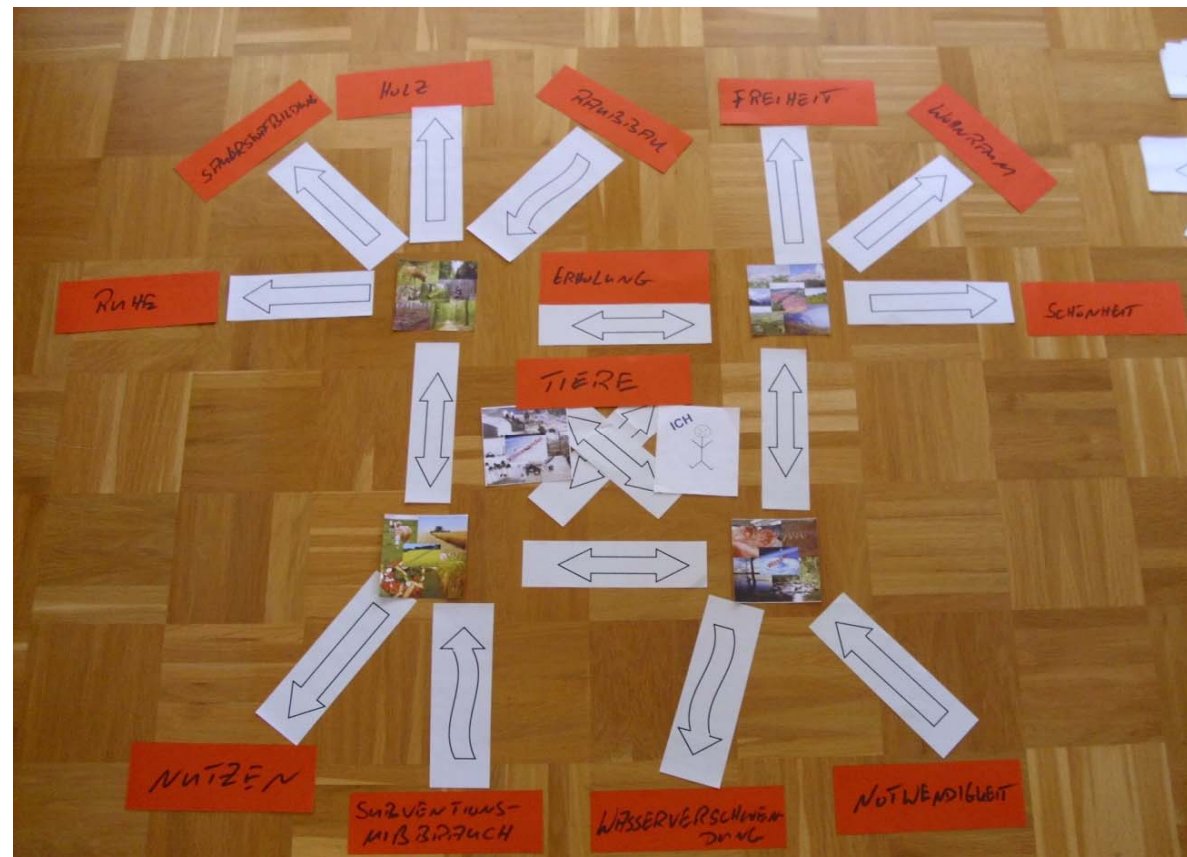


Umweltpsychologie

Empirische Erhebung 1: Leitfrageninterviews

Ziel: Untersuchung des Kenntnisstands der Bevölkerung zum Thema ÖSDL.

Methode: Halbstandardisierte Interview und Strukturlegetechnik.



Zentrale Ergebnisse der Interviews

1. Der Begriff „Ökosystemdienstleistungen“ ist nicht bekannt.
2. Die Eigenschaften der Ökosystemdienstleistungen jedoch sind allen Probanden unter anderen Synonymen bekannt und werden im Alltag verwendet.
3. 90% aller möglichen ÖSDL wurden mindestens einmal benannt.
4. Der Schwerpunkt liegt bei sichtbaren und nutzbaren ÖSDL.
5. Die Unterschiede im Verständnis zwischen Nord-, Mittel- und Südhessen sind marginal; ebenso spielen Alter und Bildung keine Rolle
6. Klimawandel wurde nur bedingt als Problem wahrgenommen.

Empirische Erhebung 2: Fragebogen

Ziele: Bewertung der Wichtigkeit von ÖSDL heute und in der Zukunft durch die hessische Bevölkerung.

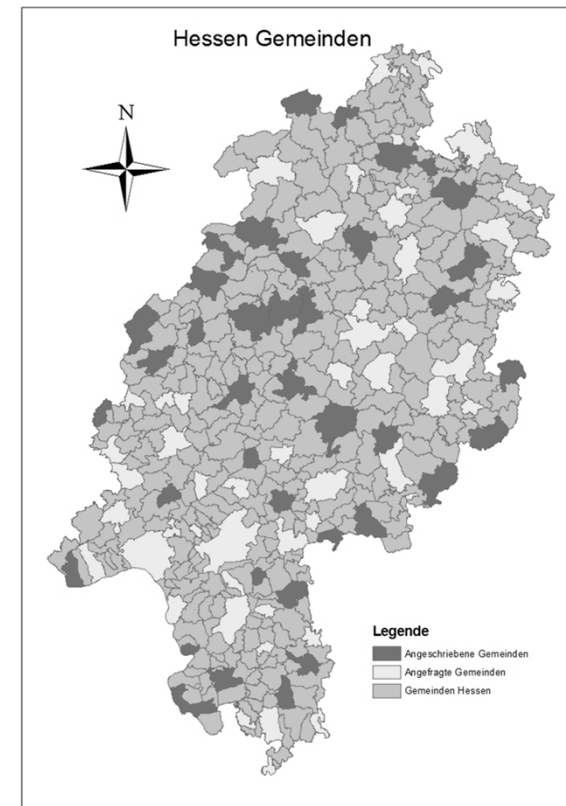
Methoden: Standardisierter Fragebogen; Analyse nach Lebensstilen und räumliche Verortung in Hessen.

Teil D

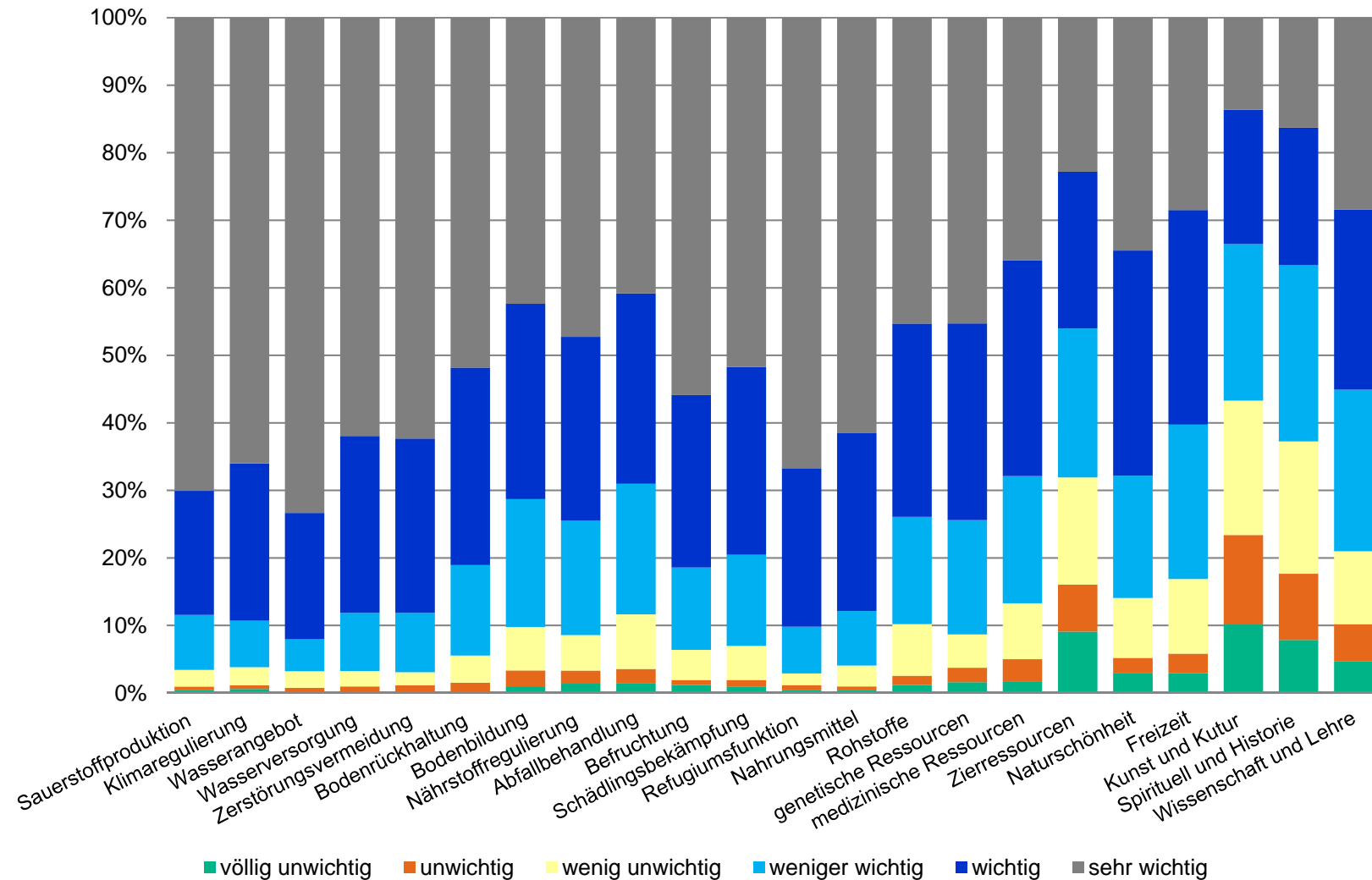
Im folgenden Teil geht es um Ihre persönliche Bewertung der von der Natur angebotenen Funktionen für den Menschen.

1) Bitte bewerten Sie nachfolgend welchen Wert die folgenden Funktionen der Natur für Sie persönlich haben.

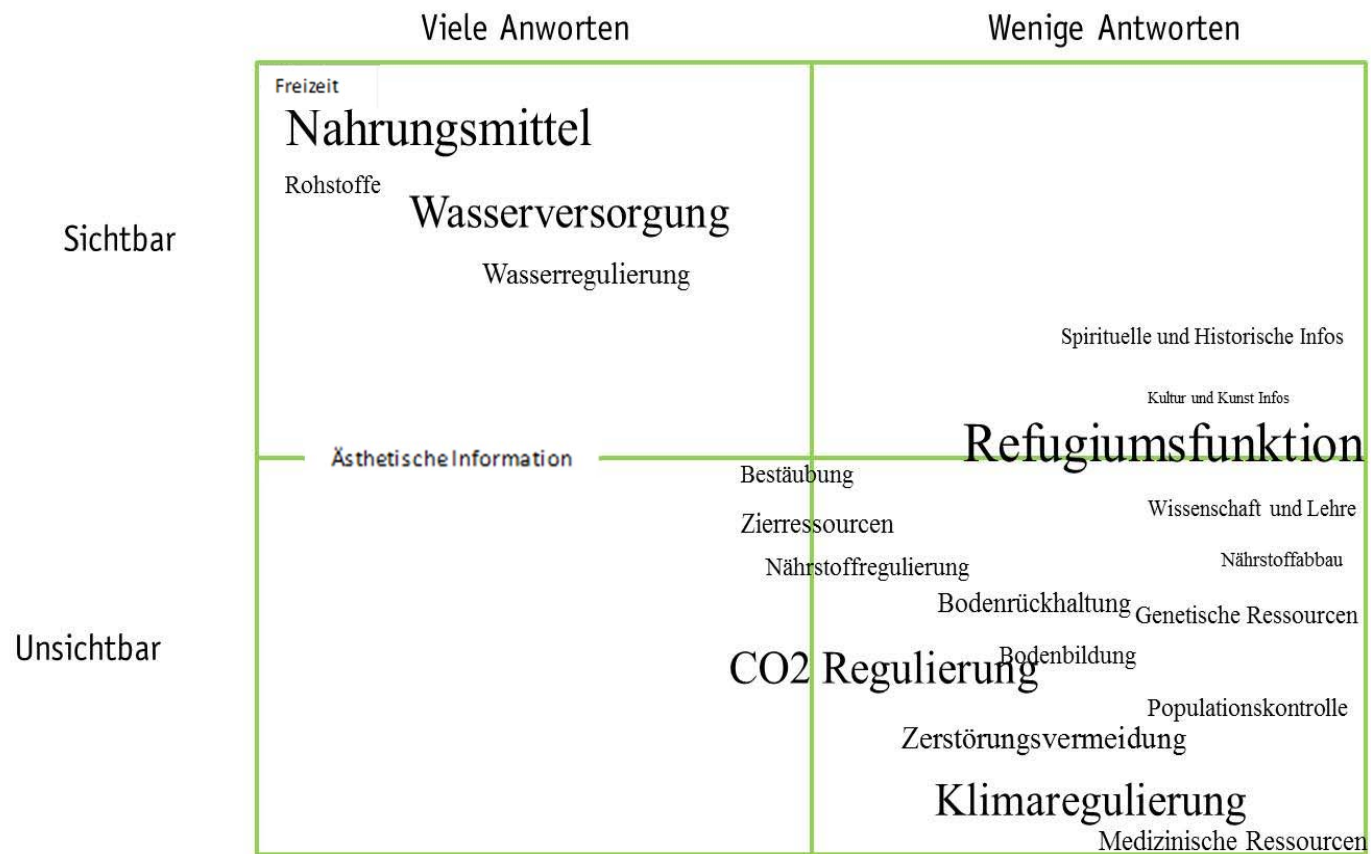
	völlig unwichtig					sehr wichtig
	---	--	-	+	++	+++
1) Sauerstoffproduktion durch Pflanzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Rolle der Natur bei der Aufrechterhaltung des momentanen Klimas (Speicherung von Kohlenstoffdioxid im Boden oder in Pflanzen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Beitrag der Natur zur Versorgung mit frischen Wasser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Versickerung von Wasser und Abfluss von Regenwasser durch Flüsse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Schutz vor Naturkatastrophen durch Wälder oder natürliche Dämme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Schutz vor dem Abtrag von Gestein oder Erde durch Wind oder Wasser durch die Natur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Bildung von neuem Boden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Auswertung: Wichtigkeit von ÖSDL in der Gegenwart



Anzahl der Nennungen



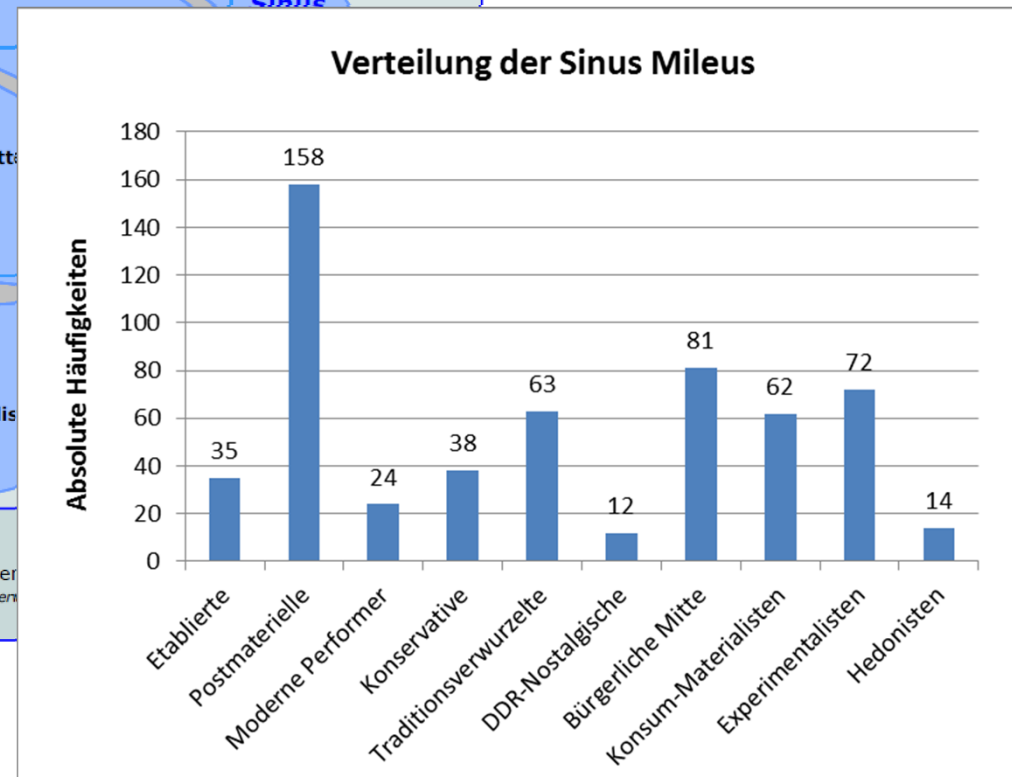
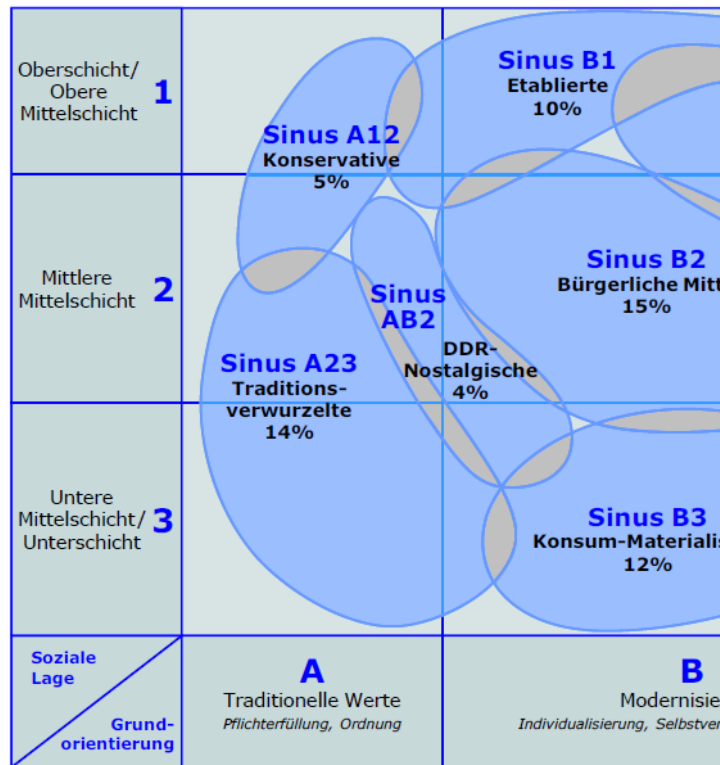
Die Größe der Begriffe beschreibt die Zahlungsbereitschaft

Zentrale Ergebnisse des Fragebogens

1. 3000 Fragebögen, 564 verwertbare Antworten (16%).
2. Befragte Personen wissen sehr wenig über das Konzept ÖSDL.
3. Klimawandel wird als wichtiges Thema benannt.
4. Großer Anteil der ÖSDL werden als sehr wichtig eingeschätzt.
5. Fokus liegt auf den sichtbaren und/oder handelbaren ÖSDL (z.B. Nahrungsmittelproduktion, Wasserversorgung, Freizeit).
6. Unsichtbare oder „selbstverständliche“ ÖSDL werden unterschätzt (z.B. Bodenbildung, Klimaregulierung).
7. Wichtigkeit von ÖSDL in der Zukunft wird in den meisten Fällen geringer eingeschätzt.

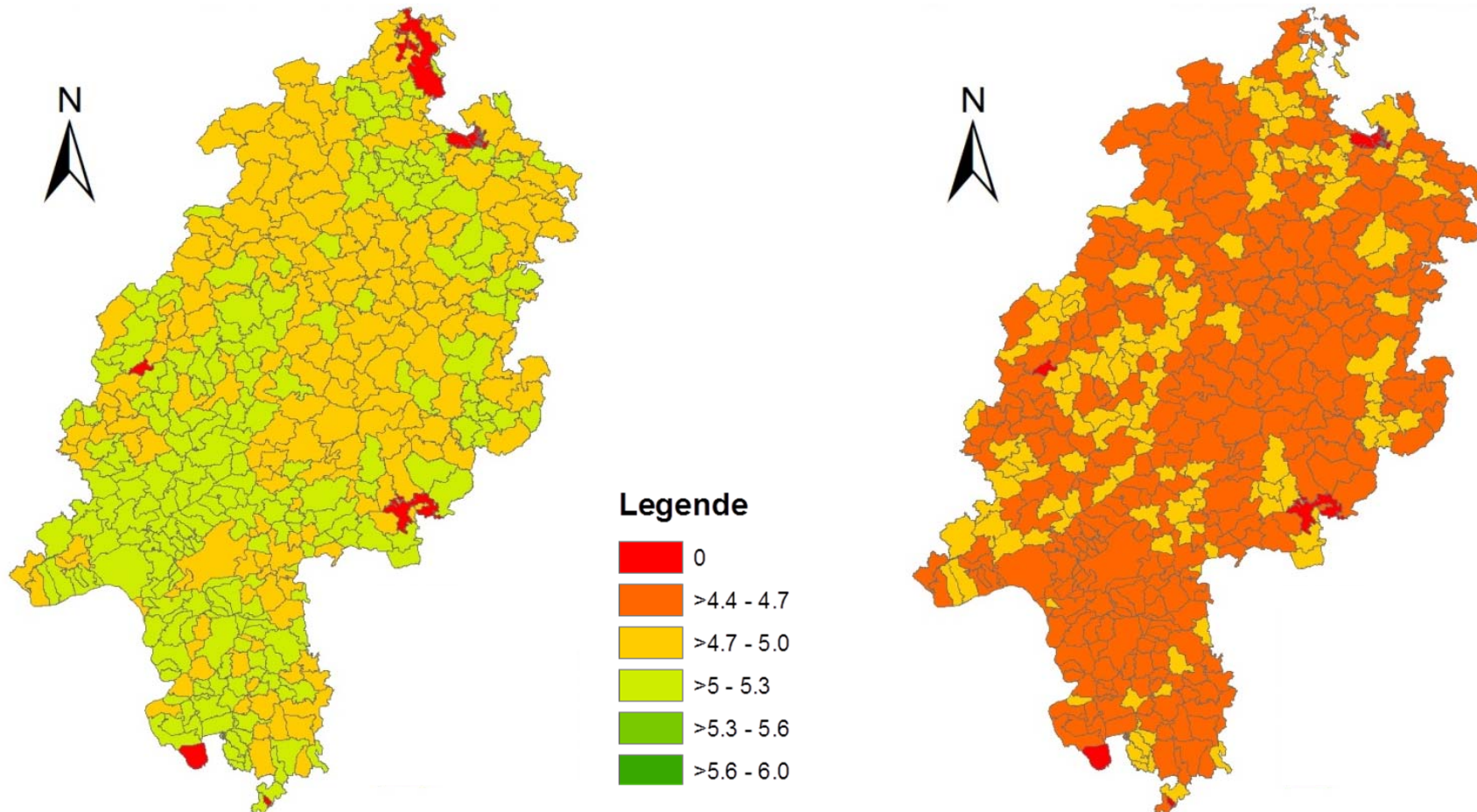
Zuordnung der Antworten zu sozialen Milieus

Die Sinus-Milieus® in Deutschland 2009 Soziale Lage und Grundorientierung



Beispielhafte Ergebnisse der räumlichen Verortung

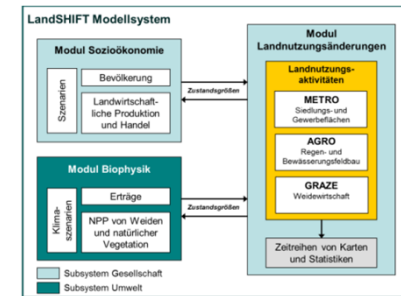
Wichtigkeit der ÖSDL „Freizeit“ heute (links) und in der Zukunft (rechts).



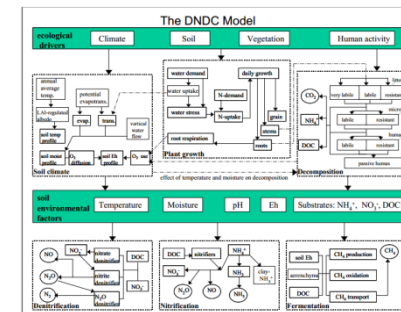
Landschaftsökologische Analyse und Kartierung

Analyse und Kartierung von fünf ÖSDL:

1. Nahrung und Bioenergie
2. CO₂-Regulation
3. Nährstoffretention
4. Refugiums-Funktion
5. Ästhetische Information und Freizeit



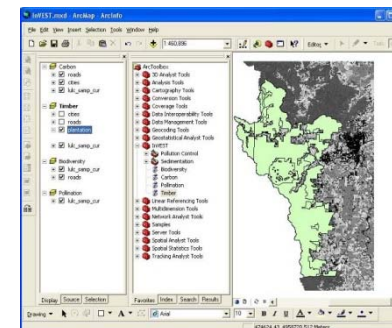
LandSHIFT



DNDC

	Evaluationsmatrix				Normalisierung				Gewicht	
	a ₁	a ₂	...	a _n	a ₁	a ₂	...	a _n	r _i	w
a ₁	a ₁₁ = 1	a ₁₂	...	a _{1n}	a ₁₁ /c ₁	a ₁₂ /c ₂	...	a _{1n} /c _n	r ₁	w ₁ = r ₁ /n
a ₂	a ₂₁ = 1/a ₁₂	1		a _{2n}	a ₂₁ /c ₁	a ₂₂ /c ₂	...	a _{2n} /c _n	r ₂	w ₂ = r ₂ /n
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
a _n	a _{n1} = 1/a _{1n}	a _{n2}	...	a _{nn} = 1	a _{n1} /c ₁	a _{n2} /c ₂	...	a _{nn} /c _n	r _n	w _n = r _n /n
c _i	c ₁ = ∑ _{i=1} ⁿ a _{i1}	c ₂ = ∑ _{i=1} ⁿ a _{i2}	...	c _n	1	1	...	1	n	1

Landschaftskapazität

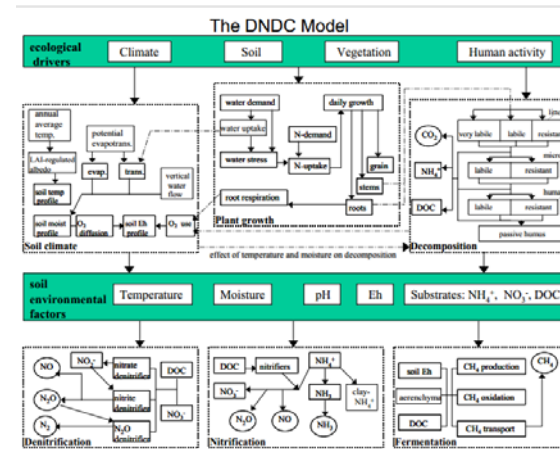


InVest

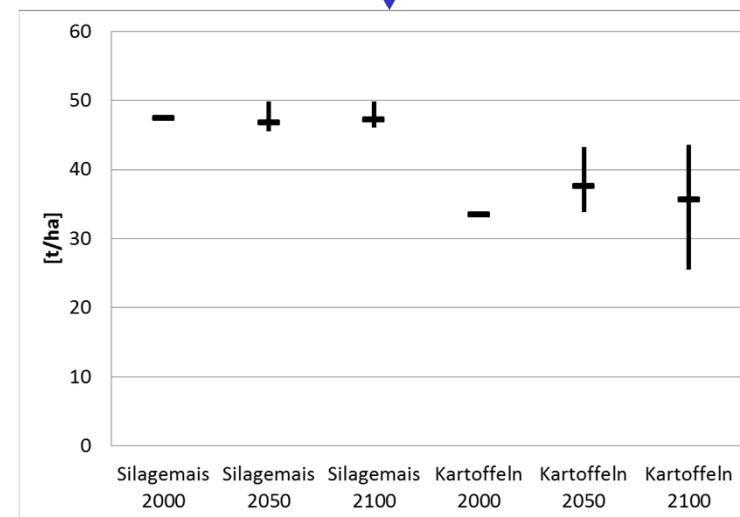
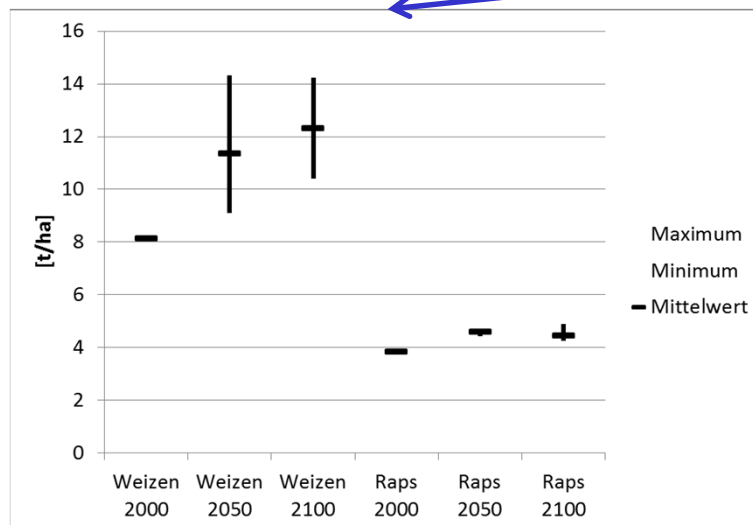
Nahrung und Bioenergie

- **Klimaszenario SRES A1B**
 - ECHAM5-COSMO-CLM
 - HADCM3-COSMO-CLM
 - ECHAM5-REMO
 - ECHAM5-WETTREG
- **Boden**
- **Bewirtschaftung**

0,2 Grad Zellen
1971-2000
2031-2060
2071-2100



Aggregiert auf Hessen

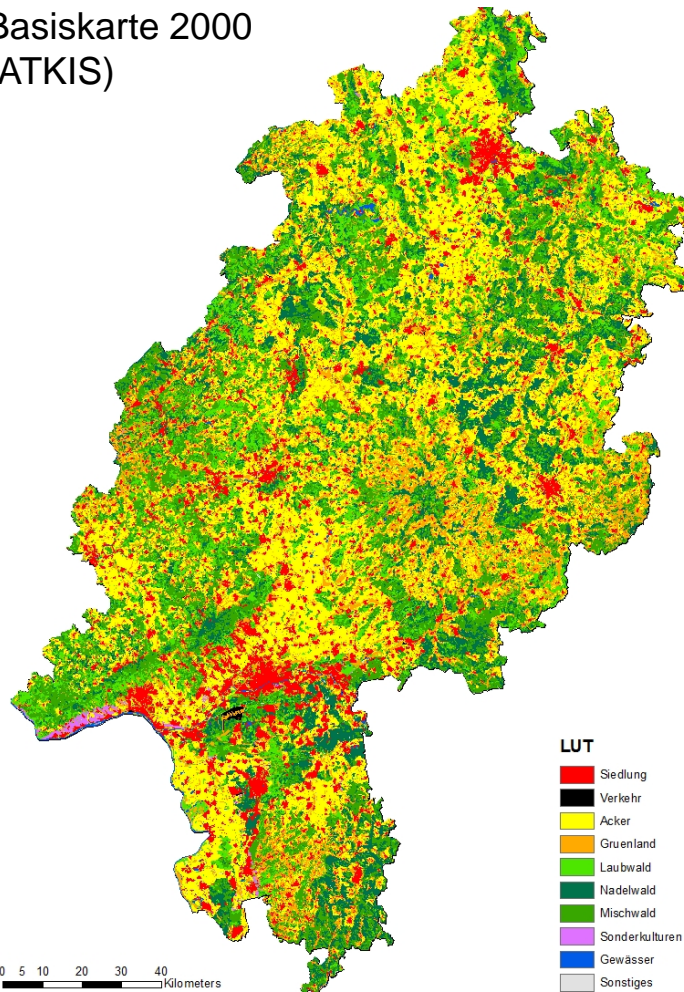


Ergebnisse ÖSDL „Nahrung und Bioenergie“

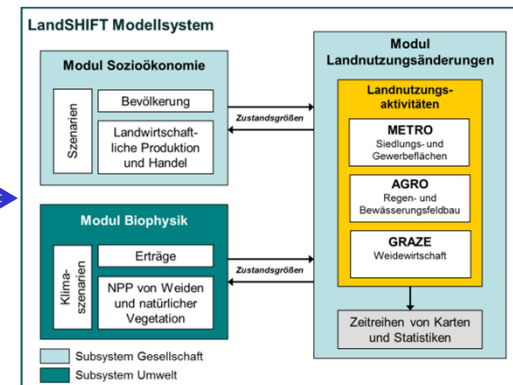
1. Große Spannbreite in den berechneten Ernteerträgen unter Klimawandel.
2. Grundcharakteristika:
 - Erträge in Nord- und Südhessen gleichen sich an.
 - Wintergetreide profitieren von wärmeren Wintern, während die Maisernte durch Trockenheit beeinflusst wird.
3. Mögliche Anpassungsmaßnahmen:
 - Anbau besser angepasster Sorten.
 - Optimierung der Aussaat und Erntezeitpunkte.
 - Bewässerung (nicht getestet).
 - Möglichkeit zum Anbau einer zweiten Feldfrucht.

Aktuelle Landnutzung und Landnutzungsszenarien

Basiskarte 2000
(ATKIS)



Szenarien bis 2030

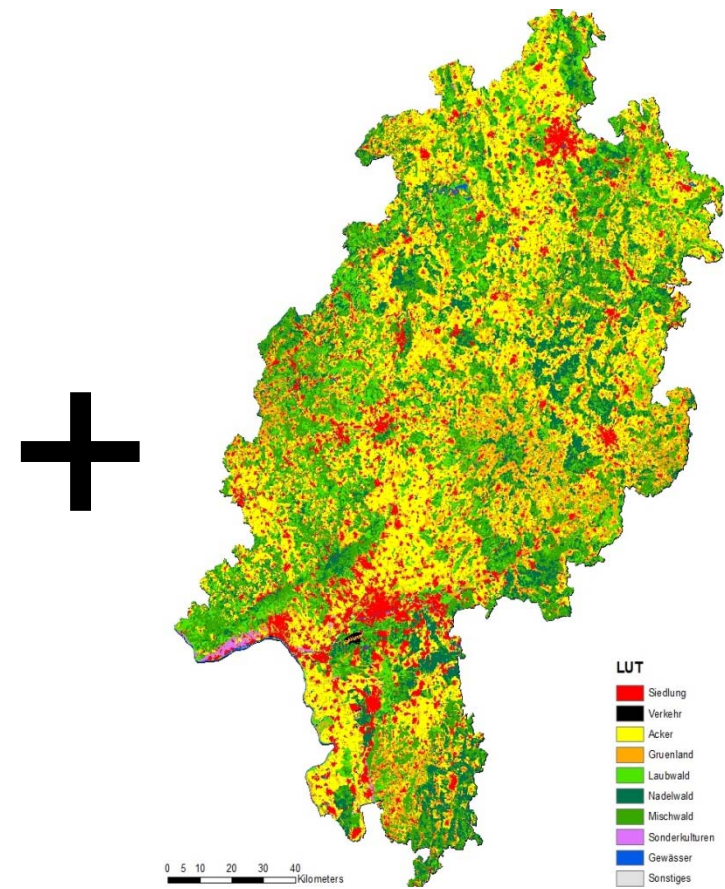


Landnutzungstyp	Basiskarte [km ²]	BAU [km ²]	Bioenergie [km ²]	Ökolandbau [km ²]
Siedlung	2149.44	2149.44	2149.44	2149.44
Ackerland	5083.25	5032.3	6490.06	5274.38
Laubwald	2020.5	2020.5	2019.25	2020.5
Nadelwald	2419.31	2419.31	2417.75	2419.31
Mischwald	4548.06	4548.06	4545.88	4548.06
Sonderkulturen	67.5	67.5	67.5	67.5
Brachland	1396.69	1447.63	0	1205.56
Summe	21116	21116	21116	21116

Beispiel: CO₂-Regulation

Tabelle 3: Kohlenstoffgehalte der unterschiedlichen Landbedeckungs-/Landnutzungstypen [t/ha].

	Oberirdische Biomasse	Unterirdische Biomasse	Boden	Tote Biomasse	Gesamt
Siedlung	7,15	2,00	16,37	1,87	27,39
Ackerland	2,25	1,35	71,06	0,33	74,99
Grünland	3,24	9,83	86,87	0,28	100,22
Laubwald	91,8	24,7	106,41	16,43	239,34
Nadelwald	69,21	18,64	96,26	18,36	202,47
Mischwald	81,86	22,04	101,94	17,28	223,12
Kurzumtrieb	35,53	5,34	63,03	2,75	106,65
Sonstiges	9,39	3,60	10,86	2,29	26,14
Ackerland ökologischer Landbau	2,08	1,25	71,94	0,25	75,52
Grünland ökologischer Landbau	3,09	9,4	87,53	0,21	100,23



C-Speicherung Basisjahr und Szenarien

==

Szenario	Basis	BAU	Bioökonomie	Ökolandbau
Siedlung	5,59	5,59	5,59	5,59
Verkehr	0,00	0,00	0,00	0,00
Acker	37,62	37,24	48,03	39,03
Grünland	32,42	32,42	32,37	32,75
Laubwald	47,89	47,89	47,86	47,89
Nadelwald	48,63	48,63	48,60	48,63
Mischwald	100,51	100,51	100,46	100,51
Sonderkultur	0,38	0,38	0,38	0,38
Gewässer	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstiges	0,02	0,02	0,02	0,02
Brache	12,24	12,68	0,00	10,56
Summe	285,28	285,35	283,29	285,35

Biologische Kohlenstoffspeicherung in unterschiedlichen Landbedeckungstypen [10^6 t].

C-Speicherung durch verschiedene Folgenutzungen

==

	C-Speicherung Flächenüberhang	C-Speicherung Gesamt
Ökolandbau-Brache	10,56	285,35
Ökolandbau-Grünland	12,08	286,87
Ökolandbau-KUP	12,86	287,64
Ökolandbau-Mischwald	26,90	301,68
BAU-Brache	12,68	285,35
BAU-Grünland	14,51	287,17
BAU-KUP	15,44	288,10
BAU-Mischwald	32,30	304,96

Biologische Kohlenstoffspeicherung für alternative Nutzung des Flächenüberhangs [10^6 t].

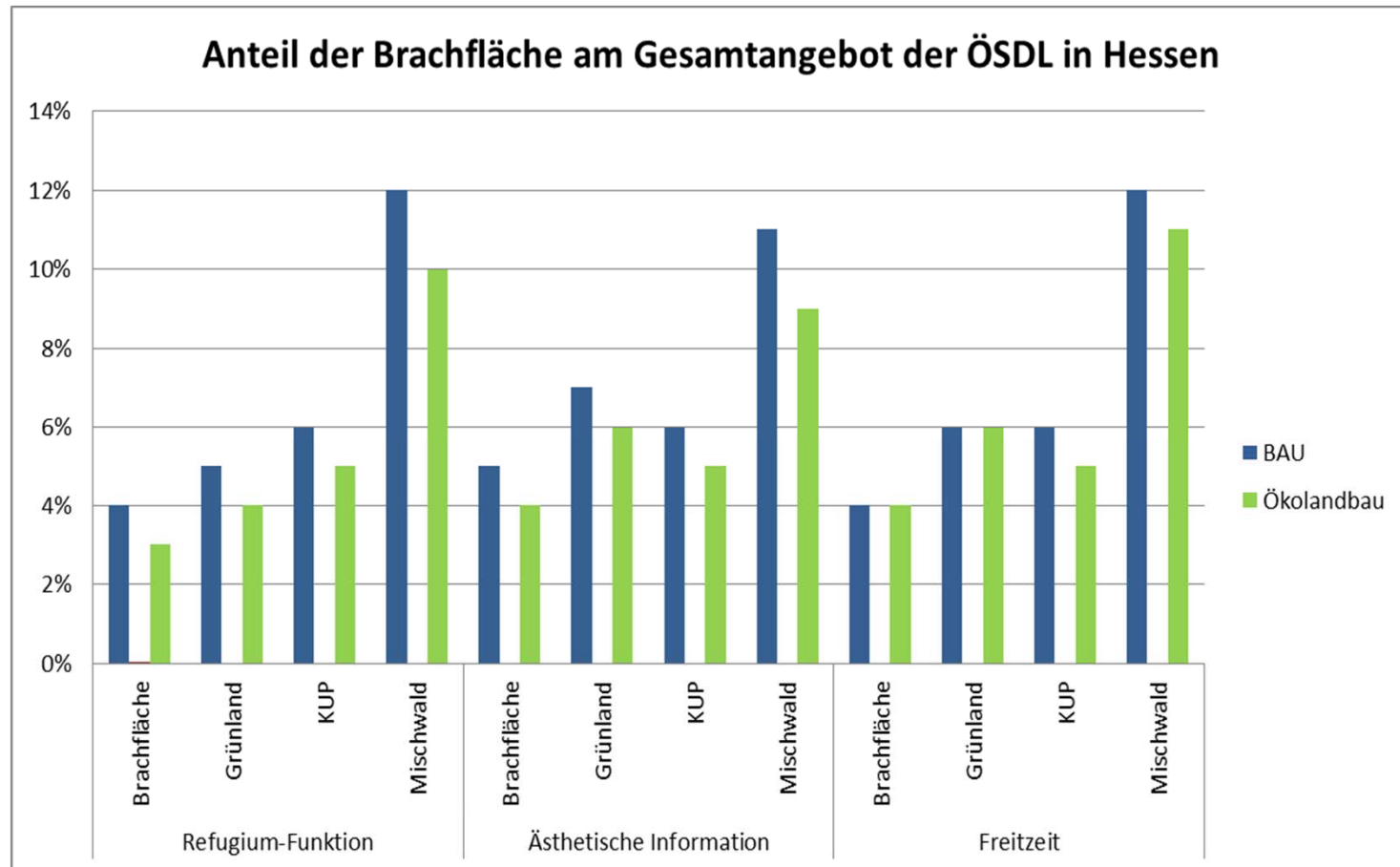
Weitere ÖSDL durch die Nutzung von Brachflächen

Brachland 2000

Refugium: 4%

Ästhetik: 5%

Freizeit: 4%



Szenarien im Vergleich

1. ÖSDL „Ernährung und Bioenergie“ gleich unter Ökolandbau und BAU; höheres Angebot unter dem Bioenergie-Szenario.
2. Positive Effekte durch die Nutzung des Flächenüberhangs geringer im Ökolandbauszenario.
3. Stärkste Einschränkung anderer ÖSDL im Bioenergie-Szenario, da Flächenüberhang vollständig für Ackerbau genutzt werden.
 - Geringere CO₂-Speicherung in Biomasse und Boden.
 - Geringeres Angebot der Funktionen Refugium, Freizeit und Ästhetik.
 - Stärkere Beanspruchung der Funktion „Nährstoffretention“.

Resumé und kritische Reflexion

1. Interdisziplinäre Betrachtung des Themenkomplexes ÖSDL in Hessen.
2. Neue Erkenntnisse über den Wissensstand und die Wertschätzung von ÖSDL in der Bevölkerung + räumliche Verortung der Ergebnisse.
3. Neue Erkenntnisse über das Angebot ausgewählter ÖSDL heute und unter Bedingungen des globalen Wandels.
4. Kritische und offene Punkte:
 - Landschaftsökologische Analyse konzentriert sich auf wenige ÖSDL.
 - Nur ein Klimaszenario wurde betrachtet.
 - Landnutzungsszenarien relativ einfach gehalten.
 - Keine detailliertere Abwägung zwischen Klimaschutzmaßnahmen (Kohlenstoffspeicherung vs. Substitution von fossilen Energieträgern).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !