

## ► Forschungsfrage und Kontext



► **Kontext:** Beitrag dezentraler EE zu einer nachhaltigen Energieversorgung im Rahmen der Ausgestaltung der Verbundsysteme und Energiemärkte (TP1-TP4) sowie Smart Grids (TP5). Die quantitativen Umweltauswirkungen und deren Zusammenwirken sind bisher ungeklärt.

► **Ziel:** Methoden- und Modellentwicklung zur **Minimierung der Umweltauswirkungen und Flächenkonkurrenzen bei maximaler Energieausbeute** im Rahmen der räumlichen Optimierung mit AP6.1

► **Beeinträchtigungsrisiko durch EE-Anlagen**

► **Räumliche Projektion** des Beeinträchtigungsrisikos für relevante Landschaftsfunktionen.

► **Quantifizierung und Bilanzierung** für verschiedene Szenarien der EE-Verteilung im Raum.

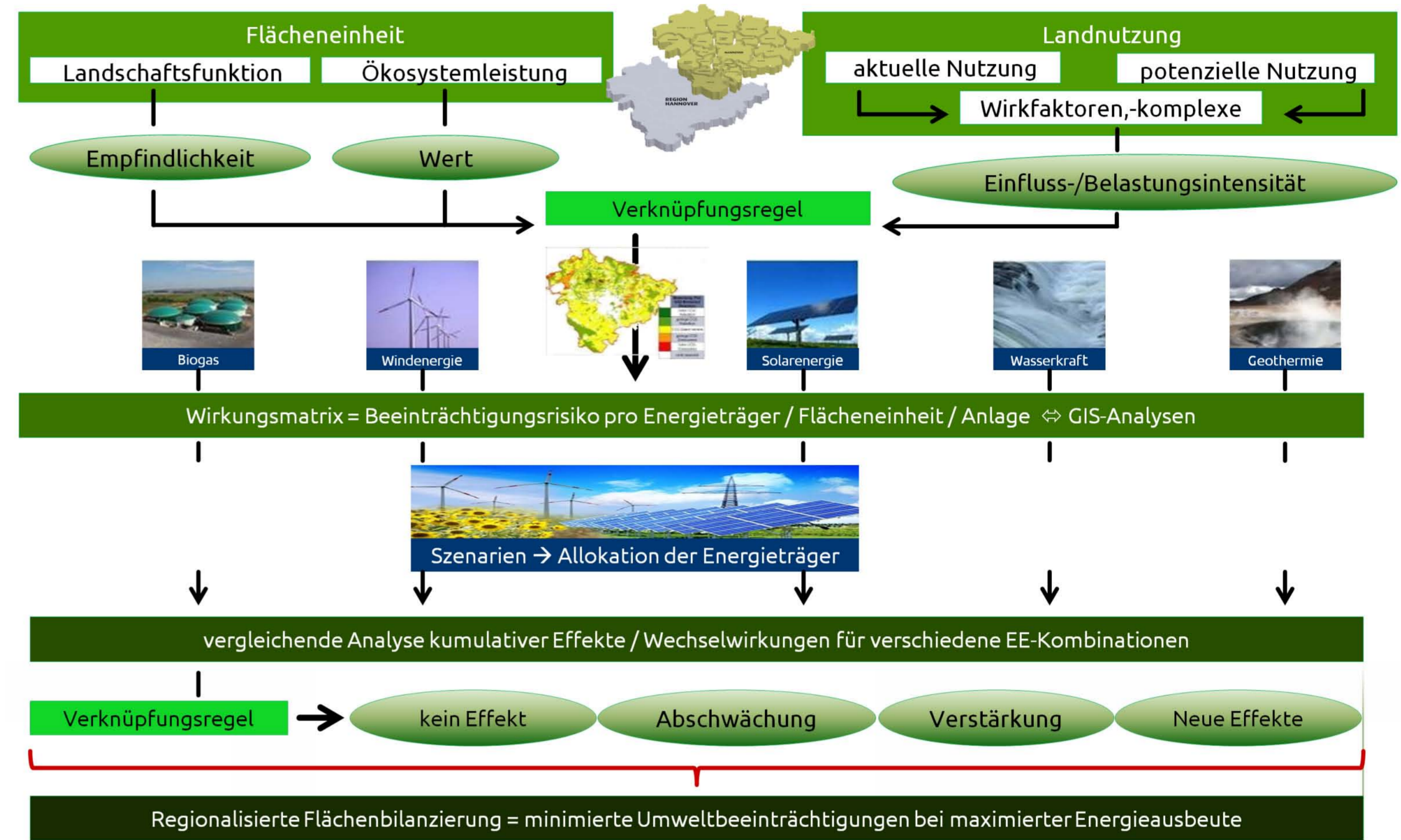
► **Kumulative Effekte**

► Räumliche Analyse kumulativer Umweltauswirkungen, die durch die **kombinierte Nutzung verschiedener EE-Anlagen** entstehen können.

► Analyse sich aus diesen Effekten ergebender **Konflikte und Synergien**.



## ► Methodik



► **Prognose des Beeinträchtigungsrisikos pro Flächeneinheit für verschiedene Landnutzungsoptionen** (BACHFISCHER, 1978)

► **Wirkungsmatrix:** Verknüpfung von Wirkfaktoren und Empfindlichkeiten

► **Szenarien verschiedener EE-Allokationen im Raum**

► Prognose und **Bilanzierung kumulativer Umweltauswirkungen** bei verschiedenen EE-Allokationen pro Flächen- und Energieeinheit

## ► Erste Ergebnisse

### Wirkungsmatrix für Biomasse

		Empfindlichkeit der Landschaftsfunktionen											
		natürliche Ertragsfunktion				Wasserdargebotsfunktion		Retentionsfunktion	Archivfunktion	Biotopfunktion	Landschaftserlebnisfunktion		
		Wasserretentionsempfindlichkeit (Eroderbarkeit, Erosionst., Hangneigung)	Windretentionsempfindlichkeit (Eroderbarkeit, Windgeschwindigkeit)	Verdichtungsempfindlichkeit (Bodenart & weitere Bodenparameter)	Empfindlichkeit ggü. PEST (Bodenart, Humusgehalt)	Sickerwasser	Nitratwäschempfindlichkeit (Austauschfähigkeit)	Gewässerbindung durch SM (Bodenart, Humusgehalt, pH...)	Gebietsretention (Hangneigung, Bodenart, Bodenfeuchte)	Seltenheit (Vorkommen, Bedeutung)	Diversität der Fruchtfolgeglieder	Vergleich zur aktuellen Nutzung	
Beeinträchtigung durch Wirkfaktoren	Pflanzenschutz	Maiss	hoch: 30 bis >55 mittel: 10 bis <30 gering: <1 bis <10	hoch: Stufe 4-5 mittel: Stufe 2-3 gering: Stufe 0-1	hoch: Stufe 5-6 mittel: Stufe 3-4 gering: Stufe 0-2	hoch: Stufe 4-5 mittel: Stufe 3 gering: Stufe 1-2	hoch: <192mm mittel: 193-255 mm gering: >256 mm	hoch: Stufe 0-2 mittel: Stufe 1 gering: Stufe 4-5	hoch: Stufe 1-2 mittel: Stufe 3 gering: Stufe 4-5	hoch: selten; gering: häufig	hoch: <3; gering: ≥3		
		Zuckerrübe	normierter Behandlungsindex: 1,3	hoch	hoch	hoch							
		Roggen	normierter Behandlungsindex: 1,0		mittel					gering			
		Winterweizen	normierter Behandlungsindex: 1,6			hoch				mittel			
		Einsatz von Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden											

(Ausschnitt; verändert nach WIEHE et al., 2010 & BREDEMEIER, 2013)

### Wirkfaktoren für Windenergie und Photovoltaik

Wirkkomplexe	Wirkfaktoren	Windenergie (Onshore)					Photovoltaik-Kraftwerk							
		Schutzgüter					Schutzgüter							
		Grundwasser	Oberflächenwasser	Böden	Pflanzen/Biotop	Tiere	Grundwasser	Oberflächenwasser	Böden	Pflanzen/Biotop	Tiere			
Anlagebedingte Wirkfaktoren	oberirdische Bauwerke													
	Verdichtung													
	Bodenabtrag, -umlagerung													
	Veränderung von Vegetation													
Zerschneidung	Veränderung des Landschaftsbilds													
	Barriere zwischen Lebensräumen													
Betriebsbedingte Wirkfaktoren	Stromkabel													
	Elektromagnetische Felder													
	Lichtreflexion													
	"Disko-Effekt" / Spiegelwirkung													
	Flügelrotation													

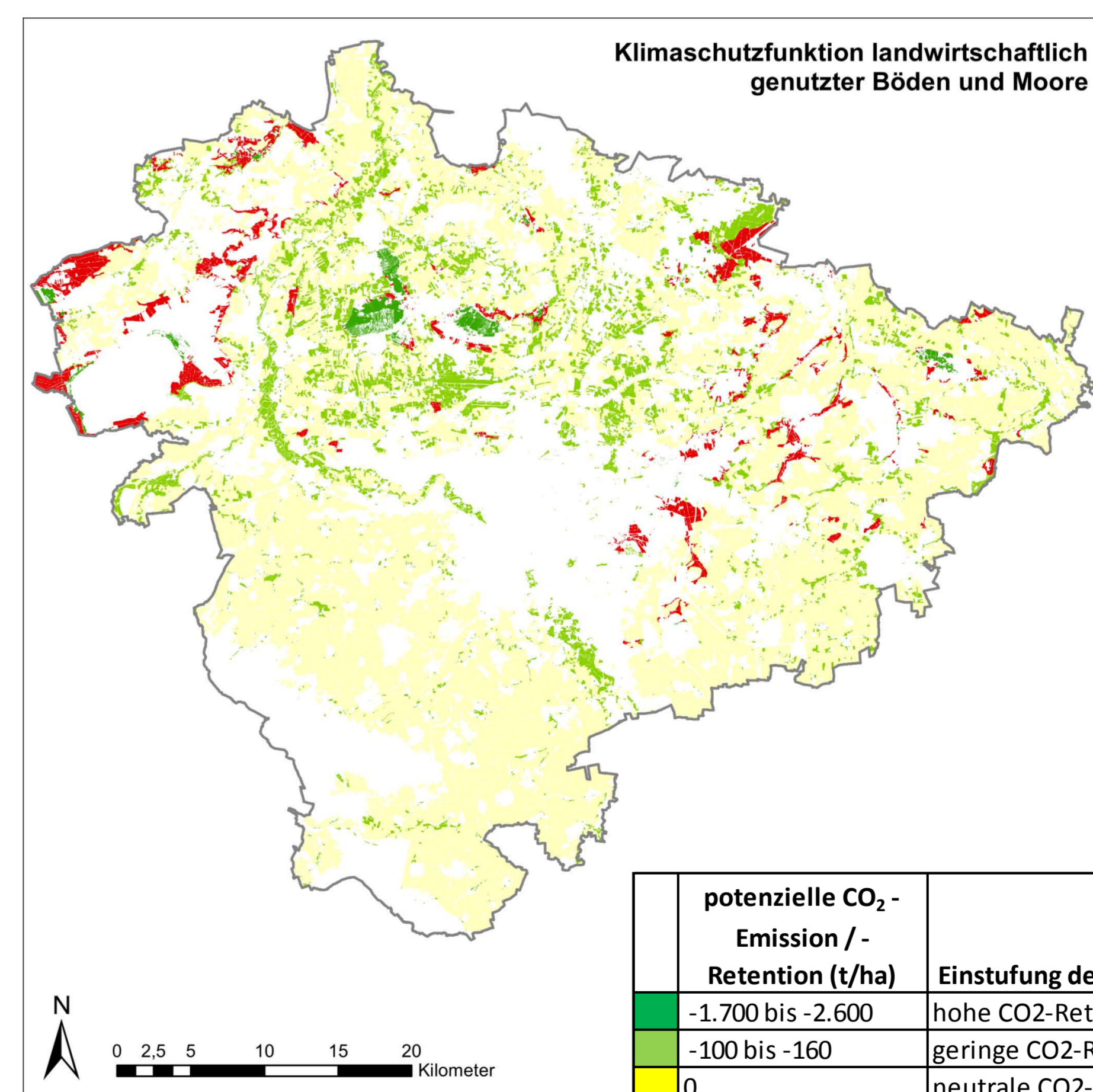
(Ausschnitt; verändert nach REINHARDT & SCHEURLIN, 2004)

## ► Ausblick und offene Fragen

► **Quantifizierung & Bilanzierung**

► **Quantifizierung:** modellierte physische Grundlagen von Ökosystemleistungen (z.B. THG, GW-Neubildung) und/oder ordinale Bewertungen (z.B. Biotopwerteskala)

► **Bilanzierung** von regionalen Veränderungen physischer Indikatoren zum Vergleich von Nutzungsalternativen (z.B. landnutzungsbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen)



Beispiel: **Bilanzierung der potenziellen Veränderung von landnutzungsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen** in der Beispielregion Hannover

(Bilanzierung nach SAATHOFF et al., 2012; Karte: ALBERT, 2012)

potenzielle CO <sub>2</sub> -Emission / -Retention (t/ha)	Einstufung des Parameters	Fläche (ha)	LUC-bedingte CO <sub>2</sub> -Emission / -Retention p.a. (Mio t/a)
-1.700 bis -2.600	hohe CO <sub>2</sub> -Retention	1.580	-2,7 bis -4,1
-100 bis -160	geringe CO <sub>2</sub> -Retention	60.742	-6,0 bis -9,7
0	neutrale CO <sub>2</sub> -Bilanz	93.492	0
100 bis 160	geringe CO <sub>2</sub> -Emission	8.155	0,8 bis 1,3
1.700 bis 2600	hohe CO <sub>2</sub> -Emission	5.134	8,7 bis 13,3

► **Kumulative Effekte**

► Optionen: (1.) keine Wechselwirkung; (2.) Abschwächung der Wirkung; (3.) Verstärkung der Wirkung; (4.) Entstehung neuer Wirkungen

► **Externe Kooperationen**

► UFZ (AG Thrän); ZALF (AG Schuler)

► Fa. Windwärts, Hannover; Landesamt für Bergbau, Energie & Geologie