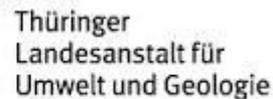




# Integrative EVA-Gesamtbewertung: Vorstellung der Methodik, erste Ergebnisse und Ableitung des weiteren Forschungsbedarfs

MICHAEL GLEMNITZ, JENS ECKNER, JOACHIM AURBACHER, KATHARINA WINTER, PETER KORNTATZ, JANINE MÜLLER, MONIKA HEIERMANN und CHRISTIANE PETER



# Paradigmen EVA-Projekt

---

- Nachhaltigkeit ist nur im Rahmen von Fruchtfolgen zu gewährleisten
- regional angepasste Lösungen sind notwendig aufgrund von Unterschieden in:
  - Bodenfruchtbarkeit / Wachstumsbedingungen
  - Umweltsensitivitäten / Umweltziele
  - Historisch gewachsenen Betriebsstrukturen / Infrastrukturen
  - .....
- Die Einzelkriterien der Nachhaltigkeitsbewertung (ökologisch, ökonomisch, sozial-kulturell) interagieren regional in unterschiedlicher Weise und Gewichtung → unterschiedliche Bewertung

# Der EVA - Auftrag

---

Am Standort **X** sind aus:

- ackerbaulichen,
- ökologischen,
- ökonomischen und
- **aus Gründen der Ressourceneffizienz**

(die Fruchtarten Z im Anbausystem Y)  
Fruchtfolgen **Y** am sinnvollsten anzubauen.

# Einzelindikatoren

## 7.6 Standort Dornburg

Tabelle 38: Zusammenfassende Bewertung der Fruchtfolgen am Standort Dornburg  
(Ackerzahl 65; die Bewertung erfolgt anhand der Farbe, grün entspricht gut und rot bedeutet schlecht)

	FF01 A1, 2	FF01 A3, 4	FF02 A1, 2	FF02 A3, 4	FF03 A1, 2	FF03 A3, 4	FF04 A1, 2	FF04 A3, 4	FF05 A1, 2	FF05 A3, 4	FF06 A1, 2	FF06 A3, 4	FF07 A1, 2	FF07 A3, 4	FF08 A1	FF08 A3
<b>Ackerbauliche Indikatoren</b>																
<b>TM-Ertrag</b> [t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	12,9	15,1	12,5	9,9	14,0	12,2	11,2	14,9	8,7	10,4	8,5	9,2	15,1	15,1	17,3	14,3
<b>CH<sub>4</sub> Ertrag</b> [k Nm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	3,1	3,7	2,3	1,5	3,2	2,9	2,3	3,1	1,5	2,0	1,5	1,8	3,8	3,8	3,1	2,4
<b>Abiotische Indikatoren</b>																
<b>Humusbilanzsaldo</b> [kg Humus-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	-249	-292	-30	-92	-221	-291	339	302	-0,3	-64	-2	-64	-318	-388	-	-
<b>Wasserverbrauch</b> [mm a <sup>-1</sup> ]	379	410	363	383	387	399	381	404	385	405	-	-	421	442	-	-
<b>Sickerwassermenge</b> [mm a <sup>-1</sup> ]	123	170	129	147	111	142	119	148	125	159	-	-	79	107	-	-
<b>Nitrataustrag</b> [kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	21	22	22	25	15	27	25	24	24	31	-	-	20	23	-	-
<b>THG-Emission</b> [kg CO <sub>2</sub> -Äq GJ <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> -a <sup>-1</sup> ]	5,3	4,8	6,8	10,1	5,6	6,1	4,0	3,9	8,0	6,5	7,9	7,4	3,9	4,4	4,4	9,0
<b>THG-Emission</b> [t CO <sub>2</sub> -Äq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2,3	2,5	2,3	2,1	2,6	2,5	1,2	1,8	1,8	1,9	1,7	1,8	2,2	2,4	1,9	3,1
<b>KEA</b> [GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	25,4	25,6	23,7	22,8	27,5	27,4	16,2	19,4	18,7	20,3	18,5	19,5	21,9	24,8	24,2	25,1
<b>EROI</b>	4,4	5,2	3,6	2,3	4,3	3,8	5,1	5,8	3,0	3,6	2,9	3,3	6,3	5,5	4,6	3,5
<b>Biotische Indikatoren</b>																
<b>Brutvogelhabitatindex</b> (4 Arten)	1,27	1,52	1,08	1,32	1,15	1,45	1,84	1,96	0,99	1,61	1,11	1,95	0,85	1,20	1,21	1,42
<b>Futterhabitatindex</b> (3 Arten)	2,57	2,73	2,32	2,29	2,76	2,68	5,67	4,36	1,22	1,41	1,20	1,65	1,69	1,78	3,60	2,92
<b>Blütenbesucherindex</b> (4 Artengruppen)	9,0	10,5	8,5	5,5	10,0	7,0	15,5	13,5	5,5	5,5	7,5	5,5	16,0	13,5	8,0	0,0

# Material und Methoden

---

Alle Detailindikatoren wurden mit eingeführten Modellen abgeleitet und basieren auf **empirischen Messdaten** aus den Parzellenversuchen an den Untersuchungsstandorten

- Initiale Kartierung der Bodenprofile an den Versuchsstandorten
- Bodenprobennahme vor Versuchsbeginn
- Alle Datenerhebungen basieren auf einem einheitlichen vorab abgestimmten Methodenhandbuch
- Parzellenversuche starteten in den Jahren 2005, 2006, 2009, 2010
- Mind. 4 Wiederholungen je Prüfglied
- Winterweizen oder Winterroggen als integratives Abschlussglied für alle Fruchtfolgen (Fruchtfolgeeffekte)

# Modelloutputs (ökologische Bewertung)

---

- Humusbilanzen: Zufuhr organischer Substanz für den Boden (bei hohen Erträgen und gleichbleibendem  $C_{org}$ -Gehalt)
- CCB: Humusreproduktion durch Fruchtart und org. Dünger, Bodenatmung, weitere C- und N-Größen des Bodens
- Wassererosion (nur EVA 1): Bodenabtrag
- MONICA: Nitrataustrag, Sickerwasserrate, NPP, Bodenfeuchte, pflanzenverfügbares Wasser, Nitrat, Ammonium, SOC, SOM, .....
- MiLa: THG und Energieeffizienz jeweils flächen- und produktbezogen
- Habitatwertmodell (ZALF): Brutvögel, Futtersucher, 7 einzelne Vogelarten, Blütenbesucher (4 einzelne Gruppen).

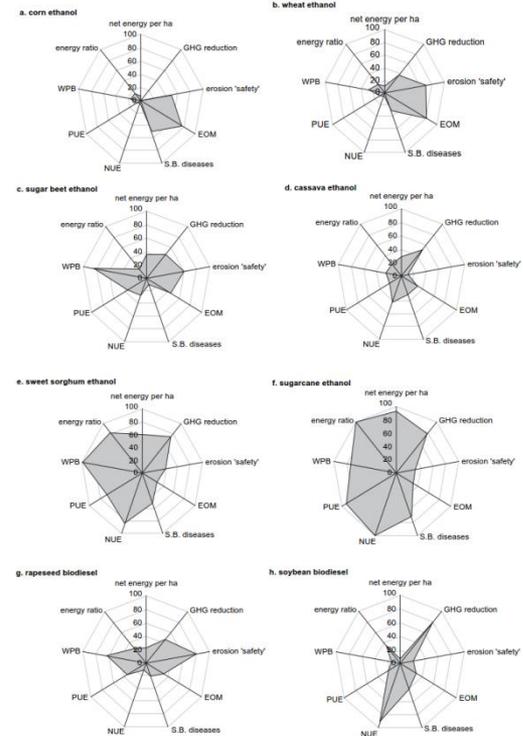
# Ziele der Gesamtbewertung



- Reduktion der Komplexität
- Schnellübersicht
- Entscheidungsunterstützung

## Nicht geeignet für:

- Lösung spezieller standort- oder fallbezogener Probleme (z.B. Nitrataustrag in Grundwasser) → **Einzelindikatoren !**
- Kausale Rückschlüsse



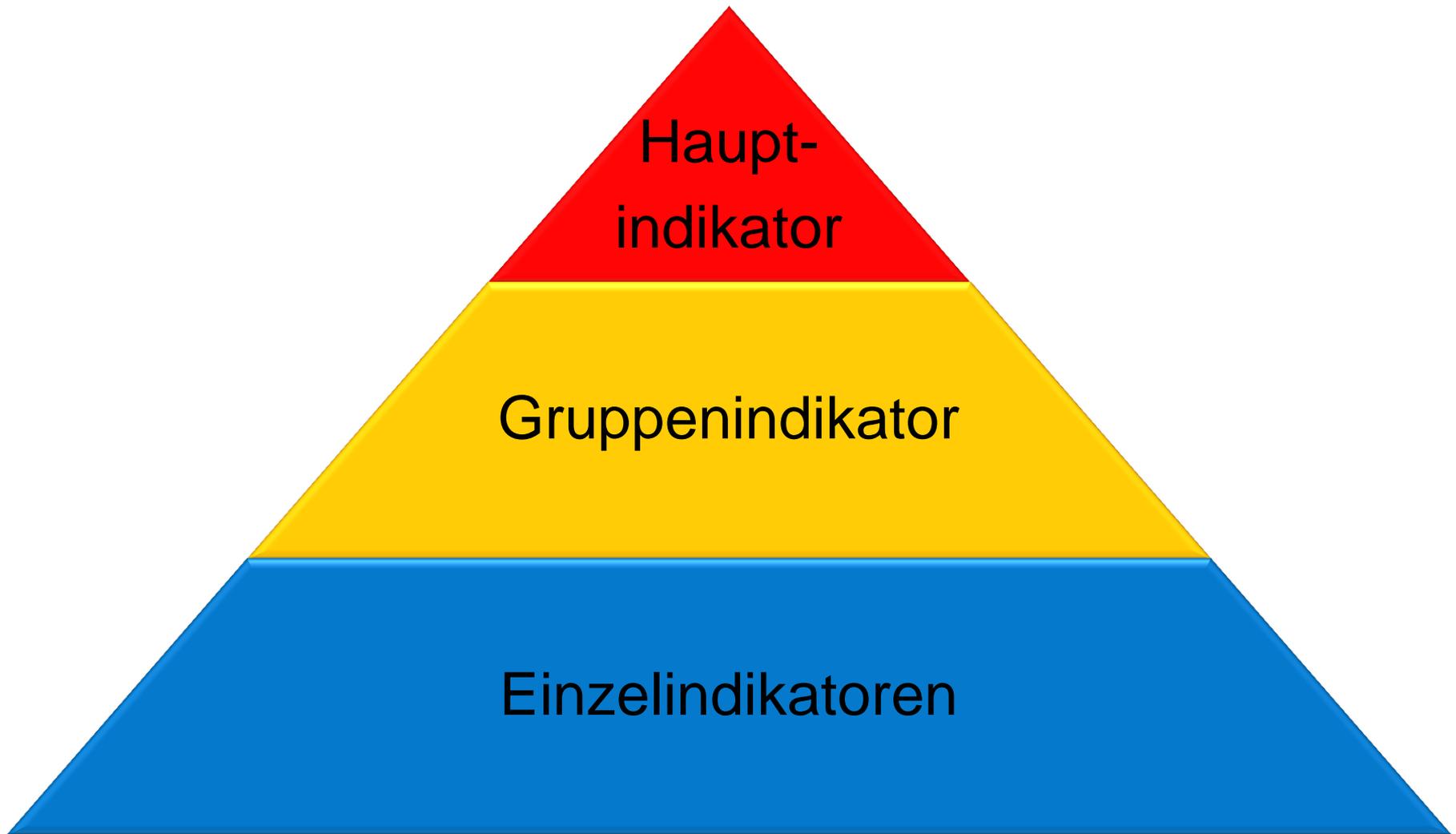
# Notwendige Definitionen

---

- Zielgruppe: **LANDWIRTE** (Politik tangiert)
- Ziele: Vergleichende Bewertung von Fruchtfolgen
- Systemgrenzen:
  - Die Fruchtfolgen werden je Standort unter Beachtung der Standorteigenschaften bewertet.
  - Die Berechnung der einzelnen Indikatoren endet beim Hoftor mit der Entnahme der Silage (Festfahren der Silage in das Silo und das Einsilieren sind inbegriffen).

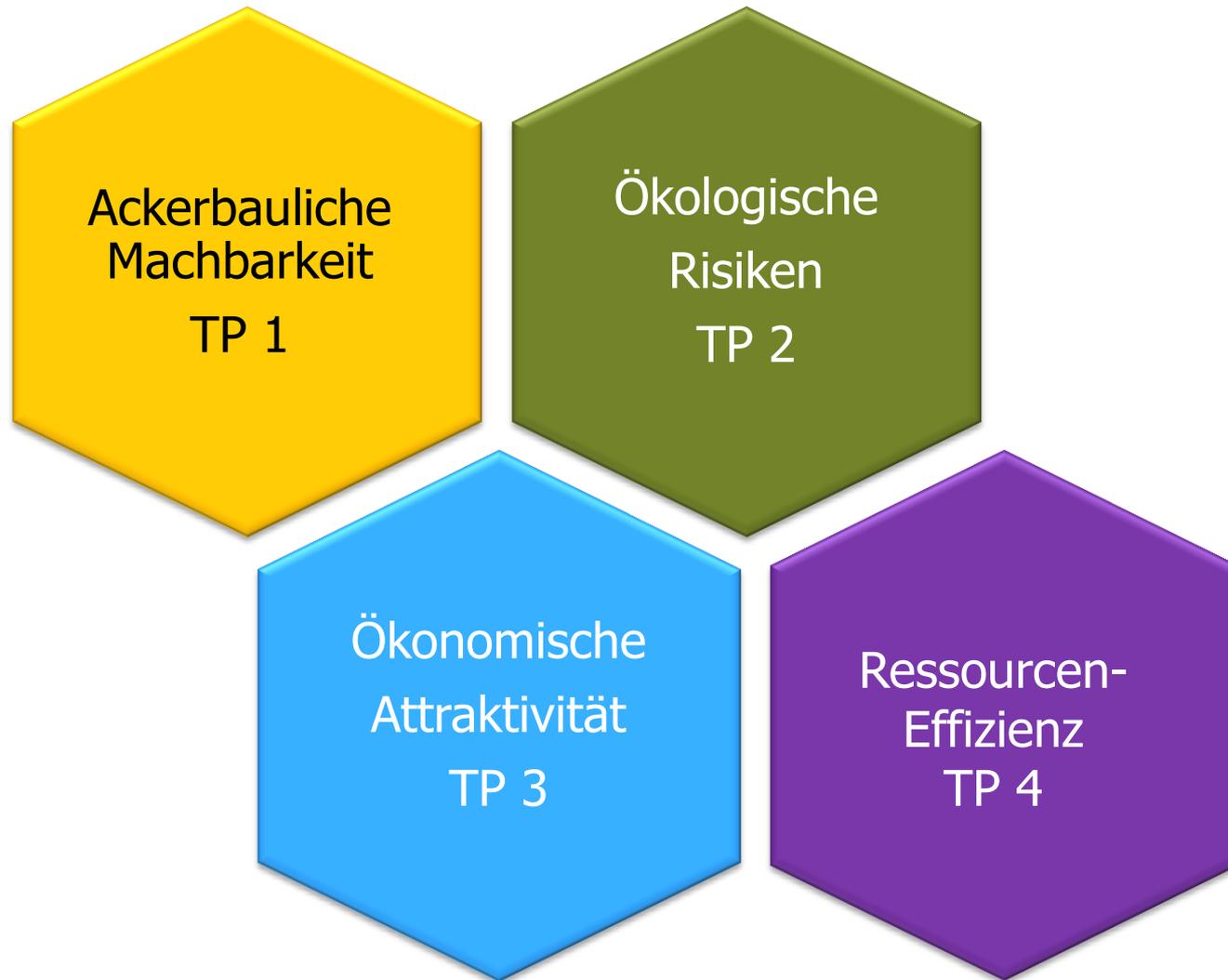
# Hierarchieebenen

---



# Hauptindikatoren

---



---

# Integrative Bewertung



Die Auswahl der Indikatoren hat einen großen Einfluss auf die Ergebnisse!

# Indikatoren: Ackerbauliche Machbarkeit

Bezogen auf:  $\text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

Trockenmasseertrag

**Methanertrag**

Stickstoffbedarf

Ertragsstabilität

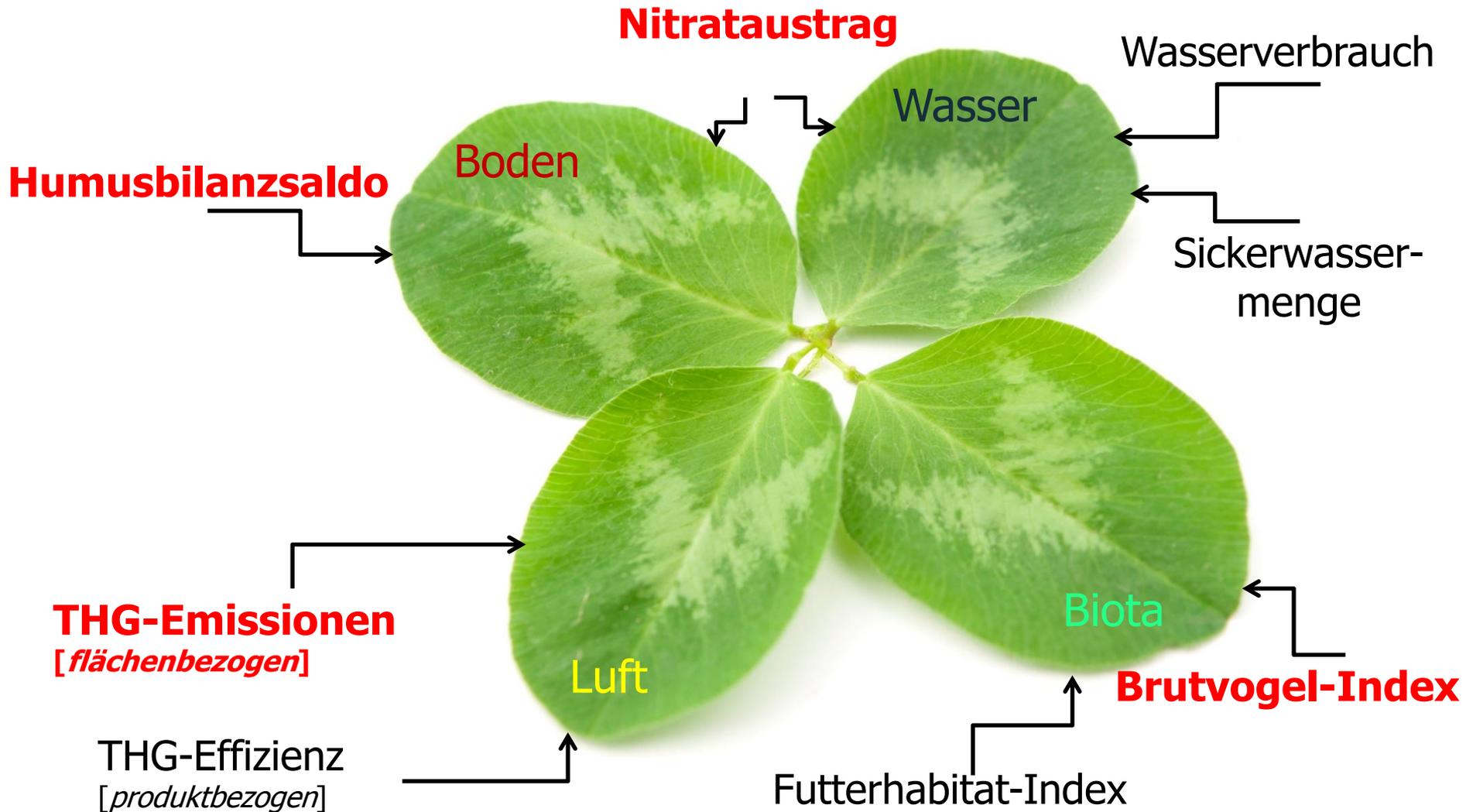
Vorfruchtwert

Wasserbedarf

Pflanzenschutz-Behandlungsindex



# Indikatoren Ökologische Risiken



# Indikatoren Ökologische Risiken

Bezogen auf:  $\text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

**Nitrataustrag**

**Humusbilanzsaldo**

**THG – Emissionen**

**Brutvogelindex**

Nitratkonzentration im Sickerwasser

Wasserverbrauch

Sickerwassermenge

Blütenbesucherindex

Beikrautabundanzen

THG- Effizienz \*\*

EROI

KEA



# Bewertungsproblem

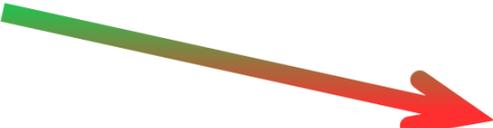
---



# Obst ?

# Problemfall gegenläufige Indikatoren

ansteigender Pfeil = Verbesserung

Indikator	mineralische Düngung	mit Gärrestdüngung
Humusbilanz		
Treibhausgasemissionen		
Nitrataustrag (organische Düngung)		
Bodentiere: Collembolen		

# Indikatoren: Ökonomische Attraktivität

---

## **Direkt- und Arbeitserledigungskosten freie Leistung**

Methanhektarertrag pro Jahr

Arbeitszeitbedarf

Produktbezogene Kosten\*\*



# Indikatoren: Ressourceneffizienz

---

Flächeneffizienz

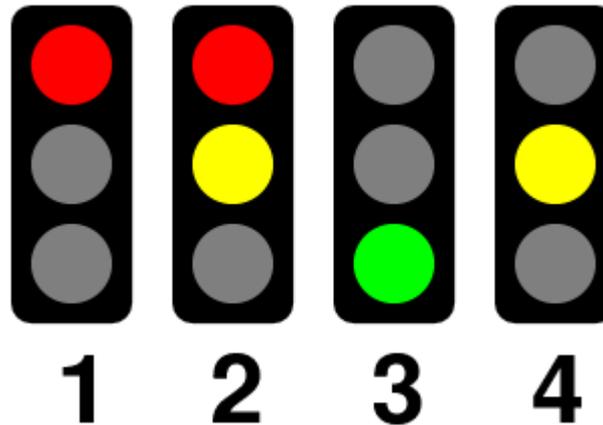
**Energieeffizienz**

Kosteneffizienz



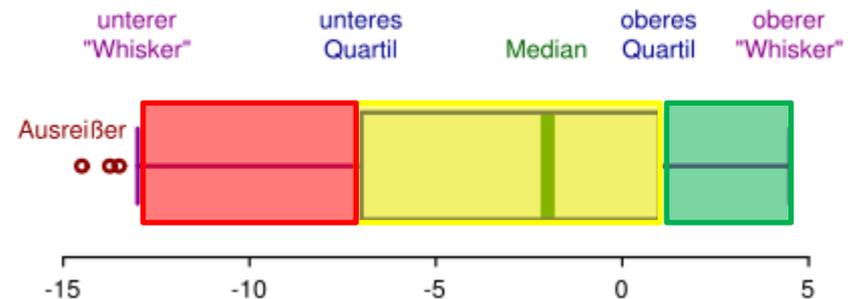
# EVA-Gesamtbewertung: Das Ampelsystem

- 1 – Ackerbauliche Indikatoren
- 2 – Ökonomische Indikatoren
- 3 – Ökologische Indikatoren
- 4 – Effizienzindikatoren



Farbgebung ist statistisch begründet:

- Rot = < unteres (1.) Quartil (wenn hohe Werte positiv sind!)
- Gelb = zwischen 1. und 3. Quartil
- Grün = > oberes (3.) Quartil



# Standortbezogene Bewertung

## Dornburg

Bodenklimaraum: Thüringer Becken

Jahresdurchschnittstemperatur: 8,3°C

Parabraunerde aus Löss über Mittlerem Muschelkalk

Höhenlage: 250 - 270 m ü. NN

Jahresniederschlag: 584 mm

Bodenwertzahl: 65

Bodenart: toniger Schluff (Ut4)

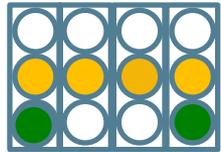
Feldkapazität (0-90 cm): 283 mm

Pachtansatz: 149 €/ha

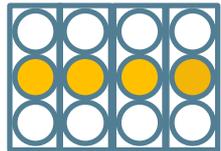


# Versuchsstandort Dornburg

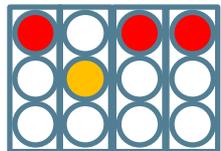
AMÖRÖARE



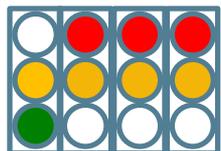
**FF01:** S.Gerste  
Ölrettich/Mais  
W.Triticale/Futterhirse  
W.Weizen



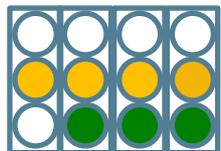
**FF02 (A12):** Sudangras  
W.Roggen/Mais  
W.Triticale  
W.Weizen



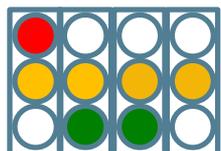
**FF02 (A34):** Futterhirse  
W.Roggen/Mais  
W.Triticale  
W.Weizen



**FF03:** Mais  
W.Roggen/Sudangras  
W.Triticale/Einj. Weidelgras  
W.Weizen

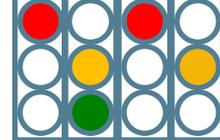


**FF04:** S.Gerste/Luzernegras  
Luzernegras  
Luzernegras  
W.Weizen

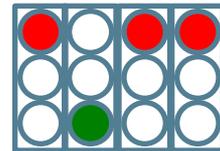


**FF05:** Hafersortenmischung  
W.Triticale  
W.Raps  
W.Weizen

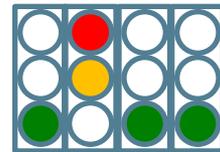
AMÖRÖARE



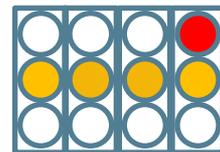
**FF06 (A12):** Hafer  
W.Gerste, W.Triticale, W.Weizen  
W.Raps  
W.Weizen



**FF06 (A34):** Hafer  
W.Gerste (A4), W.Triticale, W.Weizen  
W.Raps  
W.Weizen



**FF07:** Mais  
Mais  
Mais  
W.Weizen

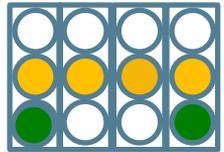


**FF08 (A13):** Topinambur  
Topinambur  
Topinambur  
W.Weizen

AM – Ackerbauliche Machbarkeit  
ÖR – Ökologische Risiken  
ÖA – Ökonomische Attraktivität  
RE – Ressourcen-Effizienz

# Versuchsstandort Dornburg

AMÖRÖARE



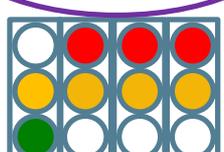
**FF01:** S.Gerste  
Ölrettich/Mais  
W.Triticale/Futterhirse  
W.Weizen



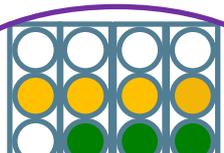
**FF02 (A12):** Sudangras  
W.Roggen/Mais  
W.Triticale  
W.Weizen



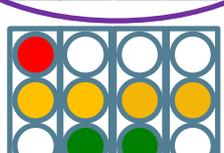
**FF02 (A34):** Futterhirse  
W.Roggen/Mais  
W.Triticale  
W.Weizen



**FF03:** Mais  
W.Roggen/Sudangras  
W.Triticale/Einj. Weidelgras  
W.Weizen

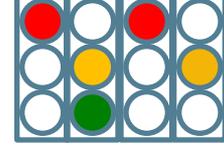


**FF04:** S.Gerste/Luzernegras  
Luzernegras  
Luzernegras  
W.Weizen

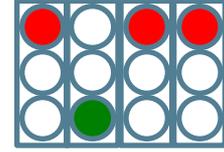


**FF05:** Hafersortenmischung  
W.Triticale  
W.Raps  
W.Weizen

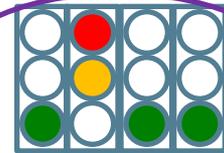
AMÖRÖARE



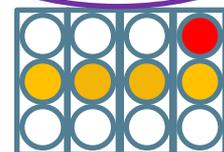
**FF06 (A12):** Hafer  
W.Gerste, W.Triticale, W.Weizen  
W.Raps  
W.Weizen



**FF06 (A34):** Hafer  
W.Gerste (A4), W.Triticale, W.Weizen  
W.Raps  
W.Weizen



**FF07:** Mais  
Mais  
Mais  
W.Weizen

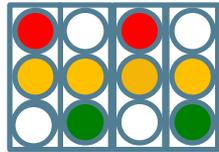


**FF08 (A13):** Topinambur  
Topinambur  
Topinambur  
W.Weizen

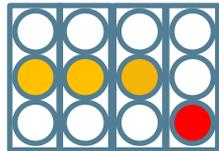
AM – Ackerbauliche Machbarkeit  
ÖR – Ökologische Risiken  
ÖA – Ökonomische Attraktivität  
RE – Ressourcen-Effizienz

# Versuchsstandort Dornburg - Ökologie

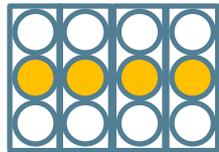
HU NI TG BV



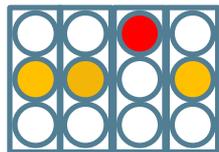
**FF01:** S.Gerste  
Ölrettich/Mais  
W.Triticale/Futterhirse  
W.Weizen



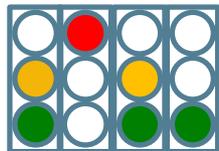
**FF02 (A123):** Sudangras  
W.Roggen/Mais  
W.Triticale  
W.Weizen



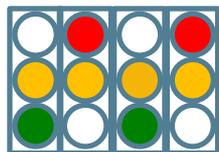
**FF02 (A4):** Futterhirse  
W.Roggen/Mais  
W.Triticale  
W.Weizen



**FF03:** Mais  
W.Roggen/Sudangras  
W.Triticale/Einj. Weidelgras  
W.Weizen

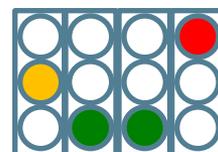


**FF04:** S.Gerste/Luzernegras  
Luzernegras  
Luzernegras  
W.Weizen

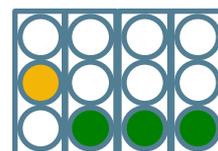


**FF05:** Hafersortenmischung  
W.Triticale  
W.Raps  
W.Weizen

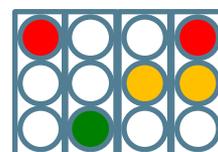
HU NI TG BV



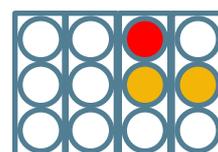
**FF06 (A124):** Hafer  
W.Gerste, W.Triticale, W.Weizen  
W.Raps  
W.Weizen



**FF06 (A3):** Hafer  
W.Triticale, W.Weizen  
W.Raps  
W.Weizen



**FF07:** Mais  
Mais  
Mais  
W.Weizen



**FF08 (A13):** Topinambur  
Topinambur  
Topinambur  
W.Weizen

HU – Humusbilanz  
NI – Nitrataustrag  
TG – Treibhausgasemissionen  
BV – Brutvogelindex

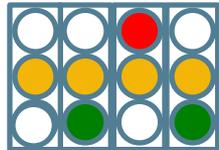
# Versuchsstandort Dornburg - Ökologie

HU	NI	TG	BV		HU	NI	TG	BV	
●	○	●	○	<b>FF01:</b> S.Gerste Ölrettich/Mais W.Triticale/Futterhirse W.Weizen	○	○	○	●	<b>FF06 (A124):</b> Hafer W.Gerste, W.Triticale, W.Weizen W.Raps W.Weizen
○	○	○	○	<b>FF02 (A123):</b> Sudangras W.Roggen/Mais W.Triticale W.Weizen	○	○	○	○	<b>FF06 (A3):</b> Hafer W.Triticale, W.Weizen W.Raps W.Weizen
○	○	○	○	<b>FF02 (A4):</b> Futterhirse W.Roggen/Mais W.Triticale W.Weizen	●	○	○	○	<b>FF07:</b> Mais Mais Mais W.Weizen
○	○	●	○	<b>FF03:</b> Mais W.Roggen/Sudangras W.Triticale/Einj. Weidelgras W.Weizen	○	○	●	○	<b>FF08 (A13):</b> Topinambur Topinambur Topinambur W.Weizen
○	●	○	○	<b>FF04:</b> S.Gerste/Luzernegras Luzernegras Luzernegras W.Weizen	○	○	○	○	
○	●	○	●	<b>FF05:</b> Hafersortenmischung W.Triticale W.Raps W.Weizen					

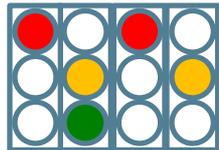
HU – Humusbilanz  
 NI – Nitrataustrag  
 TG – Treibhausgasemissionen  
 BV – Brutvogelindex

# Regionale Unterschiede FF04

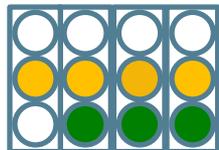
AMÖRÖARE



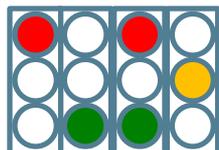
**Ascha**



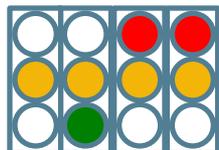
**Bernburg**



**Dornburg**

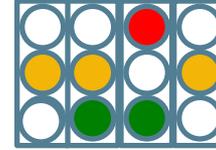


**Ettlingen**

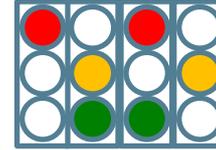


**Gülzow**

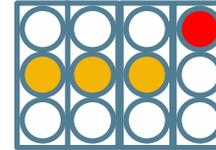
AMÖRÖARE



**Güterfelde**



**Trossin**

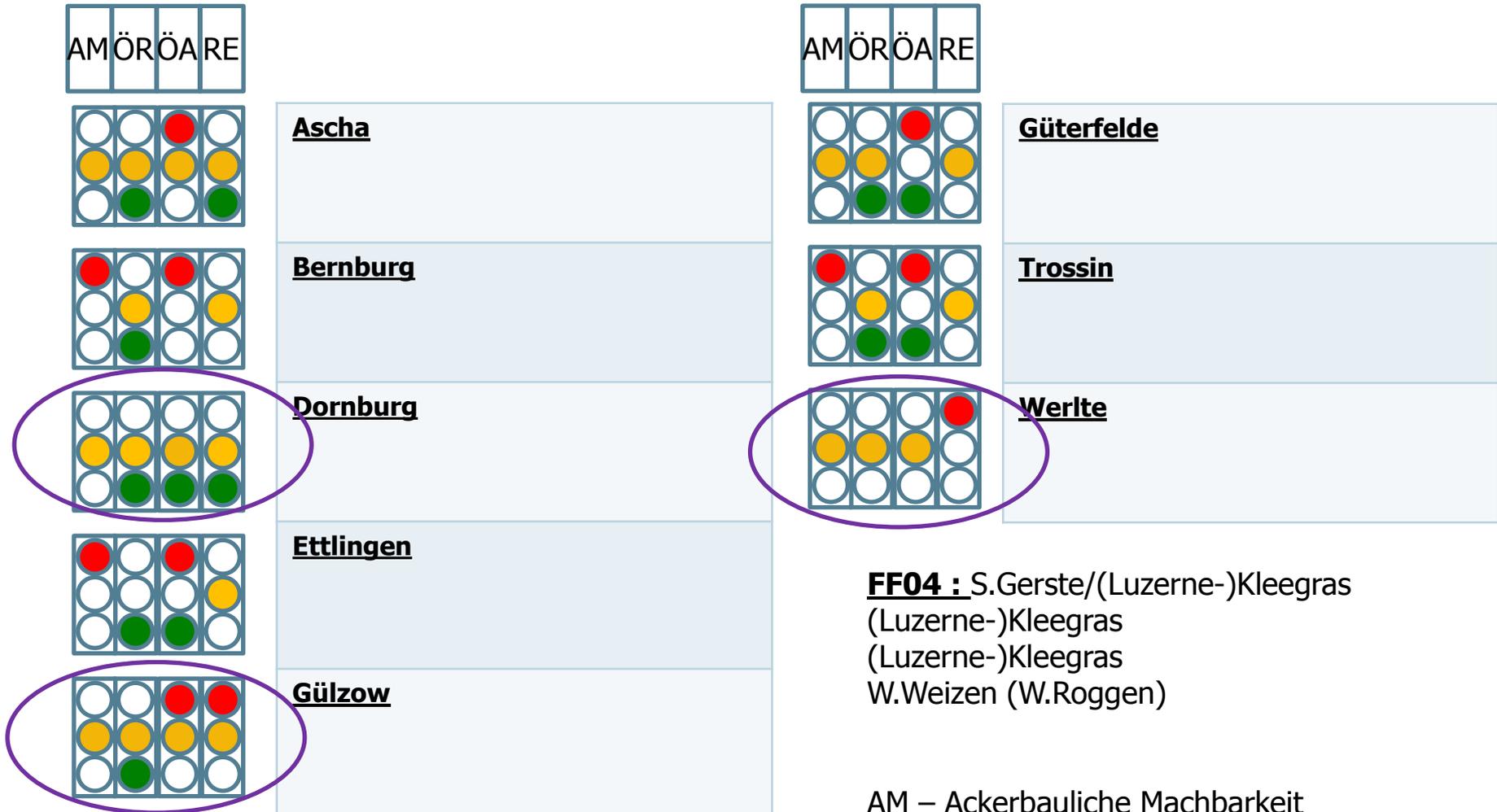


**Werlte**

**FF04** : S.Gerste/(Luzerne-)Klee gras  
 (Luzerne-)Klee gras  
 (Luzerne-)Klee gras  
 W.Weizen (W.Roggen)

AM – Ackerbauliche Machbarkeit  
 ÖR – Ökologische Risiken  
 ÖA – Ökonomische Attraktivität  
 RE – Ressourcen-Effizienz

# Regionale Unterschiede FF04

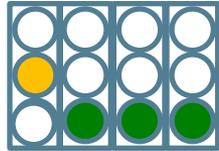


**FF04** : S.Gerste/(Luzerne-)Klee gras  
 (Luzerne-)Klee gras  
 (Luzerne-)Klee gras  
 W.Weizen (W.Roggen)

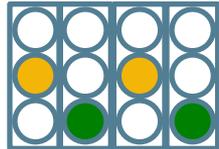
AM – Ackerbauliche Machbarkeit  
 ÖR – Ökologische Risiken  
 ÖA – Ökonomische Attraktivität  
 RE – Ressourcen-Effizienz

# Win-Win Konstellationen

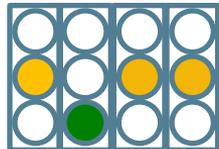
AMÖRÖARE



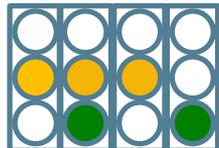
**FF08 (A34) Trossin:** W.Gerste  
Senf/Sonnenblumen  
Phacelia/Zuckerrüben  
W.Roggen



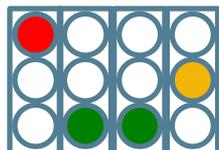
**FF06 (A34) Güterfelde:** W.Roggen  
Senf/Mais  
Sudangras  
W.Roggen



**FF07 (A34) Gülzow:** Senf/Mais  
W.Roggen/Welsches Weidelgras  
Welsches Weidelgras  
W.Weizen

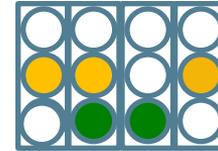


**FF07 (A34) Ettlingen:**  
Sonnenblumen  
W.Triticale/Futterhirse  
Zuckerrüben  
W.Weizen

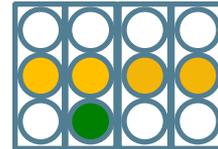


**FF04 (A12) Ettlingen:**  
S.Gerste/Luzernegras  
Luzernegras  
Luzernegras  
W.Weizen

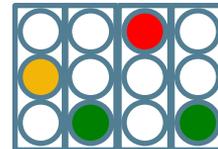
AMÖRÖARE



**FF04 Dornburg:**  
S.Gerste/Luzernegras  
Luzernegras  
Luzernegras  
W.Weizen



**FF01 (A12) Werlte:** S.Gerste  
Ölrettich/Mais  
W.Triticale/Futterhirse  
W.Weizen

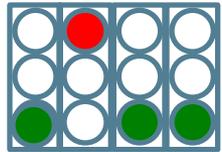


**FF04 (A34) Ascha:** S.Gerste/Kleegras  
Kleegras  
Kleegras  
W.Weizen

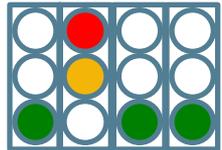
AM – Ackerbauliche Machbarkeit  
ÖR – Ökologische Risiken  
ÖA – Ökonomische Attraktivität  
RE – Ressourcen-Effizienz

# Konflikte mit Umweltwirkungen (Aufwertungsbedarf)

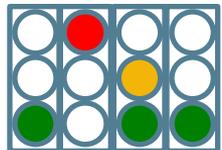
AMÖRÖARE



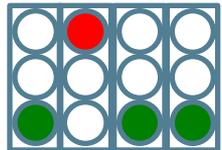
**FF06 (A12) Werlte:** Mais  
W.Roggen/Mais  
W.Roggen/Mais  
W.Weizen



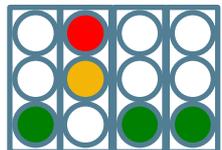
**FF09 (A34) Güterfelde:** Mais  
W.Roggen  
W.Roggen/Sudangras  
W.Roggen



**FF03 (A1234) Gülzow:** Mais  
W.Roggen/Sudangras (A12)/Futterhirse (34)  
W.Triticale/Einj. Weidelgras  
W.Weizen

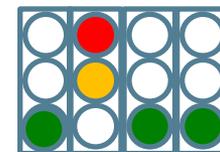


**FF09 (A34) Ettlingen:** Mais  
W.Roggen/Futterhirse  
Mais  
W.Weizen

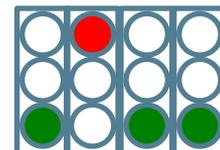


**FF07 (A12) Dornburg:** Mais  
Mais  
Mais  
W.Weizen

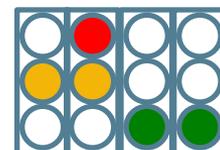
AMÖRÖARE



**FF06 (34) Bernburg:** Mais  
Mais  
Mais  
W.Weizen



**FF06 (A12) Ascha:** Mais  
W.Roggen/Mais  
W.Roggen, W.Wicken/Sudangras  
W.Weizen

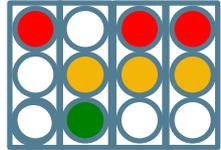


**FF08 (A34) Bernburg:** Futterhirse  
Futterhirse  
Futterhirse  
W.Weizen

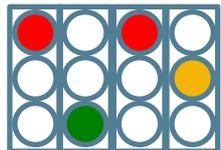
AM – Ackerbauliche Machbarkeit  
ÖR – Ökologische Risiken  
ÖA – Ökonomische Attraktivität  
RE – Ressourcen-Effizienz

# Gute Umweltwirkungen mit Mängel in der Anwendungsreife

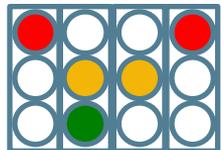
AMÖRÖARE



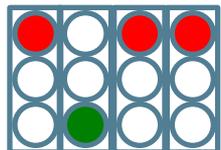
**FF05 Werlte:** Hafersortenmischung  
W.Triticale  
W.Raps  
W.Weizen



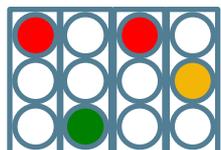
**FF04 (A34) Trossin:**  
S.Roggen/Luzerne-Klee-Gras  
Luzerne-Klee-Gras  
Luzerne-Klee-Gras  
W.Roggen



**FF05 (A12) Trossin:**  
Hafersortenmischung  
W.Triticale  
W.Raps  
W.Roggen

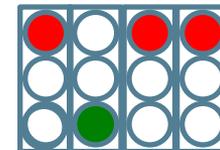


**FF08 (A12) Güterfelde:** Topinambur  
Topinambur  
Topinambur/Futterhirse (A2)  
W.Roggen

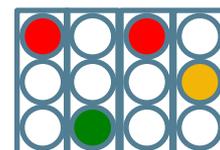


**FF04 (A34) Ettlingen:**  
S.Gerste/Luzernegras  
Luzernegras  
Luzernegras  
W.Weizen

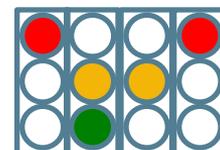
AMÖRÖARE



**FF06 (34) Dornburg:** Hafer  
W.Gerste (A4), W.Triticale, W.Weizen  
W.Raps  
W.Weizen



**FF04 (A34) Bernburg:**  
S.Gerste/Luzernegras  
Luzernegras  
Luzernegras  
W.Weizen



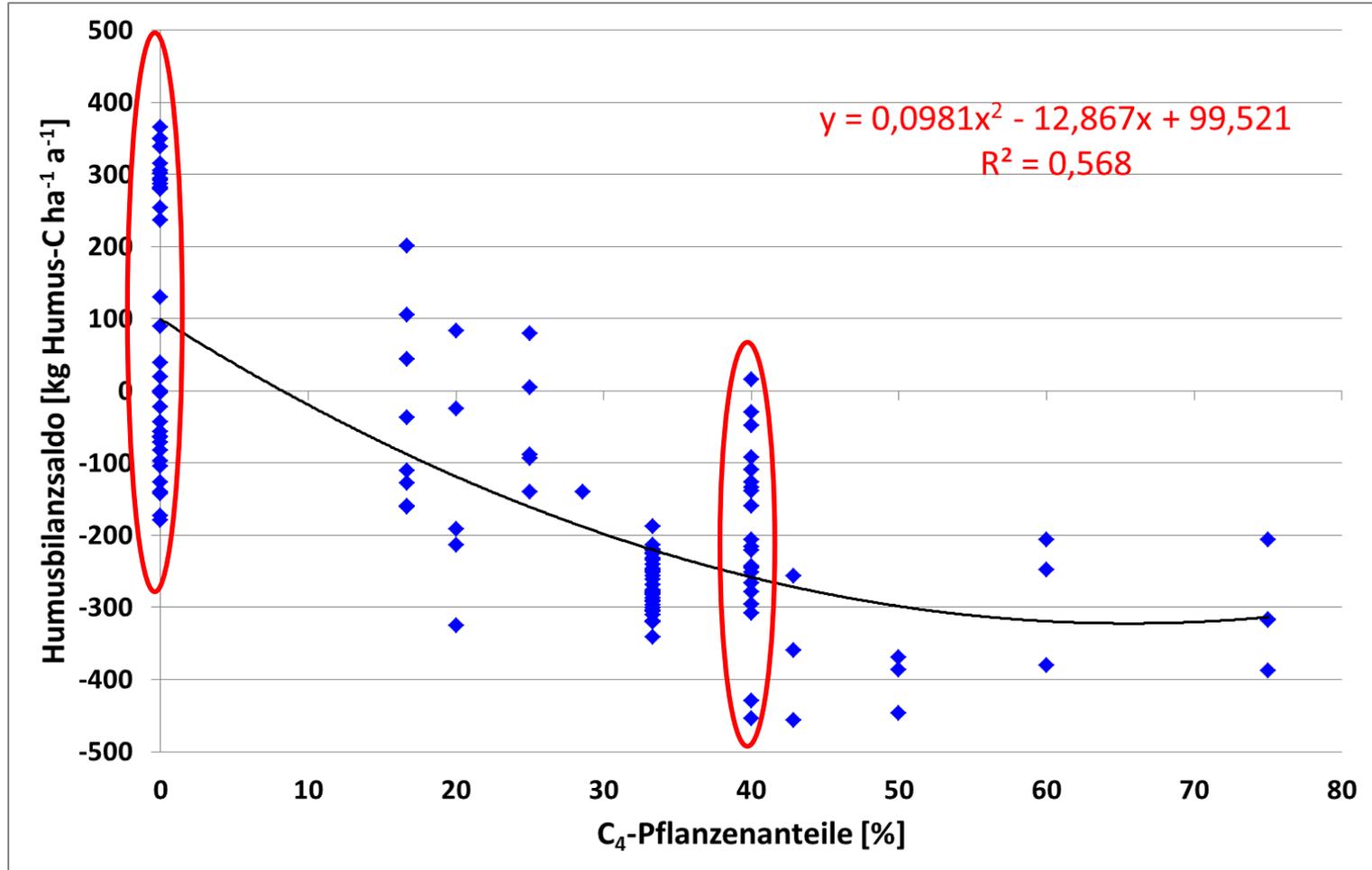
**FF05 (A34) Bernburg:**  
Hafersortenmischung  
W.Triticale  
W.Raps  
W.Weizen

AM – Ackerbauliche Machbarkeit  
ÖR – Ökologische Risiken  
ÖA – Ökonomische Attraktivität  
RE – Ressourcen-Effizienz

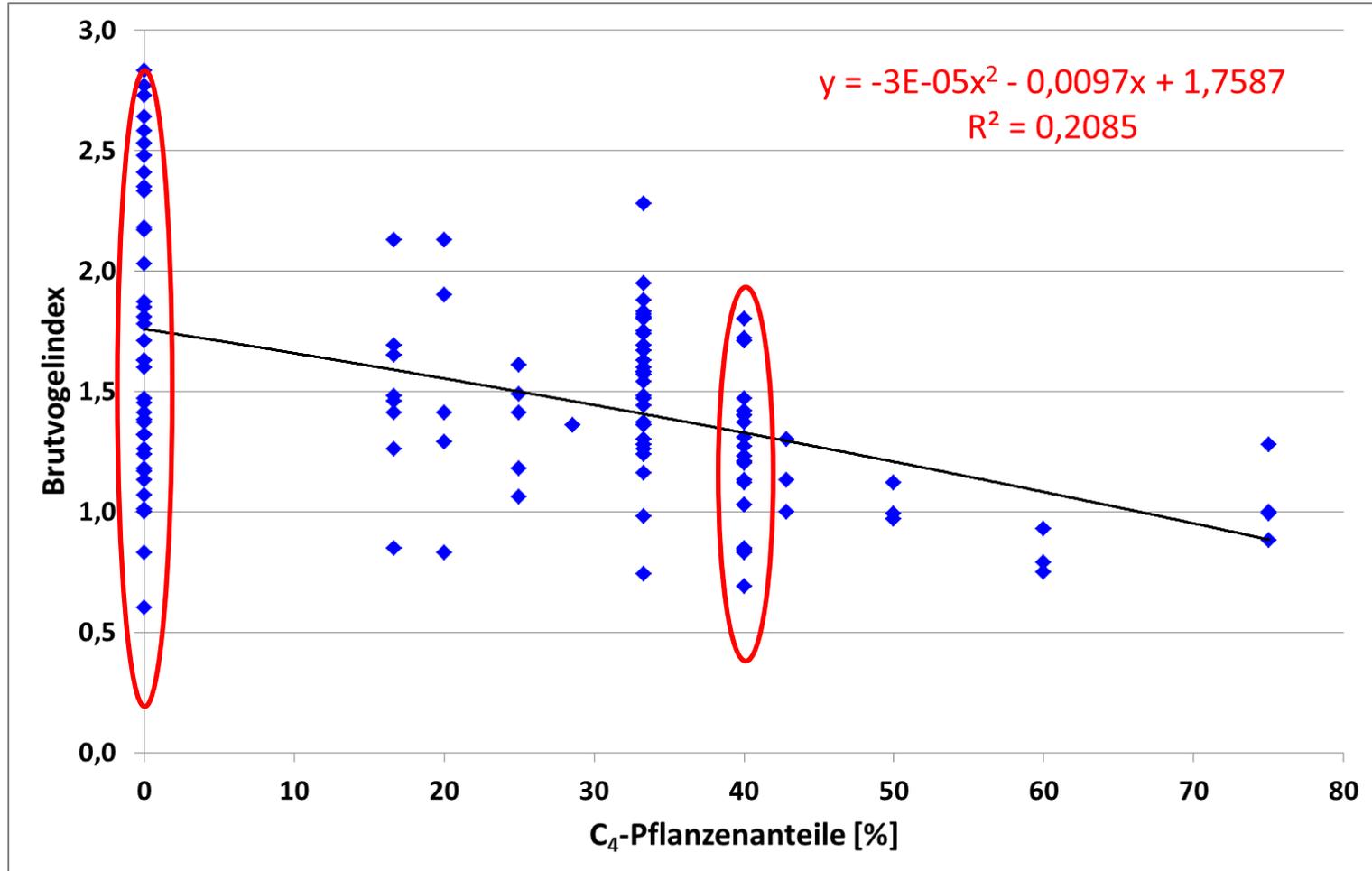
---

# Standortübergreifende Zusammenhänge

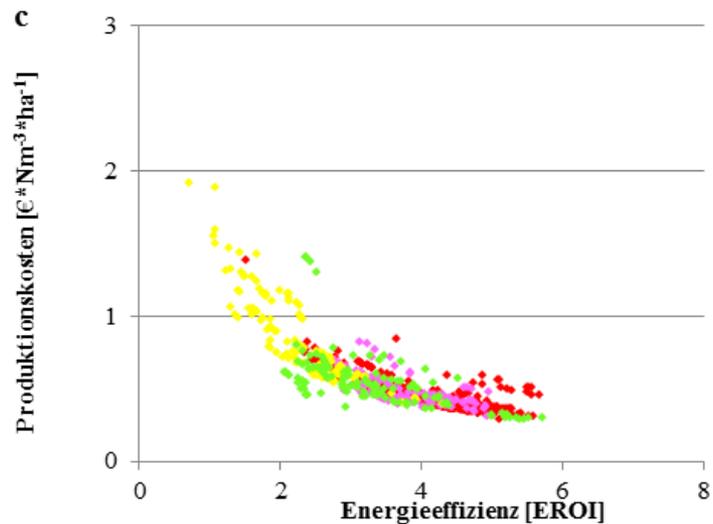
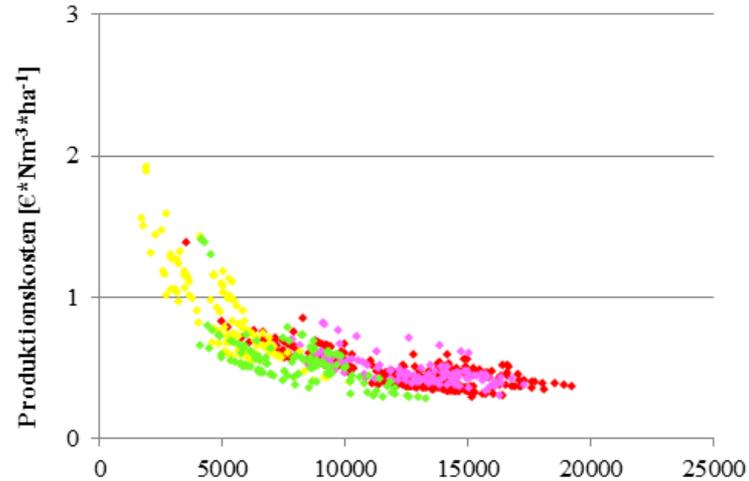
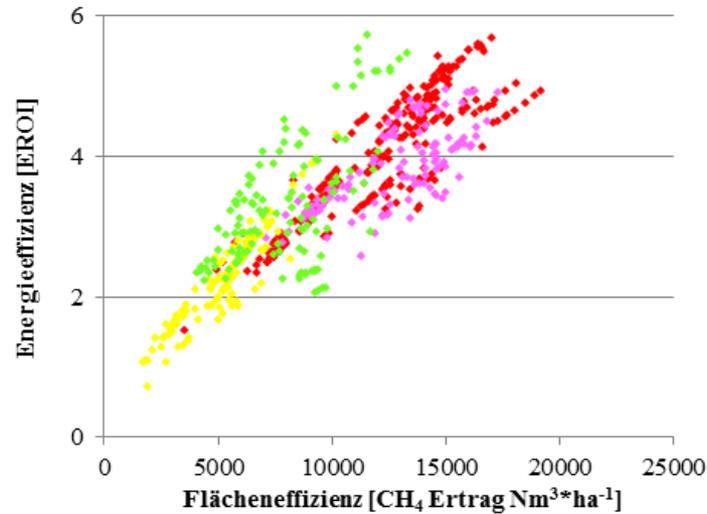
# C<sub>4</sub>-Pflanzen und Humusbilanzsaldo



# C<sub>4</sub>-Pflanzen und Brutvogelindex



# Einfluss der Fruchtfolgegestaltung auf die Effizienzindikatoren

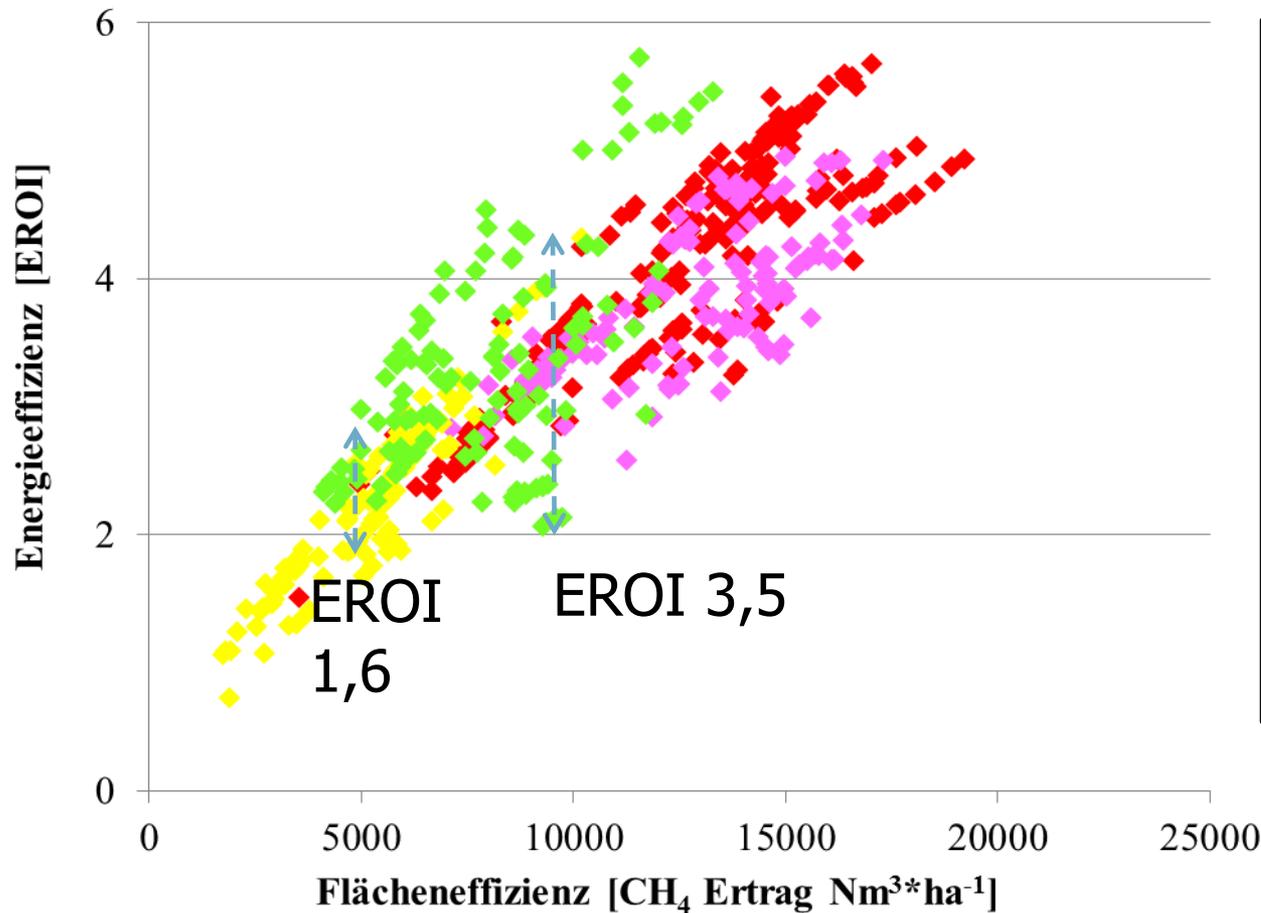


Fruchtfolge	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4
FF 01	W. Gerste Sorghum	Mais	W. Triticale Phacelia	W. Weizen
FF 02	Mais	W. Roggen Sorghum	W. Triticale Einj. Weidelgras	W. Weizen
FF 03	Hafersorten- mischung	W. Triticale	W. Raps	W. Weizen
FF 04	S. Gerste Untersaat Ackerfutter	Ackerfutter	Ackerfutter	W. Weizen

Abb. 1 a-c: Zusammenhang zwischen den drei untersuchten Effizienzindikatoren und Einfluss der Fruchtfolgegestaltung auf den erreichbaren Wertebereich.

Q.: Peter et al. submitted 2016

# Einfluss der Fruchtfolgegestaltung auf die Effizienzindikatoren



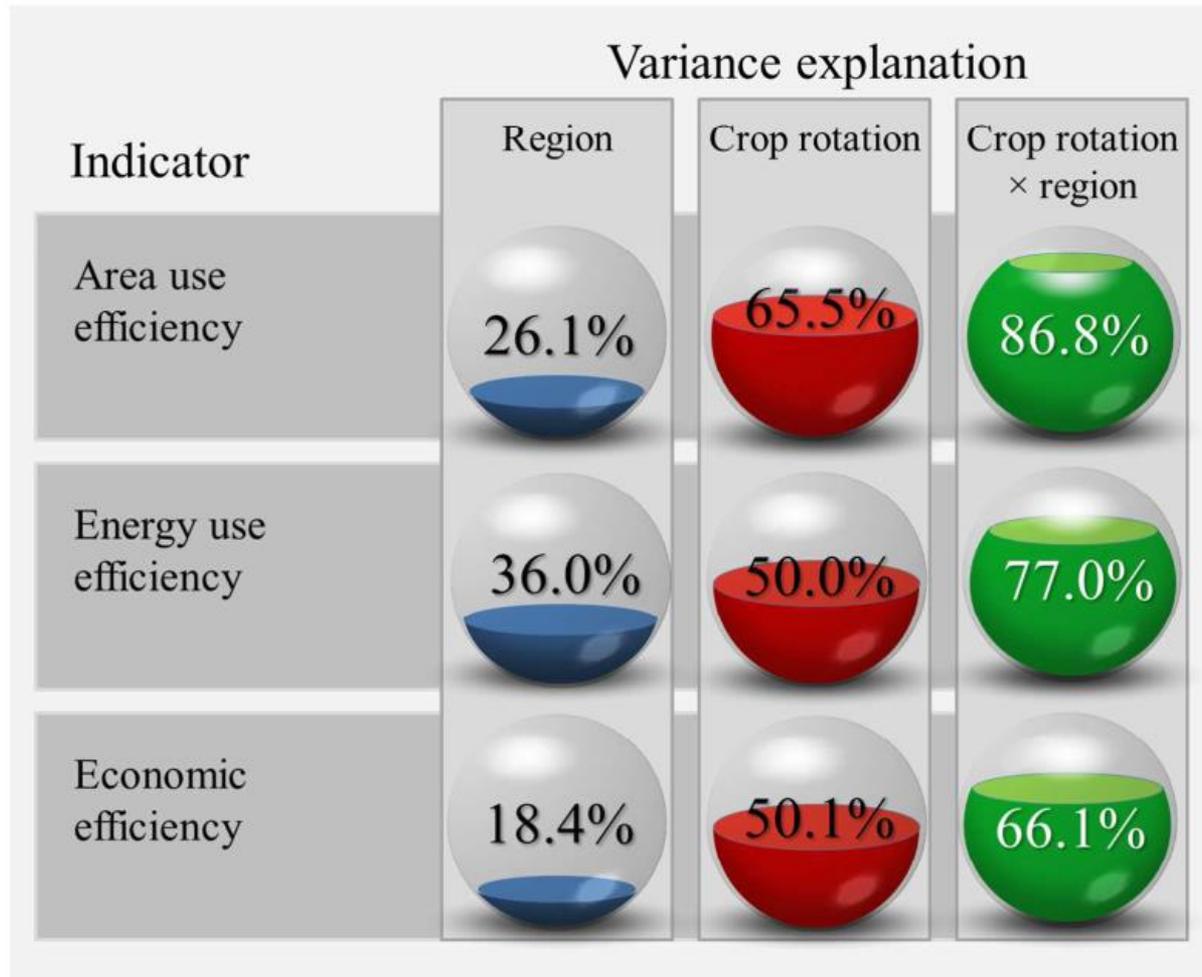
Fruchtfolge

	FF 01
	FF 02
	FF 03
	FF 04

Abb. 1: Zusammenhang zwischen den betrachteten Effizienzindikatoren und Einfluss der Fruchtfolgegestaltung auf den erreichbaren Wertebereich.

Q.: Peter et al. Submitted 2016

# Varianzerklärung Effizienzindikatoren



Q.: Peter et al. Submitted 2016

---

# Ausblick

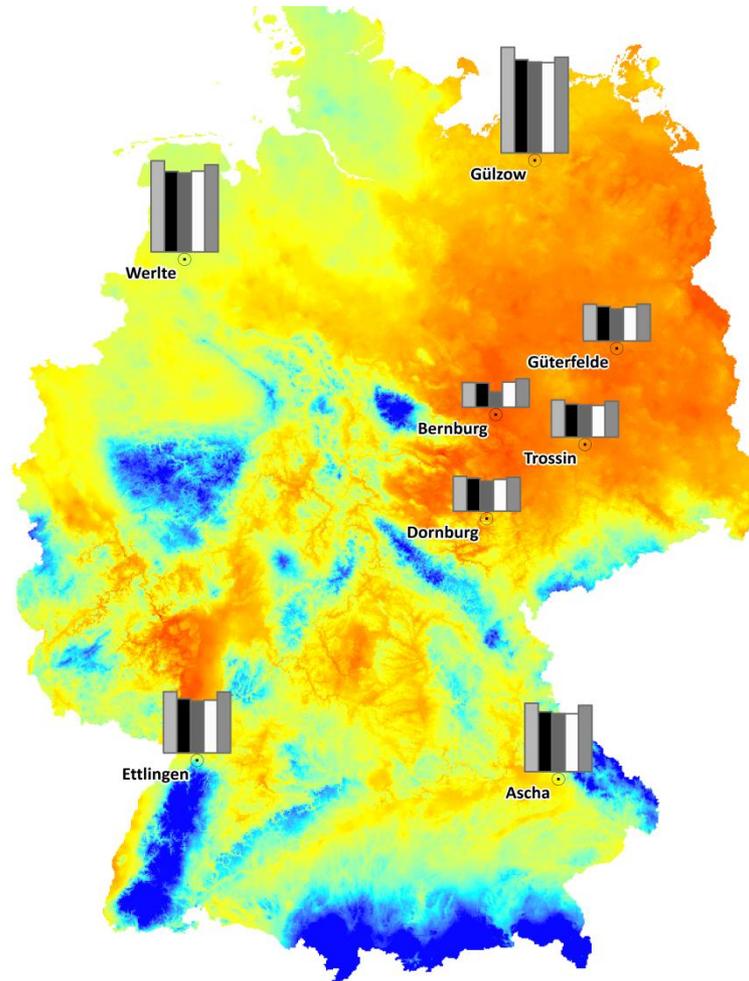
# Weiterer Auswertungsbedarf/ Forschungsbedarf

---

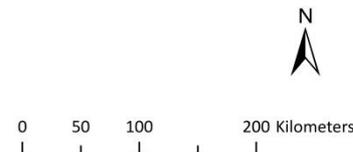
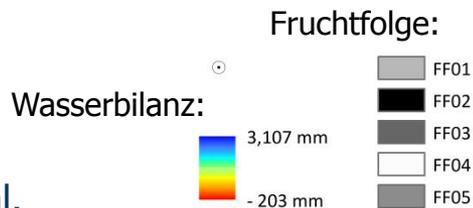
- Ursachen der Abwertungen spezieller Fruchtfolgen bei einzelnen Indikatoren (regional)
- Aufwertungsoptionen einzelner Indikatoren → z.B. Ausschöpfung YIELD-Gap bei z.B. ökologischen Vorzugsvarianten
- Relativierung der ökonomischen Abwertung einzelner ökologischer Vorzugsvarianten (wieviel Kompensation wäre notwendig?)
- Berücksichtigung der Opportunitätskosten bei der Betrachtung der Effizienzindikatoren
- Berücksichtigung der regionalen standörtlichen Sensitivitäten bei der Bewertung der ökologischen Risiken
- Multifaktorielle Analysen der Treiber für zentrale Indikatoren

# Einfluss der Fruchtfolgegestaltung auf die Sickerwassermenge

Karte: Klimatische Wasserbilanz von 1981-2010



Säulendiagramm: Mittlere Sickerwassermenge, aufsummiert über die 4 Jahre der einzelnen Fruchtfolgen im EVA-Grundversuch von 2005-2013, modelliert mit dem MONICA Modell



# Zusammenfassung

---

- Hohe Varianz zwischen den ackerbaulichen, ökonomischen und ökologischen Effekten und Effizienzindikatoren zwischen den Fruchtfolgen an den einzelnen Standorten
- Mit Hilfe der Gesamtbewertung können identifiziert werden:
  - Relative Vorzüge einzelner Fruchtfolgen in den Regionen
  - Trade off's zwischen den Hauptindikatoren bei einzelnen Fruchtfolgen
  - Win-win Situationen
  - Konfliktsituationen zwischen:
    - einzelnen Hauptindikatoren (vor allem Ökologie : Ökonomie)
    - Zielkonflikte in den Umweltwirkungen
  - Optimierungsbedarf bei Fruchtfolgen mit vorteilhaften Umweltwirkungen

# Zusammenfassung 2

---

- Die Standortübergreifende Auswertung liefert zusätzliche Informationen zu den Triebkräften der einzelnen Indikatoren
- Standortgüte allein ist oft ein unzureichender Indikator, sehr häufig hohe Varianz an den einzelnen Standorten (FF-Gestaltung!)
- Fruchtfolgen (1-3) mit gleichen Anteilen C<sub>4</sub>-Pflanzen variierten oft erheblich zwischen den betrachteten Effekten. (C<sub>4</sub> oft kein guter Indikator)
- Unter der Berücksichtigung beider Aspekte: Managementoptionen durch **Fruchtfolgegestaltung** und **regionale Sensitivitäten** kann die integrative Gesamtbewertung von Energiepflanzenanbausysteme verbessert/objektiviert werden.

# EVA-Team



Vielen Dank an alle Beteiligten ohne deren Hilfe, die Gesamtbewertung nicht möglich wäre (auch an die, die auf diesem Bild fehlen)!

Sie (Natur) schafft ewig neue Gestalten; was da ist, war noch nie; was war, kommt nicht wieder – alles ist neu und doch immer das alte.  
(Goethe: Aphorismen über die Natur)

