

Standorteignung für landwirtschaftliche Kulturen

Standorteignung für landwirtschaftliche Kulturen

Grundlagen:

- Feldblockkarte
- Erosionsrisikokarte ERK2
- Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais
- Organische Böden

Feldblockkarte (FB)

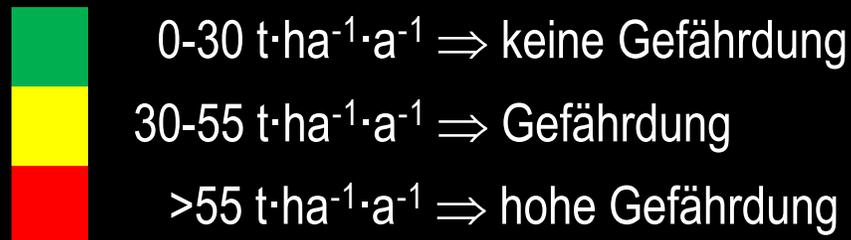
- Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) nur teilweise verfügbar
- FB, eine Annäherung an LN
- FB = offenen Kulturlandschaft begrenzt durch Wald, Gewässer, Gebäude, Verkehrswege oder Siedlungsgebiete
- Erste Version 2008_A
- aktuelle Grundlagen:
 - Topographisches Landschaftsmodell TLM3d_B
 - Digitales Landschaftsmodell Vector25_C
- bedarfsweise Adaptionen \Rightarrow Vergleichbarkeit?
- Vollständig verfügbare LN \Rightarrow FB überholt?

A: Szerencsits (2008), B: Swisstopo (2017a), C: Swisstopo (2015)



Erosionsrisikokarte ERK2 (I)

- potentielles Erosionsrisiko (2m X 2m) [$t \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$]
- Risiko \neq tatsächliches Ereignis!
- Aufzeigen, wo Richtwerte zu Bodenabtrag (VVBo),
 - Gründigkeit ≤ 70 cm $\Rightarrow 2 t \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$
 - Gründigkeit > 70 cm $\Rightarrow 4 t \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$,nicht eingehalten werden könnten und/oder Massnahmen zur Erosionsminderung nötig sind
- Co-Produkt von Agroscope & Uni Bern
- Veröffentlichen: www.map.geo.admin.ch



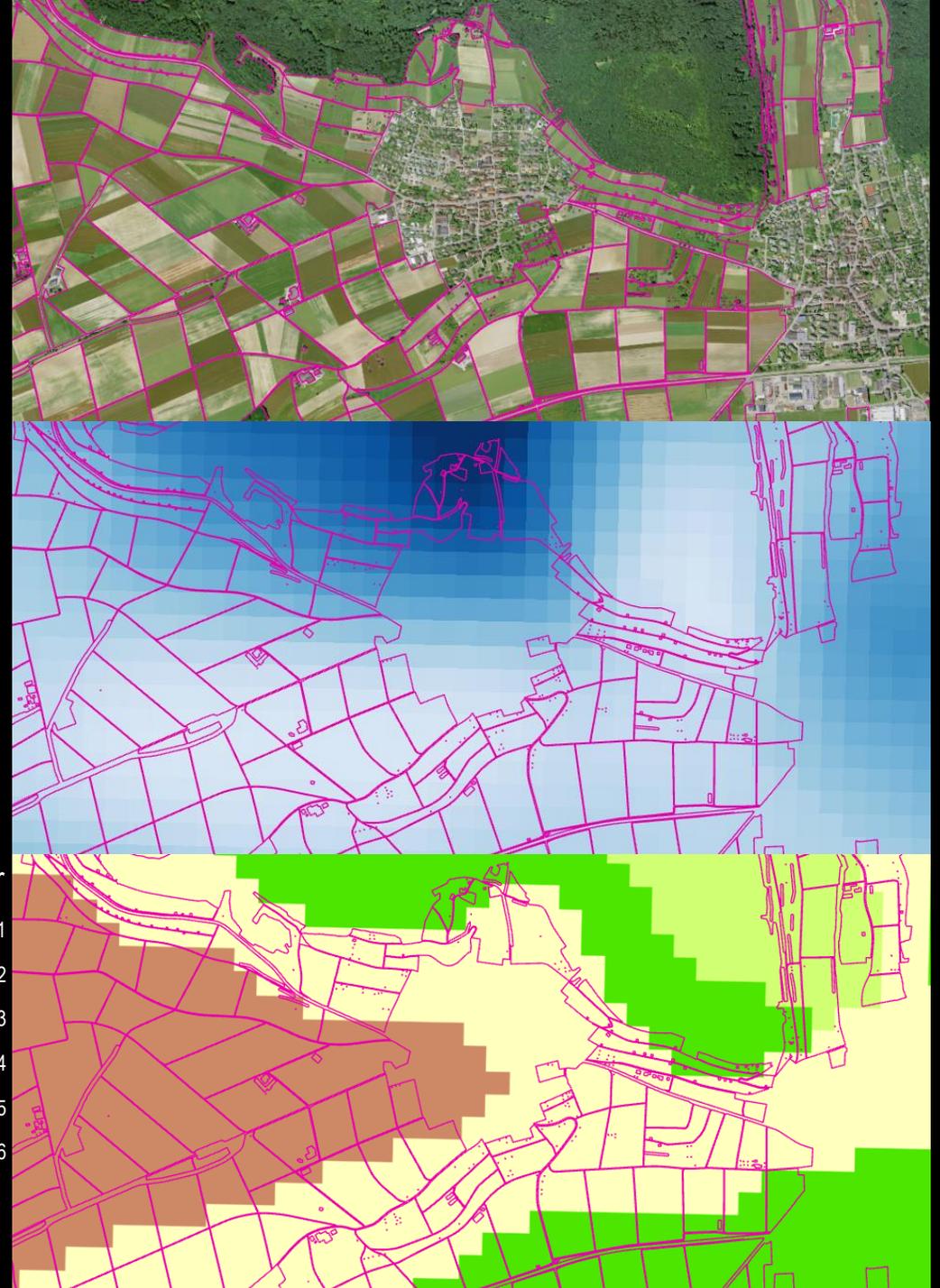
Erosionsrisikokarte ERK2 (II)

- Erste Version 2010_A
- Überarbeitung 2018_B
- aktuelle Grundlagen:
 - TLM3d_C
 - SwissALTI3d_D
 - Erosivitätsfaktor / R-Faktor-Karte_E
 - Erodibilitätsfaktor / K-Faktor-Karte_B

A: Gisler et. al. (2010), B: Bircher et al. (2018), C: Swisstopo (2017a),
D: Swisstopo, (2017b), E: Schmidt et al. (2016)

R-Faktor
Niedrig

K-Faktor
0 - 0.1
0.1 - 0.2
0.2 - 0.3
0.3 - 0.4
0.4 - 0.5
0.5 - 0.6
0.6 - 1



Erosionsrisikokarte ERK2 (III)

- potentielles Erosionsrisiko gemäss ERK2 unterstellt
 - Schwarzbrache $\Rightarrow C\text{-Faktor} = 1$
 - Pflügen in Gefällsrichtung $\Rightarrow P\text{-Faktor} = 1$

- \Rightarrow Berechnung: ERK2 = unvollständige USLE*

$$\text{ERK2: } A = R \cdot K \cdot L \cdot S$$

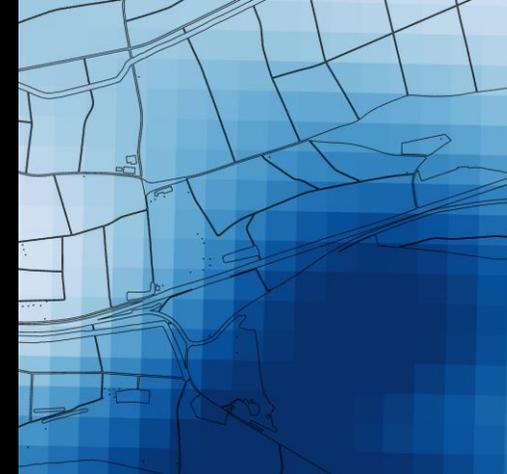
$$\text{USLE: } A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

- A: Bodenabtrag $[\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}]$
R: Erosivitätsfaktor $[\text{t} \cdot \text{h} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}]$
K: Erodierbarkeitsfaktor $[\text{N} \cdot \text{h}^{-1}]$
L: Hanglängen- bzw. / Einzugsgebietsfaktor
S: Hangneigungsfaktor
C: Bodenbedeckungs- und Bodenbearbeitungsfaktor
P: Erosionsschutzfaktor

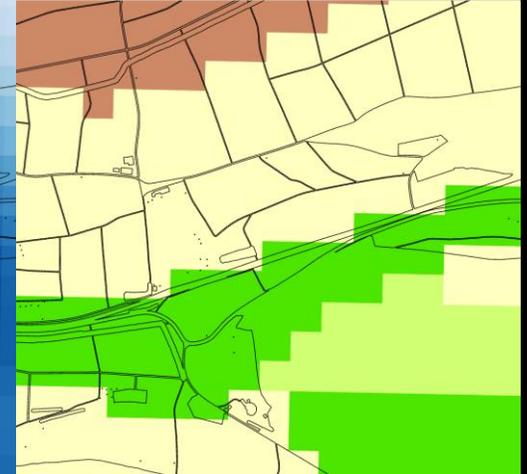
* Universal Soil Loss Equation



R-Faktor



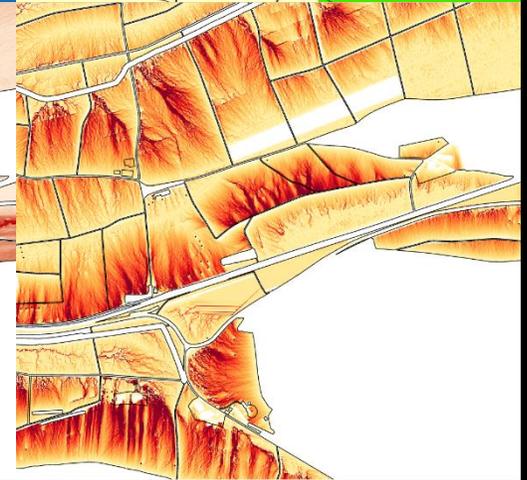
K-Faktor



S-Faktor



L-Faktor



Erosionsrisikokarte ERK2 (IV)

- Geodaten-Prozessierung:

- TLM3d

- ⇒ Feldblöcke = autonome Systeme /
Begrenzung der max. Einzugsgebiete

- SwissALTI3d

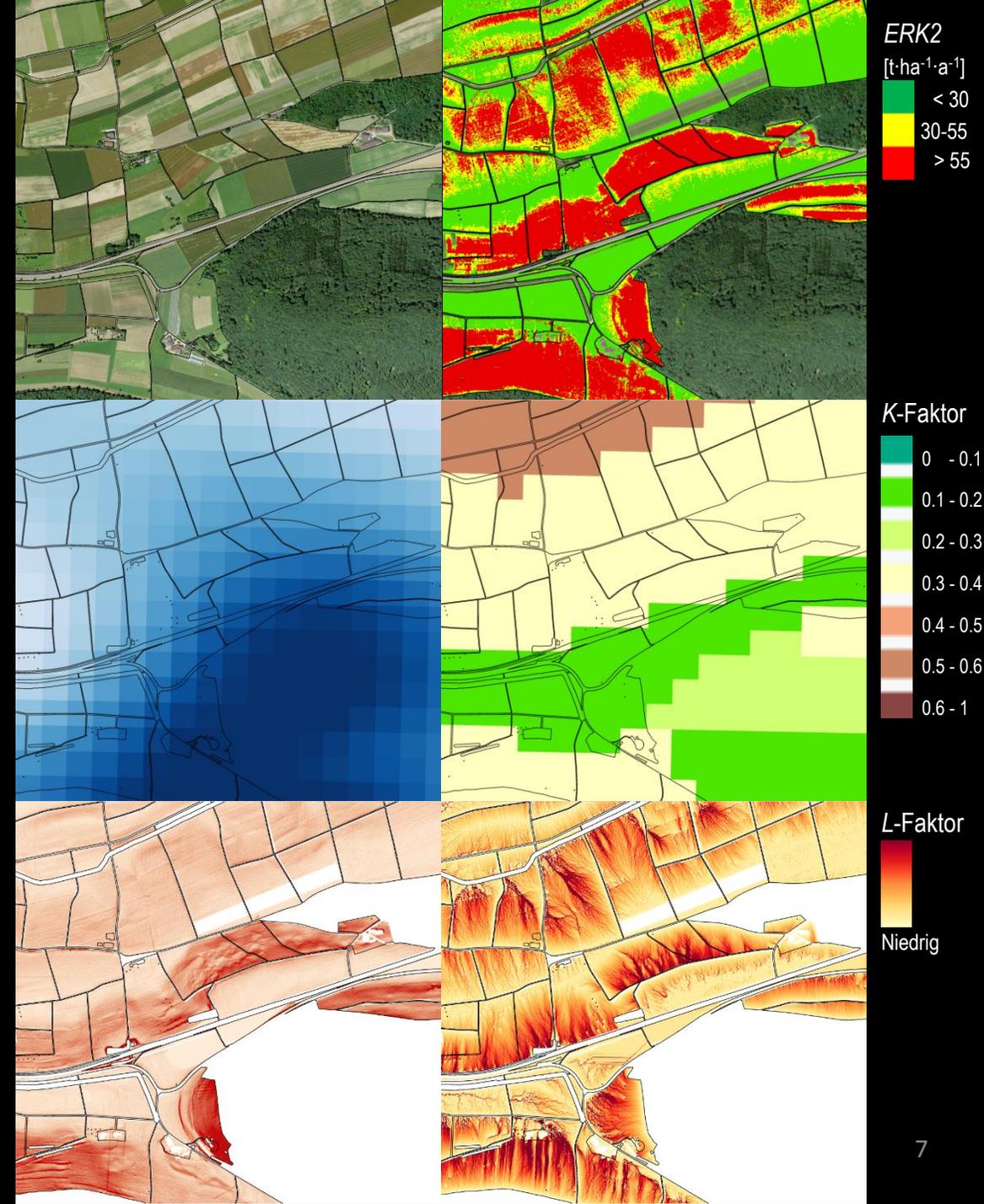
- ⇒ abflusslose Senken (≤ 0.5 m)
mit Arc Hydro Tools eliminiert

- ⇒ S-Faktor = $f(\text{Hangneigung})$

- ⇒ L-Faktor = $f(\text{Einzugsgebiet, Hangneigung})$,
Multiple Flow Algorithmen_A

- $A = R \cdot K \cdot L \cdot S$, Raster Calculator

A: Seibert & Glynn (2007)



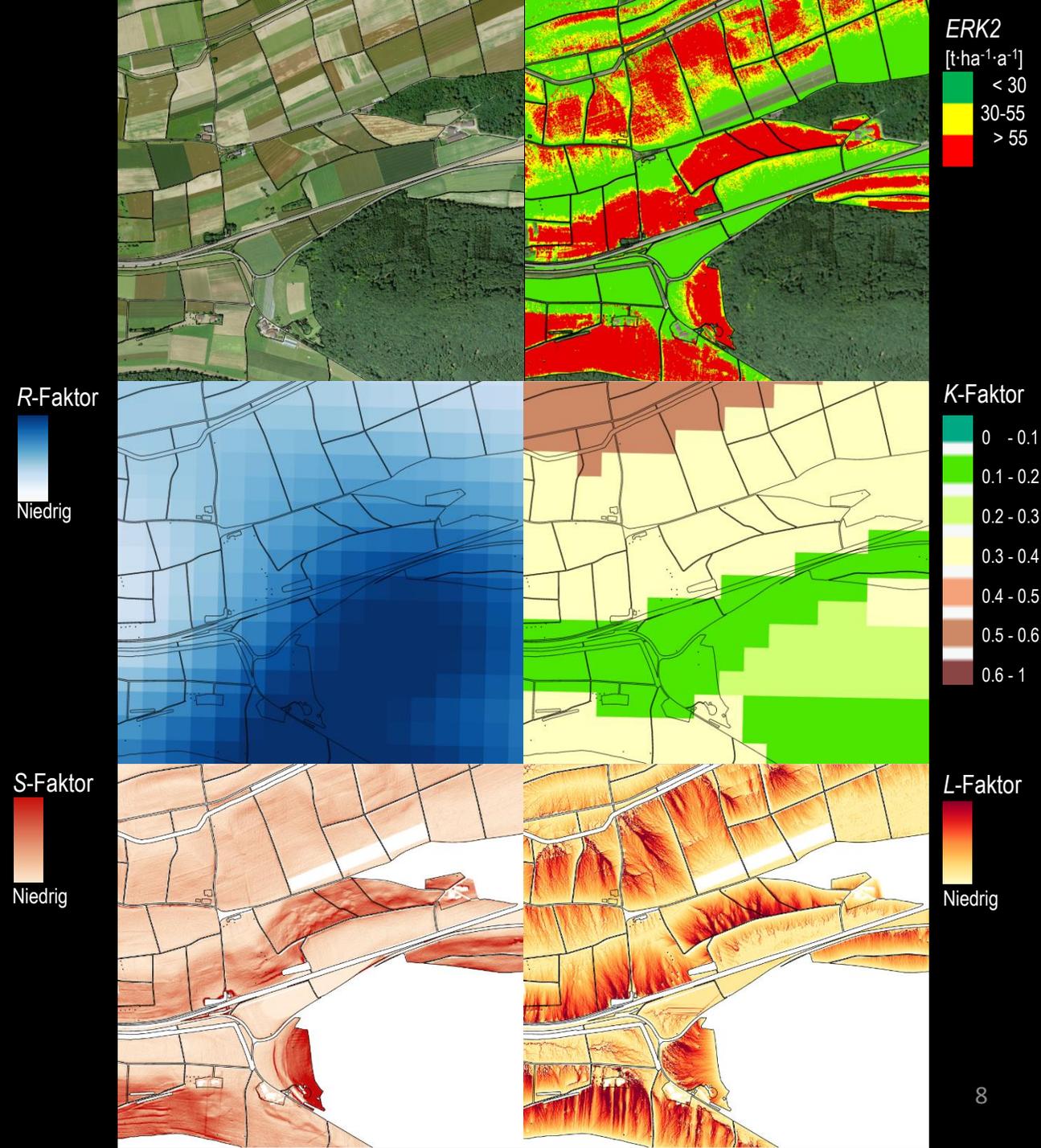
Erosionsrisikokarte ERK2 (V)

Ausblicke:

- Gültigkeit 5 bis 10 Jahr
- Überarbeitung abhängig von aktuelleren Systeme / besseren Grundlagen & Methoden
- neue Gewässeranschlusskarte
 - ⇒ Risikobeurteilung des Stoffeintrags in Gewässer
- Kopplung mit C*-Faktor_A :
 - $A = ERK2 \cdot C = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C$
 - ⇒ Erosionsrisiko berücksichtigt Fruchtfolge & Bodenbearbeitung
 - ⇒ realistischere Beurteilung d. Erosionsrisikos
 - ⇒ Anwendung in Praxis? / mehr standortgerechte(re) Landwirtschaft?

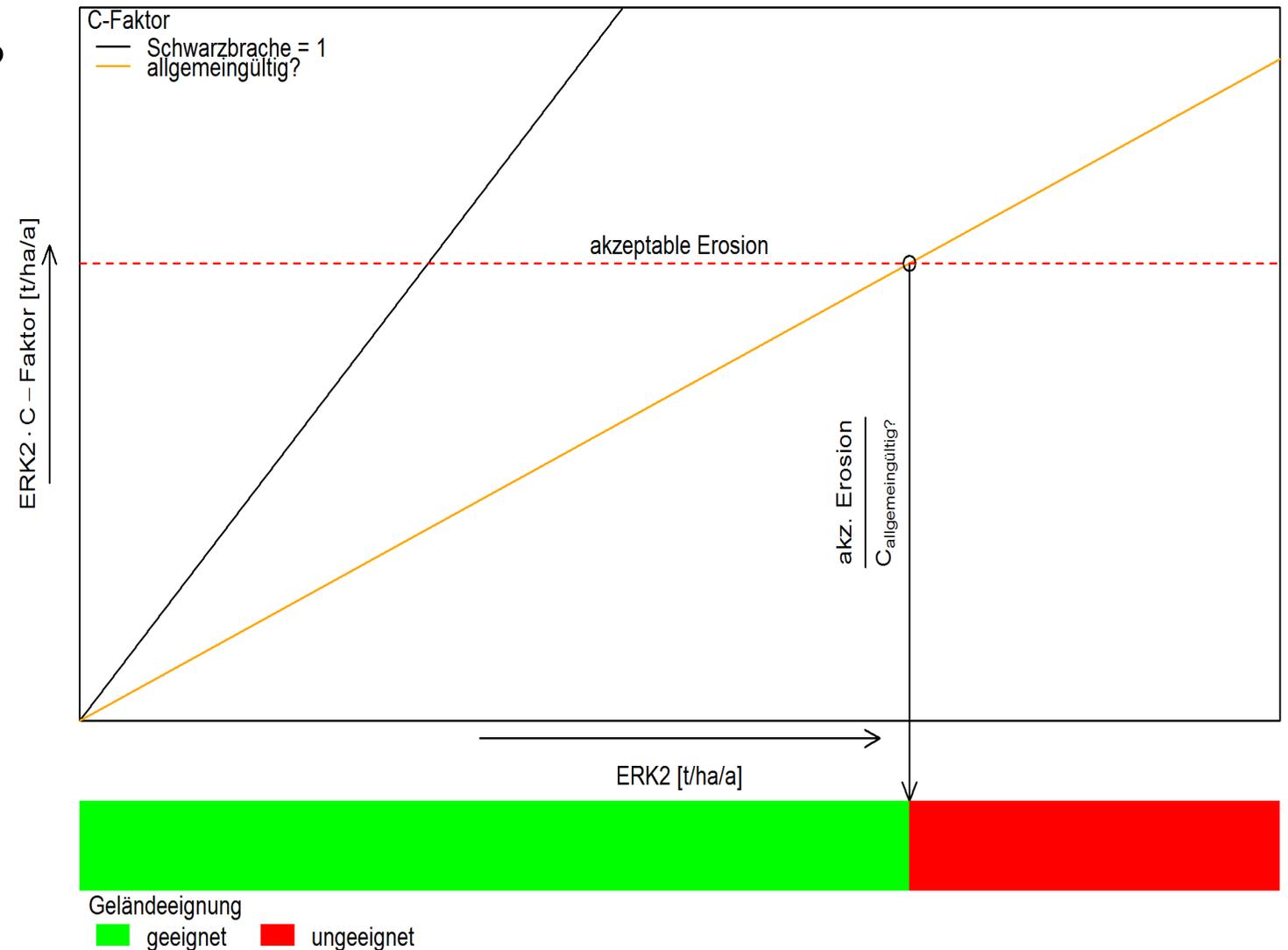
*C: Bodenbedeckungs- und -Bodenbearbeitungsfaktor

A: Kupferschmied (2018), Prasuhn & Blaser (2018)



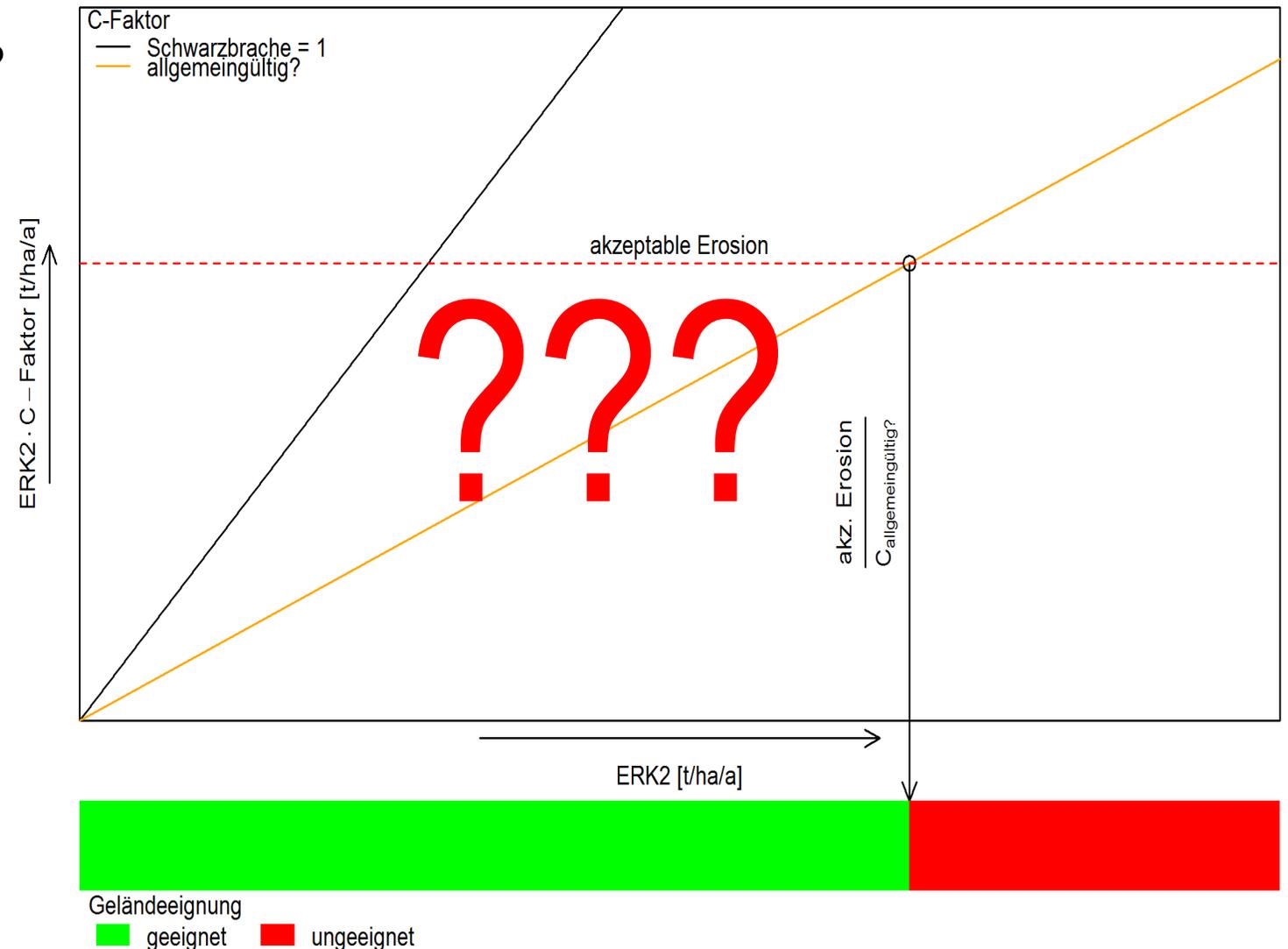
Exkurs: C-Faktor / Bodenbedeckungs- und Bodenbearbeitungsfaktor (I)

- Eine allgemeingültige kulturspezifische Zahl?



Exkurs: C-Faktor / Bodenbedeckungs- und Bodenbearbeitungsfaktor (II)

- Eine allgemeingültige kulturspezifische Zahl?
- Abhängig von
 - Bodenbearbeitung,
 - Nachwirkung der Vorfrüchte,
 - allenfalls angebaute Zwischenfrüchten,
 - Bodenbedeckung der Kultur, die sich während deren Anbau verändert,
 - relativen Anteil des Erosivitätsfaktor R , der während der Anbauperiode einer Kultur nicht konstant ist

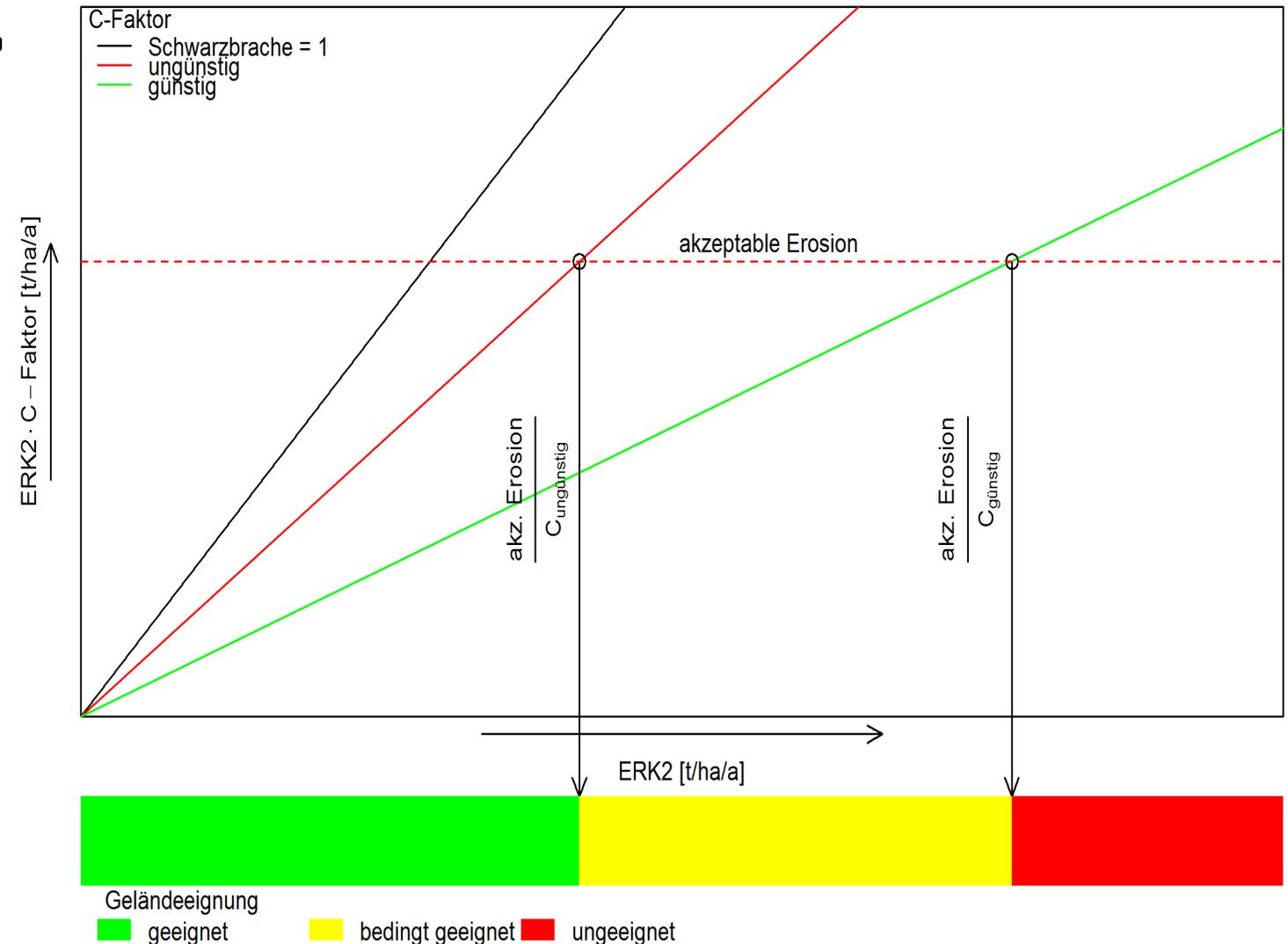


Exkurs: C-Faktor / Bodenbedeckungs- und Bodenbearbeitungsfaktor (III)

- Eine allgemeingültige kulturspezifische Zahl?
- Abhängig von
 - Bodenbearbeitung,
 - Nachwirkung der Vorfrüchte,
 - allenfalls angebaute Zwischenfrüchten,
 - Bodenbedeckung der Kultur, die sich während deren Anbau verändert,
 - relativen Anteil des Erosivitätsfaktor R , der während der Anbauperiode einer Kultur nicht konstant ist

⇒ Situationsgerechte Anwendung erfordert Detailwissen

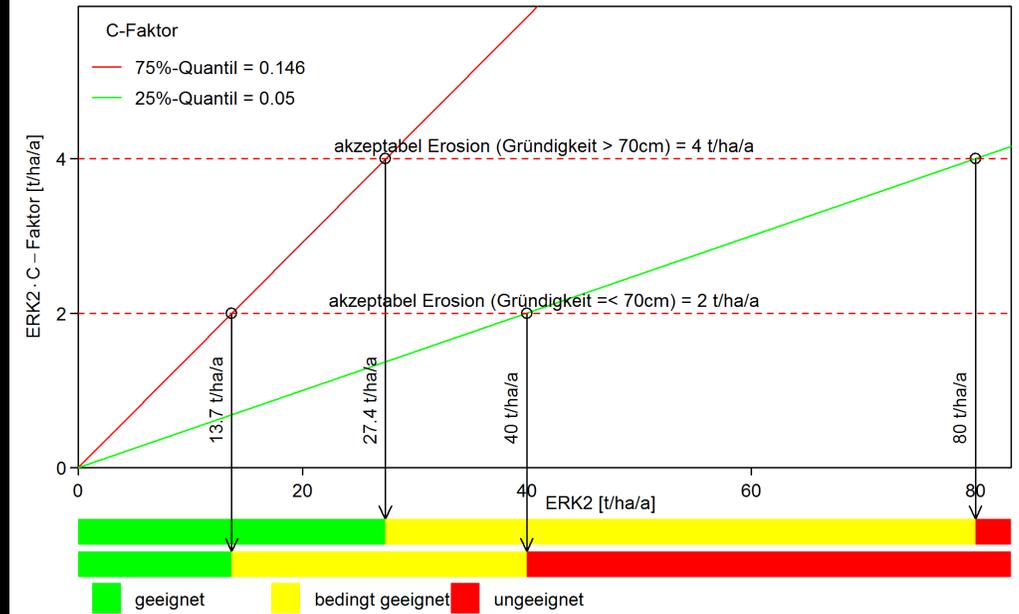
⇒ Verallgemeinerung begrenzt möglich!



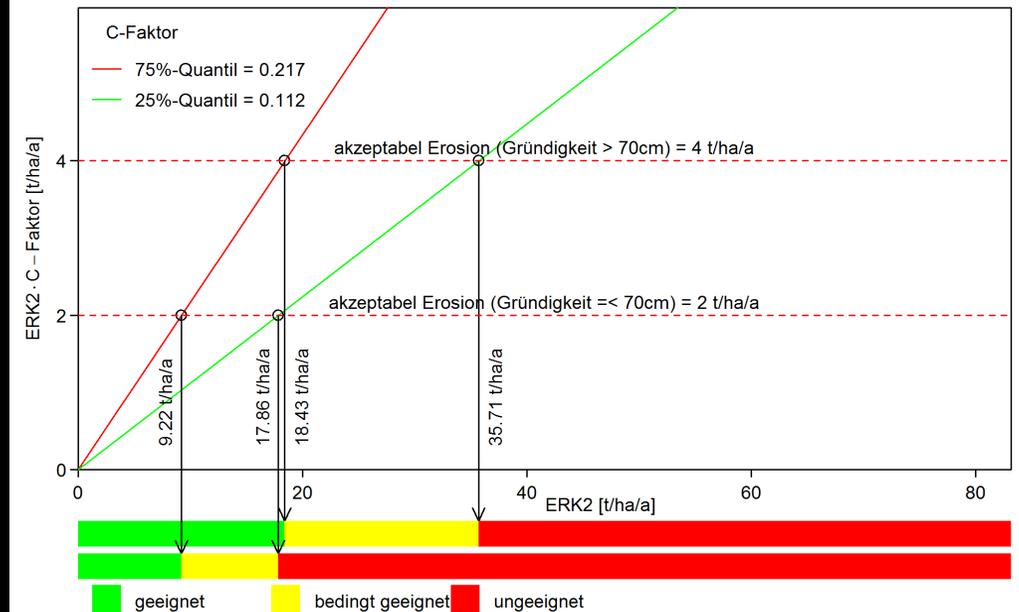
Geländeeignung für landw. Kulturen (I)

- akzeptable Erosion gemäss VVBo
 - Gründigkeit ≤ 70 cm $\Rightarrow 2$ t·ha⁻¹·a⁻¹
 - Gründigkeit > 70 cm $\Rightarrow 4$ t·ha⁻¹·a⁻¹
 - Klassierung d. ERK2 je Kultur mit spezifischer C-Faktor-Bandbreite
 - Datengrundlage: Agrarumweltindikator «Erosionsrisiko»
 - 1262 Winterweizen-Parzellen
 - 138 Körner-Mais-Parzellen
 - \Rightarrow 25%-Quantil = günstiger C*-Faktor
 - \Rightarrow 75%-Quantil = ungünstiger C*-Faktor
- *C: Bodenbedeckungs- und -Bodenbearbeitungsfaktor

Winterweizen



Körner-Mais

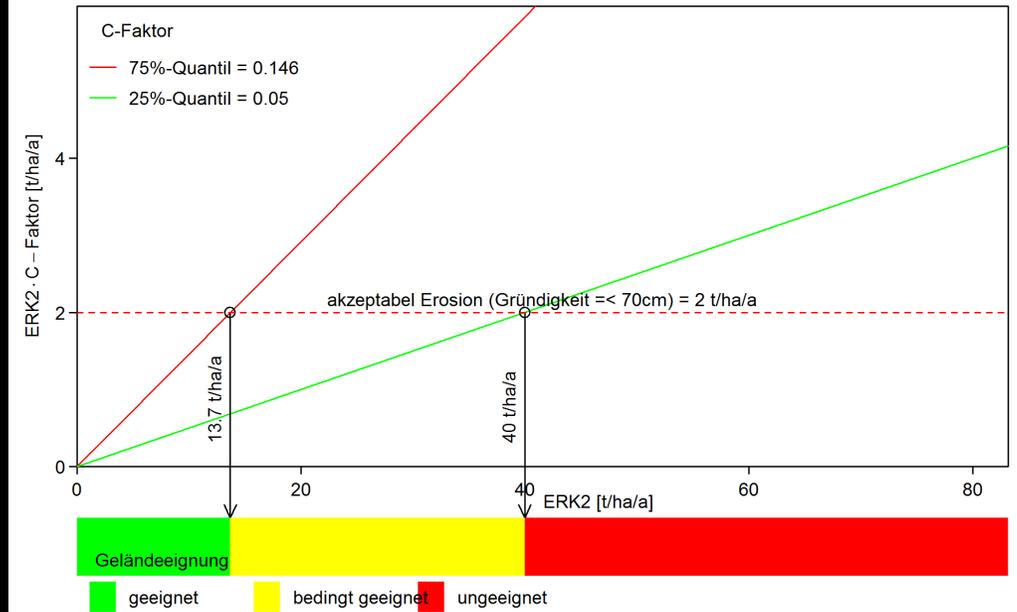


Geländeeignung für landw. Kulturen (II)

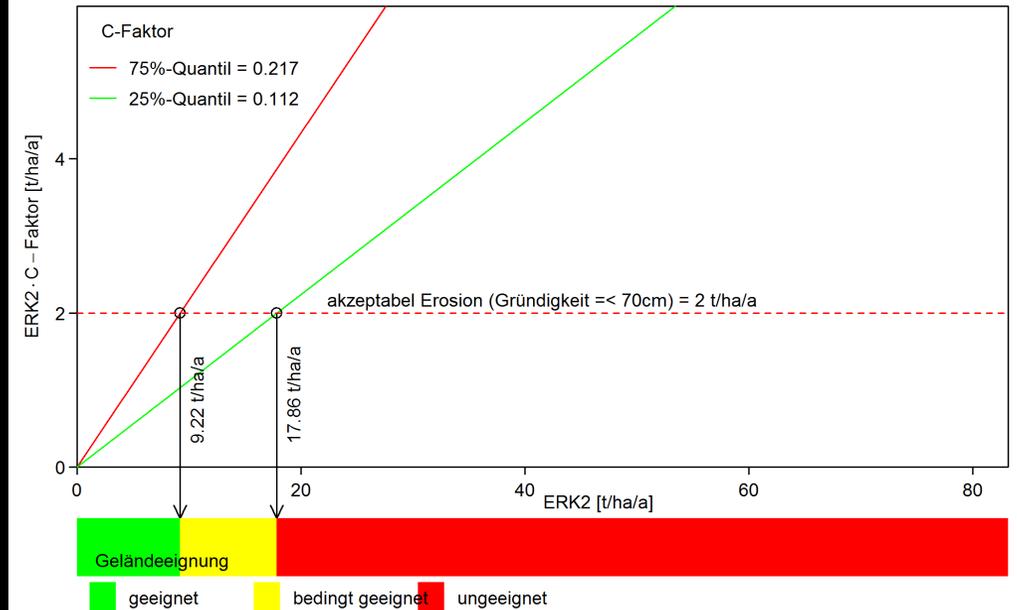
- akzeptable Erosion gemäss VVBo
 - Gründigkeit ≤ 70 cm $\Rightarrow 2$ t·ha⁻¹·a⁻¹
 - Gründigkeit > 70 cm $\Rightarrow 4$ t·ha⁻¹·a⁻¹
- Klassierung d. ERK2 je Kultur mit spezifischer C-Faktor-Bandbreite
 - \Rightarrow 25%-Quantil = günstiger C*-Faktor
 - \Rightarrow 75%-Quantil = ungünstiger C*-Faktor
- Keine Geodaten zur Gründigkeit für gesamte Schweiz
 - \Rightarrow akzeptablen Erosion = 2 t·ha⁻¹·a⁻¹ (Vorsorgeprinzip)

*C: Bodenbedeckungs- und -Bodenbearbeitungsfaktor

Winterweizen



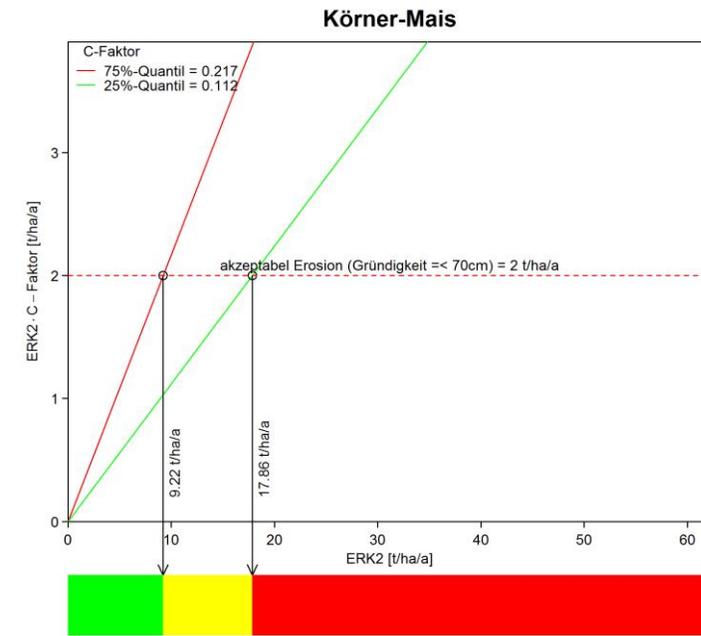
Körner-Mais



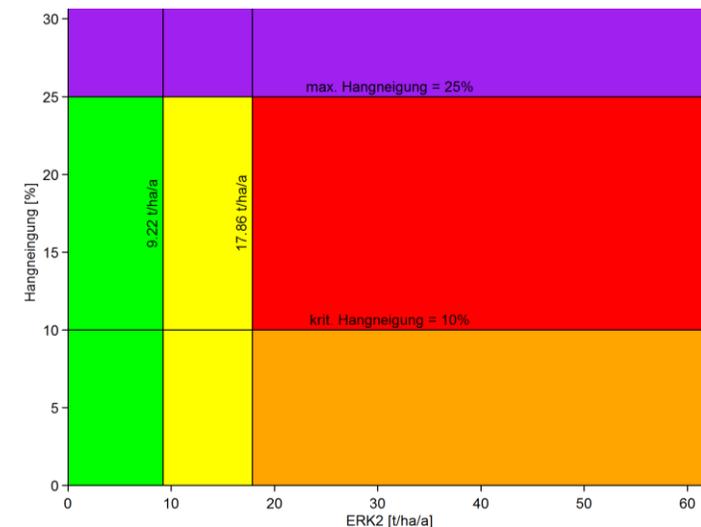
Geländeeignung für landw. Kulturen (III)

- akzeptablen Erosion = $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
(Vorsorgeprinzip, kleinster Richtwert d. VVBo)
- Klassierung d. ERK2 je Kultur mit spezifischer C-Faktor-Bandbreite
 ⇒ 25%-Quantil = günstiger C*-Faktor
 ⇒ 75%-Quantil = ungünstiger C*-Faktor
- Zusätzliche Klassierung mit
 - „maximaler“ Hangneigung für Ackerbau = 25%
 - „kritischer“ Hangneigung für Ackerbau = 10%

*C: Bodenbedeckungs- und -Bodenbearbeitungsfaktor



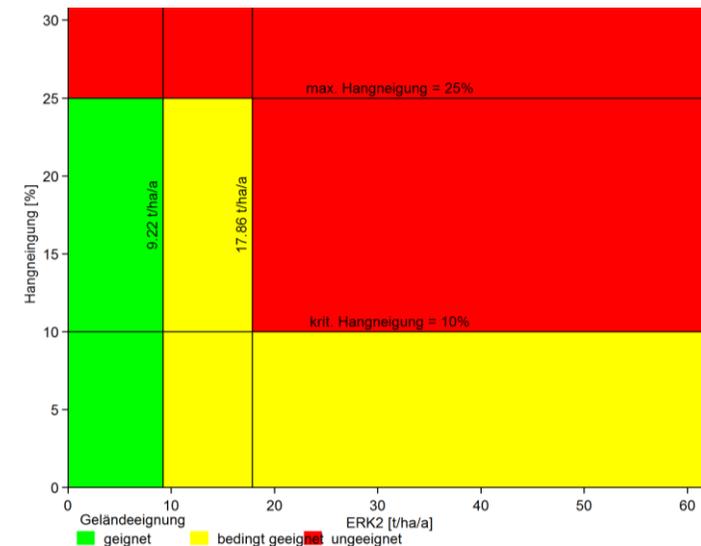
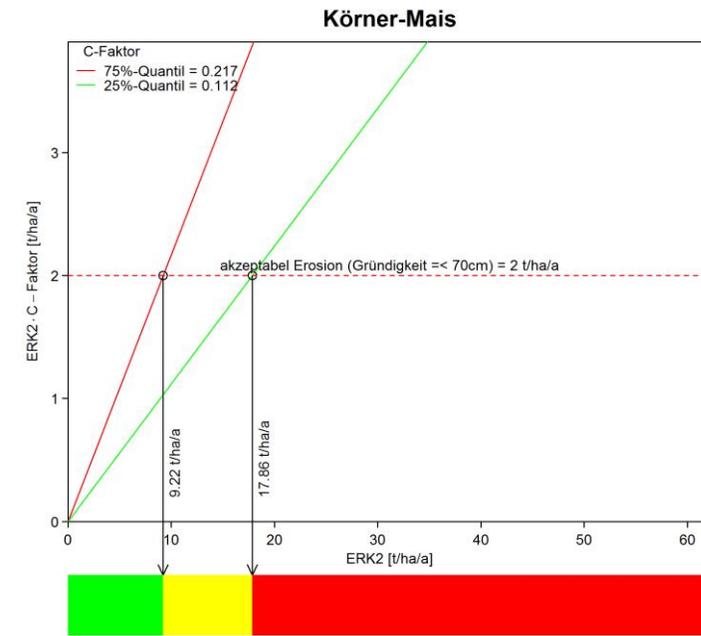
Geländeeignung
 ■ geeignet ■ bedingt geeignet ■ ungeeignet



Geländeeignung
 ■ geeignet ■ ERK2 problematisch, Hangneigung unproblematisch
 ■ bedingt geeignet ■ ungeeignet ■ zu steil

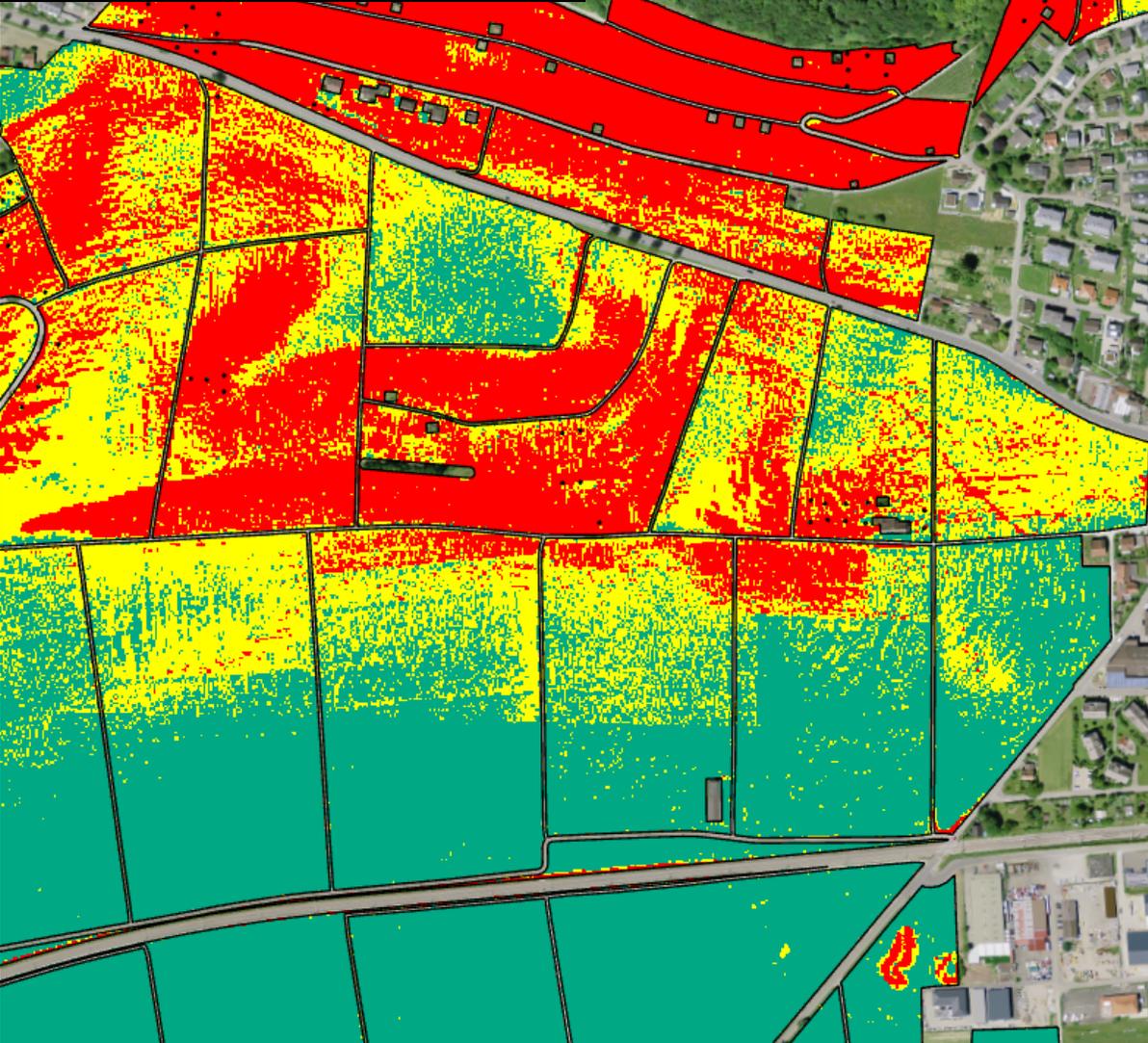
Geländeeignung für landw. Kulturen (IV)

- akzeptablen Erosion = $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
- Klassierung d. ERK2 je Kultur mit spezifischer C-Faktor-Bandbreite
 - ⇒ 25%-Quantil = günstiger C*-Faktor
 - ⇒ 75%-Quantil = ungünstiger C*-Faktor
- Zusätzliche Klassierung mit
 - „maximaler“ Hangneigung für Ackerbau = 25%
 - „kritischer“ Hangneigung für Ackerbau = 10%
- Reklassierung
 - von 5 zu 3 Eignungsklassen
- *C: Bodenbedeckungs- und -Bodenbearbeitungsfaktor



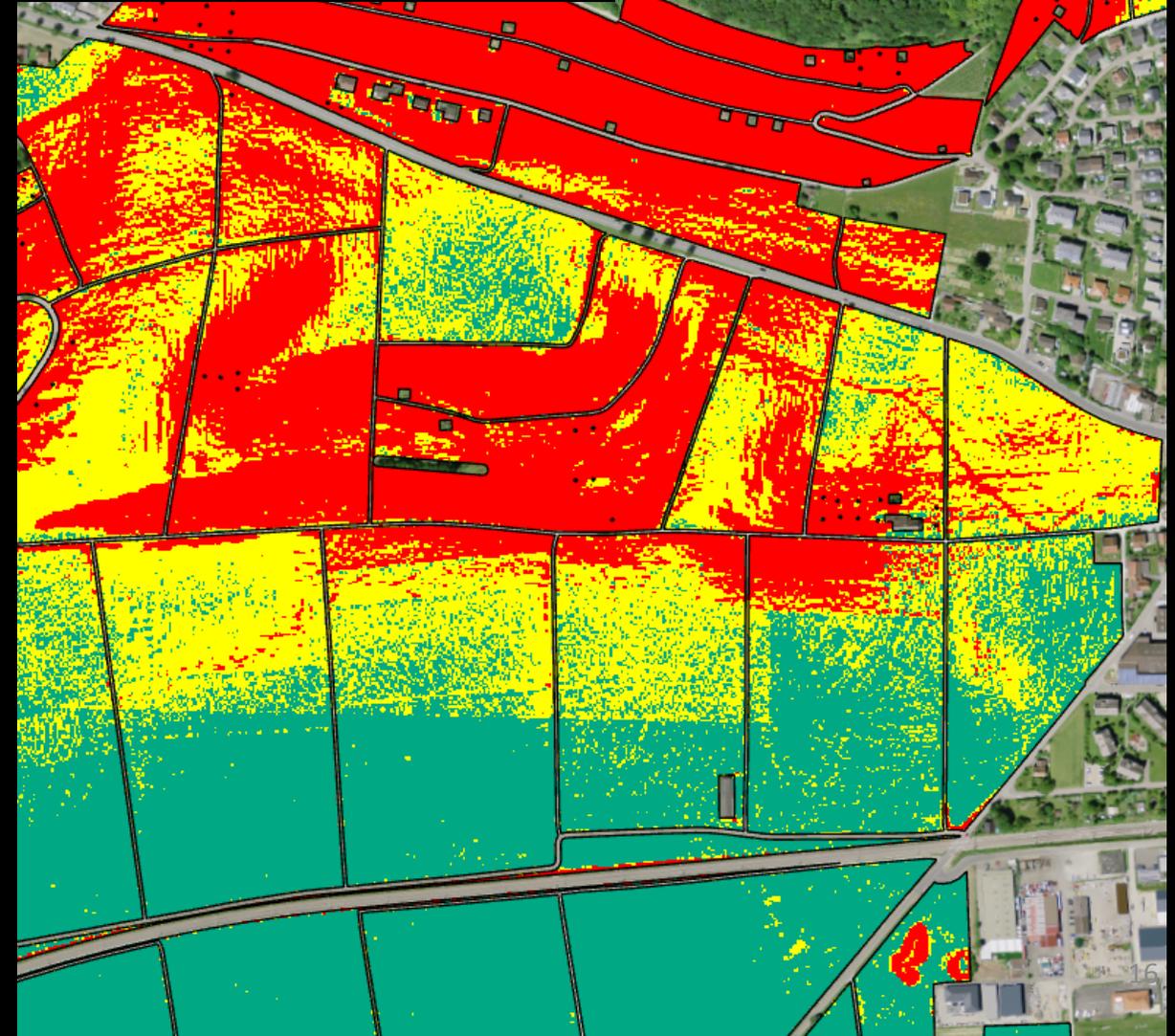
Winterweizen

akzeptable Erosion = $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
C-Faktor-25%-Quantil = 0.05
C-Faktor-75%-Quantil = 0.146
krit. Hangneigung = 10%
max. Hangneigung = 25%
reclassified



Körner-Mais

akzeptable Erosion = $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
C-Faktor-25%-Quantil = 0.112
C-Faktor-75%-Quantil = 0.217
krit. Hangneigung = 10%
max. Hangneigung = 25%
reclassified



Geländeeignung für landw. Kulturen (VI)

Winterweizen

akzeptable Erosion = $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

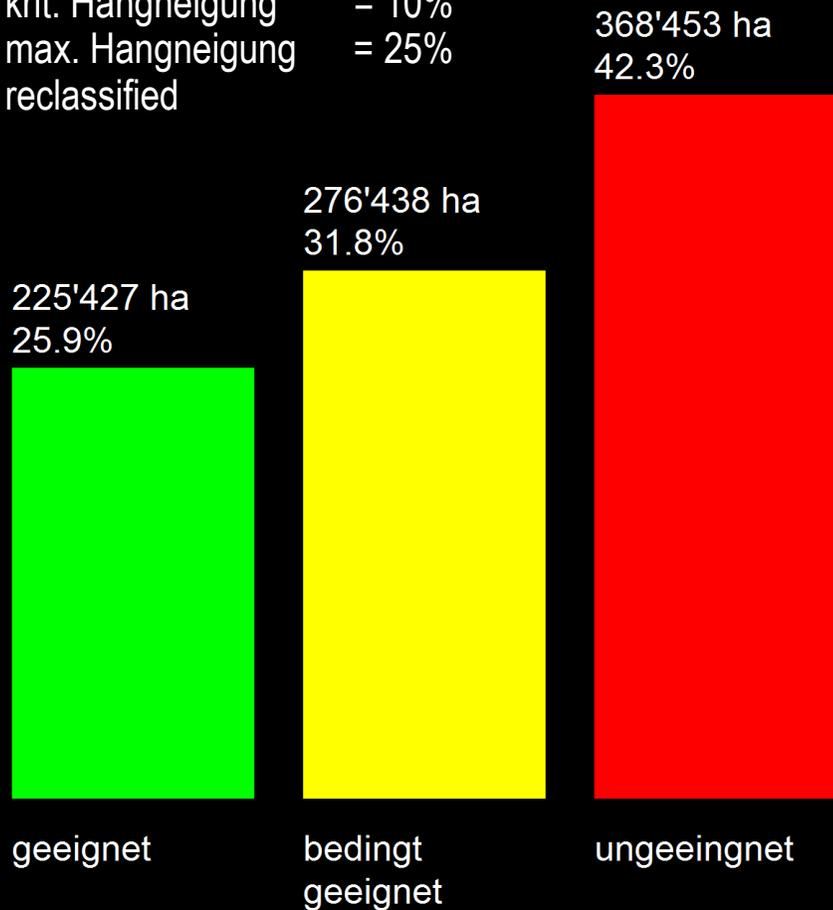
C-Faktor-25%-Quantil = 0.05

C-Faktor-75%-Quantil = 0.146

krit. Hangneigung = 10%

max. Hangneigung = 25%

reclassified



Körner-Mais

akzeptable Erosion = $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

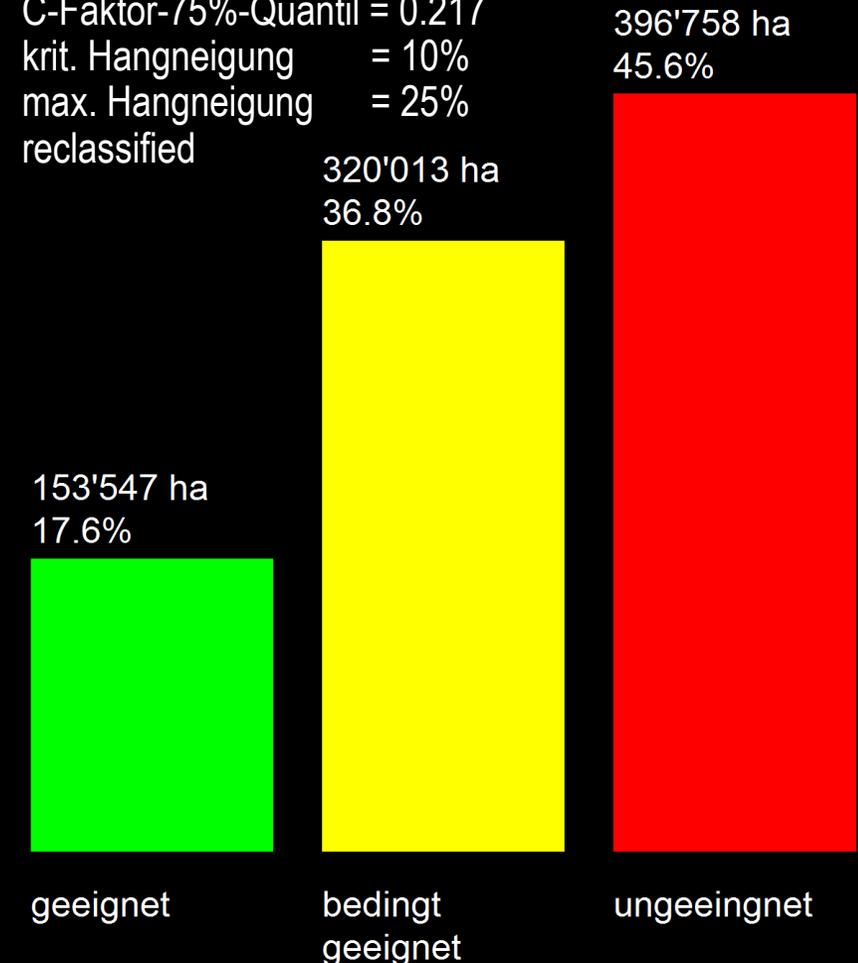
C-Faktor-25%-Quantil = 0.112

C-Faktor-75%-Quantil = 0.217

krit. Hangneigung = 10%

max. Hangneigung = 25%

reclassified



Organische Böden (I)

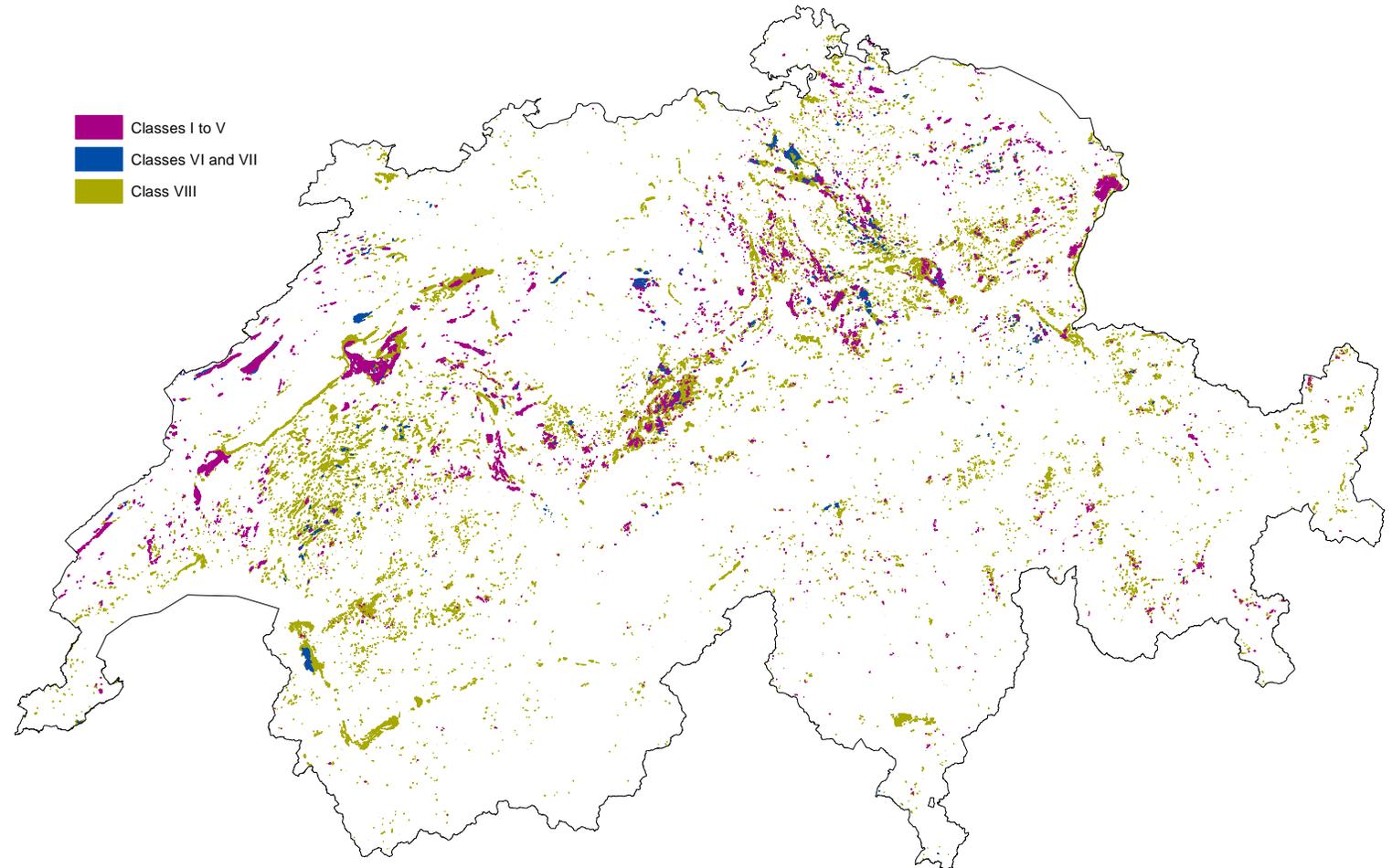
- Überblick über (vermutete) einstige und noch vorhandene organische Böden + diesbezügliche Wissenslücken
- Verorten und quantitative Schätzung von (potentiellen) Treibhausgasquellen (CO_2 , N_2O) in organischen Böden der CH
 - ⇒ Organische Böden in Treibhausgasbilanz der CH einbeziehen
UNO-Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen
- Orientierung für Land(wirt)schafts- und Klimapolitik



Rothenthurn, © Margrit von Euw

Organische Böden (II)

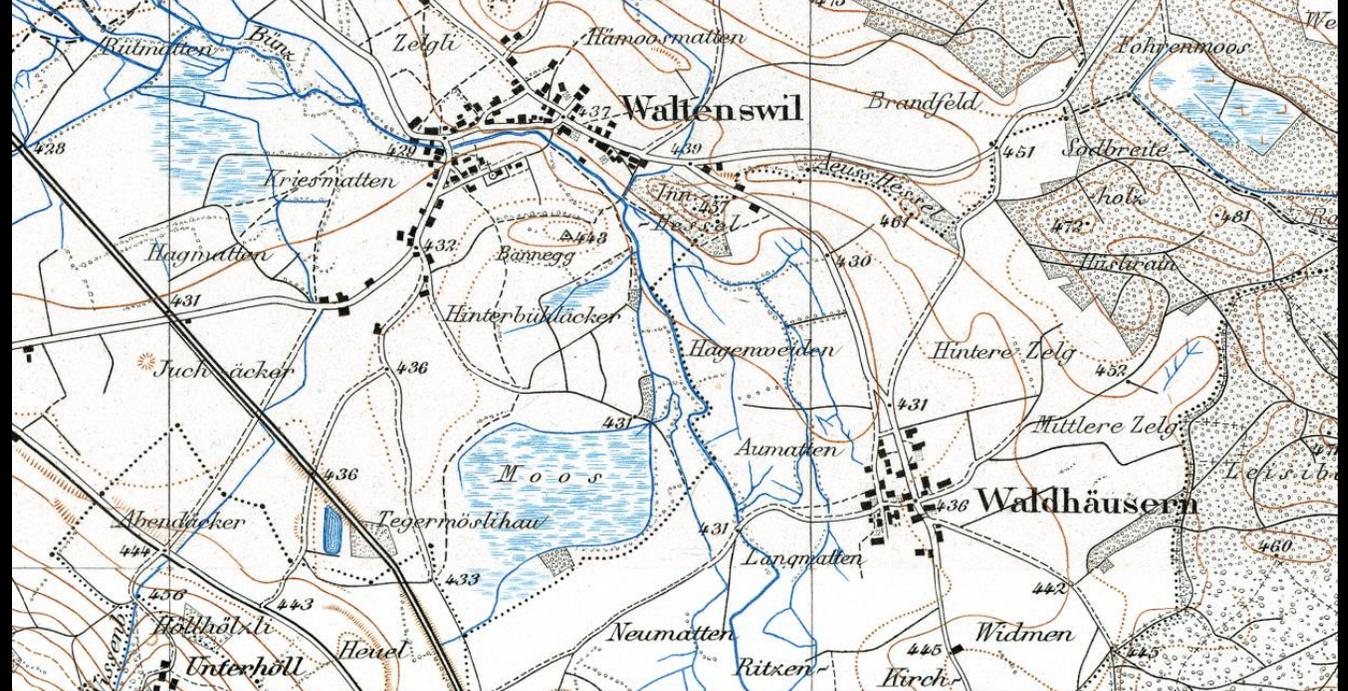
- Co-Produkt von Agroscope, WSL & Uni Basel
- Auf Anfrage gratis erhältlich: chloe.wuest@agroscope.admin.ch
- Erstellt 2015_A
- Aktualisierung mit neuen Grundlagen möglich und vorgesehen



A: Wüst-Galley et. al (2015)

Organische Böden (III)

- Grundlagen:
 - grosse Vielfalt an
 - Kartenmaterial,
 - Schriften mit Raumangaben,
- die explizit oder allenfalls* organische Böden dokumentieren.
- * „Riet“, „Sumpf“, „Feuchtgebiet“, ect.



Org.
Böden-
Klassen



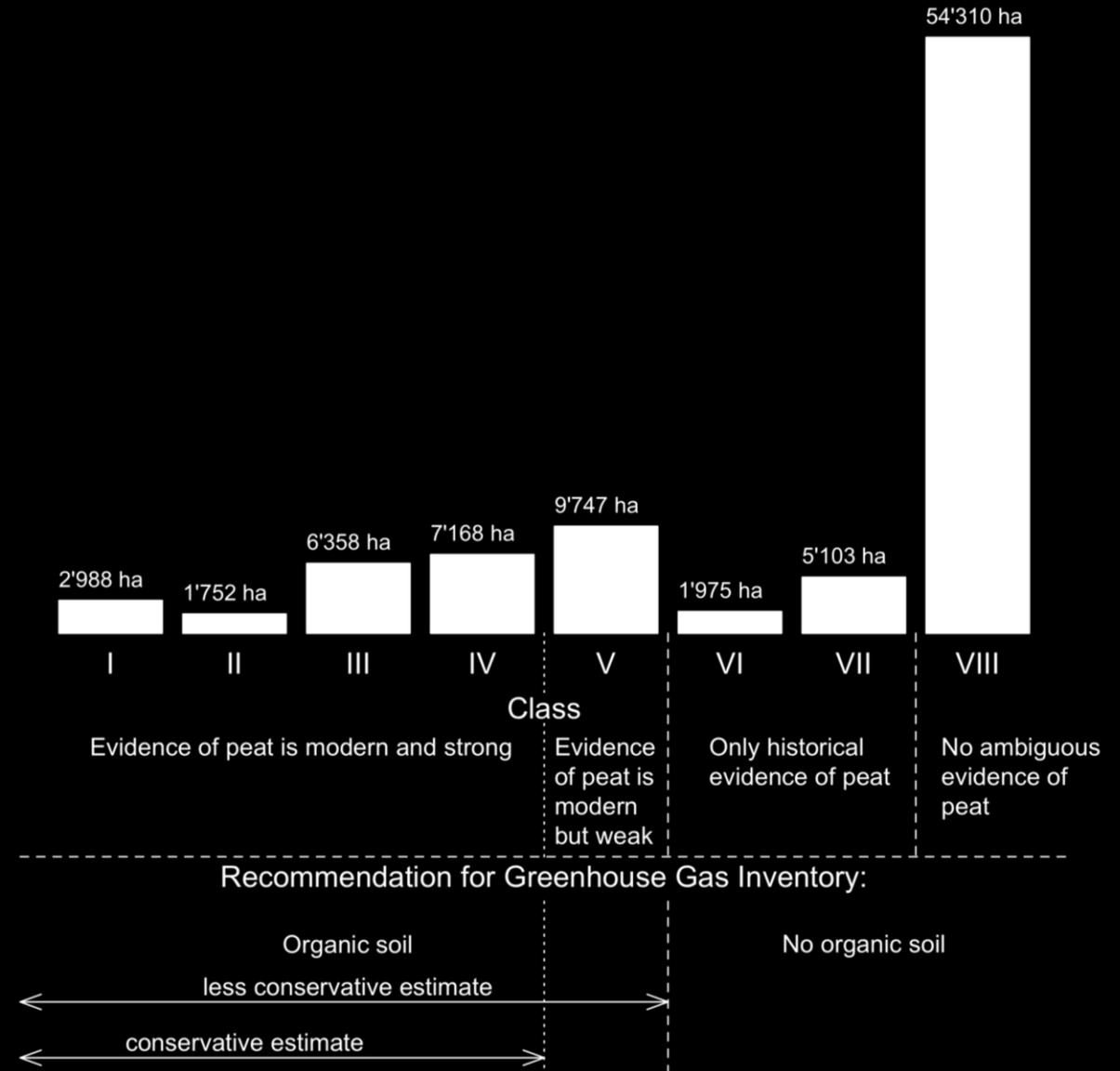
Organische Böden (IV)

- Vorgehen:

Klassierung der Dokumentationen anhand

- Entstehungszeitraum
- räumlicher Bestimmtheit
- (vermutetem, damals aktuellem) Anteil des organischen Bodenmaterials bzw. des dessen Mächtigkeit

Kombination der 3 Klassierungen zu einem 8-stufigen Verdachtskataster der organische Böden in der Schweiz

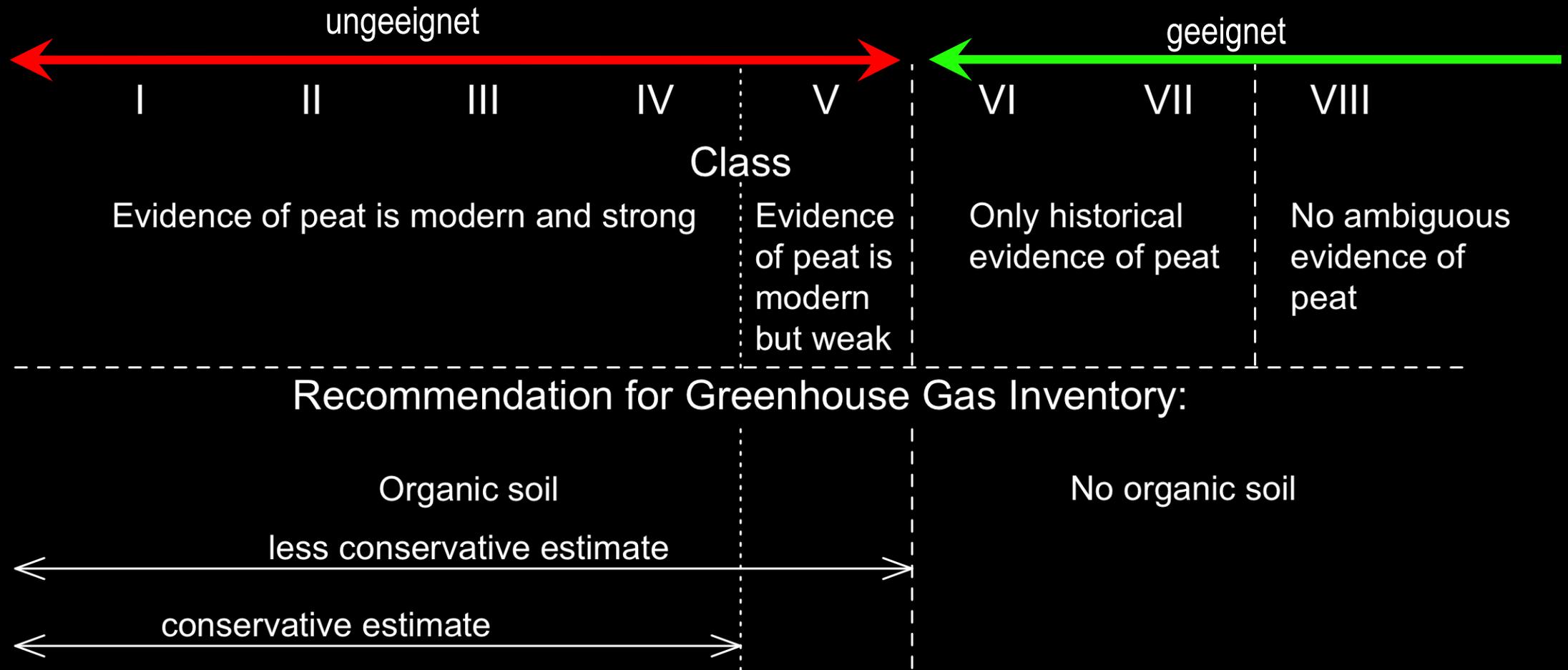


Organische Böden (V)

- Ausblicke / Verwendung:
 - räumliche Wissenslücken zu Vorkommen organischer Böden identifiziert
 - explizit räumliches Aufzeigen von
 - Potential für Klima- und Moorschutz
 - und entsprechendem Konfliktpotential mit (vorgesezter) Landwirtschaft, (geplanten/r) Meliorationen und Infrastruktur



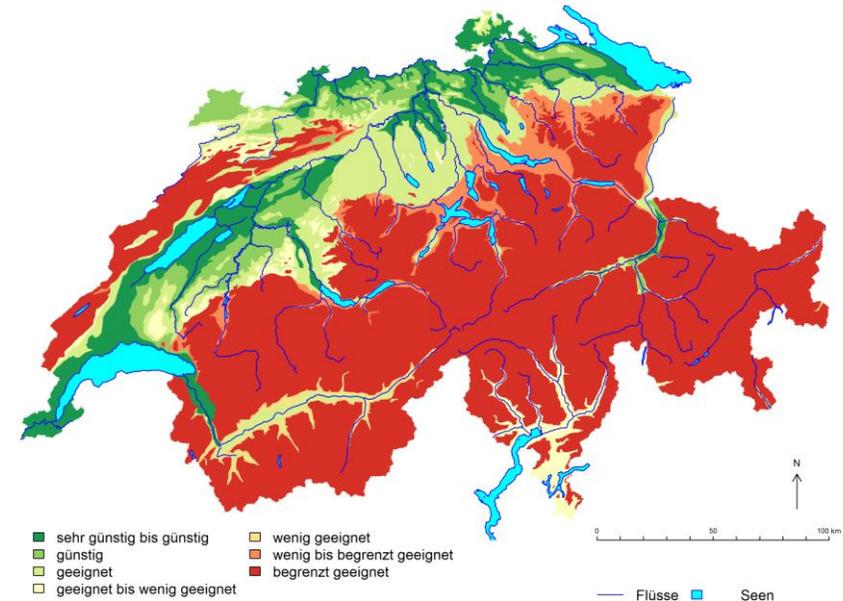
Organische Böden \Rightarrow Standorteignung für (Acker-)Kulturen



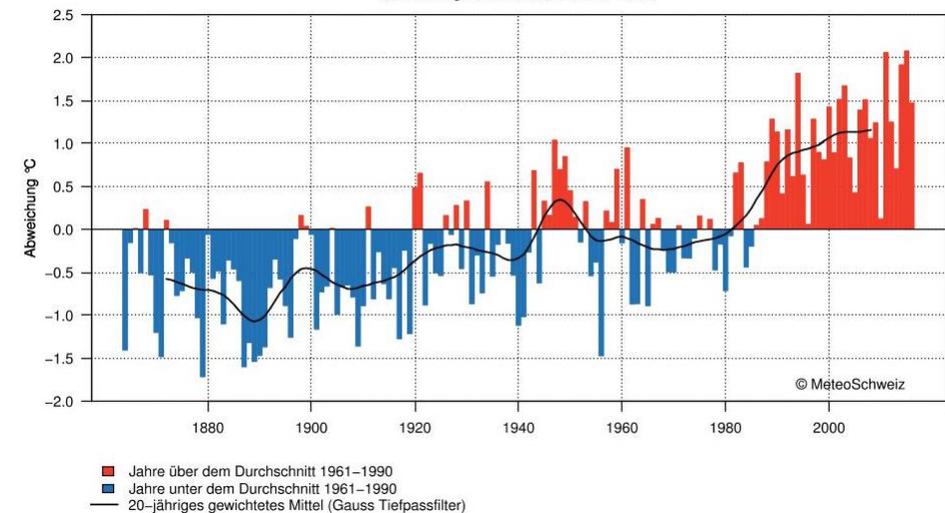
Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais (I)

- „Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft in der Schweiz“
1977 veröffentlicht
- Zwischenzeitlicher Klimawandel
- Methodische Bedenken

Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft in der Schweiz (1977):
Getreide



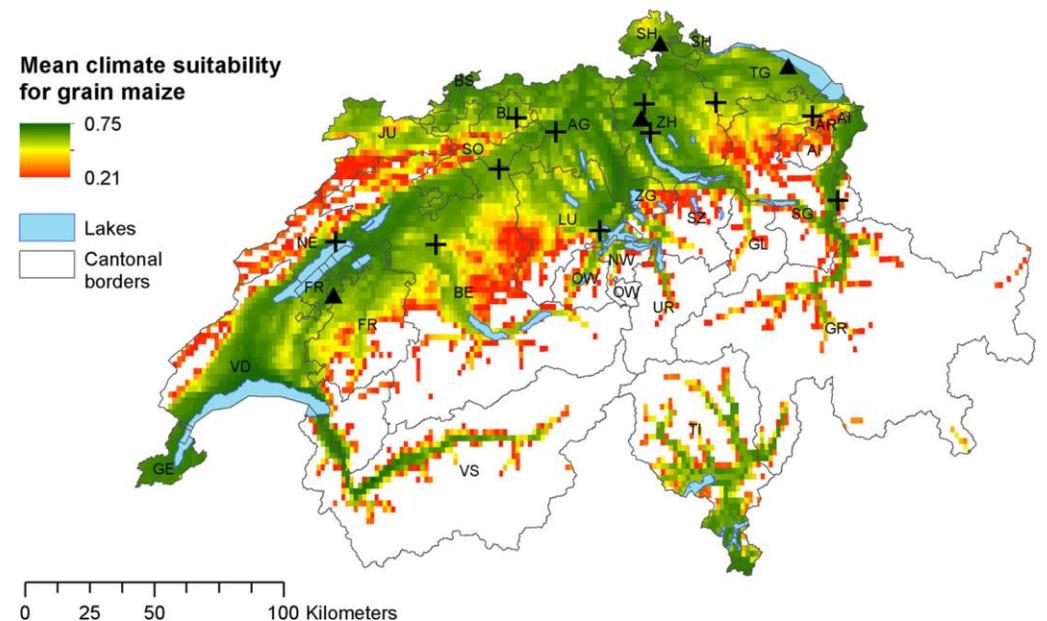
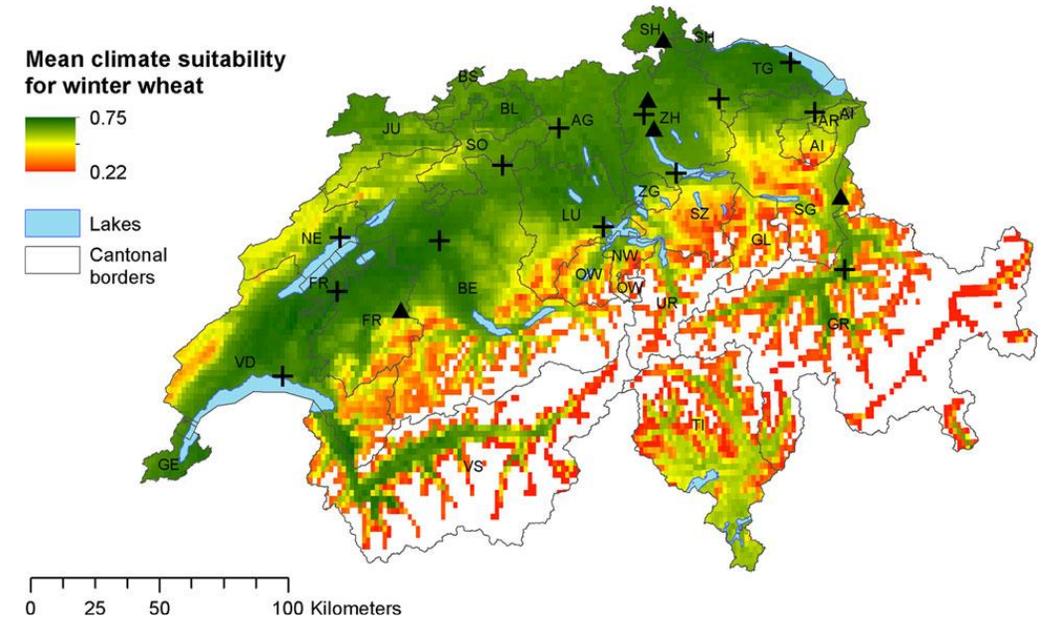
Jahres-Temperatur – Schweiz – 1864–2016
Abweichung vom Durchschnitt 1961–1990



Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais (II)

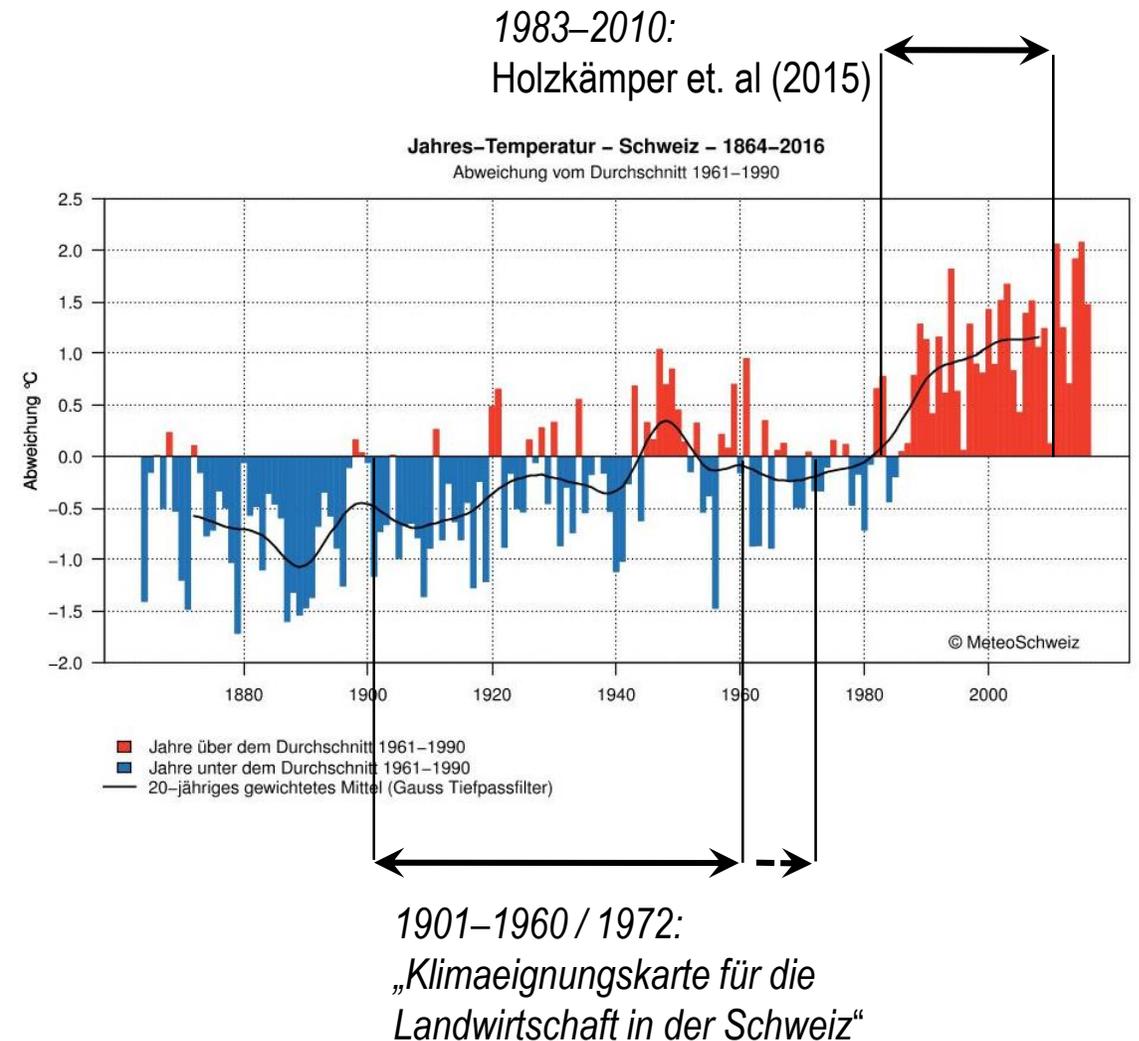
- Reproduzierbar, basierende auf aktuelle(re)n Klimadaten, zeitlicher Trend der Klimaeignung?
- Produkt der Agroscope
- Erstellt 2015_A
- Geodaten bis dato unveröffentlicht

A: Holzkämper et. al (2015)



Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais (III)

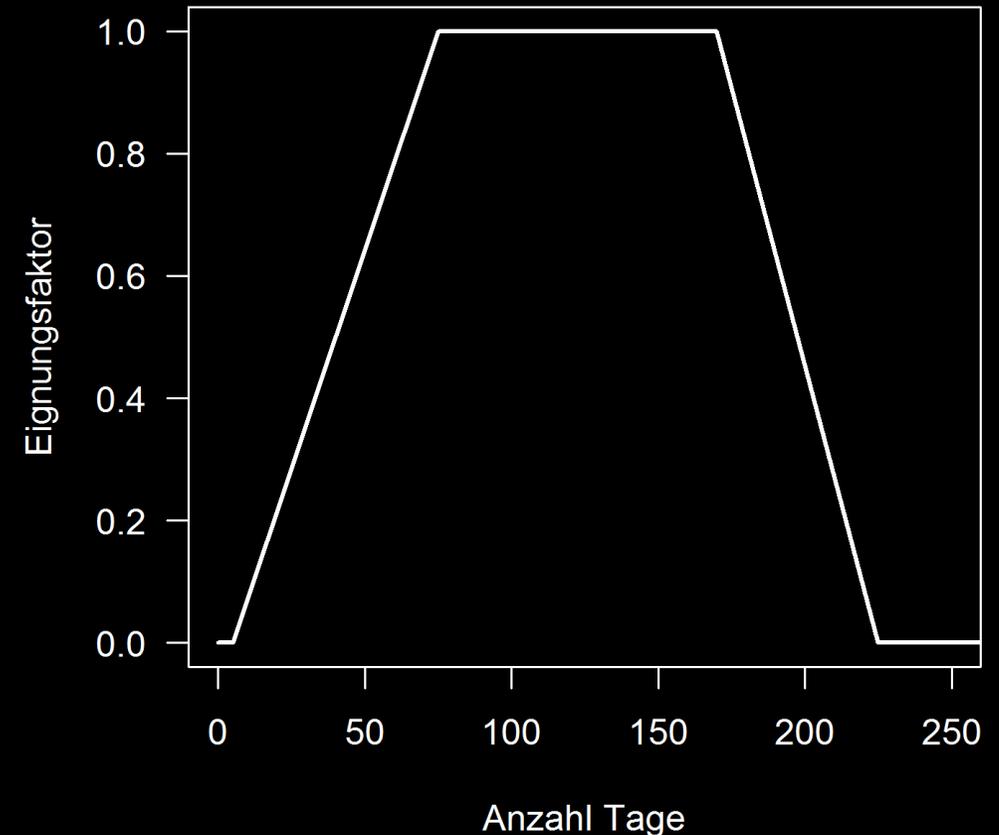
- Grundlagen:
 - interpolierte Raster für jeden Tag (1983-2010)
 - Minimal-Temperatur
 - Maximal-Temperatur
 - Ø-Temperatur
 - Niederschlagsmenge
 - auf Oberfläche auftreffende kurzwellige Strahlung
- bezogen von MeteoSchweiz
($0.02^\circ \times 0.02^\circ$ bzw. $0.03^\circ \times 0.03^\circ$)



Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais (IV)

- Vorgehen:
für Körnermais und Winterweizen je ein Expertenmodell
 - Zeitfenster für Saat + bestimmte Klimabedingungen
 - 4 phänologische Wachstumsphasen (Tagesgrade)
 - 6 pro Phase bewertete Eignungsfaktoren [0 bis 1]:
 - Forststress
 - Ø-Temperatur
 - Hitzestress
 - Wasserstress
 - Körner-Mais: $\frac{\text{tägl. kurzwellige Strahlung}}{\text{Ø-Tagestemperatur}}$
 - Winter-Weizen: $\frac{\text{tägl. kurzwellige Strahlung}}{\text{Ø-Tagestemperatur}}$
 - Länge d. phänologischen Periode

Bsp. Winterweizen:
Länge der phänologischen Periode
während der vegetativen Phase



Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais (V)

- Vorgehen:
 - für Körnermais und Winterweizen je ein Expertenmodell
 - Zeitfenster für Saat + bestimmte Klimabedingungen
 - 4 phänologische Wachstumsphasen (Tagesgrade)
 - 6 pro Phase bewertete Eignungsfaktoren [0 bis 1]
 - Gesamthafte Klimaeignung S

$$S = \sum_n^p w_p \cdot \min(s_{p,1}, \dots, s_{p,f})$$
$$= 1/4 \cdot \sum_4^p \min(s_{p,1}, \dots, s_{p,6})$$

p : p-te Wachstumsphase

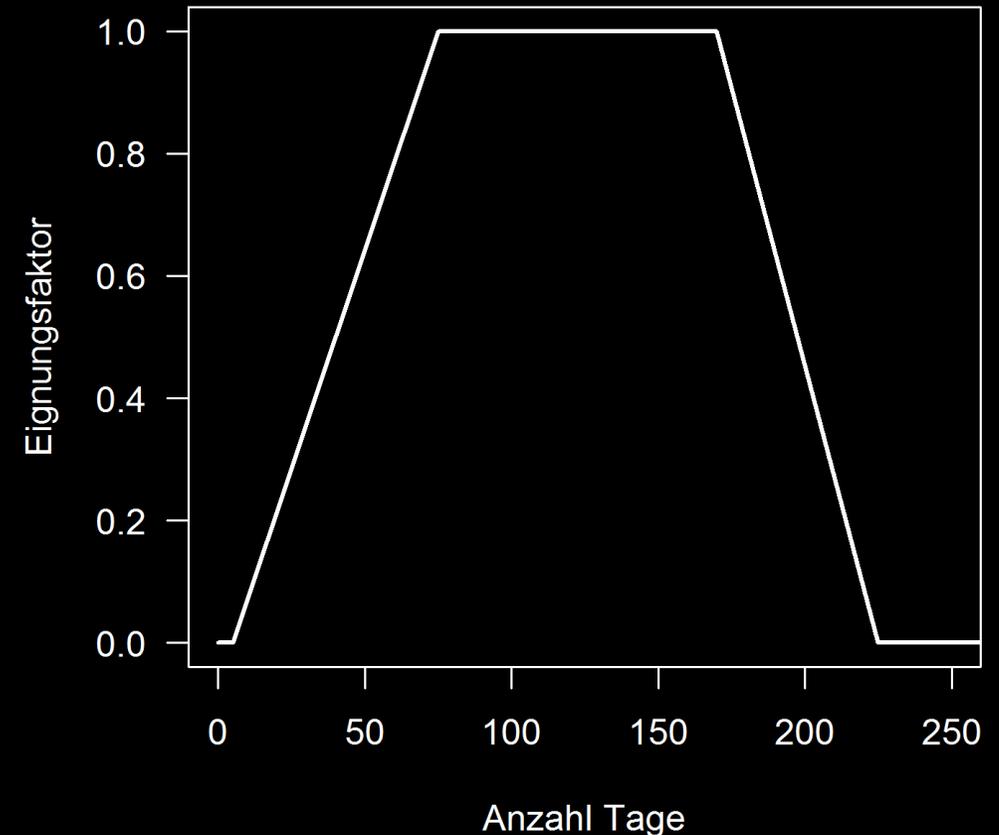
n : Anzahl Phasen = 4

w_p : Phasengewichtung = 1/4

$s_{p,f}$: f-ter Eignungsfaktor während der p-ten Phase ($1 \leq f \leq 6$)

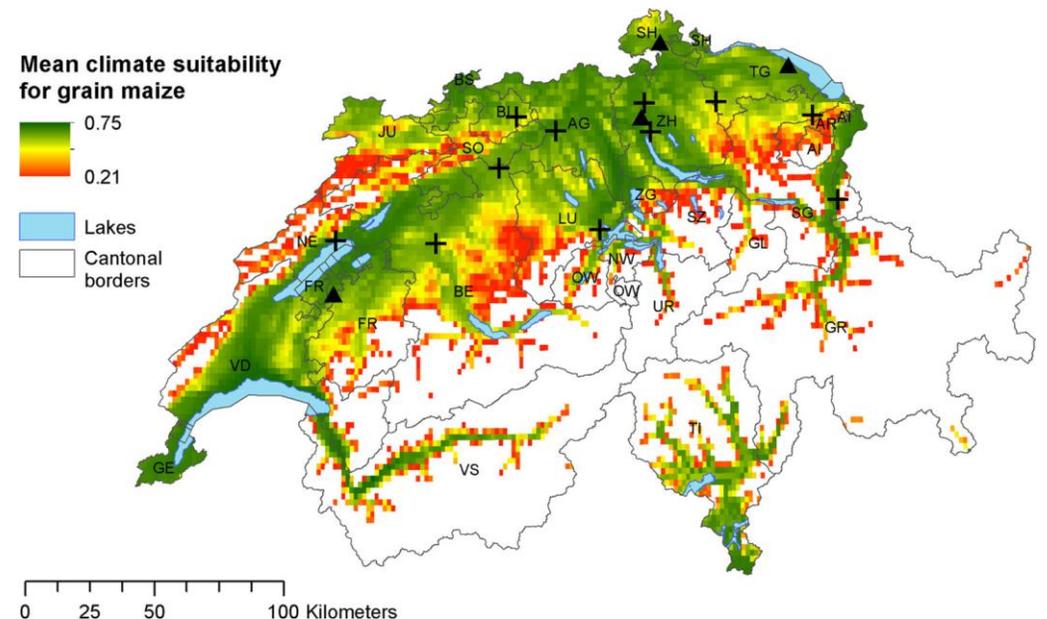
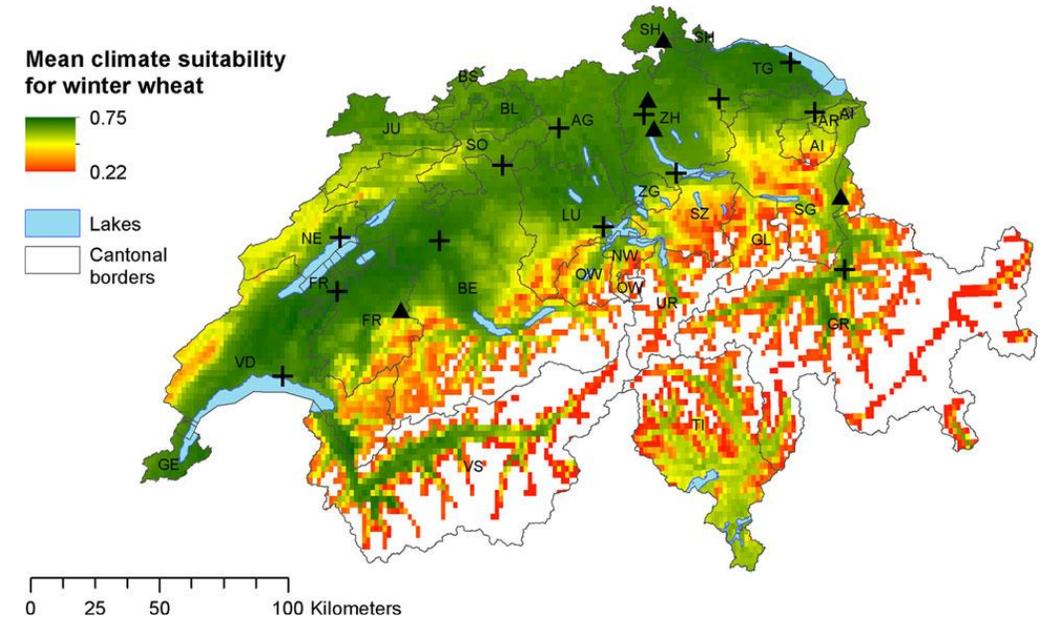
$\min(\dots)$: Minimum der Menge ...

Bsp. Winterweizen:
Länge der phänologischen Periode
während der vegetativen Phase



Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais (V)

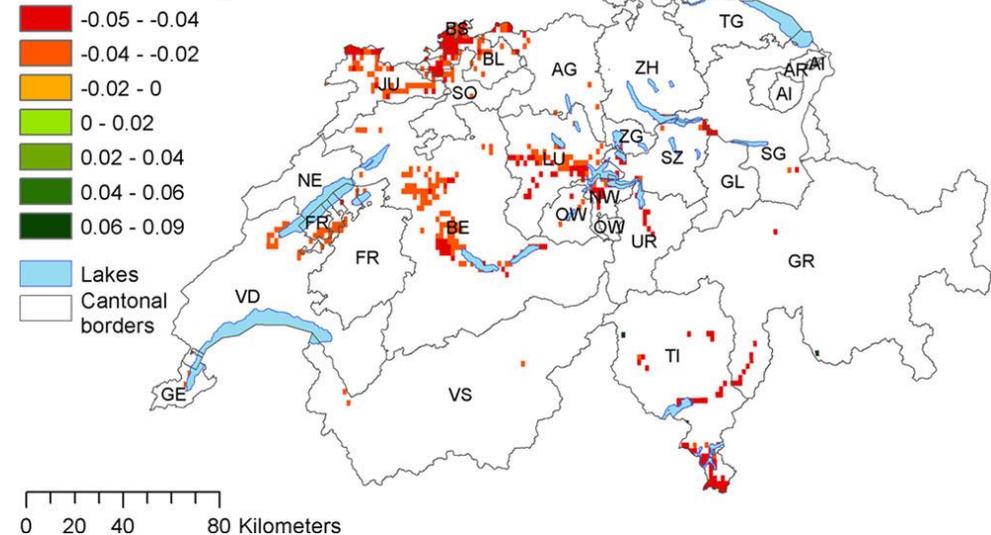
- Vorgehen:
 - für Körnermais und Winterweizen je ein Expertenmodell
 - Zeitfenster für Saat + bestimmte Klimabedingungen
 - 4 phänologische Wachstumsphasen (Tagesgrade)
 - 6 pro Phase bewertete Eignungsfaktoren [0 bis 1]
 - Gesamthafte Klimaeignung
 - Kalibrierung der Modelle mit Ertragsdaten in Nähe von Klimastationen
 - Ausschluss von Gebiet mit ungenügender Tagesgradsumme zwischen Saat und Ernte
 - Model-Anwenden auf Derivate von MeteoSchweiz-Rasterdaten



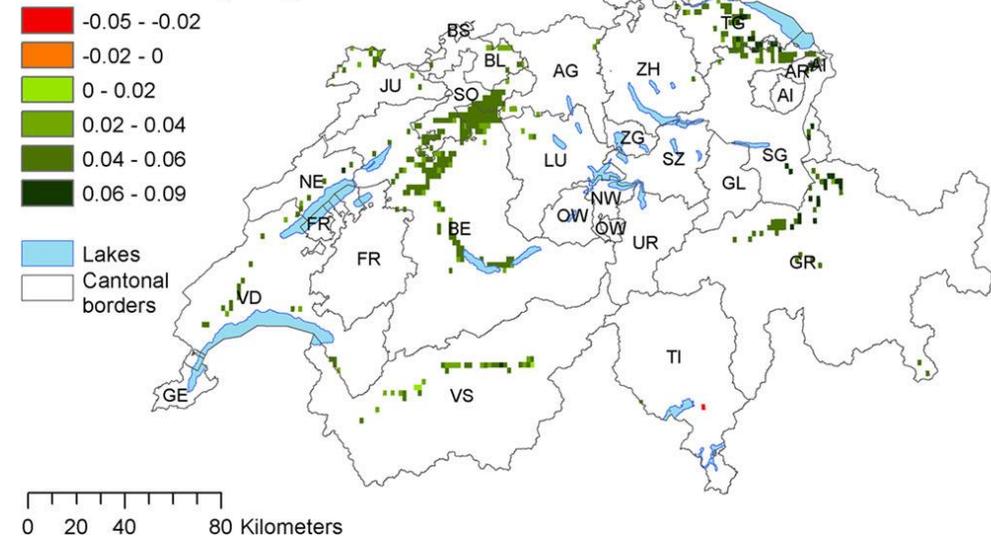
Klimaeignungskarten für Winterweizen und Körnermais (VI)

- Ausblicke:
 - 1983 bis 2010 (noch) kaum Trend zu veränderter Klimaeignung für Winter-Weizen (↓?) und Körner-Mais (↑?) erkennbar
 - Zukünftige Veränderung wahrscheinlich ⇒ Update?
 - Grobe Auflösung ($0.02^\circ \times 0.02^\circ$) wird kleinräumig stark variierendem Lokalklima nicht gerecht:
⇒ feinaufgelöste Adaption für landwirtschaftliche Praxis, Beratung und Planung nötig! möglich?

Decadal changes in climate suitability for winter wheat

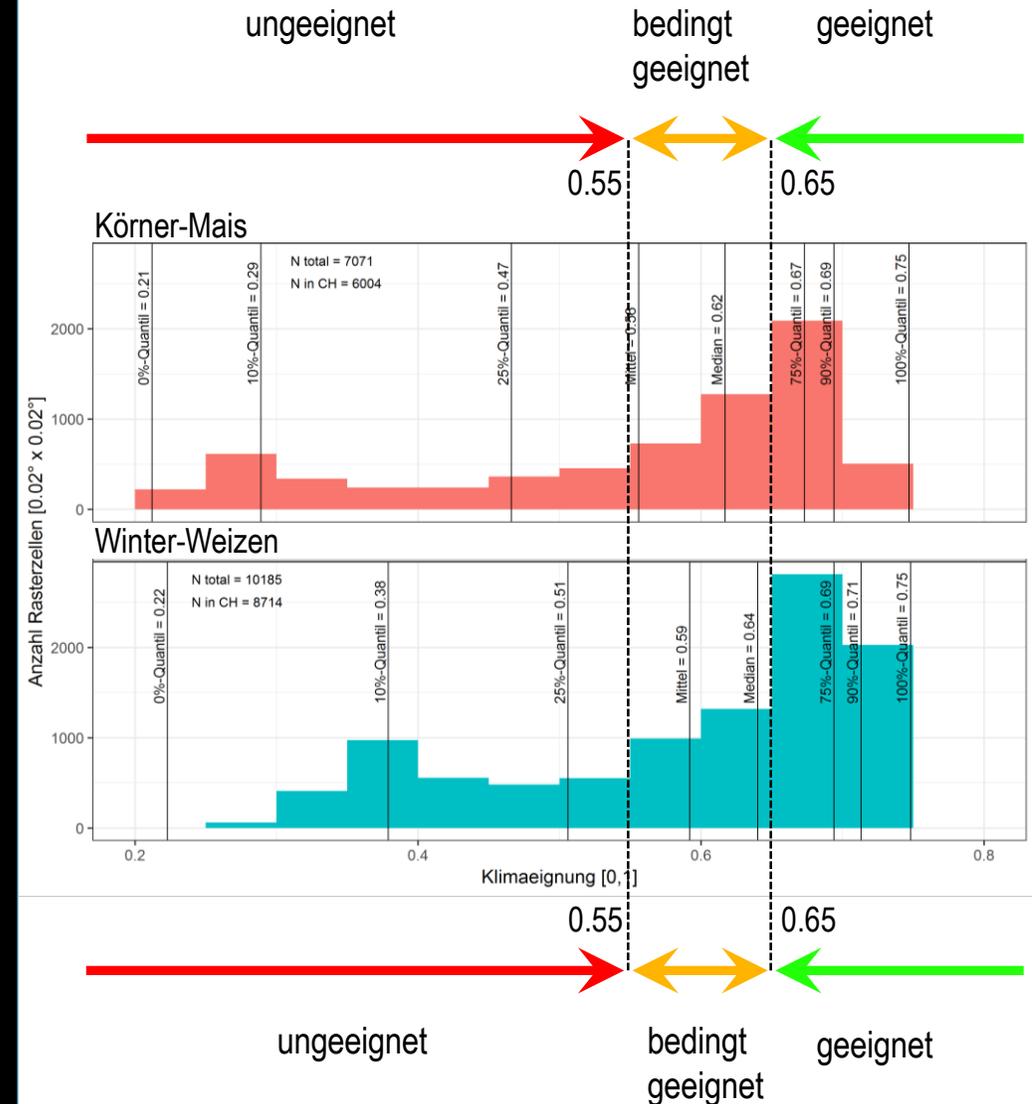


Decadal changes in climate suitability for grain maize



Klimaeignungskarten für KR & WW ⇒ Standortseignung

- Kriging
- Reklassieren
(Vergleich 1977er Klimaeignungskarte & Höhen ü. M.
+ Expertenmeinung)

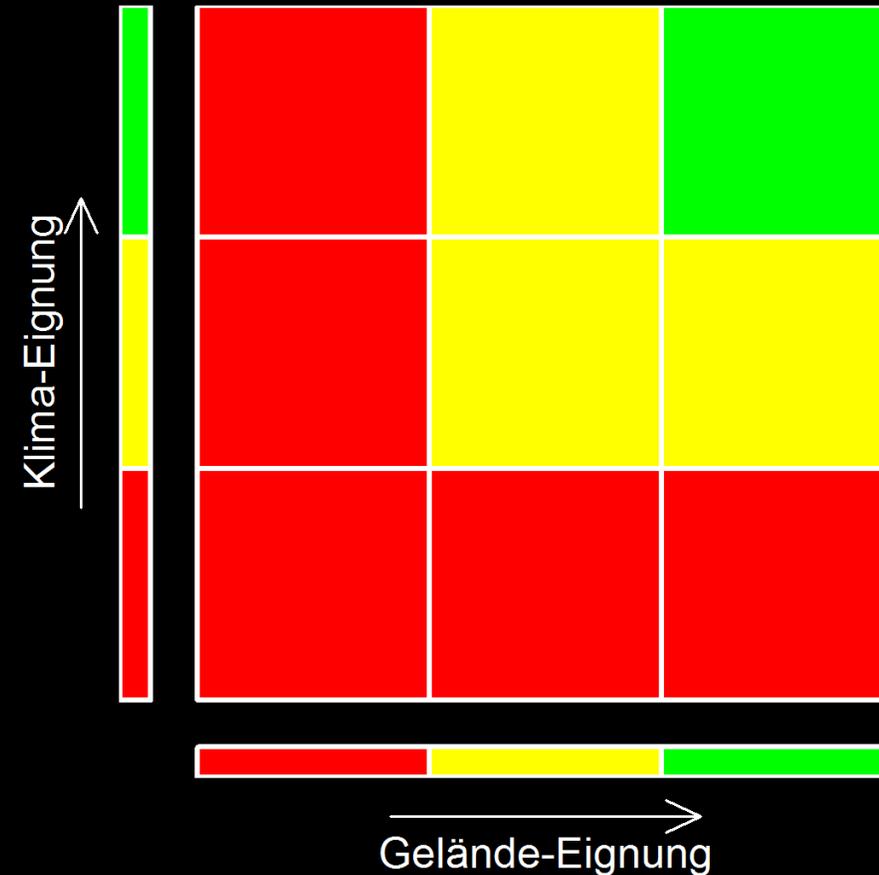


Standortseignung Synthese (I)

- Kombination

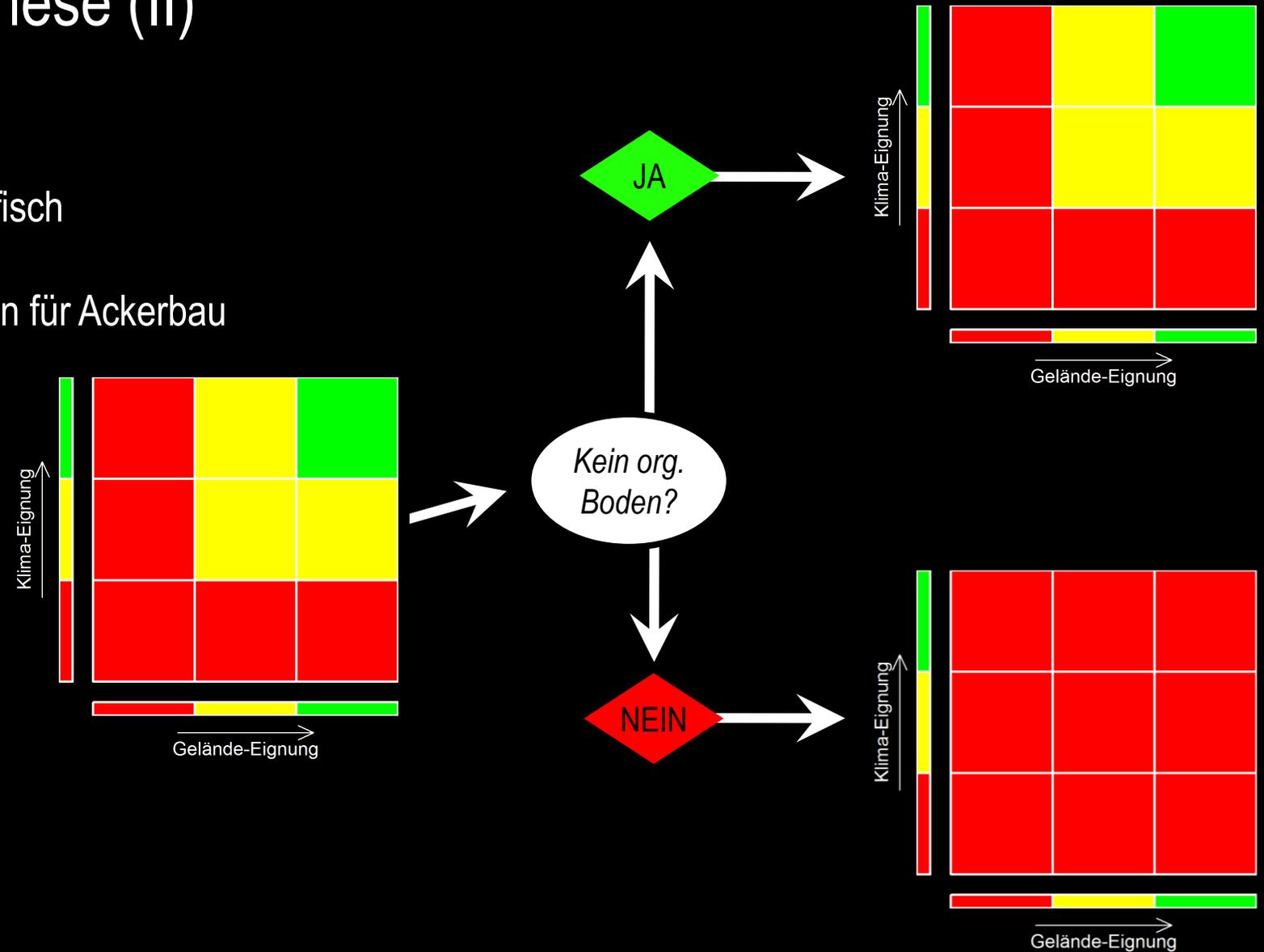
- Geländeeignung
 - Klimaeignung
- } kulturspezifisch

gemäss „Gesetz des Minimums“



Standortseignung Synthese (II)

- Kombination
 - Geländeeignung
 - Klimaeignung } kulturspezifisch
 - (Nicht-)Eignung organischer Böden für Ackerbau
- gemäss „Gesetz des Minimums“

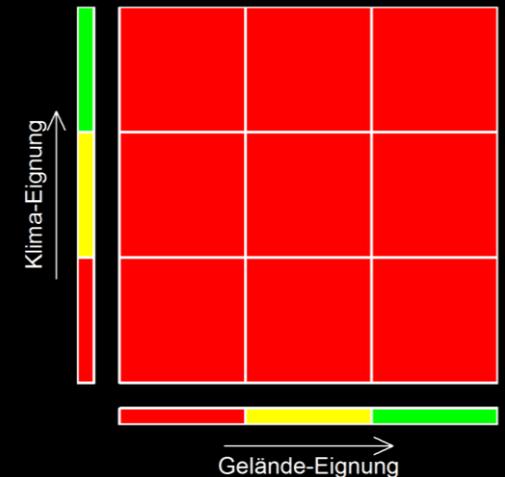
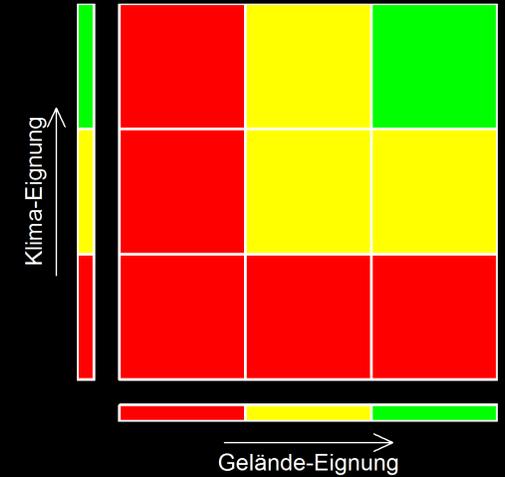
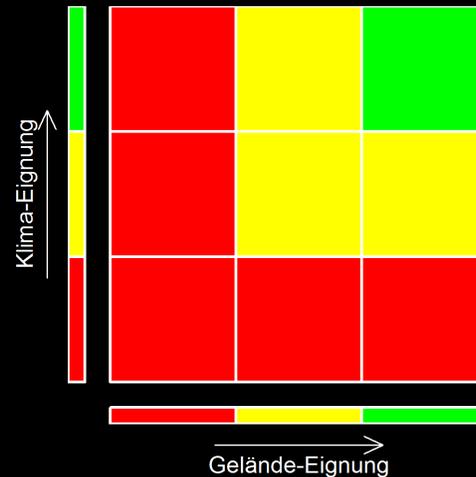


Standortseignung Synthese (III)

- Kombination

- Geländeeignung
 - Klimaeignung
- } kulturspezifisch
- (Nicht-)Eignung organischer Böden für Ackerbau
 - + künftige weitere Eignungskriterien? *

gemäss „Gesetz des Minimums“



* Verfügbarkeit der Geodaten für gesamte Schweiz?

Literatur

Bircher P., Liniger H.P., Prasuhn V., 2018. Aktualisierung und Optimierung der Erosionsrisikokarte (ERK2). Die neue ERK2 (2018). Schlussbericht. Entwurf vom 30.11.2018. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.

Gisler S., Liniger H.P., Prasuhn, V., 2010. Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz im 2x2-Meter-Raster (ERK2). Bericht im Auftrag des BLW, Universität Bern und Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Bern und Zürich, Schweiz. 113 S.

Holzkämper A., Fossati D., Hiltbrunner J. & Fuhrer J., 2015. Spatial and temporal trends in agro-climatic limitations to production potentials for grain maize and winter wheat in Switzerland. *Regional Environmental Change*. 15:109-122.

Kupferschmid P., 2018. Konzeptionierung und Operationalisierung einer aktuellen und schweizweit verwendbaren Berechnungsweise des USLE C-Faktors. Schaffung der inhaltlichen und technischen Grundlagen zur individuellen Integration des C-Faktors in die Erosionsrisikokarte der Schweiz. Masterarbeit. Geographisches Institut der Universität Bern, Abteilung Integrative Geographie.

Prasuhn V., Blaser S., 2018, Der Agrarumweltindikator «Erosionsrisiko». BGS-Bulletin 39.

Schmidt, S., Alewell, C., Panagos, P., and Meusburger, K. (2016): Regionalization of monthly rainfall erosivity patterns in Switzerland, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20, 4359-4373, <https://doi.org/10.5194/hess-20-4359-2016>.

Seibert, J., McGlynn, B. L. n. (2007) "A New Triangular Multiple Flow Direction Algorithm for Computing Upslope Areas from Gridded Digital Elevation Models." *Water Resources Research* 43, no. 4: n/a-n/a. doi:10.1029/2006WR005128.

Swisstopo, 2015. Digitales Landschaftsmodell Vector25. Bundesamt für Landestopographie. Bern, Schweiz.

Swisstopo, 2017a. Topographisches Landschaftsmodell TLM3D. Bundesamt für Landestopographie. Bern.

Swisstopo, 2017b. SwissALTI3d. Bundesamt für Landestopographie. Bern, Schweiz.

Szerencsits E., 2008. Gewässerschonstreifen - wie viel Fläche ist betroffen? *Agrarforschung* 15, 236-238.

Wüst-Galley C., Grünig A., Leifeld J. 2015. Locating Organic Soils for the Swiss Greenhouse Gas Inventory. Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz Tänikon ART, Zürich, Schweiz. 99 S.