

29.08.2013: Fortbildung im Umweltsektor in Rauschholzhausen
„Wasserschutzgebiete, Grundlagen und Problemfelder“

„Modellierung der erosionsbedingten P-Einträge in Gewässer“

Dominik Pecoroni
Justus-Liebig-Universität Gießen
FB07 - Institut für Geographie



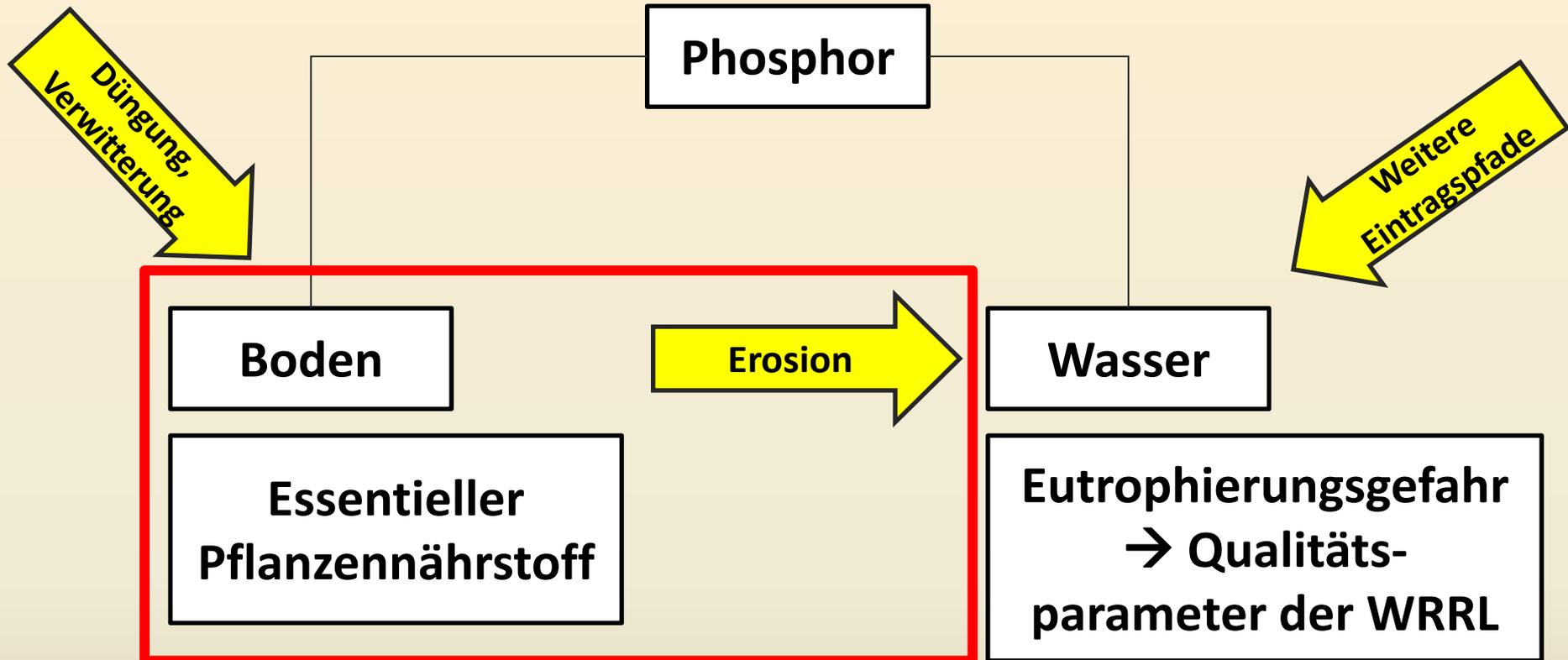
In Kooperation mit: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
(HLUG) – Dezernat G3 Bodenschutz, Bodeninformation, Wiesbaden

Gliederung

1. Einleitung
2. Ziele
3. Phosphor im Oberboden
 - 3.1 Daten und Methodik
 - 3.2 Ergebnisse
4. Eintragsmodellierung
 - 4.1 Daten und Methodik
 - 4.2 Ergebnisse
5. Diskussion
6. Fazit und Ausblick

1. EINLEITUNG

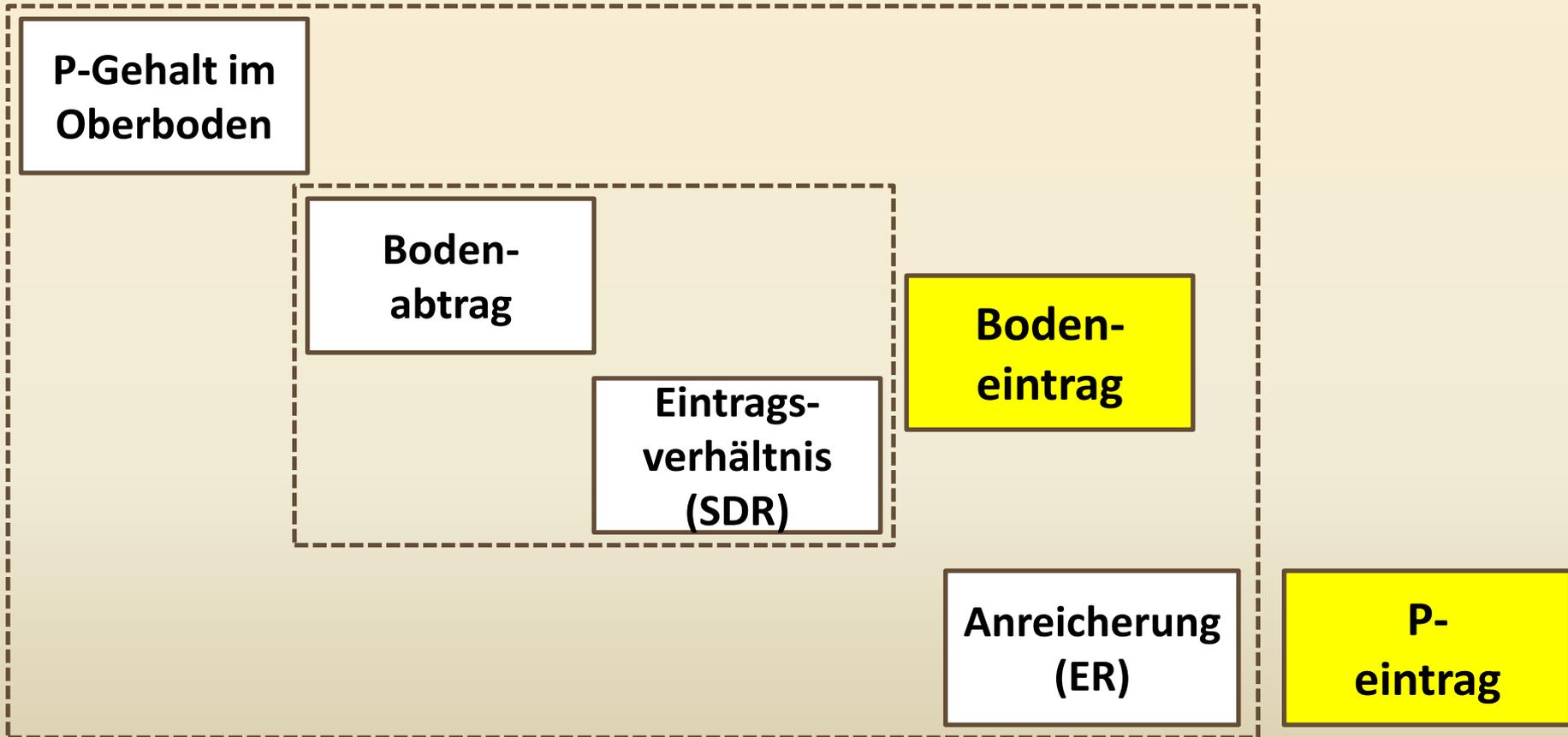
1. Einleitung



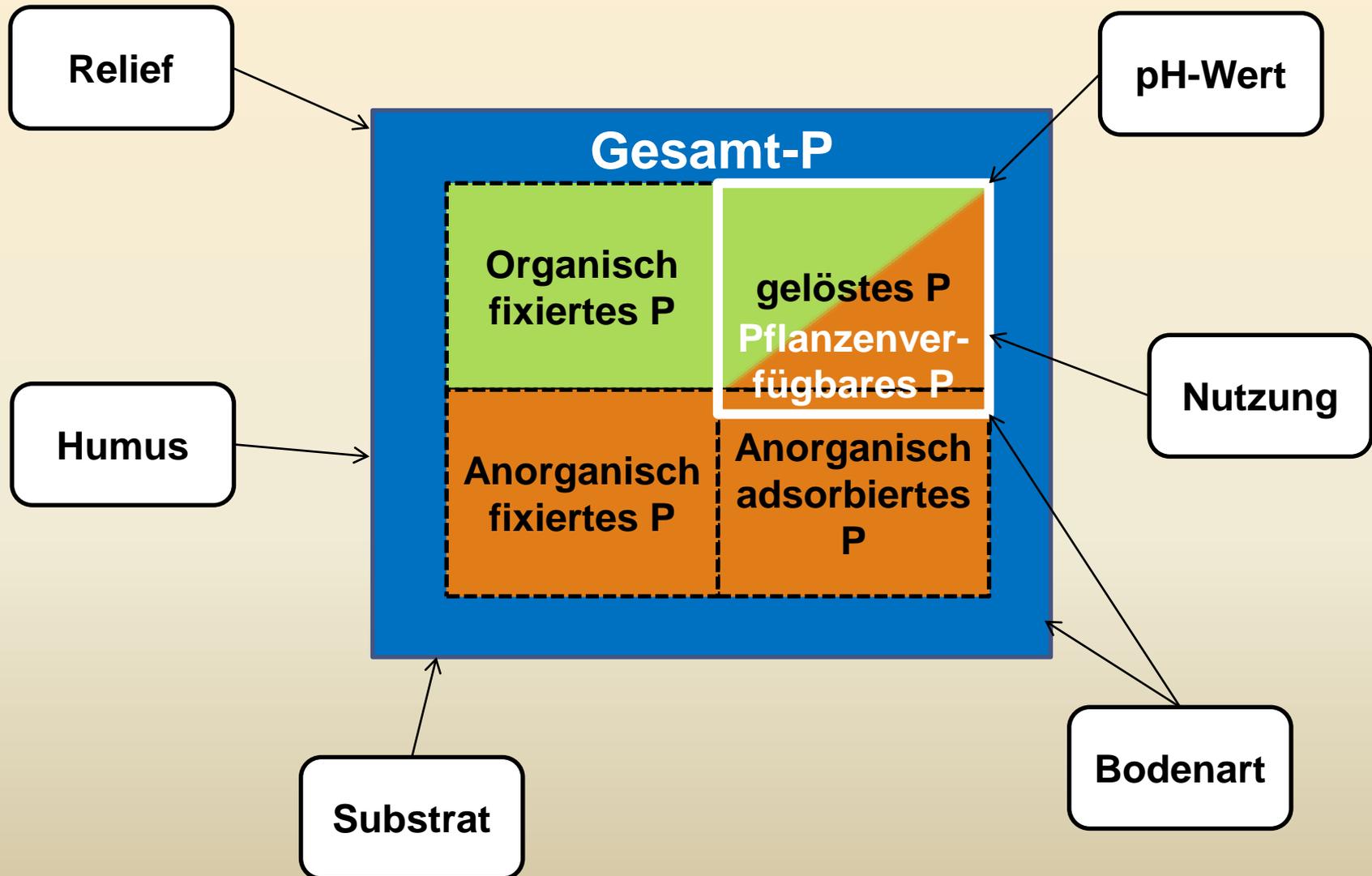
- Verlust von Bodenmaterial und Phosphor auf dem Acker
- Beeinträchtigung der Gewässergüte durch Sedimente und Phosphor

1. Einleitung: Bausteine des P-Eintrags

$$P_{\text{boden}} \times BA \times SDR \times ER = \text{P-Eintrag}$$



1. Einleitung: P-Formen/ Einflussfaktoren



2. ZIELE

2. Ziele

1. Ableitung **regionalisierter P-Gehalte** in Oberböden
2. Identifikation von **hydrologisch angebundenen** Ackerflächen
3. Flächendifferenzierte Berechnung des mittleren, jährlichen Boden-/ **P-Abtrags** und des **Eintrags** in die Gewässer
4. Ermittlung von **Critical Source Areas** des P-Eintrags in Hessen

3. PHOSPHOR IM OBERBODEN

3.1 Daten und Methodik

	Besondere Ernteermittlung BEE	BOFA- Bodenzustandskataster Hessen
Erhebungszeitraum	2009,2010,2011	Überwiegend seit 2000
Probenumfang	n=1913	n=722 (AL: 331; GL: 201; Forst: 187; SK: 3)
Parameter	CAL-extrahierbares Phosphat (= <u>pflanzenverfügbar</u>) → P_2O_{5CAL}	Gesamt-Phosphor nach KW-Extraktion (DIN); oder Gesamt Phosphat (KW-Extrakt) → P_{gesamt}
Art der Probe	Schlagmischprobe (Oberboden)	Horizonteinzelprouben / Tiefenstufeneinzelprouben
Probennahmezeitpunkt	Unmittelbar vor der Ernte	variabel
Nutzung	Ackerflächen (Getreide, Raps)	Unabhängig von Nutzung

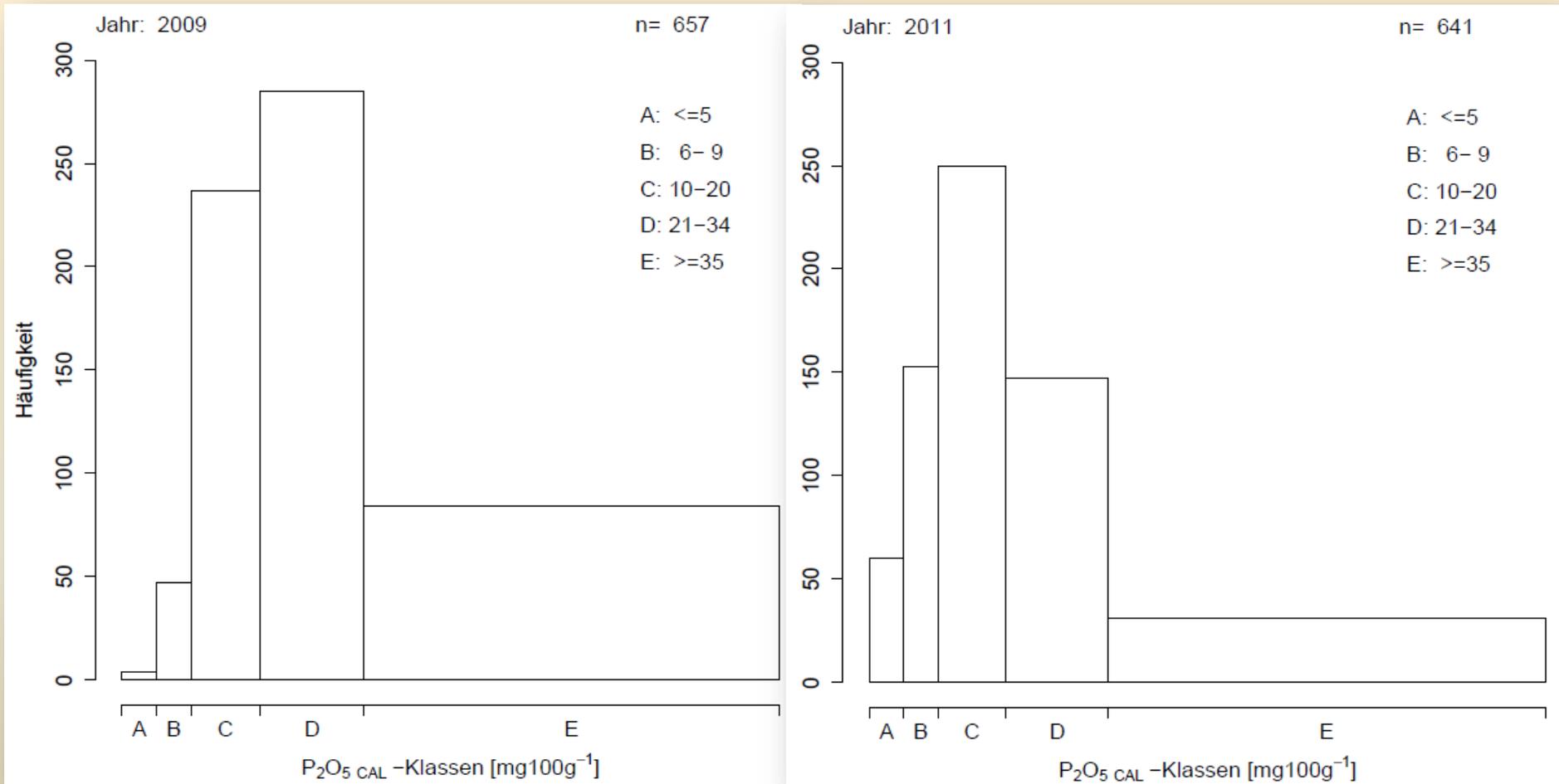


A) Korrelation mit Boden- und Standortparametern?

**B) Mittelwertbildung (Median)
auf WK-Ebene**

**B) Kennwertbildung über
Substratgruppen der BFD50
(nutzungsdifferenziert)**

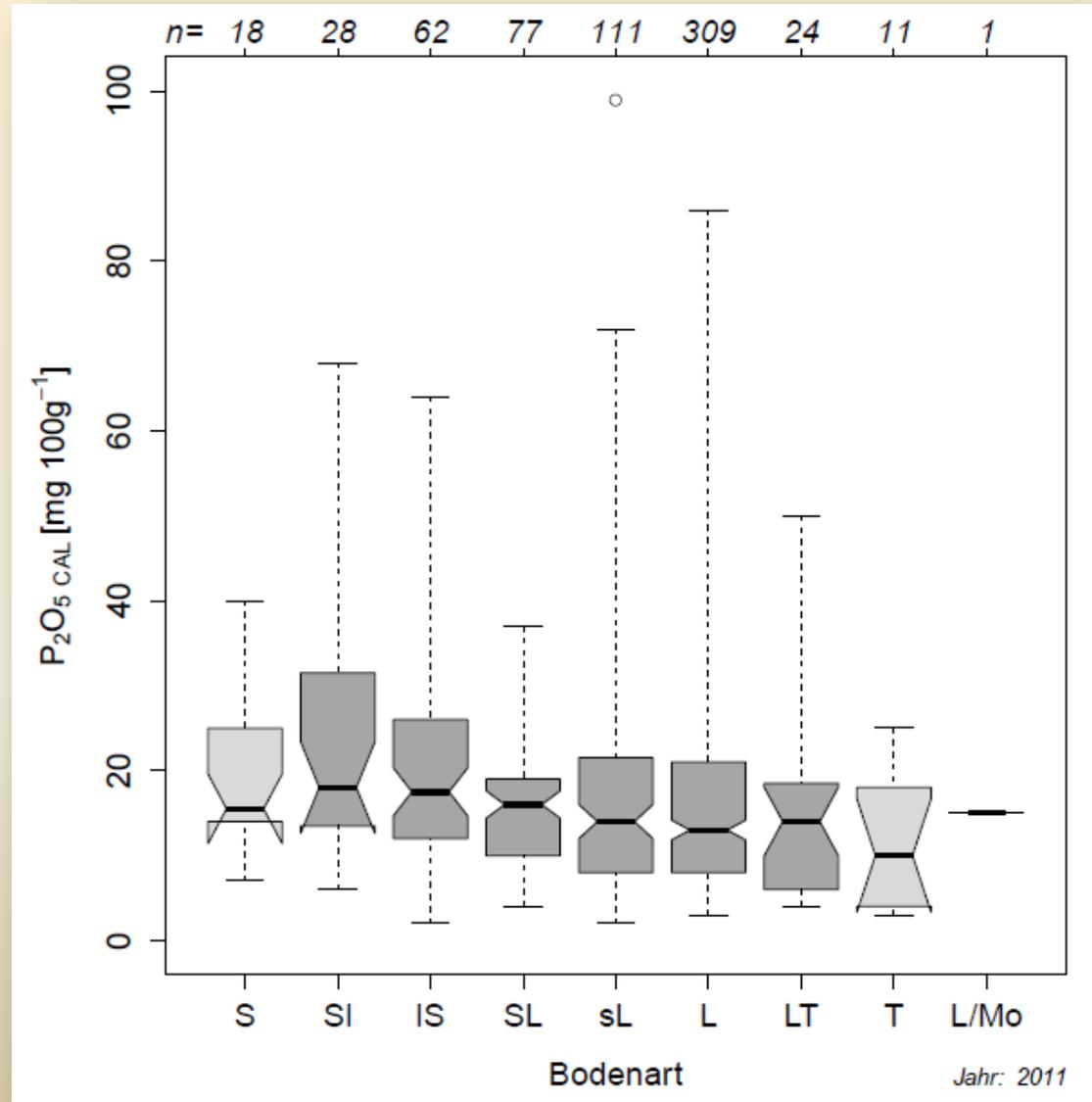
3.2 Ergebnisse: $P_2O_5_{CAL}$ -Gehalte



Quelle: eigene Darstellung
Datengrundlage: Besondere Erntetermine (LLH 2009-2011)

3.2 Ergebnisse: $P_2O_5_{CAL}$ -Gehalte

Beispiel:
Zusammen-
hänge mit der
Bodenart ?



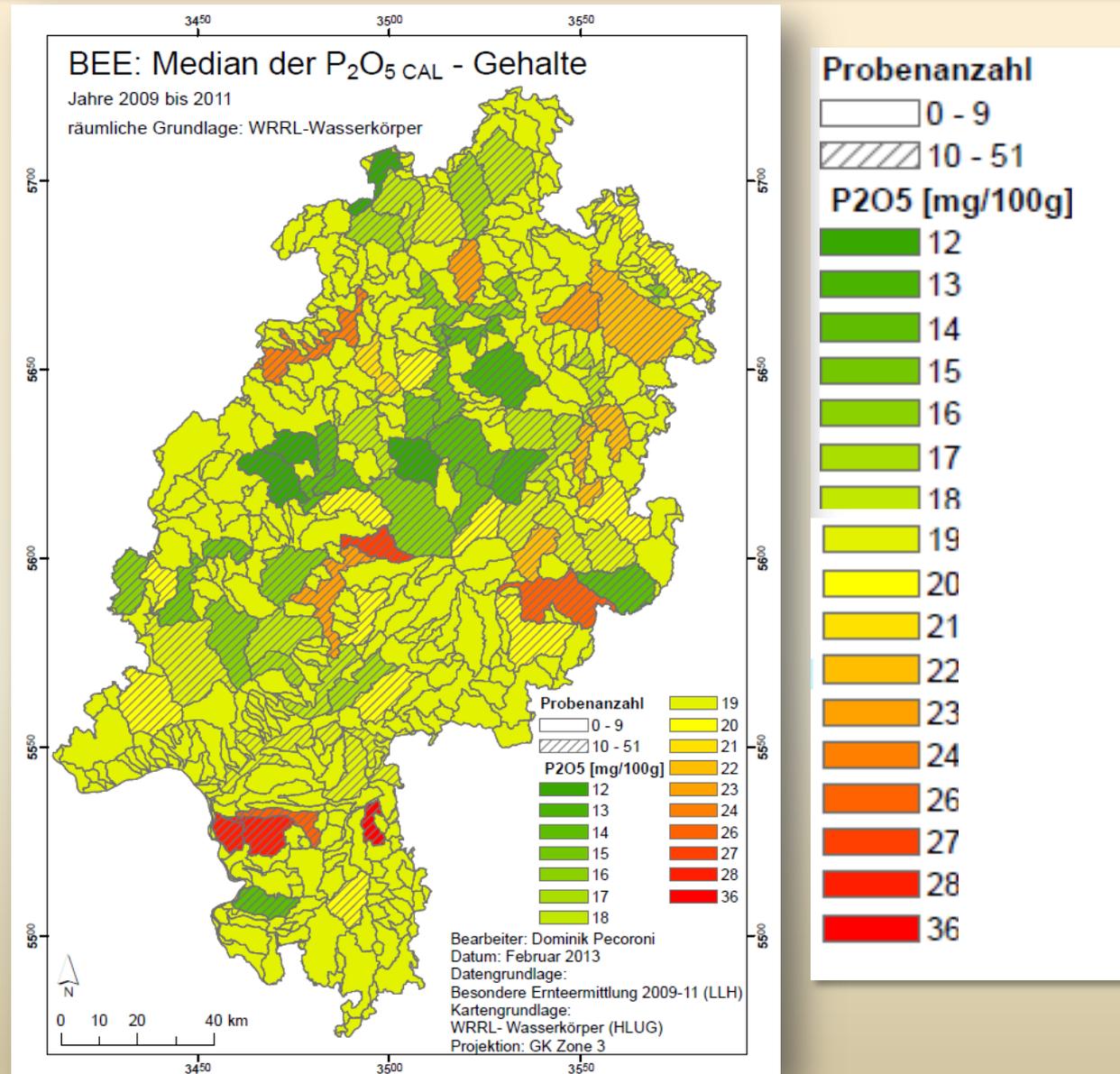
3.2 Ergebnisse: P_2O_{5CAL} -Gehalte

Parameter	Zusammenhang	Ausprägung
Fruchtart	Kein Zusammenhang	
pH-Wert	Schwache Tendenz	Abnahme mit abnehmenden pH
Bodenart	Schwache Tendenz	Abnahme mit zunehmendem Tongehalt
Entstehung	Kein Zusammenhang	
Topographic Wetness Index (TWI)	Kein Zusammenhang	

Fazit: keine ausreichenden Zusammenhänge erkennbar, um Regionalisierung durchzuführen.

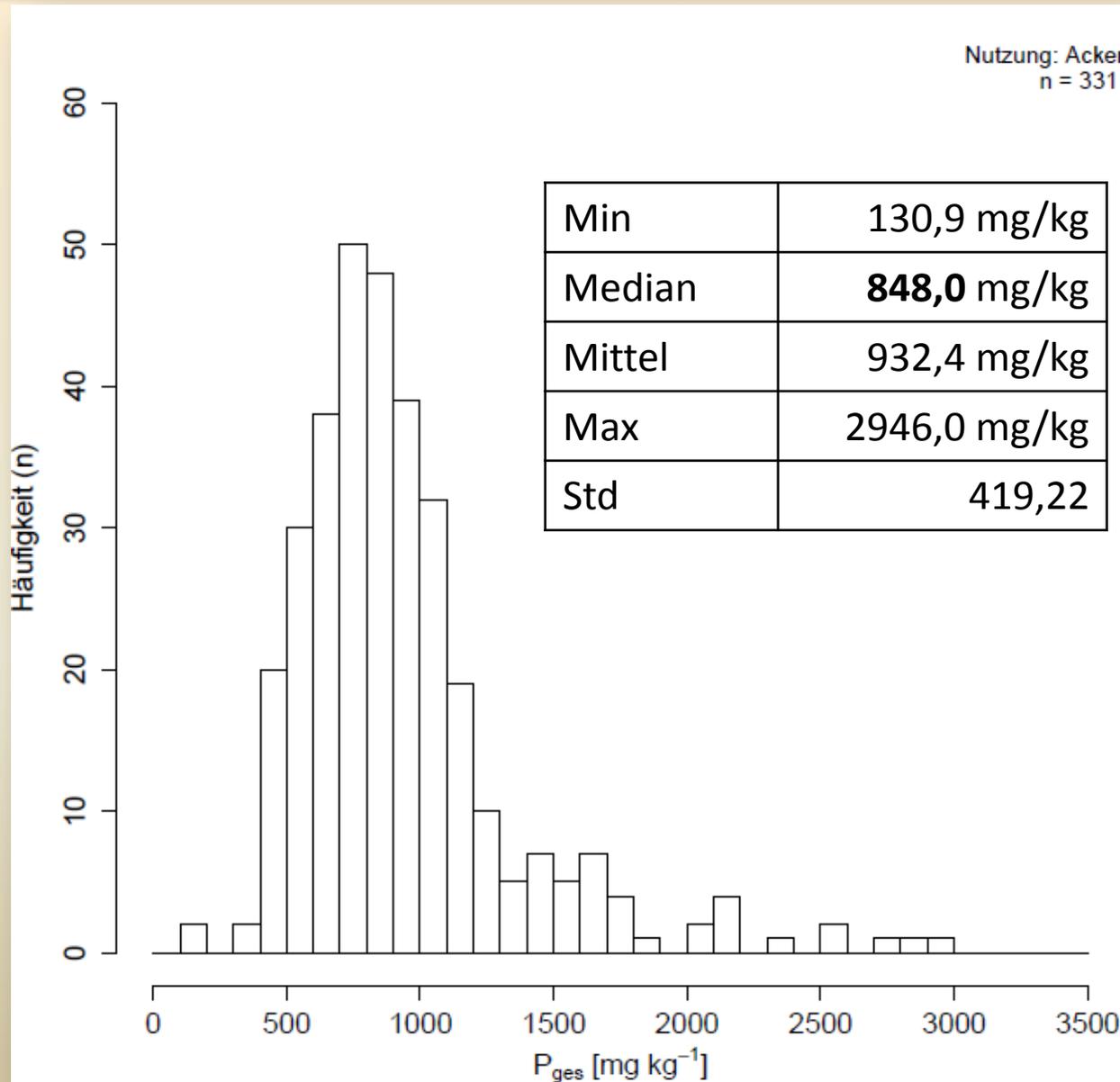
Konsequenz: Medianwerte für Wasserkörper bilden
(Problem: geringe Stichprobenanzahl in einigen WK! -> Hessenmedian)

3.2 Ergebnisse: P₂O₅_{CAL}-Oberbodengehalte



Quelle: eigene Darstellung
 Datengrundlage: Besondere
 Ernteermittlung (LLH 2009-2011)

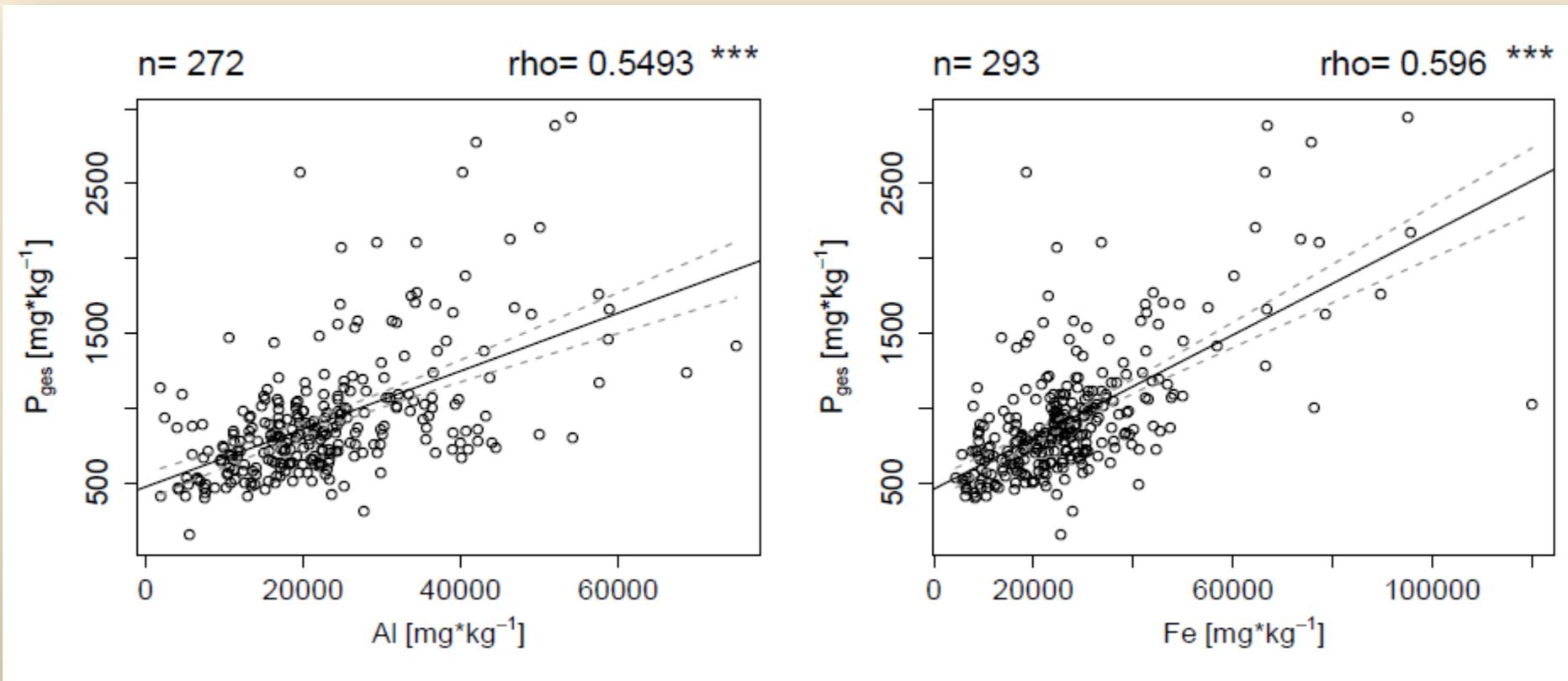
3.2 Ergebnisse: P_{gesamt} -Gehalte



Quelle: eigene Darstellung
Datengrundlage: BZK Hessen (HLUG Stand 9.2012)

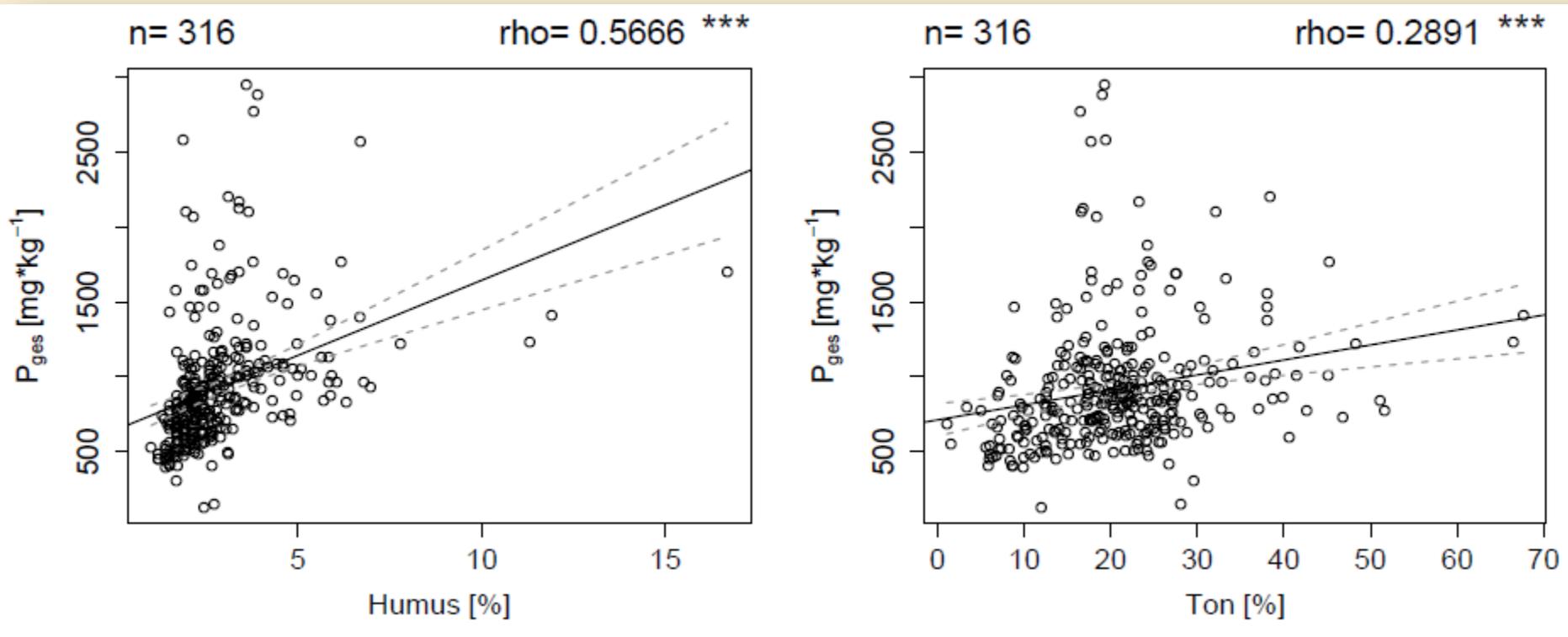
3.2 Ergebnisse: P_{gesamt} -Gehalte

- Zusammenhang mit Aluminium- und Eisengehalt (KW-Extrakt)



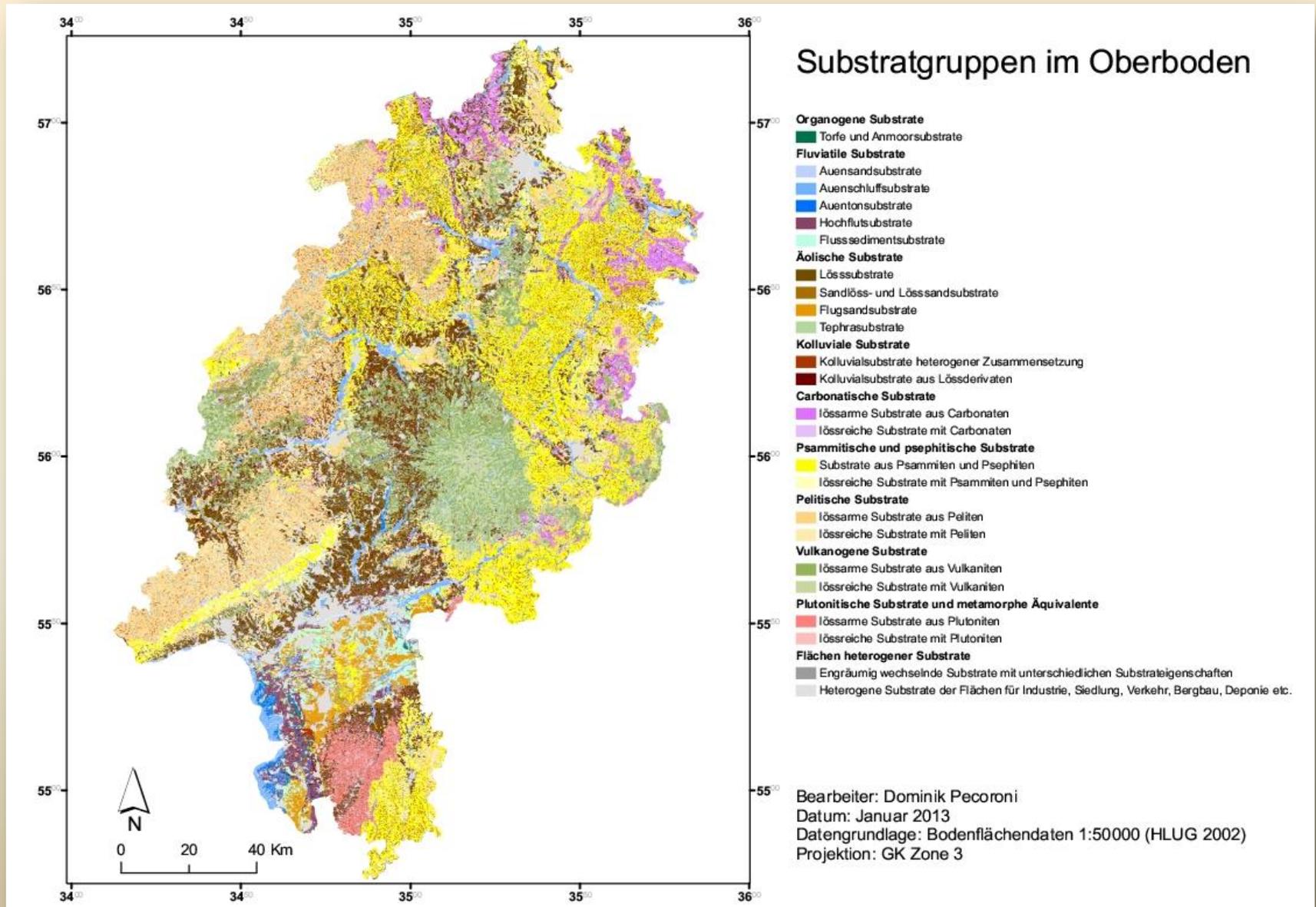
3.2 Ergebnisse: P_{gesamt} -Gehalte

- Zusammenhang mit Ton- und Humusgehalt

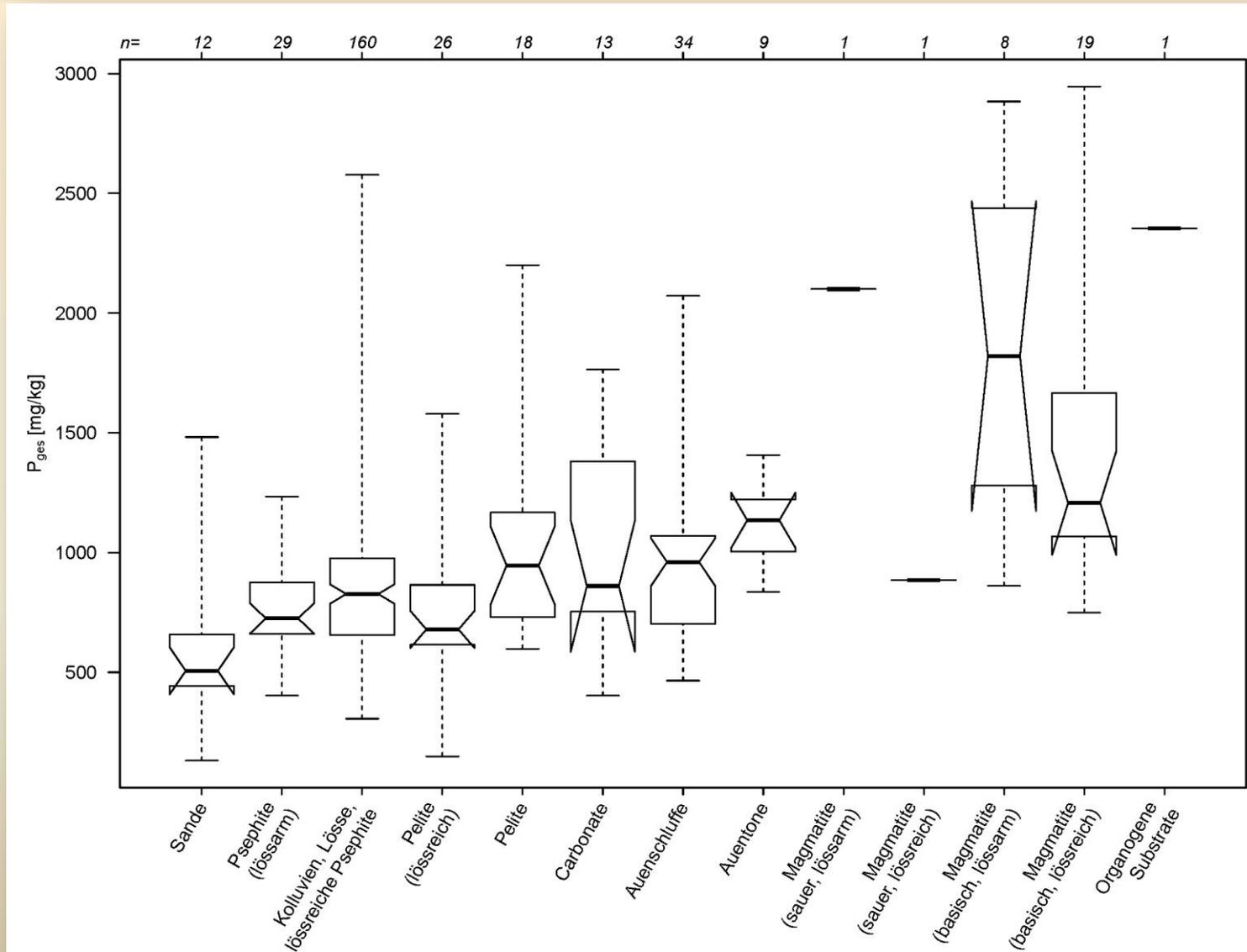


→ Korrelationen zu schwach um multiple Regression zu berechnen.

3.2 Ergebnisse: Substratgruppen

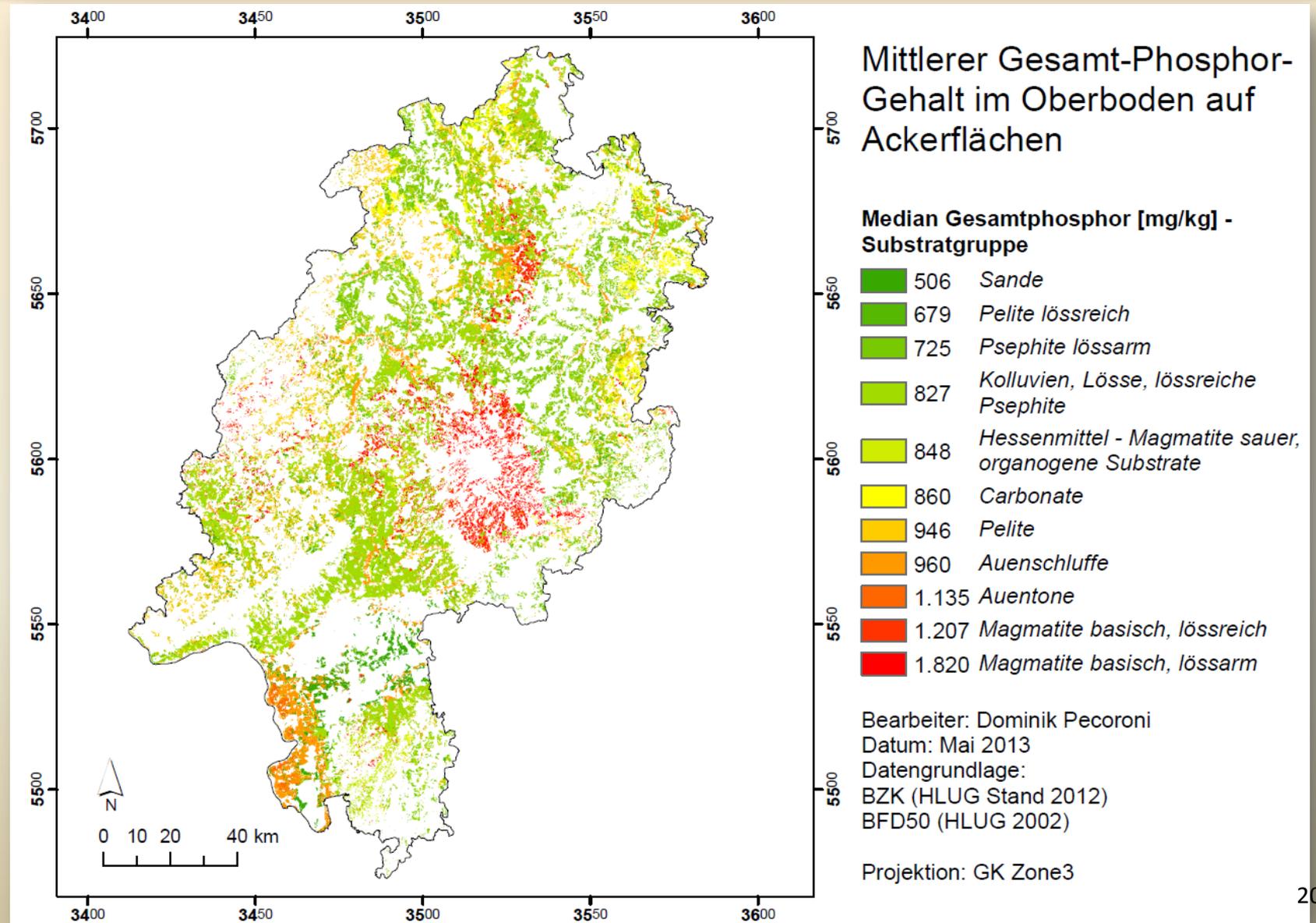


3.2 Ergebnisse: P_{gesamt} / Substratgruppen



Quelle: eigene Darstellung
 Datengrundlage: BZK Hessen (HLUG Stand 9.2012)

3.2 Ergebnisse: P_{gesamt} -Oberbodengehalte



4. EINTRAGSMODELLIERUNG

4.1 Daten und Methodik

**Boden-
abtrag** →

ABAG

Faktoren:

R - Regenerosivität

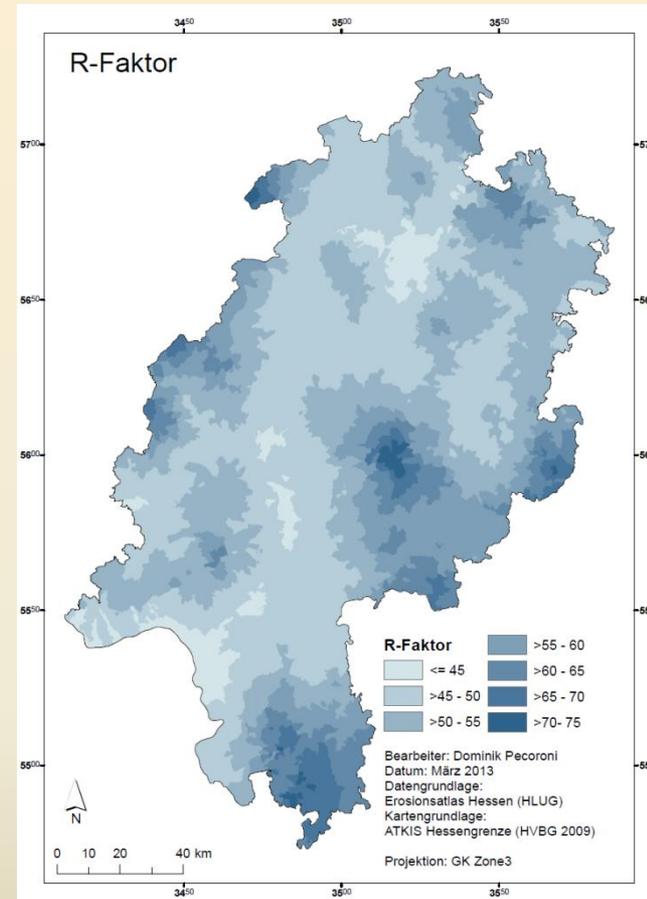
K - Bodenerodierbarkeit

S - Hangneigung

L - Hanglänge

C - Bewuchs

P - Erosionsschutz



4.1 Daten und Methodik

**Boden-
abtrag** →

ABAG

Faktoren:

R - Regenerosität

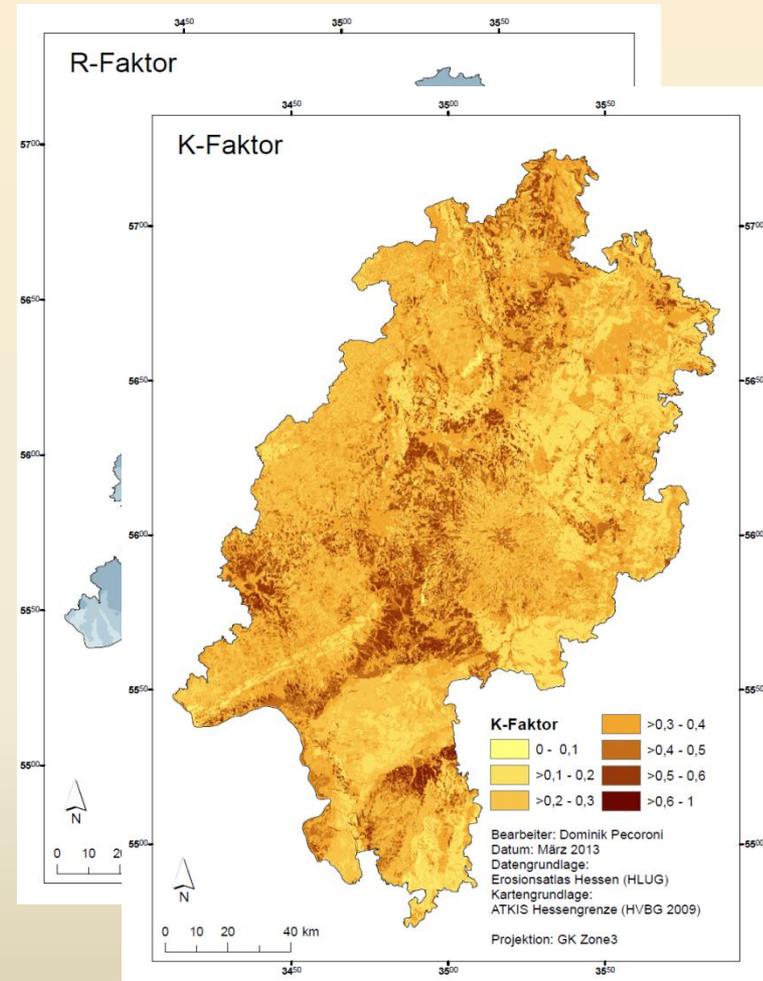
K - Bodenerodierbarkeit

S - Hangneigung

L - Hanglänge

C - Bewuchs

P - Erosionsschutz



4.1 Daten und Methodik

**Boden-
abtrag** →

ABAG

Faktoren:

R - Regenerosität

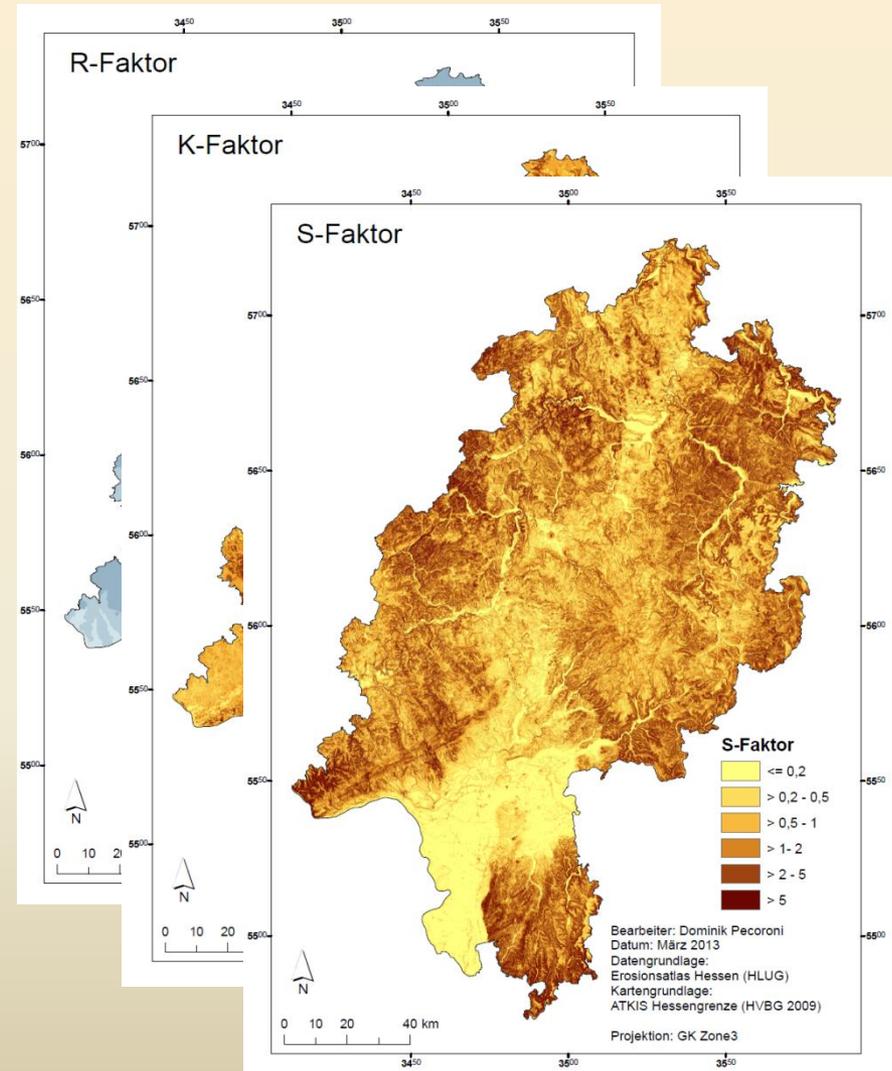
K - Bodenerodierbarkeit

S - Hangneigung

L - Hanglänge

C - Bewuchs

P - Erosionsschutz



4.1 Daten und Methodik

Boden-
abtrag



ABAG

Faktoren:

R - Regenerosivität

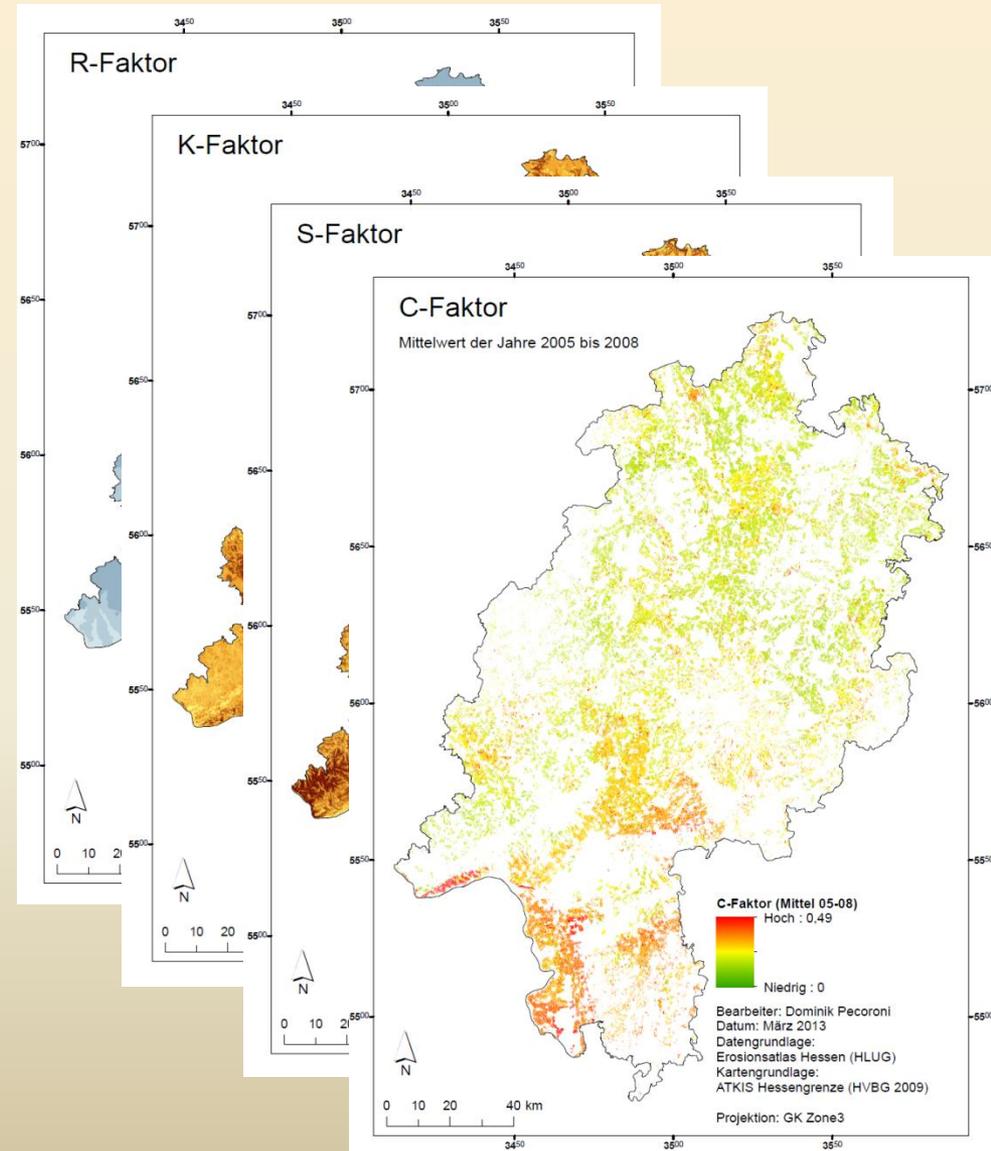
K - Bodenerodierbarkeit

S - Hangneigung

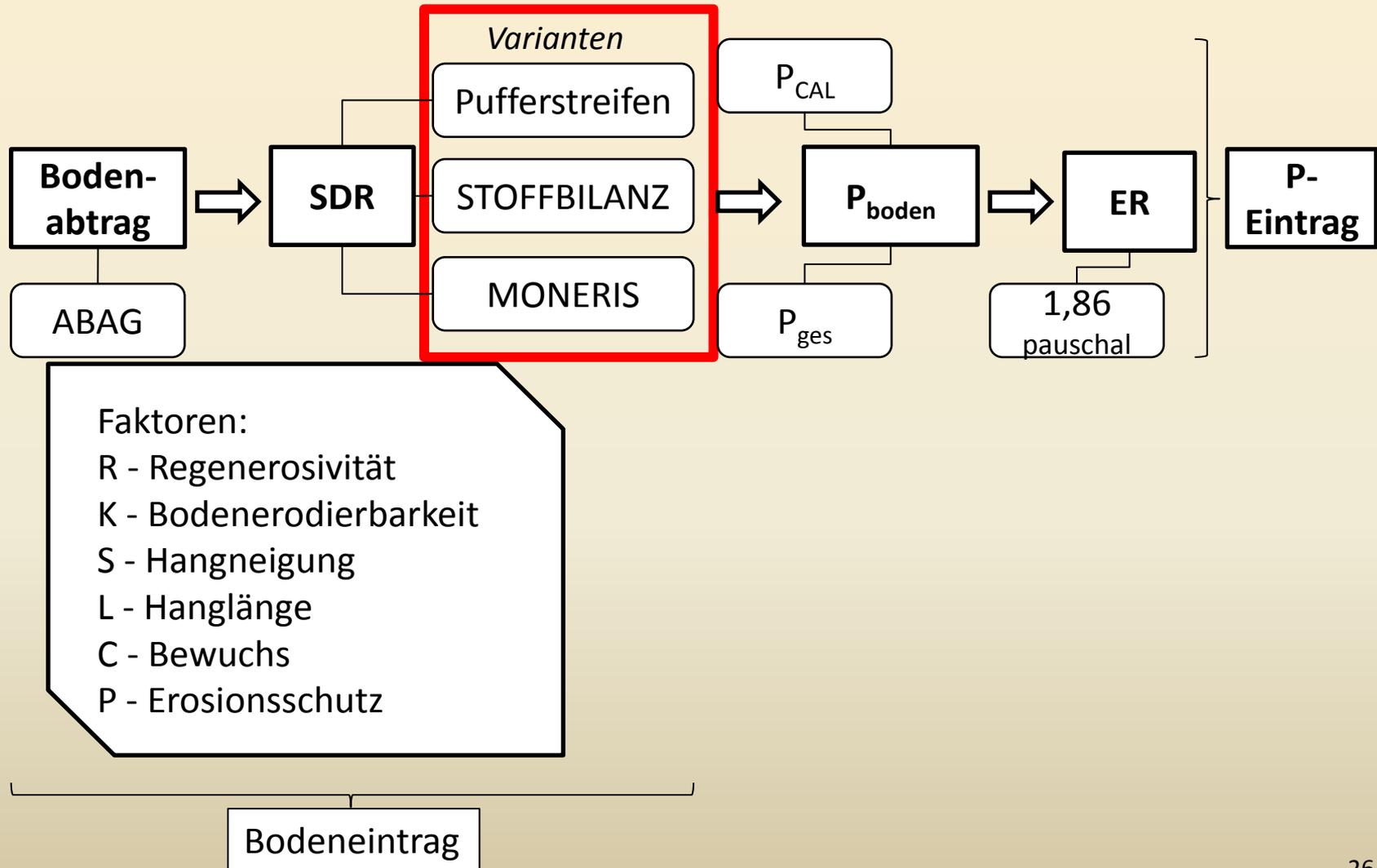
L - Hanglänge

C - Bewuchs

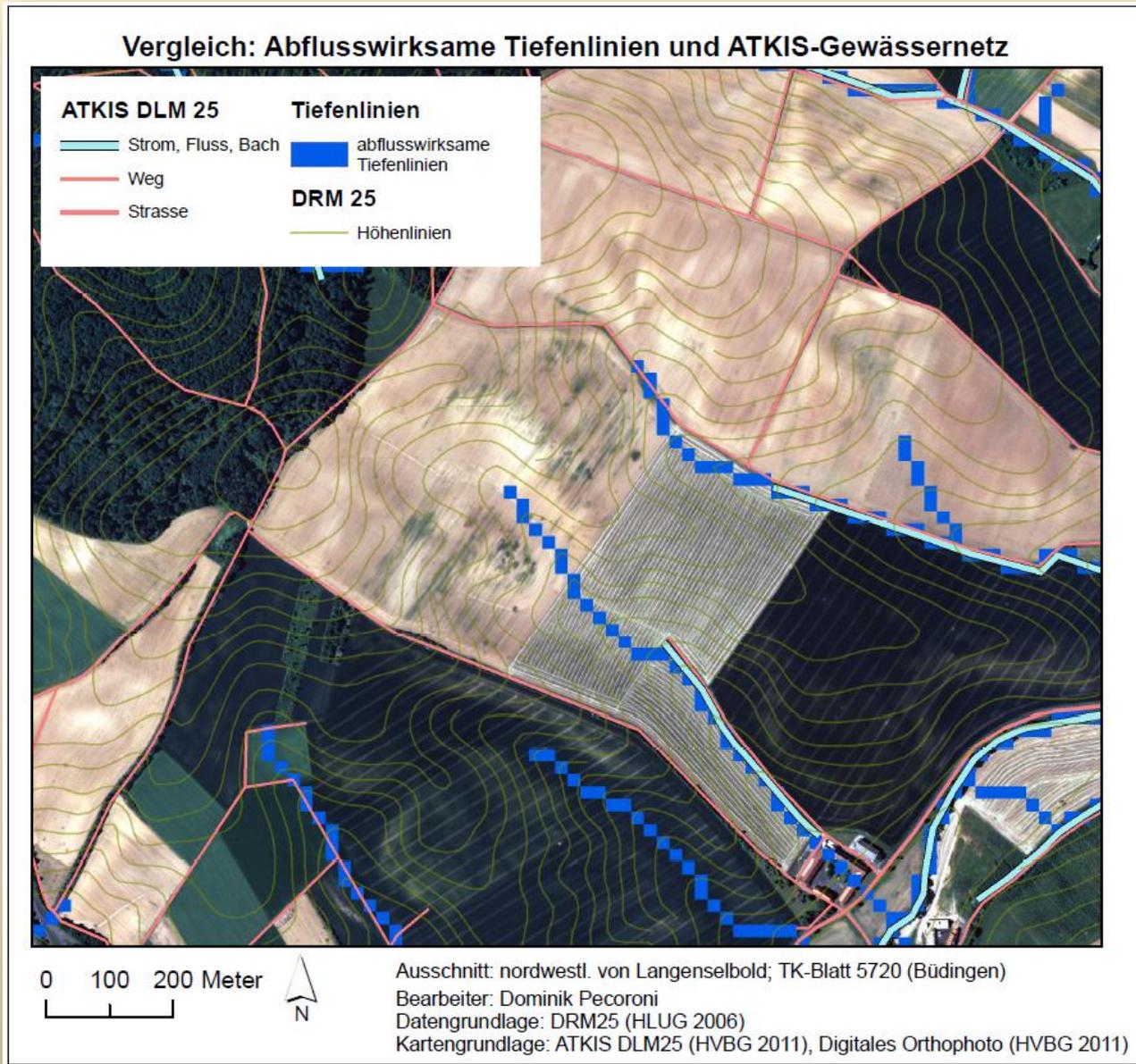
P - Erosionsschutz



4.1 Daten und Methodik



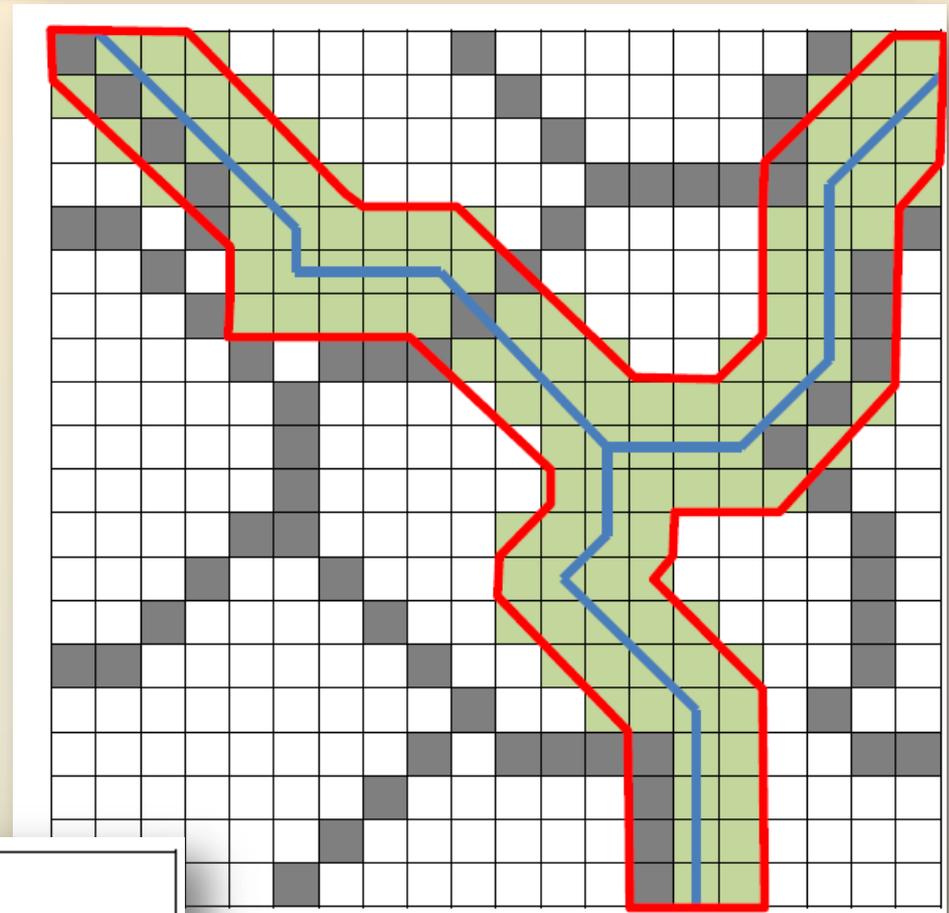
4.1 Methodik: abflusswirksame Tiefenlinien



4.1 Methodik: SDR mit Pufferstreifen

- Streifen 30m rechts/links der Tiefenlinie
- Eintrag = Abtrag im Pufferstreifen

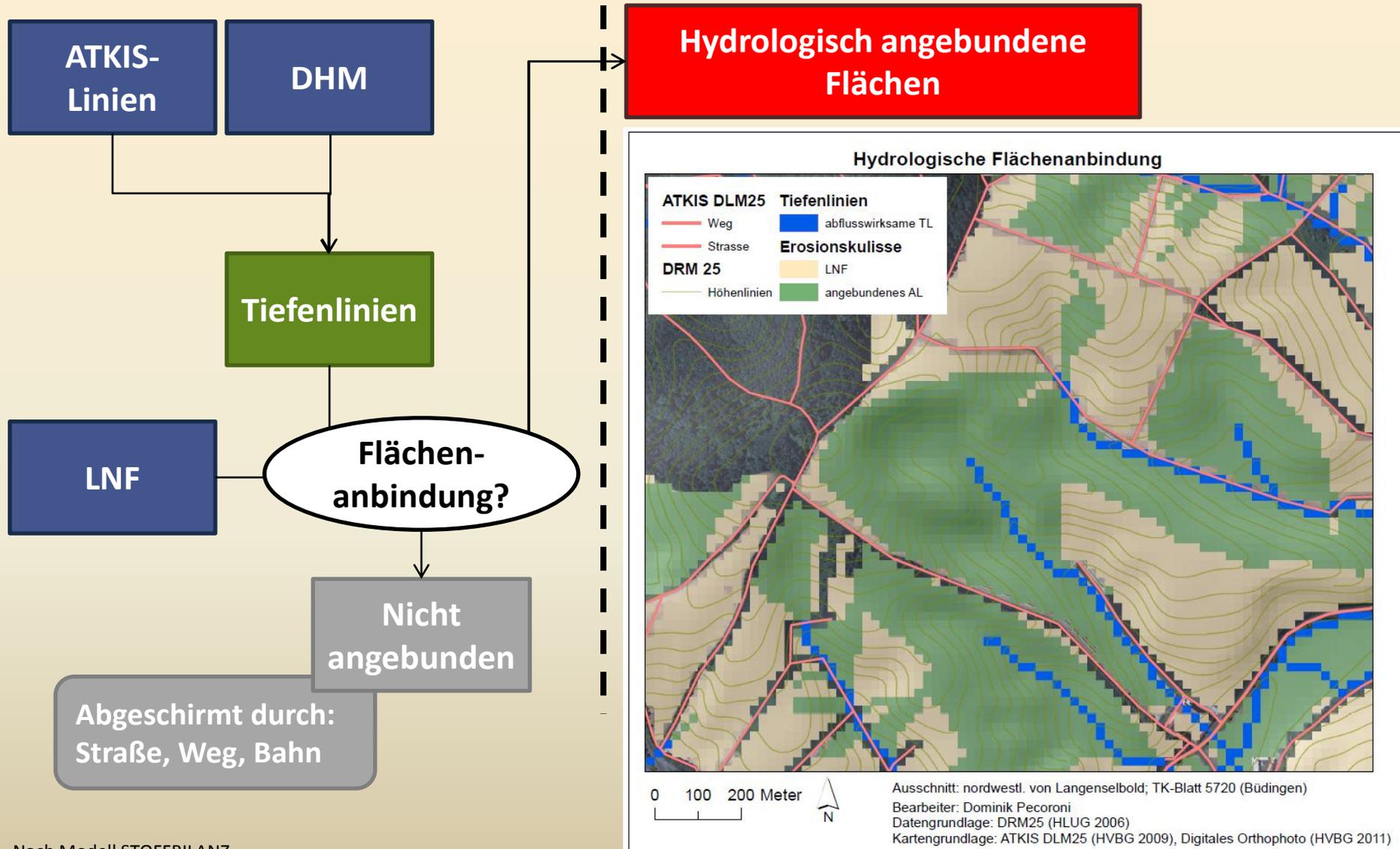
$$\text{SDR} = \frac{\text{Abtrag im Puffer}}{\text{Gesamtabtrag}}$$



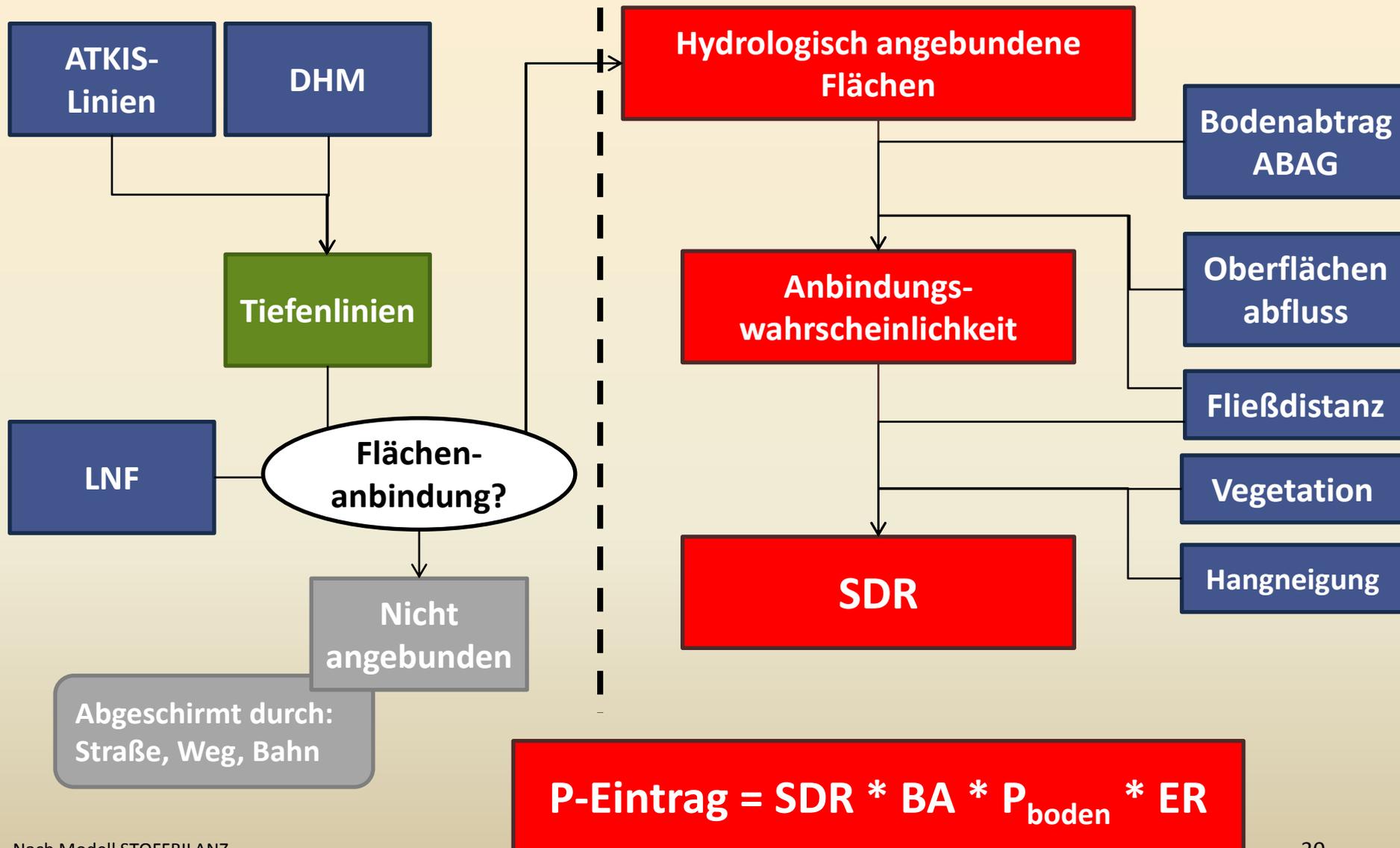
Quelle: eigene Darstellung

	Tiefenlinie
	Puffergrenze
	Weg, Straße, Bahnlinie
	Angeschlossenene LNF
	Nicht angeschlossene LNF

4.1 Methodik: STOFFBILANZ



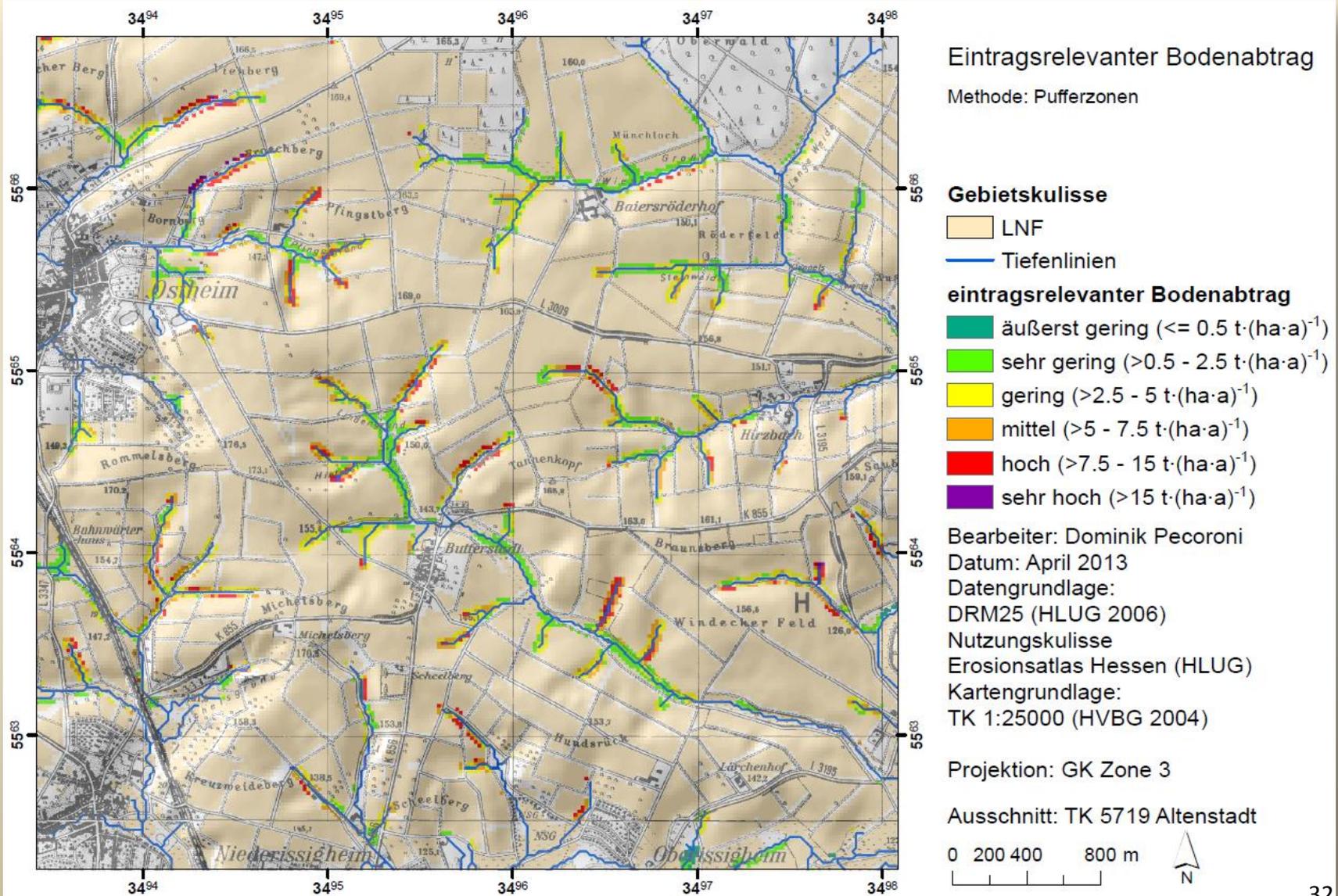
4.1 Methodik: STOFFBILANZ



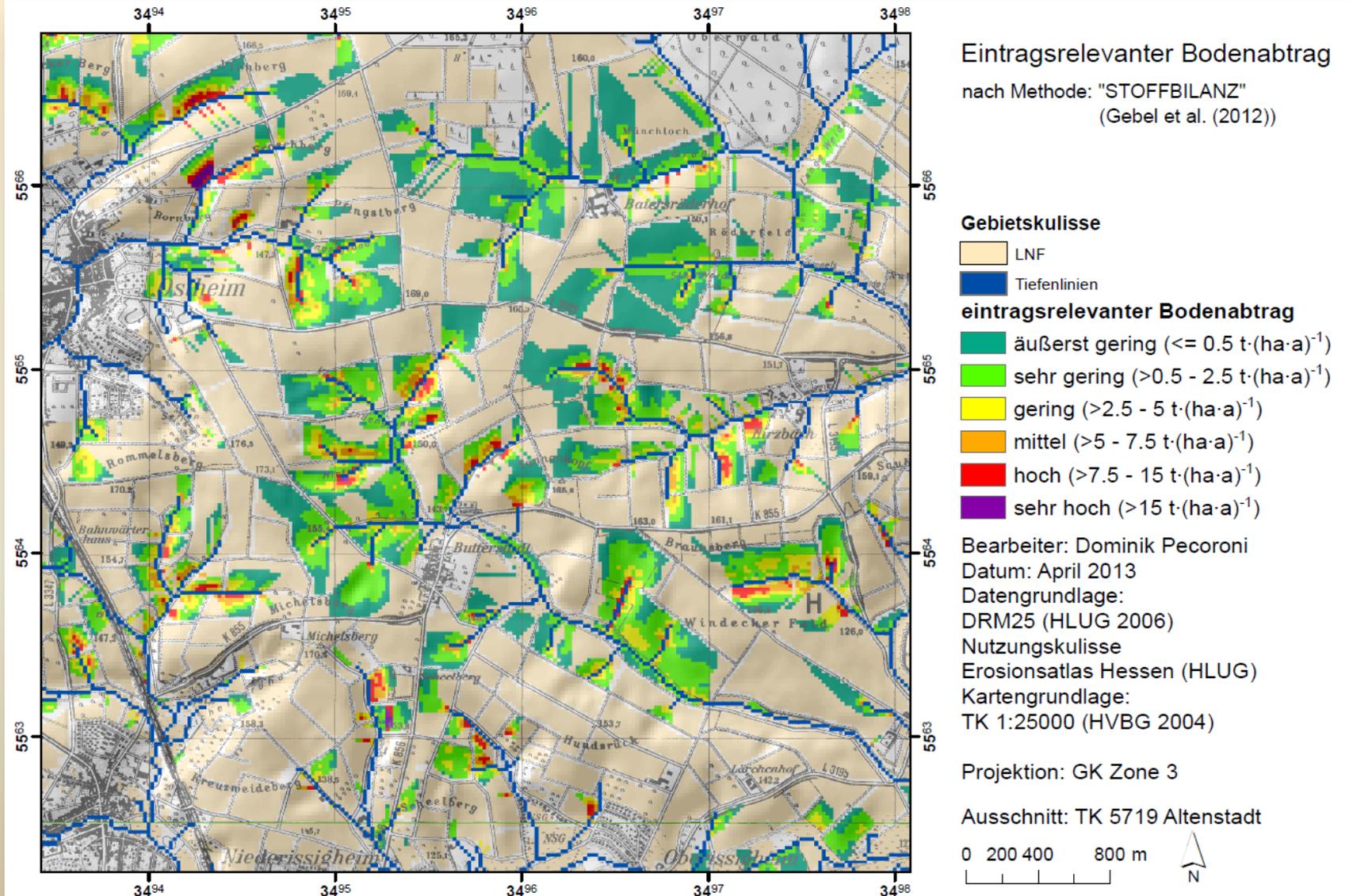
4.1 Methodik: MONERIS

- SDR abgeleitet für Flusseinzugsgebiete aus mittlerer Hangneigung (**SI**) und Ackerfläche (**A_{acker}**)
- $SDR = 0,012 * (SI [\%] - 0.25)^{0,3} * (A_{acker} [\%])^{1,5}$
- *Keine Flächendifferenzierung: ein Eintragsverhältnis pro Einzugsgebiet*

4.2 Ergebnisse: Bodeneintrag - Pufferzonen



4.2 Ergebnisse: Bodeneintrag - STOFFBILANZ



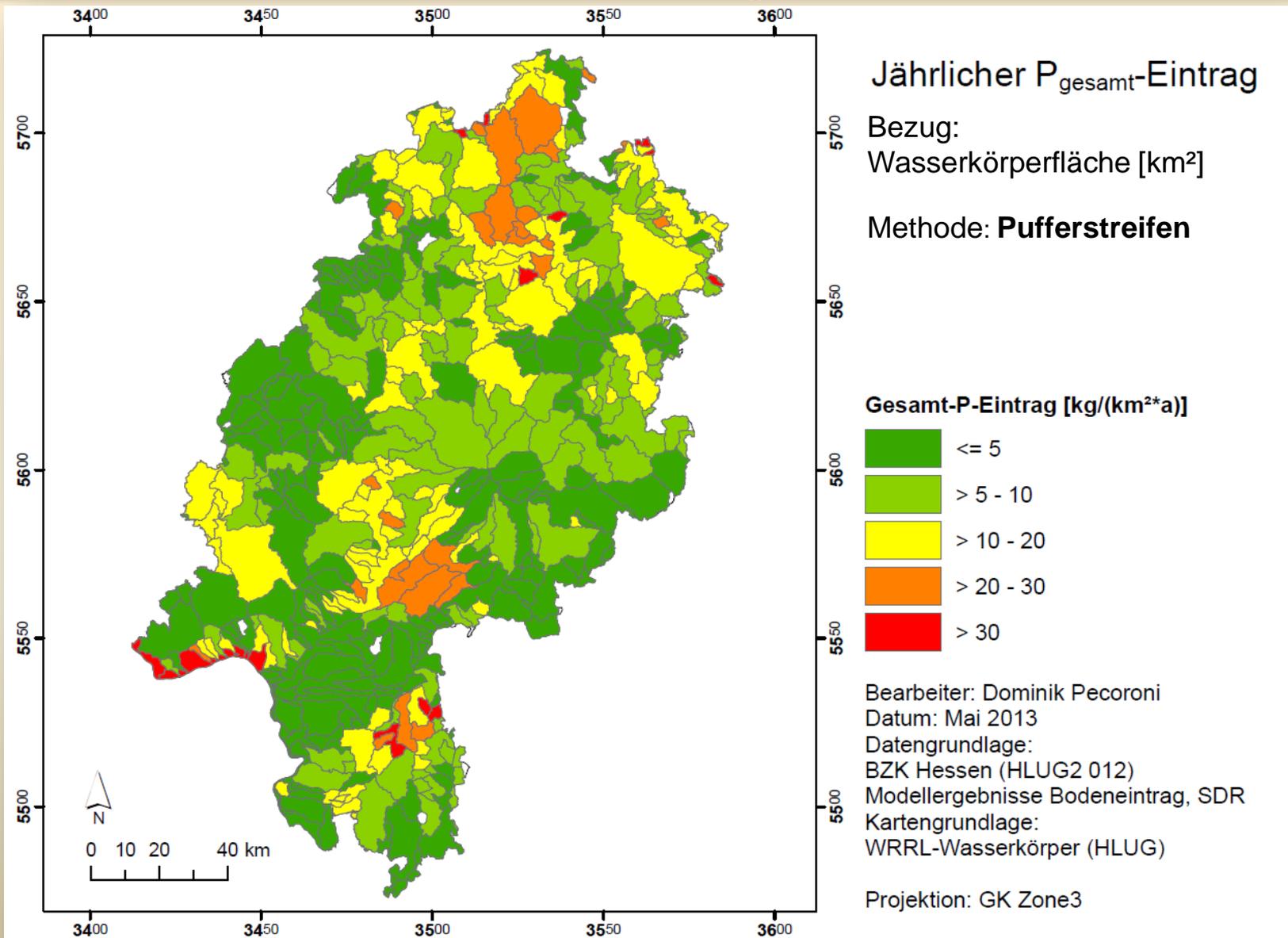
4.2 Ergebnisse: Bodenabtrag/P-Eintrag

Methode	Fläche [ha]	Mittel [t (ha a) ⁻¹]	Summe [t a ⁻¹]	SDR [%]	SAR [%]	P _{gesamt} [t a ⁻¹]	P ₂ O ₅ CAL [t a ⁻¹]
ABAG- Gesamt	415.422,4	2,84	1.177.646,6	100	100	1897,7	

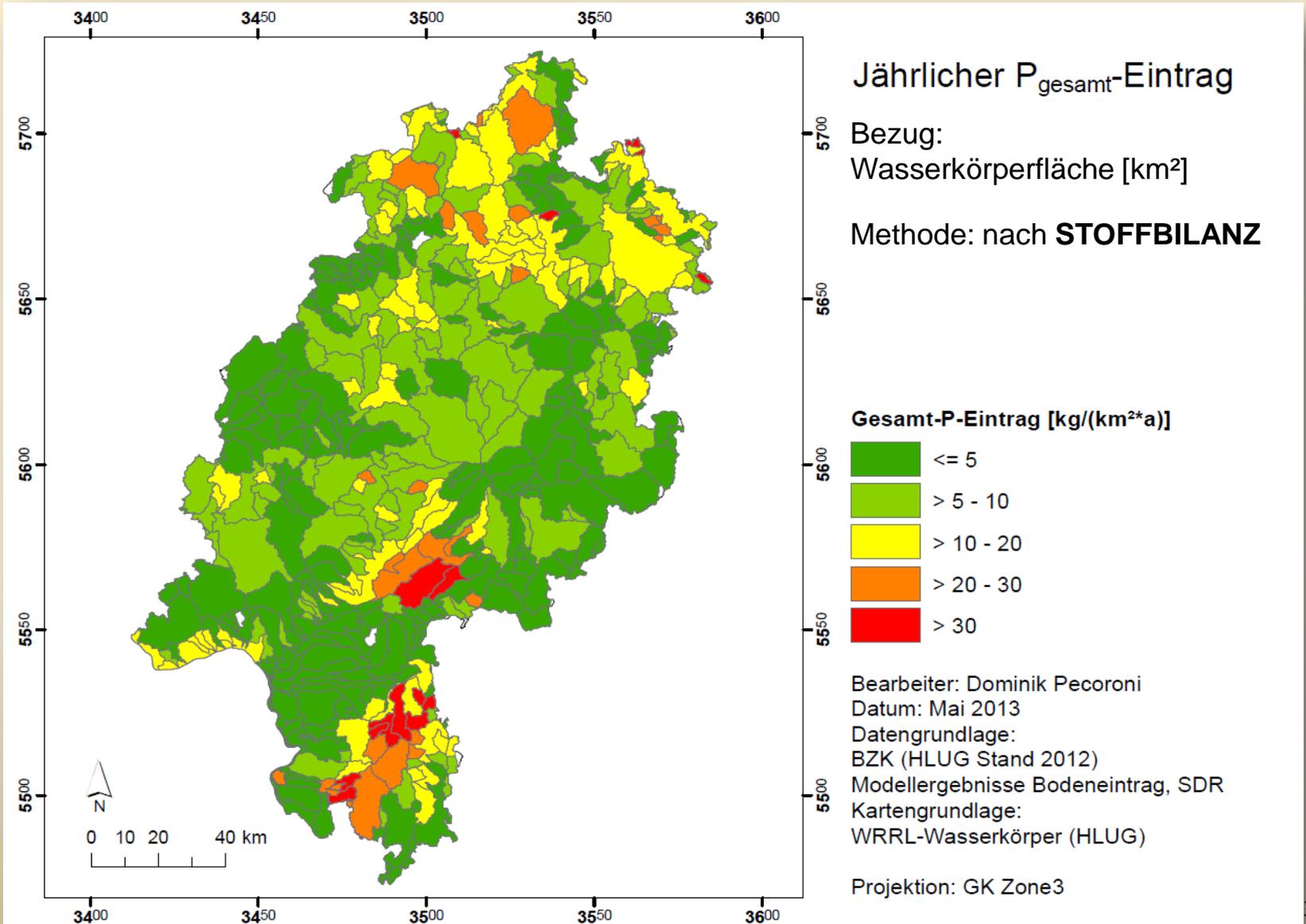
EINTRAG

Pufferzonen (Neuberechnung 2013)	40.358,2	2,64	106.944,4	9,1	9,71	169,2	37,2
STOFFBILANZ	92.216,4	1,14	104.865,5	8,9	22,2	166,1	36,5
MONERIS	-	-	44.093,9	3,7	-	70,3	

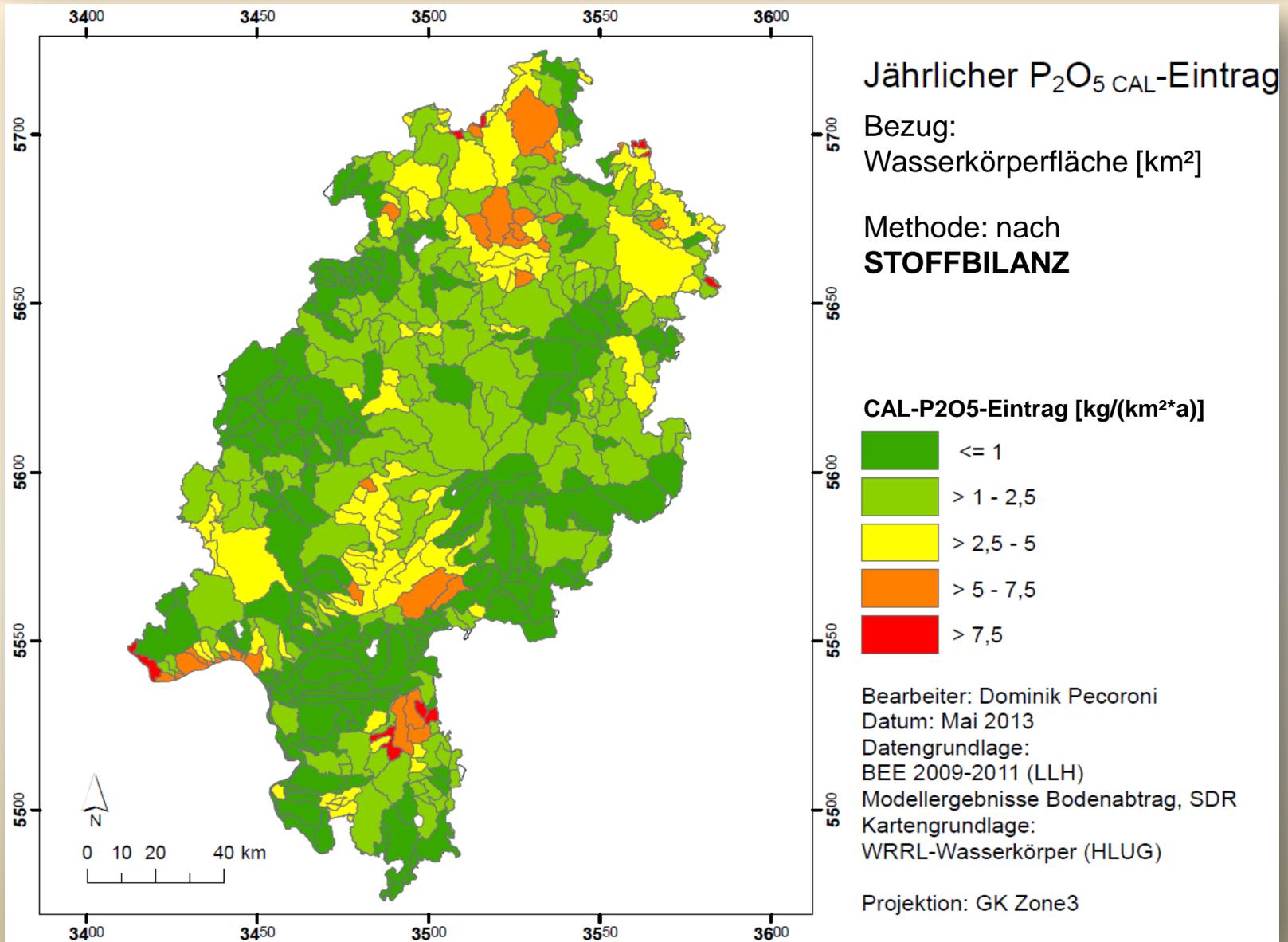
4.2 Ergebnisse: P_{gesamt} -Eintrag



4.2 Ergebnisse: P_{gesamt} -Eintrag



4.2 Ergebnisse: P₂O₅ CAL-Eintrag



4.2 Ergebnisse: P-Eintrag

- Critical Source Areas liegen weitgehend in den lössbetonten, erosionsanfälligen Regionen
- Erosionsgefährdung ist entscheidender für Eintragssumme als P-Gehalte
- Alle Modelle liefern ähnliche CSA auf WK-Ebene (ähnliche Flächenmuster)

5. DISKUSSION

5. Diskussion: P-Gehalte

- P_2O_5 CAL:
 - Abnehmende Gehalte in den drei Jahren mit Tendenz zum Versorgungsoptimum
 - Fehlende Zusammenhänge zu Bodenparametern
 - Bewirtschaftungseffekte (Düngung)
 - Starke zeitliche Variabilität der pflanzenverfügbaren P-Fraktion
 - Eingeschränkte Langfristaussage
 - Nur Getreidestandorte
 - Kurze Zeitspanne der Daten
- P_{gesamt} :
 - Werte auf zu erwartendem Niveau
 - Substratabhängigkeit trotz anthropogener Einflüsse

5. Diskussion: Eintragsmodellierung

- Modellergebnisse STOFFBILANZ und Pufferzonen liefern sehr ähnliche quantitative Ergebnisse
- Validierung der Eintragssummen noch nicht möglich
- SDR und SAR sind aber mit anderen Studien vergleichbar
- Flächenanbindung (Tiefenlinien) ist entscheidender Faktor
 - Problem: direkte und indirekte Anbindung
 - Abstraktion durch Rasterauflösung und Pauschalannahmen
- Übertragbarkeit der Modelle?
 - z.B. MONERIS nur für großmaßstäbige Abschätzung konzipiert

6. FAZIT UND AUSBLICK

6. Fazit und Ausblick

- Regionalisierte P-Gehalte:
 - Substratabhängigkeit des P_{gesamt} -Gehaltes
- Hydrologische Flächenanbindung von abflusswirksamen Tiefenlinien und Relief abhängig
- Hot Spots des P-Eintrags in erosionsgefährdeten Gebieten
 - Modelle liefern vergleichbare Flächenaussage, aber qualitativ unterschiedlich differenziert
- Ausblick:
 - Grundlage für neue Maßnahmenkulisse?
 - Validierung der Eintragssummen
 - Test von höher aufgelösten Höhenmodellen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Auswahl relevanter Literatur

- BEHRENDT, H., HUBER, P., OPITZ, D., SCHMOLL, O., SCHOLZ, G. & UEBE, R. (1999): Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. Umweltbundesamt (Hrsg.): UBA Texte 75/99.
- BLUME, H.-P., BRÜMMER, G. W., HORN, R., KANDELER, E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETZSCHMAR, R., STAHR, K., WILKE, B.-M., THIELE-BRUHN, S. & WELP, G. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag).
- BUG, J. & MOSIMANN, T. (2011): Modellierung des Gewässeranschlusses von erosionsaktiven Flächen. Entwicklung und Anwendung eines GIS-gestützten Modells in Niedersachsen und der Nordwestschweiz. – Naturschutz und Landschaftsplanung 43 (3): 77–84.
- GEBEL, M., HALBFASS, S., BÜRGER, S. & UHLIG, M. (2012): STOFFBILANZ. Modellerläuterung. Gesellschaft für Angewandte Landschaftsforschung (Hrsg.). Dresden
- HALBFASS, S. & GRUNEWALD, K. (2003): Räumliche Variabilität der Phosphorgehalte im Oberboden landwirtschaftlich genutzter Flächen in kleinen Einzugsgebieten. - Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166 (2): 197–203.
- HALBFASS, S. (2005): Entwicklung eines GIS-gestützten Modells zur Quantifizierung diffuser Phosphoreinträge in Oberflächengewässer im mittleren Maßstab unter Berücksichtigung geoökologisch wirksamer Raumstrukturen – Beiträge zur Landschaftsforschung BzL 1. Berlin (Rhombos-Verlag).
- KERSCHBERGER, M., HEGE, U. & JUNGK, A. (1997): Standpunkt - „Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf“. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.) Darmstadt.
- PECORONI, D. (2013): Auswertungen zu Phosphorgehalten aus Bodenbestandsdaten in Hessen und Vergleich methodischer Ansätze zur Modellierung des P-Eintrags in Fließgewässer über Bodenerosion. Diplomarbeit. Universität Gießen.
- SHARPLEY, A. N., DANIEL, T. C. & EDWARDS, D. R. (1993): Phosphorus Movements in the Landscape. - Journal of Production Agriculture 6 (4): 492–500.
- SHARPLEY, A. N. & REKOLAINEN, S. (1997): Phosphorus in Agriculture and its Environmental Implications. In: TUNNEY, H., CARTON, O., BROOKES, P. & JOHNSTON, A. (Hrsg.): Phosphorus Loss from Soil to Water. Oxon und New York (CAB International).
- TETZLAFF, B., SCHREINER, H., VEREECKEN, H. & WENDLAND, F. (2009): Modellgestützte Analyse signifikanter Phosphorbelastungen in hessischen Oberflächengewässern aus diffusen und punktuellen Quellen – Schriften des Forschungszentrums Jülich 29. Jülich.