



# THEMENHEFTE VORSORGENDER BODENSCHUTZ

Berechnung der Bodenkohlenstoffvorräte auf  
Basis der Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50)





# THEMENHEFTE VORSORGENDER BODENSCHUTZ

Berechnung der Bodenkohlenstoffvorräte auf  
Basis der Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50)

## IMPRESSUM

Titel:	Themenhefte Vorsorgender Bodenschutz, Heft 4: Berechnung der Bodenkohlenstoffvorräte auf Basis der Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50)
Herausgeber:	Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) Emy-Roeder-Straße 5 55129 Mainz  Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (RLP KK) Hauptstraße 16 67705 Trippstadt
ISSN:	2509-4785
Bearbeitung:	Tilman Sauer (RLP KK) Thomas Wiesner (LGB)
Fotos:	s. S. 40
Titelbild:	Kohlenstoffvorräte in der Tiefenstufe 0-30 cm (mit Auflagehorizonten)
Textsatz, Gestaltung:	Thomas Wiesner (LGB)
Druck:	LM Druck + Medien GmbH, Freudenberg

© 2021

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

# INHALT

	Vorwort.....	5
1	Einleitung.....	6
2	Bisherige Berechnungen zum Bodenkohlenstoffvorrat in Rheinland-Pfalz .....	7
3	Bodenflächendaten 1:50.000.....	8
3.1	Datenaufbereitung und Datenplausibilisierung .....	8
3.2	Berechnung des Feinbodenvorrats.....	11
3.3	Berechnung der Bodenkohlenstoffgehalte und -vorräte .....	13
4	Bilanzierungen .....	16
4.1	Kohlenstoffgehalte der BFD50-Leitbodenformen nach Nutzungen.....	16
4.2	Kohlenstoffvorräte der BFD50-Leitbodenformen nach Bodentypen .....	18
4.3	Kohlenstoffvorräte auf Basis der nutzungsdifferenzierten BFD50 .....	18
4.4	Kohlenstoffvorräte in einzelnen Naturräumen von Rheinland-Pfalz.....	23
5	Vergleich mit Daten anderer Länder.....	25
6	Vulnerable Regionen in Rheinland-Pfalz .....	27
7	Karten der Kohlenstoffvorräte auf dem Mapserver des LGB .....	28
8	Literatur .....	29
	Kartenanhang.....	32
	Bildernanhang.....	37



# VORWORT

Im Zuge der Diskussionen um den Klimawandel sind nicht nur die Emissionen von Treibhausgasen, allen voran Kohlendioxid, von Bedeutung, sondern auch die weltweiten Kohlenstoffspeicher. Im Fokus stehen hierbei zunehmend die Böden. Denn sie sind nicht nur ein zentrales Element im globalen Kohlenstoffkreislauf, sondern auch der weltweit größte terrestrische Speicher für organischen Kohlenstoff. Mit geschätzten 1.500-2.400 Gigatonnen ist im Boden etwa dreimal so viel Kohlenstoff gespeichert wie in der Atmosphäre (IPCC 2013).

Ein aktueller Beleg für die Bedeutung des Bodens als terrestrischer Kohlenstoffspeicher ist die 4-Promille-Initiative Frankreichs. Hierbei geht es darum, durch humusaufbauende Landwirtschaft den Kohlenstoffgehalt in den Böden langsam zu erhöhen, um dadurch der Atmosphäre Kohlenstoff zu entziehen.

Grundlage für alle Überlegungen dieser Art sind valide Schätzungen zum Ist-Zustand der im Boden gespeicherten Kohlenstoffmengen. Konkrete Maßnahmen oder Modellierungen sind nur dann möglich, wenn gesicherte Daten zu den Kohlenstoffgehalten und zu den bodenkundlichen Randbedingungen vorliegen.

In diesem Themenheft wird erstmals auf Basis der Bodenflächendaten 1:50.000 eine solche Inventur der organischen Kohlenstoffgehalte für die rheinland-pfälzischen Böden vorgenommen. Wir hoffen mit diesem Themenheft einen wertvollen Beitrag zum Boden- und Klimaschutz leisten zu können.



**DR. ULRICH MATTHES**  
Leiter des Rheinland-Pfalz  
KOMPETENZZENTRUMS FÜR  
KLIMAWANDELFOLGEN



**PROF. DR. GEORG WIEBER**  
DIREKTOR DES LANDESAMTES FÜR GEOLOGIE  
UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ

# 1 EINLEITUNG

Dieses Themenheft liefert eine Bilanzierung der organischen Kohlenstoffvorräte rheinland-pfälzischer Böden. Die Grundlage hierfür bilden die Punktdaten analysierter Bodenprofile und die Bodenflächendaten 1:50.000 des Fachinformationssystems Boden. Die Studie leistet somit einen Beitrag zur Quantifizierung der im Boden gespeicherten organischen Kohlenstoffmengen für die gesamte Landesfläche von Rheinland-Pfalz.

Organischer Bodenkohlenstoff ist von grundlegender Bedeutung für die biologische Vielfalt, die Filterung und Speicherung von Wasser, den Aufbau und Erhalt der Bodenstruktur, die Nährstoffversorgung, die Festlegung und den Abbau von Schadstoffen sowie die Regulierung des Kohlenstoffkreislaufs. Organischer Kohlenstoff gelangt durch abgestorbene Vegetation oder Bodenorganismen in den Boden. Der größte Teil davon wird von Mikroorganismen mineralisiert, nur ein geringer Anteil verbleibt im Boden und wird zu Humus (FREIBAUER & SCHRUMPF 2005).

Im Hinblick auf den Klimawandel spielt der Boden als Kohlenstoffsенке einerseits eine wichtige Rolle für den Klimaschutz. Andererseits kann er unter bestimmten Umständen auch als Kohlenstoffquelle fungieren und damit den Klimawandel verstärken. Abhängig ist dies unter anderem von der Bewirtschaftungsweise forst- und landwirtschaftlich genutzter Böden. Auch Landschaftseingriffe und Landnutzungsänderungen können einen großen Einfluss auf den organischen Bodenkohlenstoff haben. Zusätzlich spielen klimatische Einflüsse eine Rolle: Eine Temperaturzunahme im Winterhalbjahr kann bei einer ausreichenden Bodenfeuchte die Mineralisierungsprozesse der organischen Substanz beschleunigen. Zukünftig trockenere Sommermonate verringern möglicherweise auf terrestrischen Böden die Mineralisation.

Der Gehalt an organischer Bodensubstanz ist somit insgesamt stark klima-, nutzungs- und standortabhängig.

## 2 BISHERIGE BERECHNUNGEN ZUM KOHLENSTOFFVORRAT IN RHEINLAND-PFALZ

Für die landwirtschaftliche Nutzfläche Deutschlands hat das Thünen-Institut auf Basis von ca. 3.100 Punktdaten die organischen Kohlenstoffvorräte der Böden untersucht (JACOBS et al. 2018, POEPLAU et al. 2020). Von den aufgenommenen und beprobten Bodenprofilen liegen 150 in Rheinland-Pfalz. Es ist geplant die Beprobung in einem Turnus von 10 bis 15 Jahren zu wiederholen, um Veränderungen des Bodenkohlenstoffstatus feststellen zu können.

Einen weiteren Datensatz mit Angaben zum organischen Bodenkohlenstoffvorrat in Rheinland-Pfalz bietet die Bodenzustandserhebung Wald (BZE Wald). Die Messwerte wurden bisher zu zwei Zeitpunkten, 1989/90 (BZE I, BLOCK et al. 1991) und 2006/07 (BZE II, BLOCK & GAUER 2012), in einem gleichmäßigen Raster erhoben. Für die BZE II wurden in Rheinland-Pfalz 165 Rasterpunkte beprobt. Aufgrund von Neuaufforstungen sind es 22 Rasterpunkte mehr als bei der BZE I. Da die BZE Wald auch in Zukunft fortgeführt wird, kann die zeitliche Entwicklung der Bodenkohlenstoffvorräte dokumentiert werden. BARITZ (1998) hat die Kohlenstoffvorräte der BZE I auf Basis der Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 für die einzelnen Bundesländer flächengewichtet ausgewertet.

Kohlenstoffbilanzierungen auf der Basis verschiedener bodenkundlicher Grundlagen liegen auch für einige der bedeutendsten Moorflächen in Rheinland-Pfalz vor. Untersuchungen und Bilanzierungen wurden in den Hangbrüchern des Hunsrücks (SCHÜLER et al. 2020) und im Landstuhler Bruch (DEHNER et al. 2014) durchgeführt.

Im Rahmen des Projektes „Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz (KlimLandRP)“ wurden erstmals die organischen Bodenkohlenstoffvorräte für alle Landnutzungen berechnet und auf Grundlage der Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK200) für ganz Rheinland-Pfalz regionalisiert. Auf diese Weise konnten Bodenregionen ausgewiesen werden, die aufgrund ihrer Vorräte an organischem Kohlenstoff von besonderer Bedeutung im Klimawandel sind (SAUER et al. 2013, SAUER et al. 2015).

## 3 BODENFLÄCHENDATEN 1:50.000

Anfang 2019 wurde die erste Ausbaustufe der Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50) im Kartenserver des Landesamtes für Geologie und Bergbau (LGB) veröffentlicht. Seitdem stehen mittelmaßstäbige Bodenflächendaten für ganz Rheinland-Pfalz zur Nutzung bereit (DEHNER 2020).

Maßstabsbedingt setzen sich die Legendeneinheiten der BFD50 aus Bodenformengesellschaften zusammen, da einzelne Bodenformen auf Grund ihrer geringen räumlichen Ausdehnung im Maßstab 1:50.000 meist nicht darstellbar sind. Eine Bodenformengesellschaft besteht aus einer Leitbodenform (Bodenform mit dem höchsten Flächenanteil) und zusätzlichen Begleitbodenformen. In der ersten Ausbaustufe wird die Legendeneinheit bzw. die Bodenformengesellschaft durch die Leitbodenform der Hauptnutzung repräsentiert. Auch alle thematischen Auswertungen werden für jede Legendeneinheit aus der Leitbodenform abgeleitet bzw. errechnet (DEHNER & WIESNER 2020).

Mitte 2020 wurden die Arbeiten an der zweiten Ausbaustufe der BFD50 abgeschlossen. In der zweiten Ausbaustufe werden pro Legendeneinheit bzw. Bodenformengesellschaft mehrere nutzungsbezogene Leitbodenformen vorgehalten. Eine Bodenformengesellschaft kann somit maximal vier Leitbodenformen enthalten (Nutzungen: Acker, Grünland, Wald und Sonderkultur).

### 3.1 Datenaufbereitung und Datenplausibilisierung

Grundlage für die Berechnung der im Boden gespeicherten Kohlenstoffmengen ist die zweite Ausbaustufe der BFD50. Um das Auswertungsergebnis zu verbessern, wurden bei allen nutzungsbezogenen Leitbodenformen die Angaben zu Humusgehalten und Trockenrohdichten einer Kontrolle bzw. Plausibilisierung unterzogen. Hierfür fanden die im LGB vorliegenden Punktdaten mit bodenchemischen und -physikalischen Analysewerten Verwendung (Abb. 1).

Die Analysedaten wurden vom Punkt in die Fläche übertragen. Im Fall von Bodenformengesellschaften mit einer ausreichenden Anzahl von passenden Punktdaten wurden die Analysewerte der Punktdaten mit der Geländeschätzung der BFD50 abgeglichen. Bodenformengesellschaften ohne oder mit nur wenigen Punktdaten wurden mit gemittelten Werten für Substrat-Horizont-Gruppen belegt (DEHNER et al. 2001, BAURIEGEL 2005).

In einzelnen Fällen wurden auch die Mittelwerte aus der Publikation „Hintergrundwerte der Böden von Rheinland-Pfalz“ berücksichtigt (HAUENSTEIN 2013).

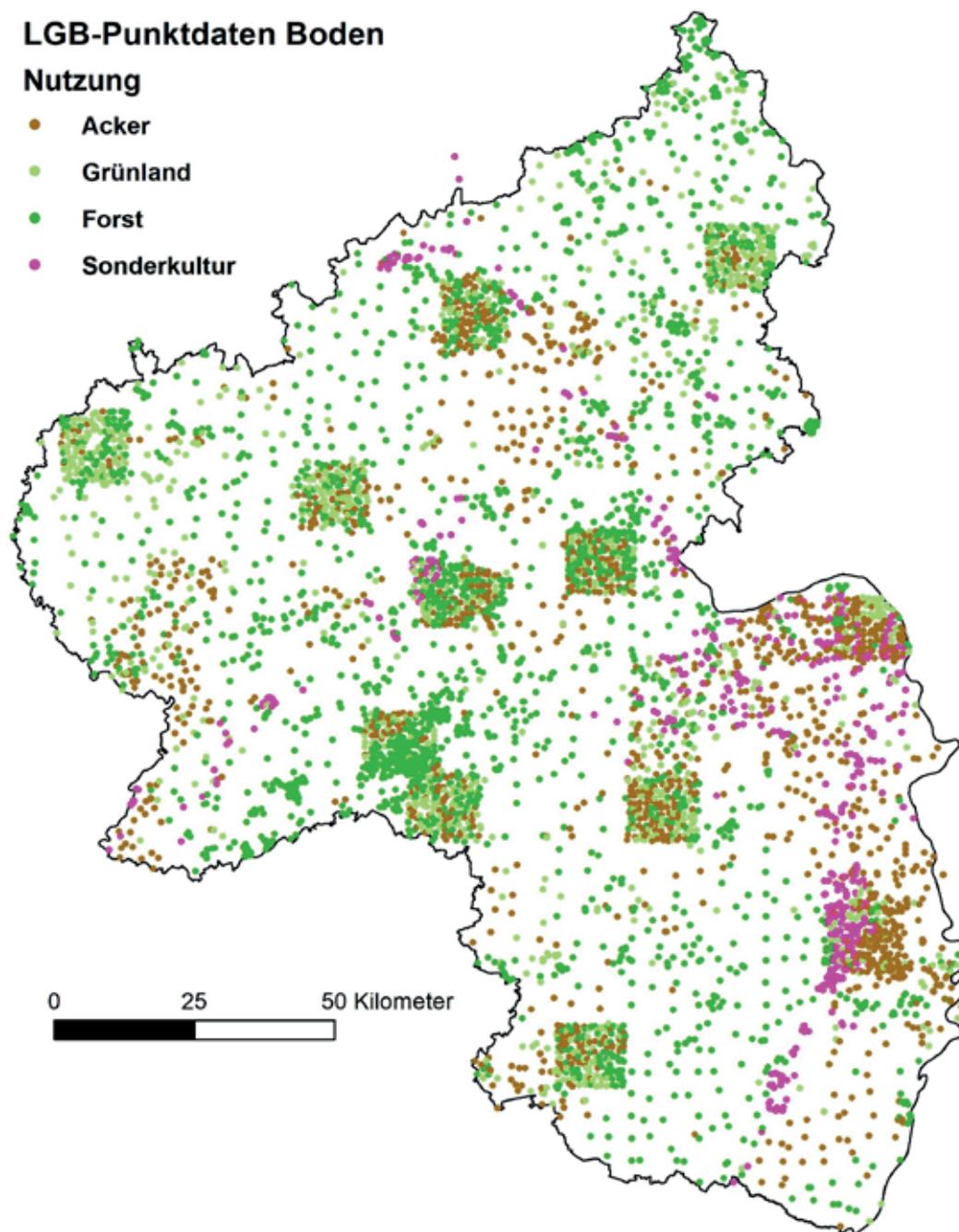


Abb. 1: Punktdatenbestand im Bodenformenarchiv (BoFA) des LGB.

Ein Beispiel für das methodische Vorgehen mittels Substrat-Horizont-Gruppen zeigt Abbildung 2: Weitgehend unabhängig von der Raumlage innerhalb von Rheinland-Pfalz wurden alle analysierten Ap-Horizonte von Pararendzinen aus Löss selektiert. Aus den Analysedaten wurden Mittel-, Modal- und Medianwerte gebildet. Die so ermittelten Werte wurden mit den Geländeschätzungen für die nutzungsbezogene Leitbodenform der entsprechenden Bodenformengesellschaft in den Bodenflächendaten abgeglichen. Falls nötig wurden die Angaben in den Flächendaten modifiziert.



Abb. 2: Substrat-Horizont-Gruppe und Horizontdaten in der BFD50.

Um die Qualität der Bearbeitung zu prüfen, wurde u. a. eine landesweite Auswertung der klassifizierten Geländeschätzwerte zum Humusgehalt der Oberböden der BFD50-Leitbodenformen im Vergleich zu den gemessenen Werten der Punktdaten erstellt.

Für die Nutzungen Acker und Grünland ist die Übereinstimmung sehr gut. Bei den Nutzungen Sonderkultur und Wald gibt es leichte Abweichungen. Hier liegen die Werte der BFD50 unter den Werten der Punktdaten. Für diesen Umstand sind diverse Ursachen denkbar. So könnte z. B. der höhere Wert der Punktdaten bei Waldnutzung durch eine teilweise Mitbeprobung von Oh-Material begründet sein.

Für die Berechnung der organischen Kohlenstoffvorräte spielt die Mächtigkeit der Horizonte eine wichtige Rolle. Bei den in der Regel geringmächtigen, aber humusreichen Oberböden unter Waldnutzung kann eine Abweichung der Ah-Mächtigkeit von nur 1-2 cm zwischen den Leitbodenformen der BFD50 und den Punktdaten bereits zu Differenzen im zweistelligen Prozentbereich führen. Bei Weinbergböden bzw. Rigosolen kann eine Fehleinschätzung der flächenrepräsentativen Untergrenze des Rigolhorizontes zu unterschiedlichen Werten führen.

Insgesamt wird die Übereinstimmung von Punkt- und Flächendaten trotz einiger Abweichungen als zufriedenstellend betrachtet.

## 3.2 Berechnung des Feinbodenvorrates

Für die Berechnung des organischen Kohlenstoffvorrats muss zunächst die Bestimmung des Feinbodenvorrats (Korngröße < 2 mm) durchgeführt werden. Die Berechnung erfolgte nach den Vorgaben des Thünen-Instituts (JACOBS et al. 2018, Verfahren 7, S. 28-30):

$$\text{FBV} = \text{TRDFB} \cdot d \cdot (100 - \text{VGB})$$

mit:

FBV = Feinbodenvorrat

TRDFB = Trockenrohdichte Feinboden

d = Mächtigkeit des Horizontes

VGB = Volumen Grobboden

Für die Berechnung sind Angaben zur Trockenrohddichte und zum Grobbodenanteil notwendig. Die Trockenrohddichte wird in den Horizontdaten der BFD50-Leitbodenformen in klassifizierter Form abgelegt (Tab. 1). Die Klassen folgen der Einteilung der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc AG Boden 2005). Für die Berechnung wurden mit Ausnahme der Klasse pt1 die Klassenmittel verwendet. Für die Klasse pt1 wurden für einzelne Horizonte abweichende Werte festgelegt (H = Torf, Aa = Anmoor, Bfv = Bv-Horizont einer Lockerbraunerde).

**Tab. 1: Trockenrohddichte (Ad-hoc AG Boden 2005).**

				Ausnahmen		
Kurzzeichen	Bezeichnung	Klasse	Klassen"mittel"	H	Aa	Bfv
		g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>		
pt1	sehr gering	< 1,2	0,9	0,3	0,7	1,0
pt2	gering	1,2 - < 1,4	1,3			
pt3	mittel	1,4 - < 1,6	1,5			
pt4	hoch	1,6 - < 1,8	1,7			
pt5	sehr hoch	≥ 1,8	n.e.			

Der Grobbodenanteil (Korngröße > 2 mm) reduziert den Feinbodenvorrat. Der Grobbodengehalt wird in den BFD50 ebenfalls in klassifizierter Form abgelegt (Tab. 2). Die Klasseneinteilung folgt der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc AG Boden 2005). Grundlage der Berechnung sind die Klassenmittel. In den Horizontdaten der BFD50-Leitbodenformen kann neben dem repräsentativen Grobbodenanteil auch eine mögliche Spanne angegeben werden (Abb. 2). Hierdurch können die Grobbodenanteile weiter differenziert werden. In Tab. 3 sind die Klassenkombinationen mit den zugeordneten Mittelwerten zusammengestellt.

**Tab. 2: Grobbodenanteil (Ad-hoc AG Boden 2005).**

Kurzzeichen	Bezeichnung	Vol.-%	Klassenmittel Vol.-%
1	sehr schwach	< 2	1,00
2	schwach	2 - < 10	6,00
3	mittel	10 - < 25	17,50
4	stark	25 - < 50	37,50
5	sehr stark	50 - < 75	62,50
6	extrem stark	≥ 75	87,50

Tab. 3: Verfeinerte Klassen Grobbodenanteil.

Kurzzzeichen			Verfeinerte Klassen (gleitendes, gewichtetes Mittel)
Grobbodenanteil Mittel	Grobbodenanteil Minimum	Grobbodenanteil Maximum	Vol.-%
1	1	1	1,00
1	1	2	2,67
2	1	2	4,33
2	2	2	6,00
2	2	3	9,83
3	2	3	13,67
3	3	3	17,50
3	3	4	24,17
4	3	4	30,83
4	4	4	37,50
4	4	5	45,83
5	4	5	54,17
5	5	5	62,50
5	5	6	70,83
6	5	6	79,17
6	6	6	87,50

### 3.3 Berechnung der Bodenkohlenstoffgehalte und -vorräte

Die Berechnung des Feinbodenvorrats und die Angabe des Humusgehalts in den BFD50 sind die Voraussetzungen für die Berechnung der organischen Kohlenstoffgehalte und -vorräte.

Der Humusgehalt wird in den Horizontdaten der BFD50-Leitbodenformen in klassifizierter Form abgelegt (Tab. 4). Die Klassen folgen der Einteilung der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc AG Boden 2005). Grundlage der Berechnung sind die Klassenmittel. Vergleichbar mit dem Grobbodenanteil kann in den Horizontdaten der BFD50-Leitbodenformen nicht nur die Klasse des repräsentativen (mittleren) Humusgehaltes angegeben werden, sondern zusätzlich auch Abstufungen „von“ und „bis“ (Abb. 2). So können auch die Humusgehalte der einzelnen Horizonte weiter differenziert werden. Tab. 5 zeigt die verfeinerten Klassenmittel, die für die Berechnung verwendet wurden.

Tab. 4: Humusgehalt (Ad hoc AG Boden 2005).

Kurzzeichen	Bezeichnung		Waldböden	Klassenmittel	Klassenmittel Waldböden
		Masse-%	Masse-%	Masse-%	Masse-%
h0	humusfrei	0	0	0,0	0,0
h1	sehr schwach humos	< 1	< 1	0,5	0,5
h2	schwach humos	1 - < 2	1 - < 2	1,5	1,5
h3	mittel humos	2 - < 4	2 - < 5	3,0	3,5
h4	stark humos	4 - < 8	5 - < 10	6,0	7,5
h5	sehr stark humos	8 - < 15	10 - < 15	11,5	12,5
h6	extrem humos	15 - < 30	15 - < 30	22,5	22,5
h7	organisch	≥ 30	≥ 30	65,0	65,0

Tab. 5: Verfeinerte Klassenmittel Humusgehalt.

Kurzzeichen			Verfeinerte Klassen	
Humus Mittel	Humus Minimum	Humus Maximum	Masse-%	Waldböden Masse-%
h0	h0	h0	0,00	0,00
h0	h0	h1	0,17	0,17
h1	h0	h1	0,34	0,34
h1	h1	h1	0,50	0,50
h1	h1	h2	0,83	0,83
h2	h1	h2	1,17	1,17
h2	h2	h2	1,50	1,50
h2	h2	h3	2,00	2,17
h3	h2	h3	2,50	2,83
h3	h3	h3	3,00	3,50
h3	h3	h4	4,00	4,83
h4	h3	h4	5,00	6,17
h4	h4	h4	6,00	7,50
h4	h4	h5	7,83	9,17
h5	h4	h5	9,67	10,83
h5	h5	h5	11,50	12,50
h5	h5	h6	14,83	15,83
h6	h5	h6	18,17	19,17
h6	h6	h6	22,50	22,50
h6	h6	h7	36,67	36,67
h7	h6	h7	50,83	50,83
h7	h7	h7	65,00	65,00

Zwei Beispiele sollen die Vorteile der verfeinerten Klassenmittel (Tab. 5) verdeutlichen:

- ICv-Horizonte in Lockersedimenten enthalten erfahrungsgemäß meist geringe Mengen an organischem Kohlenstoff. Der Humusgehalt entspricht hier nicht der Klasse „h0“, ist aber meist auch kleiner als der Mittelwert der Klasse „h1“. Mit der Angabe „von h0 bis h1, rep. h0“ kann dem Horizont aufgrund der differenzierten Betrachtung ein Wert von 0,17 Masse-% zugewiesen werden.
- Ap-Horizonte von Pararendzinen aus Löss enthalten im Mittel etwa 2,5 Masse-% Humus (Abb. 2). Der Gehalt entspricht weder dem Durchschnittswert der Klasse „h3“ (3,0), noch dem Durchschnittswert der Klasse „h2“ (1,5). Mit der Angabe „von h2 bis h3, rep. h3“ kann der Wert 2,5 Masse-% zugewiesen werden (Tab. 5).

Der Vorrat an organischem Kohlenstoff berechnet sich aus den Angaben des Humusgehalts und dem Feinbodenvorrat:

$$C_{\text{org}} [\text{Masse-\%}] = \text{Humus} [\text{Masse-\%}] / 1,724 \quad \text{für Mineralbodenhorizonte}$$
$$C_{\text{org}} [\text{Masse-\%}] = \text{Humus} [\text{Masse-\%}] / 2 \quad \text{für organische Horizonte}$$

$$C_{\text{org}} [\text{t/ha}] = \text{FBV} \cdot C_{\text{org}} [\text{Masse-\%}] / 100$$

Die Werte wurden zu Tiefenstufen von 0 bis 30 cm und 30 bis 100 cm aggregiert. Dabei sind Horizonte, wenn nötig, anteilig in die Berechnung eingegangen.

## 4 BILANZIERUNGEN

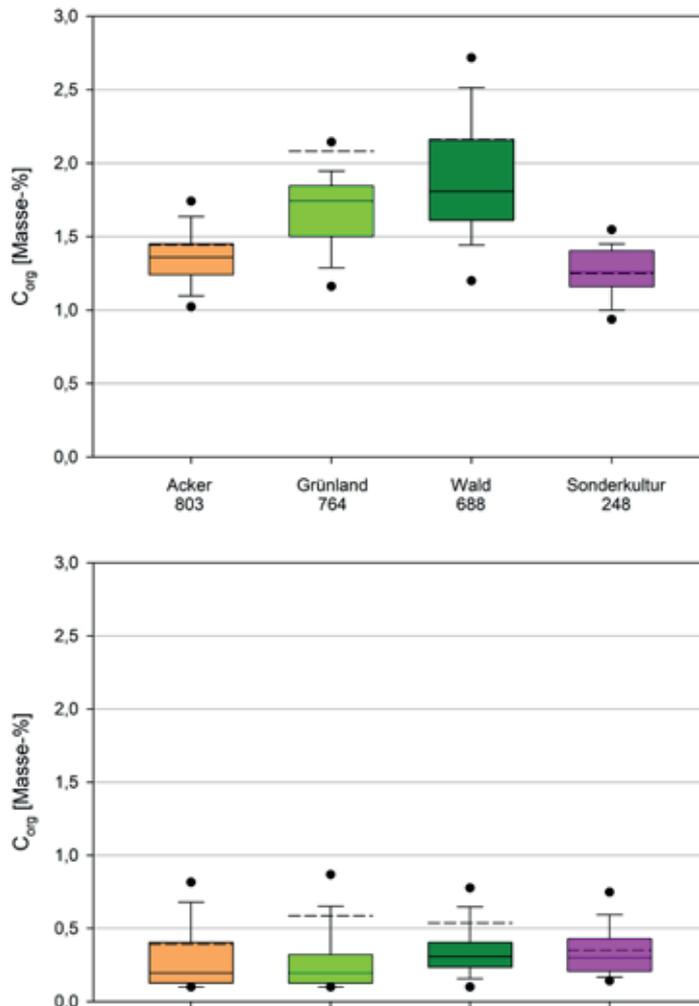
Die Auswertung der organischen Kohlenstoffgehalte der BFD50 erfolgt auf Basis der landnutzungsbezogenen Leitbodenformen für die Nutzungen Acker, Grünland, Wald und Sonderkultur (überwiegend Weinbau). Die Werte werden aus den Horizonten der Leitbodenformen berechnet. Die Berechnung wird für die Tiefenstufen 0 bis 30 cm sowie 30 bis 100 cm durchgeführt (Kap. 4.1). Zudem werden die organischen Kohlenstoffvorräte der Leitbodenformen der BFD50 nach Bodentypen ausgewertet (Kap. 4.2). Eine Flächengewichtung wird bei diesen Berechnungen nicht vorgenommen.

Die flächengewichtete Berechnung der organischen Kohlenstoffvorräte erfolgt in einem zweiten Schritt auf Grundlage der nutzungsdifferenzierten Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50). Die Flächengewichtung entsteht durch Verschneidung der Polygone der BFD50 mit den Polygonen zur Landnutzung nach CORINE Landcover (Kap. 4.3).

### 4.1 Kohlenstoffgehalte der BFD50-Leitbodenformen nach Nutzungen

In Abbildung 3 sind die organischen Kohlenstoffgehalte der Leitbodenformen für die zwei Tiefenstufen getrennt nach den Nutzungen in Form von Boxplots dargestellt. Bei den Leitbodenformen der Nutzung Wald bleibt die Humusaufgabe unberücksichtigt. Unter der Beschriftung der Nutzung ist die Anzahl der Leitbodenformen angegeben, die in die Berechnung eingegangen sind. Insgesamt wurde mittels 2503 Leitbodenformen der durchschnittliche organische Kohlenstoffgehalt für die einzelnen Nutzungen bestimmt.

In der Tiefenstufe 0 bis 30 cm, die besonders durch die Landnutzung beeinflusst ist, nehmen die organischen Kohlenstoffgehalte im Mittel (Median) von ca. 1,4 auf ca. 1,7 Masse-% von den Landnutzungen Acker über Grünland zu Wald zu. Auch die Streuung der Werte nimmt zu. Die Nutzung Sonderkultur besitzt mit 1,25 Masse-% die geringsten organischen Kohlenstoffgehalte und zeigt die geringste Streuung.



Innerhalb der Box liegen 50 % der Werte, innerhalb der whisker caps 80 % der Werte. Die Punkte geben das 5. und 95. Perzentil an. Zusätzlich sind der Median (durchgezogene schwarze Linie) und der Mittelwert (gestrichelte schwarze Linie) eingezeichnet.

**Abb. 3: Kohlenstoffgehalte der BFD50-Leitbodenformen nach Landnutzungen für 0 bis 30 cm (oben) und 30 bis 100 cm Tiefe (unten) (Waldprofile ohne Auflagehorizonte).**

In der Tiefenstufe 30 bis 100 cm sind die organischen Kohlenstoffgehalte wesentlich geringer. Der Median der Nutzungen Acker und Grünland liegt bei ca. 0,2 Masse-%, die Nutzungen Wald und Sonderkultur zeigen mit ca. 0,3 Masse-% etwas höhere Werte. Dies hat seine Ursache in der starken biologischen Aktivität auch in den tieferen Bodenhorizonten der Waldböden und bei den Böden der Sonderkultur durch das Tiefpflügen (Rigolen) für die Vorbereitung der Rebkulturen. Die große Abweichung zwischen Median und Mittelwert bei den Grünland- und Waldböden resultiert aus den unter diesen Nutzungen vorkommenden organischen Böden mit besonders hohen organischen Kohlenstoffgehalten (überwiegend Moore und Anmoore).

## 4.2 Kohlenstoffgehalte der BFD50-Leitbodenformen nach Bodentypen

In Abbildung 4 sind die organischen Kohlenstoffvorräte der Leitbodenformen der BFD50 nach Bodentypen zusammengestellt. Die Abbildung zeigt die große Bedeutung der Moorböden für die Kohlenstoffspeicherung. Im Mittel sind in diesen Böden 750 t/ha organischer Kohlenstoff bis in ein Meter Tiefe gespeichert. Mit großem Abstand folgen die Auenböden mit 122 t/ha. Große Bedeutung haben auch Gleye, Tschernoseme und Kolluvisole mit organischen Kohlenstoffvorräten über 100 t/ha. Die geringsten Mengen an organischem Kohlenstoff sind mit weniger als 50 t/ha in Rankern und Syrosemen gespeichert.

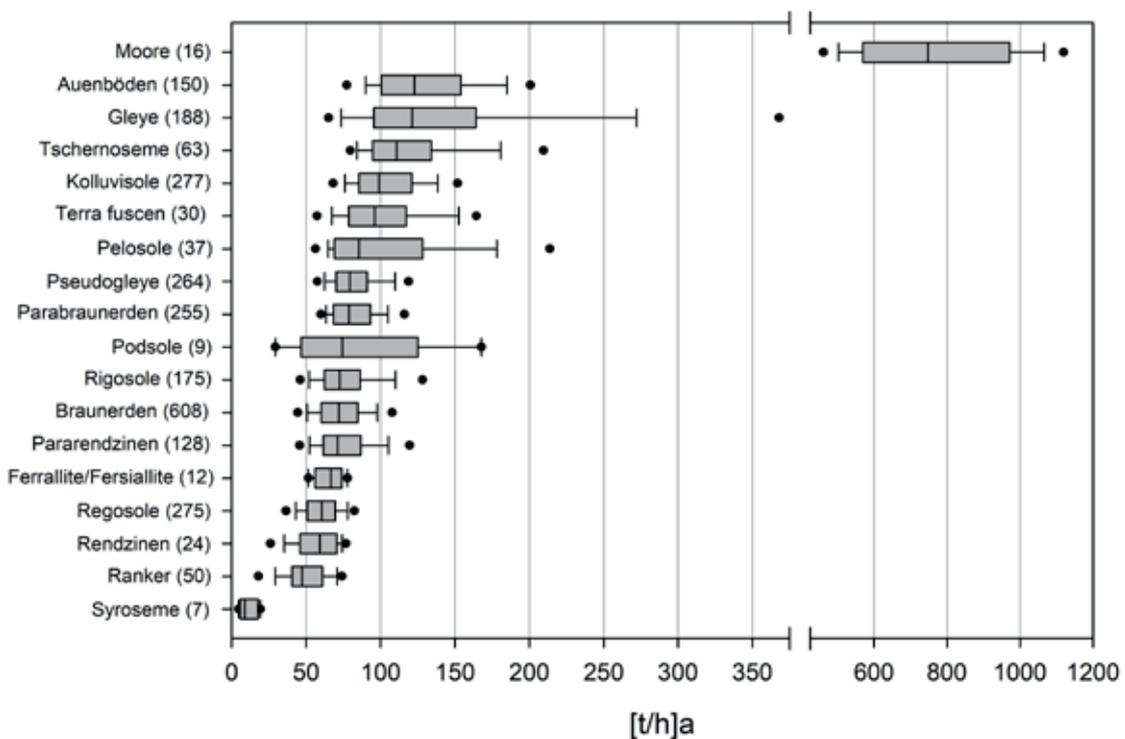


Abb. 4: Vorräte an organischem Kohlenstoff für die Leitprofile der BFD50 nach Bodentypen (in t/ha für 0-100 cm). In ( ) die Anzahl der Leitprofile.

## 4.3 Kohlenstoffvorräte auf Basis der nutzungsdifferenzierten BFD50

Für die flächengewichtete Berechnung der organischen Bodenkohlenstoffvorräte auf Basis der Bodenflächendaten 1:50.000 wurden die Polygone der Bodenformengesellschaften mit der Landnutzung (CORINE Landcover 2012, UBA 2015) verschnitten. Die Nutzungsklassen von CORINE Landcover wurden anhand der folgenden Tabelle (Tab. 6) den Nutzungsklassen der BFD50 zugeordnet.

**Tab. 6: Zuordnung der Nutzungen von CORINE Landcover zu den Nutzungsklassen der BFD50.**

CLC-Code	CLC-Klassenname (deutsch)	BFD50
111	Durchgängig städtische Prägung	nicht berücksichtigt
112	Nicht durchgängig städtische Prägung	nicht berücksichtigt
121	Industrie und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen	nicht berücksichtigt
122	Straßen-, Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen	nicht berücksichtigt
123	Hafengebiete	nicht berücksichtigt
124	Flughäfen	nicht berücksichtigt
131	Abbauflächen	nicht berücksichtigt
132	Deponien und Abraumhalden	nicht berücksichtigt
133	Baustellen	nicht berücksichtigt
141	Städtische Grünfläche	nicht berücksichtigt
142	Sport- und Freizeitanlagen	nicht berücksichtigt
211	Nicht bewässertes Ackerland	Acker
221	Weinbauflächen	Sonderkultur
222	Obst- und Beerenobstbestände	Grünland
231	Wiesen und Weiden	Grünland
242	Komplexe Parzellenstruktur	nicht berücksichtigt
243	Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe	nicht berücksichtigt
311	Laubwälder	Wald
312	Nadelwälder	Wald
313	Mischwälder	Wald
321	Natürliches Grünland	Grünland
322	Heiden und Moorheiden	Grünland
324	Wald-Strauch-Übergangsstadien	Wald
331	Strände, Dünen und Sandflächen	nicht berücksichtigt
332	Felsen ohne Vegetation	nicht berücksichtigt
333	Flächen mit spärlicher Vegetation	nicht berücksichtigt
334	Brandflächen	nicht berücksichtigt
411	Sümpfe	Grünland
412	Torfmoore	Grünland
511	Gewässerläufe	nicht berücksichtigt
512	Wasserflächen	nicht berücksichtigt

Die Karte (Abb. 5) zeigt die räumliche Verteilung der Landnutzung und die Flächen, die nicht in die Auswertung eingegangen sind (Tab. 6). Dabei handelt es sich überwiegend um Siedlungs-, Industrie- und Verkehrsflächen. Die Kartendarstellung der Kohlenstoffvorräte zeigt daher nicht die gesamte Landesfläche. Für die ausgeschlossenen, überwiegend stark anthropogen überprägten Siedlungsflächen stehen nur wenige Daten zum Kohlenstoffgehalt zur Verfügung. Darüber

hinaus hat die Überbauung oftmals zu einer Beseitigung der Oberböden geführt. Neben der Berechnung der Vorräte für die Landesfläche von Rheinland-Pfalz erfolgte auch eine Auswertung auf Basis der Naturräume. Diese sind ebenfalls in der Karte (Abb. 5) dargestellt.



Abb. 5: Verteilung der Landnutzung und Naturräume von Rheinland-Pfalz.

In den Tabellen 7 und 8 sind die organischen Kohlenstoffvorräte auf Basis der Flächenauswertung der nutzungsbezogenen BFD50 zusammengestellt. Die Gesamtfläche von Rheinland-Pfalz beträgt etwa 1.986.600 ha. Nach der Verschneidung der BFD50 mit CORINE Landcover entfallen ca. 437.000 ha auf die Nutzung Acker, 378.000 ha auf die Nutzung Grünland, ca. 865.000 ha

auf Waldflächen und ca. 77.000 ha auf die Nutzung Sonderkultur. Damit wurden für eine Fläche von ca. 1.757.000 ha die Vorräte an organischem Kohlenstoff berechnet; dies sind 88,4 % der Landesfläche von Rheinland-Pfalz. Die organischen Kohlenstoffvorräte sind für die Tiefenbereiche 0-30 cm, 30-100 cm und 0-100 cm dargestellt.

Auf Grundlage der beschriebenen Berechnungsmethode betragen die organischen Kohlenstoffvorräte der Bilanztiefe von 0 bis 100 cm 76,3 t/ha für Ackerböden und 86,2 t/ha für Grünlandböden. Der Mineralboden der Waldstandorte hat im Mittel einen organischen Kohlenstoffvorrat von 87,4 t/ha, dazu kommen 15,4 t/ha organischer Kohlenstoff, die in den Auflagehorizonten gespeichert sind<sup>1</sup>. Für die Nutzung Sonderkultur (überwiegend Weinbau) wurden 85,7 t/ha berechnet.

In Grünlandböden sind in den oberen 30 cm mit 64,4 t/ha im Mittel die größten Kohlenstoffvorräte gespeichert. Es folgen mit 61,8 t/ha die Waldböden (ohne Humusaufgabe) und mit 52,1 t/ha bzw. 51,5 t/ha die Acker- und Weinbergböden (Sonderkultur). Die geringeren Vorräte von acker- und weinbaulich genutzten Flächen können mit der Entfernung von Ernterückständen, einer geringeren Bodenbedeckung, Bodenerosion, einer geringeren Aggregation des Bodens und damit verbundener höherer Mineralisation der organischen Bodensubstanz erklärt werden (LfU BY 2014).

Im Unterboden/Untergrund von 30 bis 100 cm sind im Mittel bei den Ackerböden 24,2 t/ha, in den Grünlandböden 21,8 t/ha, in den Waldböden 25,6 t/ha organischer Kohlenstoff und in Weinbergböden 34,2 t/ha gespeichert (Tab. 7 und Abb. 6). Der Vorrat an organischem Kohlenstoff wird im Unterboden/Untergrund mit zunehmender Tiefe immer weniger durch die Landnutzung beeinflusst. Besonders hohe Vorräte im Unterboden/Untergrund zeigt die Nutzung Sonderkultur. Dies kann auf die lange Nutzungsgeschichte, das tiefgründige Pflügen der Standorte und die tiefe Durchwurzelung durch die Weinreben zurückgeführt werden.

Es zeigt sich, dass zwischen 60 % (Sonderkultur) und 75 % (Grünland) der organischen Kohlenstoffvorräte in den oberen 30 cm gespeichert sind (ohne Auflagehorizonte der Waldstandorte). Insgesamt summieren sich die Vorräte des organischen Kohlenstoffs in den ersten 100 cm auf 148 Mio. Tonnen. Dazu kommen 13,5 Mio. Tonnen organische Auflage der Waldflächen (Tab. 8).

---

<sup>1</sup> Der Wert 15,4 t/ha ist der Median aus 164 Punkten der Bodenzustandserhebung Wald (BZE II).

Tab. 7: Organische Kohlenstoffvorräte in t/ha nach Nutzungen in Rheinland-Pfalz.

Tiefenstufe	Vorräte (t/ha)			
	Auflage	0 - 30 cm	30 - 100 cm	0 - 100 cm
Acker		52,1	24,2	76,3
Grünland		64,4	21,8	86,2
Wald	15,4	61,8	25,6	87,4
Sonderkultur		51,5	34,2	85,7

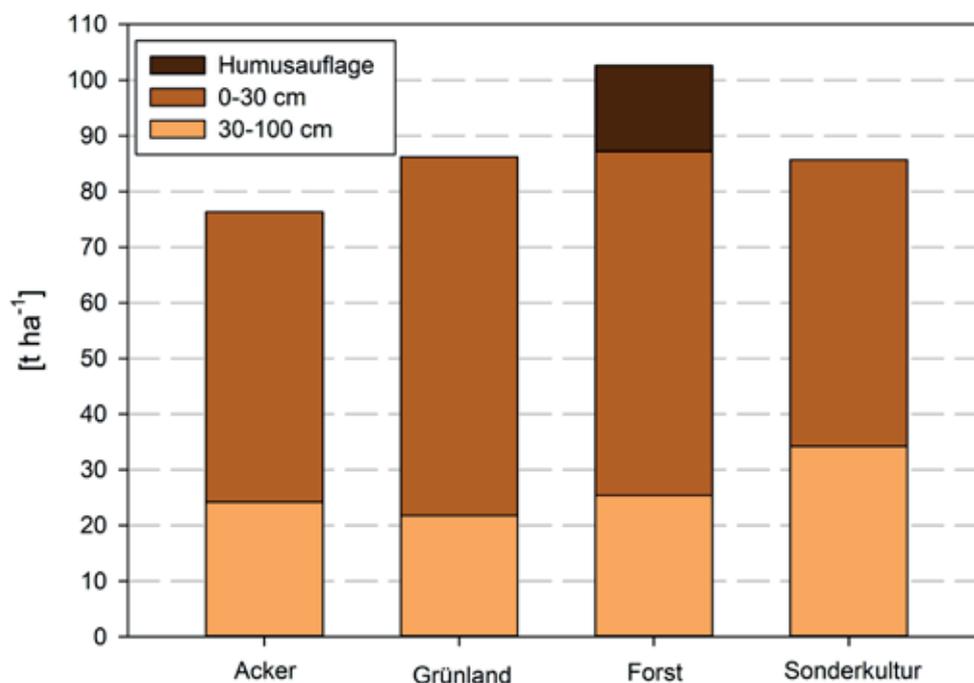


Abb. 6: Organische Kohlenstoffvorräte in t/ha nach Nutzungen in Rheinland-Pfalz.

Tab. 8: Organische Kohlenstoffvorräte in Mio. Tonnen nach Nutzungen in Rheinland-Pfalz.

	Fläche	Anteil	Auflage	0-30 cm	30-100 cm	0-100 cm
	1.000 ha	%	Mio. Tonnen			
Acker	437	22,0		22,8	10,6	33,4
Grünland	378	19,0		24,3	8,3	32,6
Wald	865	43,5	13,5	53,5	22,1	75,6
Sonderkultur	77	3,9		4,0	2,6	6,6
<b>Summe</b>	<b>1.757</b>	<b>88,4</b>	<b>13,5</b>	<b>104,6</b>	<b>43,6</b>	<b>148,2</b>

## 4.4 Kohlenstoffvorräte in einzelnen Naturräumen von Rheinland-Pfalz

In Tab. 9 sind die Kohlenstoffvorräte der einzelnen Naturräume in Rheinland-Pfalz für die Tiefenbereiche 0-30 cm, 30-100 cm und 0-100 cm zusammengestellt. In der Spalte *Anteil* ist der prozentuale Flächenanteil, für die der organische Kohlenstoffvorrat berechnet wurde, angegeben. Die geringen Abweichungen der Werte zu Tabelle 8 erklären sich aus Rundungsfehlern.

Tab. 9: Vorräte an organischem Kohlenstoff in den Naturräumen von Rheinland-Pfalz.

Naturraum	Fläche 1.000 ha	Anteil %	Tiefenstufe in cm			Auflage	Tiefenstufe in cm		
			0-30	30-100	0-100		0-30	30-100	0-100
			t/ha				Mio. t		
Vorderpfalz	172	78,1	68,3	51,8	120,0	0,5	9,2	6,9	16,1
Rheinhausen	156	82,4	55,0	38,0	93,0	0,1	7,1	4,9	12,0
Berg.-Sauerländ. Gebirge	44	85,7	69,2	20,3	89,5	0,4	2,6	0,8	3,4
Gutland	92	89,6	66,1	23,0	89,1	0,4	5,4	1,9	7,3
Westerwald	184	88,0	63,1	23,4	86,5	1,3	10,2	3,8	14,0
Hunsrück	261	95,2	60,7	22,2	82,9	2,4	15,1	5,5	20,6
Taunus mit Lahntal	58	91,4	63,6	18,5	82,1	0,4	3,4	1,0	4,4
Moseltal	86	80,6	59,5	22,0	81,5	0,6	4,1	1,5	5,6
Saar-Nahe-Bergland	242	89,0	59,6	18,6	78,3	1,5	12,6	4,0	16,6
Osteifel	259	94,2	57,6	20,6	78,2	2,2	14,1	5,0	19,1
Pfälzerwald	162	94,5	52,1	25,7	77,8	2,2	8,0	3,9	11,9
Westrich	63	86,7	57,1	18,8	75,9	0,4	3,1	1,0	4,2
Westeifel	94	96,1	56,4	18,7	75,1	0,6	5,1	1,7	6,8
Mittelrheingebiet	114	73,3	52,1	19,2	71,3	0,5	4,4	1,6	6,0
<b>Summe</b>	<b>1.986</b>					<b>13,5</b>	<b>104,4</b>	<b>43,5</b>	<b>148,0</b>

Die Verteilung der organischen Kohlenstoffvorräte zeigt in Rheinland-Pfalz deutliche regionale Unterschiede, die durch unterschiedliche Faktoren, wie z. B. Vernässung (Hydromorphie), Substrat-eigenschaften und Landnutzungsmuster erklärt werden können (Karten 1-5 im Anhang).

Die höchsten organischen Kohlenstoffvorräte zeigen Moor- und Anmoorböden. Rheinland-Pfalz besitzt jedoch nur wenige, meist kleine Moorflächen, die in der BFD50 maßstabsbedingt nicht dargestellt sind. Die größte, allerdings stark degradierte, Moorfläche ist das Landstuhler Bruch westlich von Kaiserslautern mit den höchsten organischen Kohlenstoffvorräten in Rheinland-Pfalz (Bilder 1 & 2 im Anhang).

Der Einfluss von grundnassen bzw. hydromorph geprägten Böden auf den Vorrat an organischem Kohlenstoff wird besonders in der Karte der Tiefenstufe 30 bis 100 cm deutlich. Hier fallen besonders die Regionen Vorderpfalz und Rheinhessen auf. Deutlich zeichnen sich die Auenbereiche des Rheins und seiner Nebenflüsse von den umgebenden Flächen ab (Karte 3, Bild 3). Hohe Kohlenstoffgehalte weisen auch die in diesen Naturräumen verbreiteten tiefgründig humosen Kolluvien (Bild 4) und Tschernoseme (Bild 5) auf. Hinzu kommen die tiefgepflügten bzw. rigolten Weinbergböden der Weinanbaugebiete Rheinhessen und Pfalz (Bild 6). Weniger deutlich zeichnen sich auf der Karte der Tiefenstufe 30 bis 100 cm die Täler bzw. Auenbereiche des Mittelrheins und der Mosel ab. Dies ist darin begründet, dass diese Täler im Gegensatz zum Oberrhein in eine Mittelgebirgslandschaft eingeschnitten sind und dadurch ein überwiegend enges Talprofil mit schmalen Auenbereichen aufweisen.

Auch in den Naturräumen Bergisch-Sauerländisches Gebirge und Westerwald zeigen die Karten der Tiefenstufen erhöhte Gehalte an organischem Kohlenstoff in den Böden. Dies kann u. a. auf die Landnutzung zurückgeführt werden. Auf Grund der klimatischen Ungunst dieser Mittelgebirgsräume dominieren Grünland- und Waldnutzung. Geringe Temperaturen und hohe Niederschläge in Verbindung mit tonreichem, wasserstauendem Untergrund bedingen hier weit verbreitet hydromorphe Böden. Durch die Vernässung ist die Biomasseproduktion oft erhöht, die Zersetzungsbedingungen der organischen Substanz sind dagegen meist verringert (Bilder 7 & 8).

Im Kartenbild tritt zudem das Gutland durch höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff in den Böden hervor. Die Böden entstanden hier überwiegend aus carbonathaltigen mesozoischen Ausgangsgesteinen, die eine sehr gute Grundlage für das Pflanzenwachstum und günstige bodenbiologische Bedingungen liefern (Bild 9). Auf den Sandsteinen des Buntsandsteins ist Grünland- und Waldnutzung am weitesten verbreitet. Die eher sauren Waldböden verfügen über relativ geringe Vorräte an organischem Kohlenstoff (Bild 10).

Auch im Mittelrheingebiet bzw. im Neuwieder Becken zeigt das Kartenbild für die Tiefenstufe 0-30 cm vergleichsweise geringe organische Kohlenstoffgehalte. Dies dürfte zum Großteil auf die hier dominierenden sandig-grusigen Substrate (Tuffe und Bimse der Laacher See-Tephra) mit sehr geringen Trockenrohdichten zurückzuführen sein (Bild 11).

## 5 Vergleich mit Daten anderer Länder

Der Vergleich der Daten aus Rheinland-Pfalz mit Berechnungen aus anderen Bundesländern liefert ein heterogenes Bild. Grundsätzlich liegen jedoch ähnlich Größenordnungen vor (Tab. 10).

Tab. 10: Zusammenstellung von Daten zum Kohlenstoffvorrat aus verschiedenen Bundesländern.

Bundesland	t/ha			Bemerkung	Quelle
	0-30 cm	30-100 cm	0-100 cm		
<b>Acker</b>					
Rheinland-Pfalz	52	24	76	BFD50	Dieses Heft
Rheinland-Pfalz	60			BÜK200	SAUER et al. 2013
Baden-Württemberg	66	32	98		LUBW 2014
Bayern			90		LfU BY 2014
Sachsen-Anhalt			102		LGB SA 2014
Hessen			116		MOLDENHAUER 2005
<b>Grünland</b>					
Rheinland-Pfalz	64	22	86	BFD50 mit Moorflächen	Dieses Heft
Rheinland-Pfalz	76			BÜK200 mit Moorflächen	SAUER et al. 2013
Baden-Württemberg	81/92	34/45	115/137	ohne/mit Moorflächen	LUBW 2014
Bayern			118	ohne Moorflächen	LfU BY 2014
Sachsen-Anhalt			90/150	ohne/mit Moorflächen	LGB SA 2014
Hessen			153		MOLDENHAUER 2005
<b>Wald</b>					
Rheinland-Pfalz	62/77	26	87/102	BFD50, ohne/mit Humusauflage	Dieses Heft
Rheinland-Pfalz	55/70			BÜK200, ohne/mit Humusauflage	SAUER et al. 2013
Rheinland-Pfalz			97	BÜK1000 mit Humusauflage (0-90 cm)	BARITZ 1998
Baden-Württemberg	75	26	101	mit Humusauflage	LUBW 2014
Baden-Württemberg	65	29	94	Punktdaten	VON WILPERT 2014
Bayern			98	ohne Humusauflage	LfU BY 2014
Bayern			117	Punktdaten mit Humusauflage	SCHUBERT 2010 (LUBW 2014)
Sachsen-Anhalt			68/93	ohne/mit Humusauflage	LGB SA 2014
Hessen			176	mit Humusauflage, ohne Streu	MOLDENHAUER 2005

Bei den Ackerböden fallen die Rechenwerte aus Rheinland-Pfalz im Vergleich zu den Datensätzen anderer Bundesländer geringer aus. Für Grünlandböden liegen sie in einer ähnlichen Größenordnung wie die Berechnungen für Grünlandböden ohne Moorstandorte in Sachsen-Anhalt. In Bayern und Baden-Württemberg liegen die Werte für Grünland höher. Für Waldböden sind die Werte vergleichbar mit den Werten aus Bayern und Baden-Württemberg. Für Hessen sind bei allen Nutzungen deutlich höhere Werte berechnet worden.

Auch aus einigen benachbarten Ländern Westeuropas liegen Werte zu mittleren Kohlenstoffvorräten der Böden vor. Für Belgien wurden für die Tiefenstufe 0-30 cm bei Ackerböden 41-50 t/ha berechnet. In Frankreich ergeben sich für die Nutzung Acker ähnliche Größenordnungen (49 t/ha). Diese Werte passen gut zu den für Rheinland-Pfalz berechneten Werten. Die Werte für Grünland liegen für Belgien mit 79-89 t/ha und für Frankreich mit 76 t/ha etwas höher als die rheinland-pfälzischen Rechenwerte. Für die Waldböden liegen Werte von 88-96 t/ha (Belgien) und 70 t/ha (Frankreich) vor. Für die Bilanzierungstiefe 0-100 cm liegen die Werte für Belgien bei 84 t/ha für Acker, 110-160 t/ha für Grünland und 148-155 t/ha für Wald (LUBW 2014, LfU BY 2014).

Die große Spannbreite der Werte hat ihre Ursache sicher in den unterschiedlichen Berechnungsmethoden, aber auch in der unterschiedlichen naturräumlichen Ausstattung der Länder bzw. Bundesländer. Die im Vergleich zu anderen Regionen teilweise geringeren Gehalte an organischem Kohlenstoff der rheinland-pfälzischen Böden können u. a. durch das Ausgangssubstrat erklärt werden. Weite Teile von Rheinland-Pfalz werden aus unterdevonischen Gesteinen des Rheinischen Schiefergebirges (Hunsrück, Eifel, Taunus, Westerwald) aufgebaut. Hier dominieren grobbodenreiche Substrate, in denen der hohe Anteil an Steinen den Kohlenstoffspeicher der Böden limitiert (Bild 12).

## 6 Vulnerable Regionen in Rheinland-Pfalz

Moor- und Anmoorböden, Auenböden sowie von Grund- oder Stauwasser beeinflusste Böden sind von großer Bedeutung für die Speicherung von organischem Kohlenstoff und stellen somit besonders vulnerable Standorte dar. Die Änderung von Klima, Wasserhaushalt und Landnutzung können hier zu hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen führen.

Das Landstuhler Bruch am Südrand des Saar-Nahe-Berglandes ist hierfür ein besonders gutes Beispiel. Anthropogene Eingriffe in die Landschaft haben hier zu einer Degradation der Torfe geführt, so dass aus der Kohlenstoffsенке eine Quelle geworden ist (DEHNER et al. 2014). Derartige Prozesse sind auf Grund von Nutzungskonflikten nur schwer und mit großem Aufwand umkehrbar. Es ist daher eine Gemeinschaftsaufgabe von Natur- und Bodenschutz zusammen mit den Landnutzern eine tragfähige Lösungen zu erarbeiten, damit solche Standorte in Zukunft wieder zu Kohlenstoffsенken werden können. Grundvoraussetzung hierfür ist allerdings eine genaue Kenntnis der vorkommenden Böden. Da die im LGB vorgehaltenen Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD 50) im Bereich des Landstuhler Bruchs momentan nur zwei Bodenformengesellschaften ausweisen, beauftragte das LGB eine detaillierte bodenkundliche Kartierung der Moorniederung. Nach Abschluss der Kartierung (2021/22) wird die Datengrundlage deutlich verbessert sein.

Neben dem Landstuhler Bruch gibt es noch weitere rheinland-pfälzische Regionen, die von besonderer Bedeutung für die Speicherung von organischem Bodenkohlenstoff sind. Dazu gehören die Vorderpfalz und Rheinhessen. Aber gerade in diesen Regionen ist der Siedlungsdruck und damit der Flächenverbrauch besonders hoch. Hier besteht mit Blick auf den Klima- und Bodenschutz ein Konfliktpotential bei der (zukünftigen) Landnutzung.

Hinzu kommt, dass in Zukunft häufigere Extremereignisse, wie lang andauernde und intensive Trockenperioden, die Produktivität der Ökosysteme und damit auch die Kohlenstoff-Zufuhr in Böden negativ beeinträchtigen wird (CIAIS et al. 2005). Das Thema „organischer Bodenkohlenstoff“ zeigt damit besonders deutlich, dass Boden- und Klimaschutz eng miteinander verbunden sind.

## 7 Karten der Kohlenstoffvorräte auf dem Mapserver des LGB

Das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz bietet verschiedene Themenkarten auf Grundlage der BFD50 auf dem Mapserver zum Betrachten an. Neben bestehenden Themen wie der nutzbaren Feldkapazität und dem Ertragspotential werden zukünftig auch Karten der organischen Kohlenstoffvorräte visualisiert. Zu beachten ist dabei, dass alle Mapserver-Themenkarten auf Basis der ersten Ausbaustufe der BFD50 (vgl. Kap. 3) berechnet werden. Die Online-Karten zu den organischen Kohlenstoffvorräten in den Böden werden daher leicht von den Kartendarstellungen in diesem Themenheft abweichen.

Darüber hinaus werden die Themenkarten des Mapservers als WMS- und WFS-Dienst zum Download angeboten. Die Karten können so in ein GIS-System eingebunden werden.

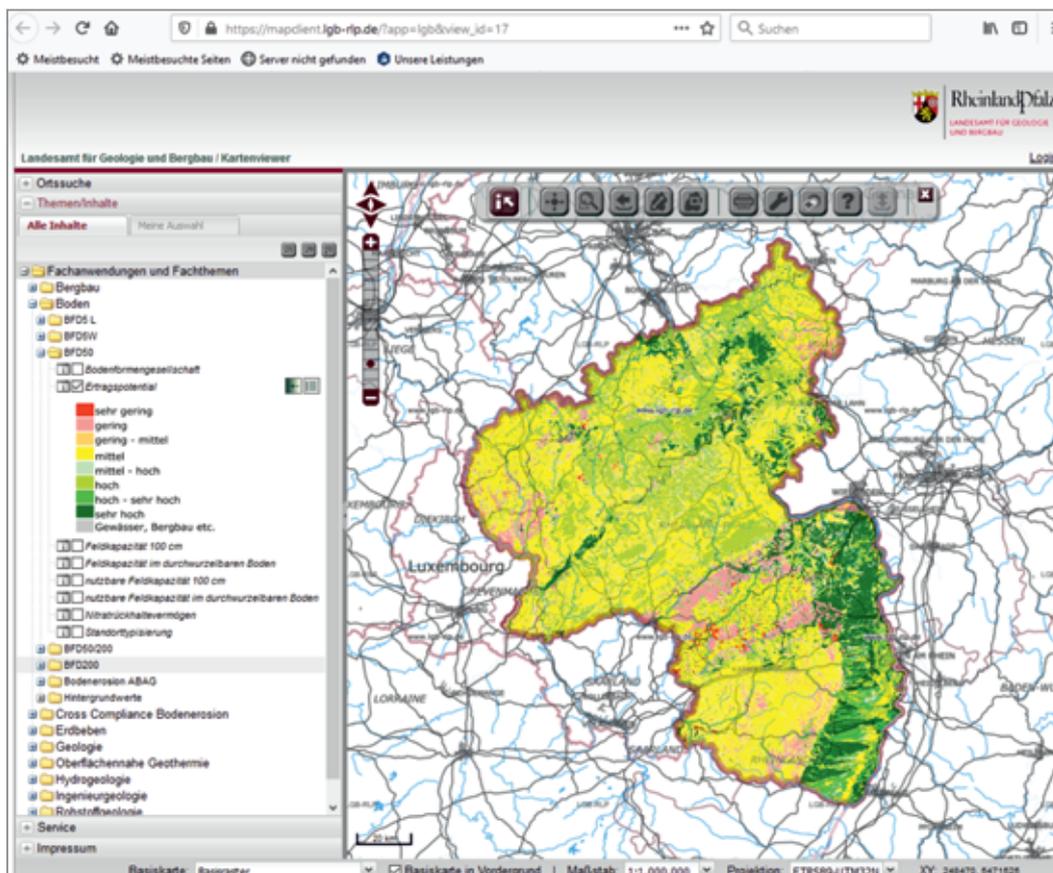


Abb. 7: Mapserver des LGB (Beispiel: Ertragspotential auf Basis der BFD50).

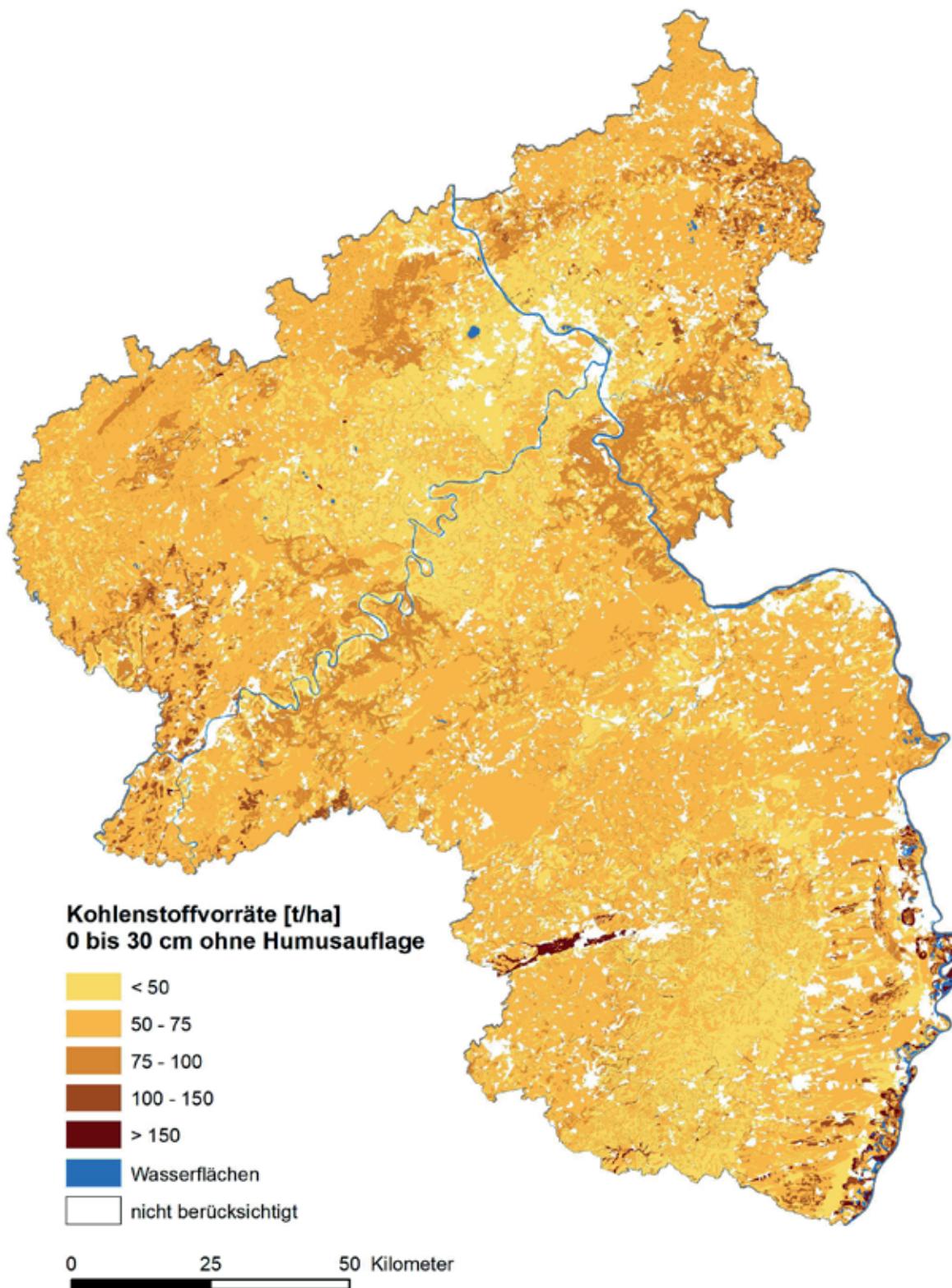
## 8 LITERATUR

- Ad-hoc AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage (KA5). Hannover.
- BARITZ, R. (1998): Kohlenstoffvorräte der Waldböden Deutschlands. Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und Walderfassung Nr. 98/1. Eberswalde.
- BAURIEGEL, A. (2005): Ermittlung flächenbezogener bodenkundlicher Parameterdatensätze – Methodik und Stand im Land Brandenburg. In: MÖLLER, M. & HELBIG, H. (Hrsg.) (2005): GIS-gestützte Bewertung von Bodenfunktionen, S. 17-26. Heidelberg.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU BY) (2014): Abschlussbericht zum Projekt: Der Humuskörper bayrischer Böden im Klimawandel – Auswirkungen und Potenziale. 101 S. Augsburg.
- BLOCK, J., BOPP, O., GATTI, M., HEIDINGSFELD, N. & ZOTH, R. (1991): Waldschäden, Nähr- und Schadstoffgehalte in Nadeln und Waldböden in Rheinland-Pfalz. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 17/91. Trippstadt.
- BLOCK, J. & GAUER, J. (2012): Waldbodenzustand in Rheinland-Pfalz – Ergebnisse der zweiten landesweiten Bodenzustandserhebung BZE II. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 70/12. Trippstadt.
- CIAIS, P., REICHSTEIN, M., VIOVY, N., GRANIER, A., OGÉE, J., ALLARD V., BUCHMANN N., AUBINET, M., BERN-HOFER C. CARRARA, A., CHEVALLIER F., NOBLET, N. D., FRIEND A. , FRIEDLINGSTEIN, P., GRÜNWALD, T., HEI-NESCH B., KERONEN, P., KNOHL, A., KRINNER, G., LOUSTAU, D., MANCA, G., MATTEUCCI, G., MIGLIETTA, F., OURCIVAL, J. M., PAPALE D., PILEGAARD, K., RAMBAL, S., SEUFERT, G., SOUSSANA, J. F., SANZ, M.,J., SCHULZE, E. D., VESALA, T. & VALENTINI, R. (2005): Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. Nature 437, S. 529-533.
- DEHNER, U. (2020): BK 50 – Bodenflächendaten für Rheinland-Pfalz. In: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB RLP) (Hrsg.) (2020): LGB 2019 – Jahresberichte des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, S. 14-16. Mainz.
- DEHNER, U., VOM LEHN, B., BRAUN, E., SAUER, S., STEINRÜCKEN, U. & WIESNER, T. (2014): Moore – Klimawandel in Rheinland-Pfalz. Mainz. (Download unter: <https://www.kwis-rlp.de/de/klimawandelfolgen/boden/bodenkohlenstoff/moore-landstuhler-bruch>)
- DEHNER, U. & WIESNER, T. (2020): Kurzdokumentation zur Bodenübersichtskarte 1:50.000 (BK 50) von Rheinland-Pfalz. Mainz. (Download unter: <https://www.lgb-rlp.de/karten-und-produkte/online-karten/online-bodenkarten/bfd50.html>)
- DEHNER, U., HARTMANN, K.-J., GEHRT, E. & KRUG, D. (2001): Zur Hinterlegung der Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK 200) mit bodenkundlichen Flächendatensätzen. Zeitschrift für angewandte Geologie 47(2): 121-126.

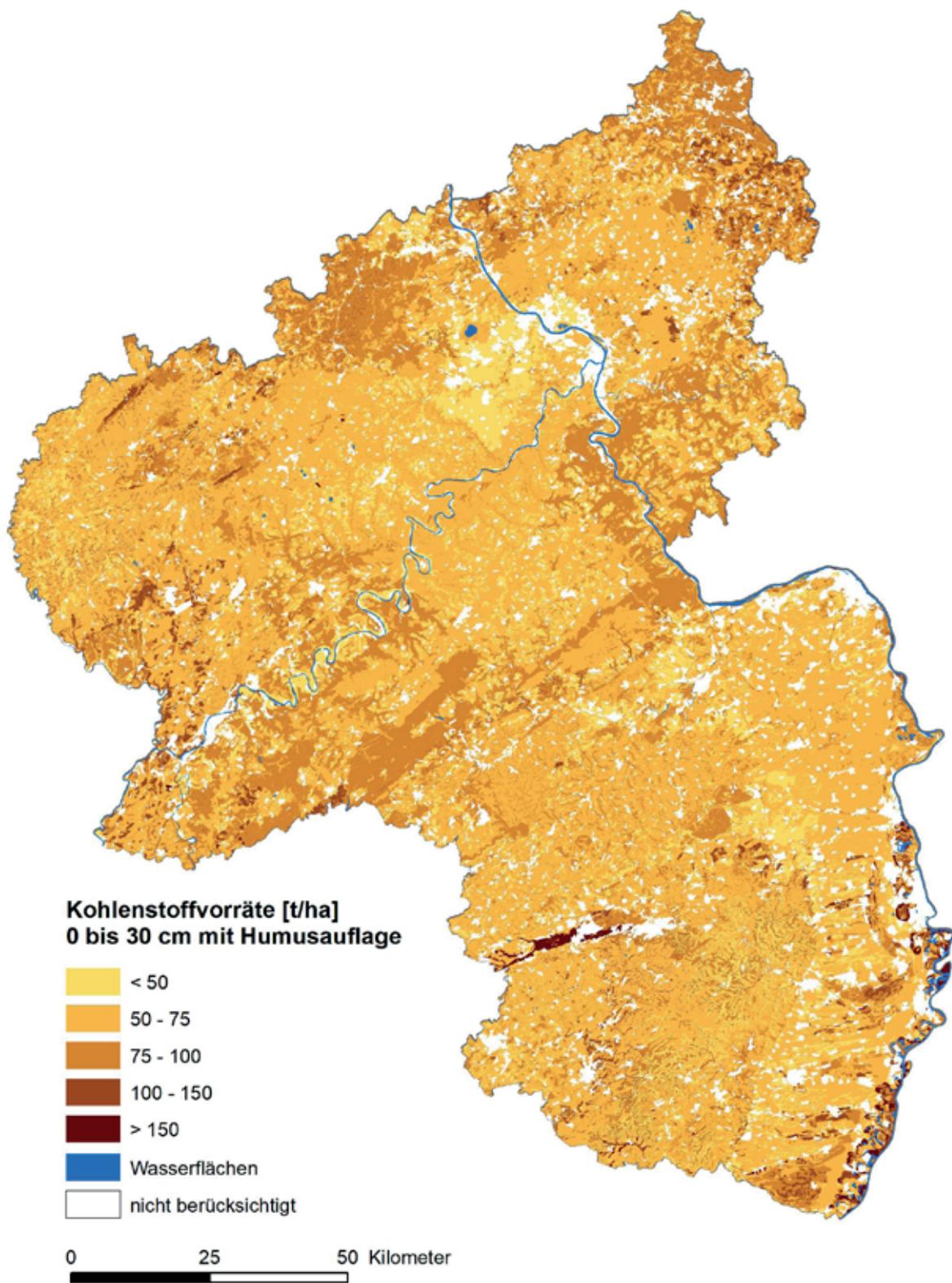
- FREIBAUER, A. & SCHRUMPF, M. (2005): Ergebnisse aus dem EU-Projekt CarboEurope zu Fragen der standortgerechten Bodennutzung und des Klimaschutzes. In: MATHEWS, J., MARAHRENS, S. & SCHMIDT, S. (Hrsg.) (2005): UBA-Workshop: Klimaänderungen – Herausforderungen für den Bodenschutz am 28. und 29. September 2005, S. 137-147. Dessau.
- HAUENSTEIN, M. (2013): Hintergrundwerte der Böden von Rheinland-Pfalz. Herausgegeben vom Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz (MWEKL). Mainz.
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX & P.M. MIDGLEY (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 S.
- JACOBS, A., FLESSA, H., DON, A., HEIDKAMP, A., PRIETZ, R., DECHOW, R., GENSIOR, A., POEPLAU, C., RIGGERS, C., SCHNEIDER, F., TIEMEYER, B., VOS, C., WITTNEBEL, M., MÜLLER, T., SÄURICH, A., FAHRION-NITSCHKE, A., GEBBERT, S., JACONI, A., KOLATA, H., LAGGNER, A. et al (2018): Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 316 S., Thünen Report 64. DOI:10.3220/REP1542818391000
- Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LGB SA) (Hrsg.) (2014): Bodenbericht Sachsen-Anhalt 2014, 72 Seiten. Halle (Saale).
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (Hrsg.) (2014): Organische Kohlenstoffvorräte der Böden Baden-Württembergs in Abhängigkeit von Bodentyp, Bodenart, Klima und Landnutzung. Freiburg i. Br.
- MOLDENHAUER, K.-M. (2005): Der Kohlenstoffgehalt Hessischer Böden. Johann-Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. Fachbereich Geowissenschaften/Geographie. Studie im Auftrag des HLUG, S. 1 - 17. Frankfurt a. M.
- POEPLAU, C., JACOBS, A., DON, A., VOS, C., SCHNEIDER, F., WITTNEBEL, M., TIEMEYER, B., HEIDKAMP, A., PRIETZ, R. & FLESSA, H. (2020): Stocks of organic carbon in German agricultural soils – Key results of the first comprehensive inventory. In: J. Plant Nutr. Soil Sci., 2020, 183, S. 665–681. DOI: 10.1002/jpln.202000113
- SAUER, T., DEHNER, U., WIESNER, T., SAUER, S., GOLDSCHMITT, M. & SPIES, E.-D. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf die Ressource Boden in Rheinland-Pfalz. – Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (Hrsg.): Schlussberichte des Landesprojekts Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz (KlimLandRP), Teil 1, Modul Boden (Teil I Bodenkohlenstoff) 43 S. Trippstadt.

- SAUER, T., DEHNER, U., WIESNER, T. & SPIES, E.-D. (2015): Berechnung und Regionalisierung der Kohlenstoffvorräte rheinland-pfälzischer Böden. eprints.dbges.de › DBG\_München\_2015\_Sauer\_T-3.pdf
- SCHÜLER, G., KOPF, C., GORECKY, A., KRÜGER, J.-P., DOTTERWEICH, M., SEIFERT-SCHÄFER, A., HOFFMANN, S., SCHERZER, J., KNEISEL, C., TRAPPE, J., HILL, J., STOFFELS, J., DOTZLER, S., NINK, S., DEHNER, U., STEINRÜCKEN, U., HOLZER, A. & SCHLOS, S. (2020): Die Hangbrücher des Hunsrücks – Erkenntnisse aus dem Projekt MoorWaldBilanz – Kohlenstoffbilanzen bei der Renaturierung von Moorwäldern am Beispiel Hunsrück-Hochwald. Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz. Trippstadt.
- Umweltbundesamt (UBA) (2015): Aktualisierung der Landnutzungs- und Landbedeckungsdaten CLC für das Jahr 2012 – „Backdating“ des DLM-DE vom Referenzjahr 2009 zurück auf das Jahr 2006. Dessau-Roßlau. (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/corine-land-cover-clc>)

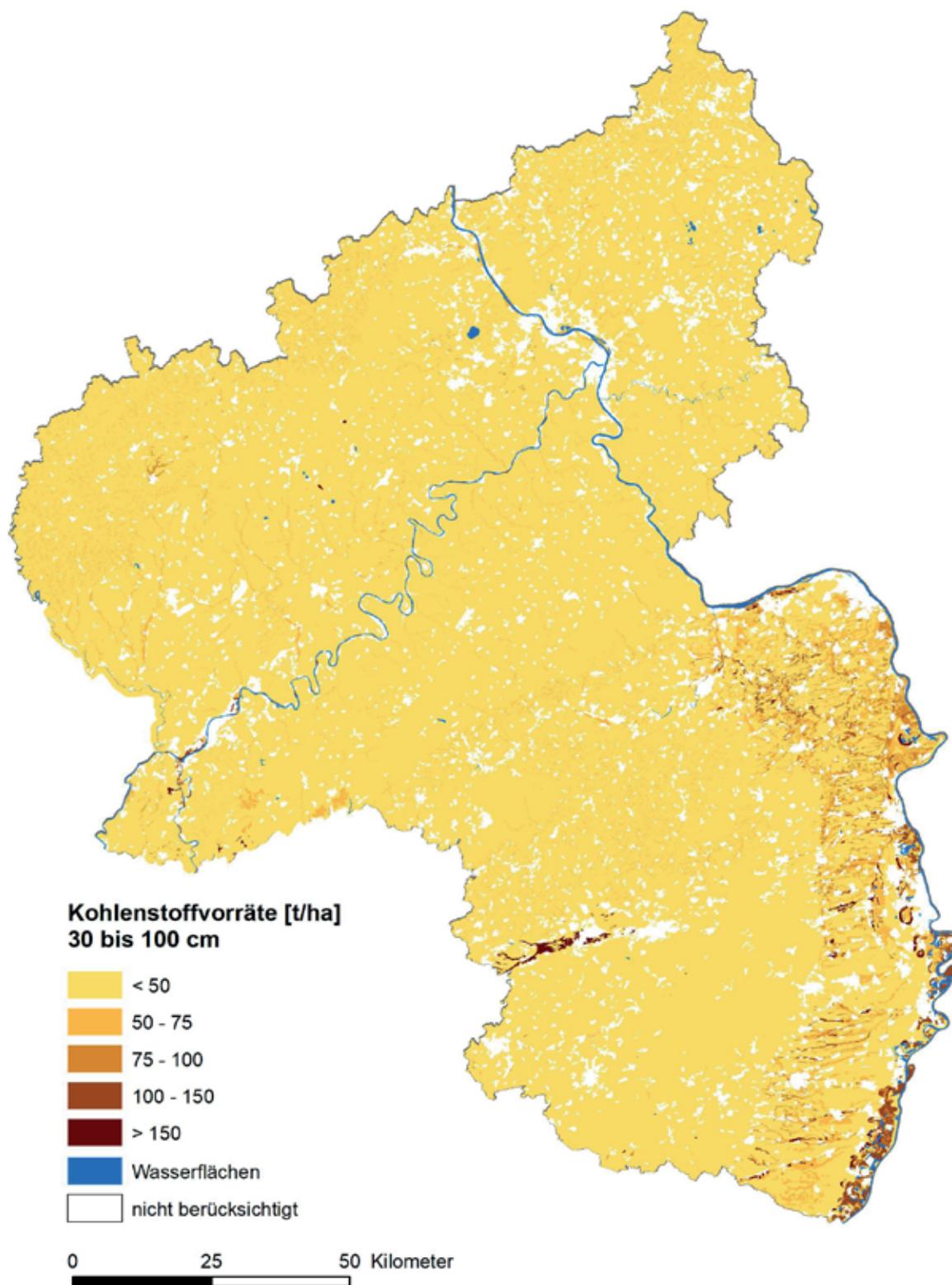
# KARTENANHANG



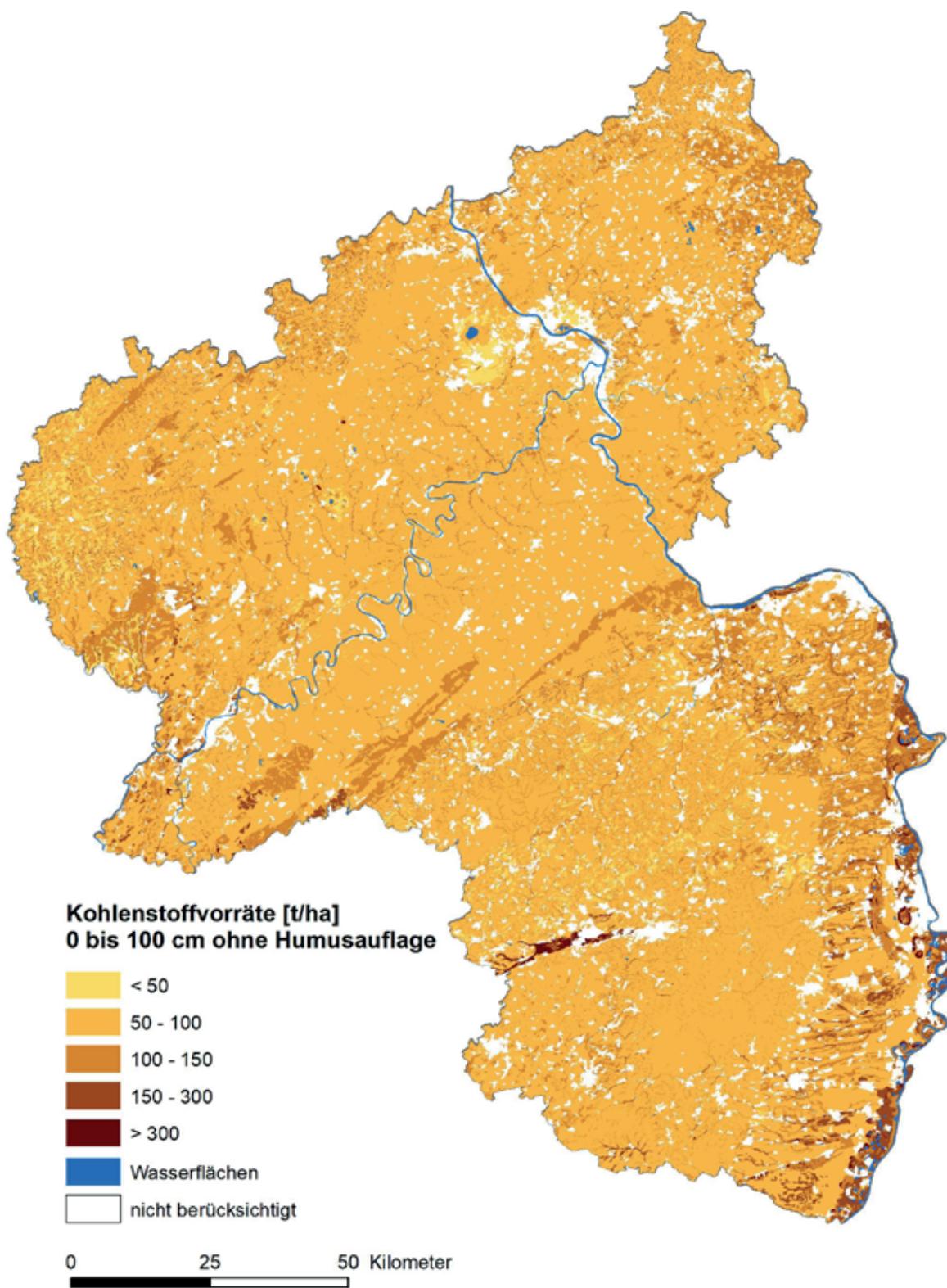
Karte 1: Kohlenstoffvorräte (t/ha) in der Tiefenstufe 0-30 cm (ohne Auflagehorizonte).



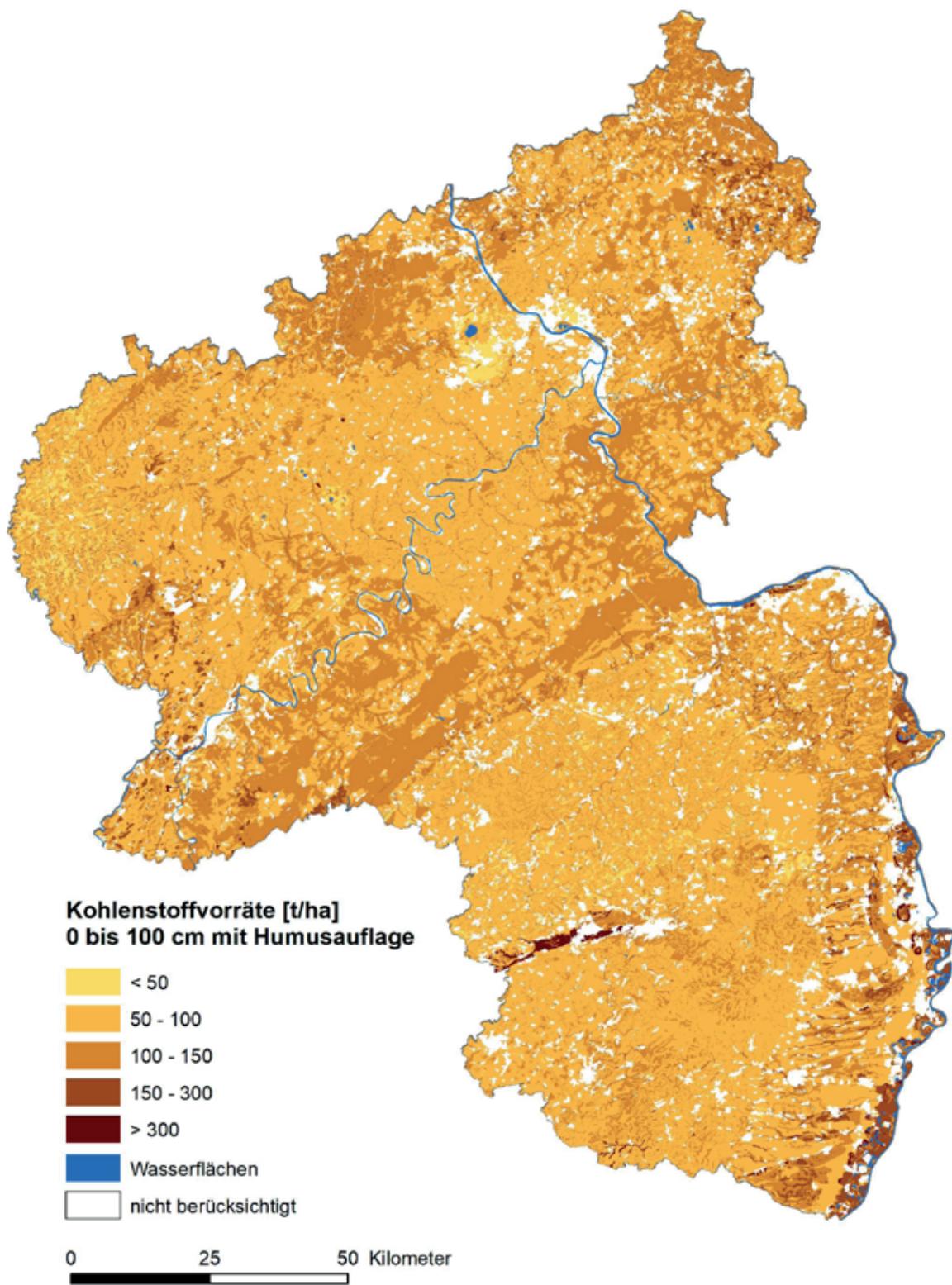
Karte 2: Kohlenstoffvorräte (t/ha) in der Tiefenstufe 0-30 cm (mit Auflagehorizonten).



Karte 3: Kohlenstoffvorräte (t/ha) in der Tiefenstufe 30-100 cm.



Karte 4: Kohlenstoffvorräte (t/ha) in der Tiefenstufe 0-100 cm (ohne Auflagehorizonte).



Karte 5: Kohlenstoffvorräte (t/ha) in der Tiefenstufe 0-100 cm (mit Auflagehorizonten).

## BILDERANHANG



**Bilder 1-4:** Die Böden des Landstuhler Bruchs weisen sehr hohe Kohlenstoffgehalte auf. Das Bild links oben zeigt ein Übergangsmoor ( $618 \text{ t/ha } C_{\text{org}}$ , 0-100 cm), rechts oben ist ein degradiertes Moorgley abgebildet ( $165 \text{ t/ha } C_{\text{org}}$ , 0-100 cm). Einen stark humosen Auenboden des Oberrheingrabens zeigt das Bild links unten ( $252 \text{ t/ha } C_{\text{org}}$ , 0-100 cm). Auch die tiefgründigen Kolluvisole weisen oft hohe Kohlenstoffgehalte auf. Das Bild rechts unten zeigt einen rheinhessischen Kolluvisol aus Kolluviallöss über sehr tiefem Kalkstein ( $80 \text{ t/ha } C_{\text{org}}$ , 0-100 cm).



**Bilder 5-8:** In den Naturräumen Rheinhessen und Vorderpfalz sind tief humose Tschernoseme (Bild links oben, 109 t/ha  $C_{org}$ , 0-100 cm) sowie tiefgründige Rigosole (Bild rechts oben) weit verbreitet (119 t/ha  $C_{org}$ , 0-100 cm). In den Mittelgebirgen sind auf stark verwittertem und vertontem Untergrund häufig stauwassergeprägte Böden zu finden. Das Bild links unten zeigt einen Pseudogley (83 t/ha  $C_{org}$ , 0-100 cm, ohne Humusauflage). Auf dem Bild rechts unten ist ein podsoliger Pseudogley mit einer mächtigen Humusauflage abgebildet. Der Boden enthält 64 t/ha  $C_{org}$  im ersten Meter. Dazu kommt die Humusauflage mit 36 t/ha organischem Kohlenstoff.



**Bilder 9-12:** Im Naturraum Gutland auf Karbonatgesteinen verbreitete Böden (z. B. Terra fusca, Pelosole) weisen oft überdurchschnittliche Humusgehalte auf (Bild links oben, 101 t/ha  $C_{org}$ , 0-100 cm). Braunerden aus Buntsandstein enthalten meist deutlich weniger Kohlenstoff (Bild rechts oben, 61 t/ha  $C_{org}$ , 0-100 cm). Die sandig-grusigen Bimse in Teilen der Eifel und im Neuwieder Becken enthalten nur geringe Kohlenstoffmengen (Bild links unten, 28 t/ha  $C_{org}$ , 0-100 cm). Das Bild rechts unten zeigt einen stark grobbodenhaltigen Regosol. Der hohe Skelettanteil vermindert den Feinbodenvorrat und damit den Humusvorrat deutlich (58 t/ha  $C_{org}$ , 0-100 cm).

## **Bildquellen:**

Dorthe Pflanz, LGB (S. 38 u.l.)

Stephan Sauer, LGB (S. 37 o.l., S. 37 u.r., S. 38 o.l., S. 38 o.r., S. 39 o.l., S. 39 o.r., S. 39 u.l., S. 39 u.r.)

Ernst-Dieter Spies, LGB (S. 38 u.r.),

Ulrich Steinrücken, Soilution GbR (S. 37 o.r., S. 37 u.l.)

(o = oben, u = unten, r = rechts, l = links)



Rheinland-Pfalz

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz  
Emy-Roeder-Straße 5  
55129 Mainz  
[office@lgb-rlp.de](mailto:office@lgb-rlp.de)  
[www.lgb-rlp.de](http://www.lgb-rlp.de)

Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen  
Hauptstraße 16  
67705 Trippstadt  
[info@klimawandel-rlp.de](mailto:info@klimawandel-rlp.de)  
[www.klimawandel-rlp.de](http://www.klimawandel-rlp.de)

ISSN 2509-4785