

22./23.03.2016 in Nossen – Workshop: Nachhaltige Sicherung der Humusgehalte  
und Bodenfruchtbarkeit unter Beachtung von Klimawandel und EU-WRRL

---

# **Organische Kohlenstoffvorräte der Böden in Baden-Württemberg**

## **Status Quo und zukünftige Entwicklungen**

**Dr. Frank Waldmann**

*Gefördert mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und  
Energiewirtschaft Baden-Württemberg im Rahmen des Programms KLIMOPASS*



**Baden-Württemberg**  
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

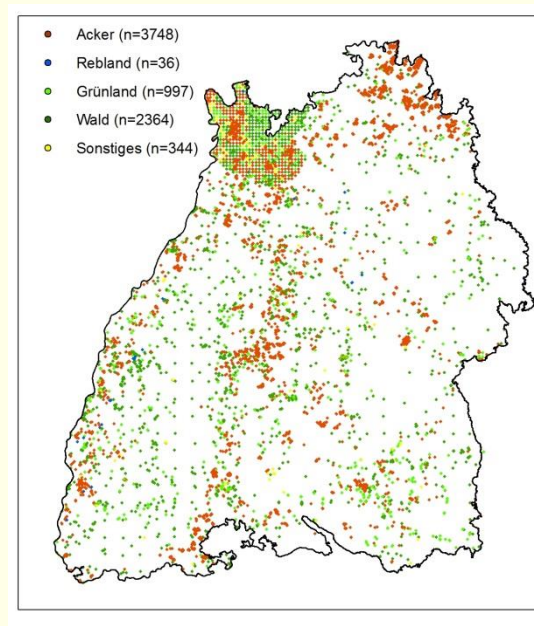
## Datengrundlagen

### I Einzeldaten (LUBW, FVA, LGRB, Lit.)

Standorte:	7489
Acker:	3748
Grünland:	997
Wald:	2364
Rebland:	36
Sonstige:	344

### Analysedaten

Acker	C <sub>org</sub> : 5964	TRD: 1204
Grünland	C <sub>org</sub> : 2206	TRD: 1072
Wald	C <sub>org</sub> : 8337	TRD: 5791



### II Gemeindemittelwerte - Humus (LTZ)

differenziert nach 8 Bodenarten und 3 Nutzungen (Acker, Grünland, Rebland)  
für 247 Gemeinden

Zugrunde liegende Einzeldaten

Acker:	10491
Grünland:	728

## Bearbeitung - Teilmengen

- **Nutzung (3)**

- Acker
- Grünland
- Wald

- **Bodentypengruppen (9)**

- Rendzina
- Pararendzina
- Braunerde, Parabraunerde, Pelosol und Terra fusca
- Podsol
- Auenboden und Kolluvium
- Gley, Auengley und Pseudogley
- Stagnogley
- Nass-, Humus- und Anmoorgley
- Moor

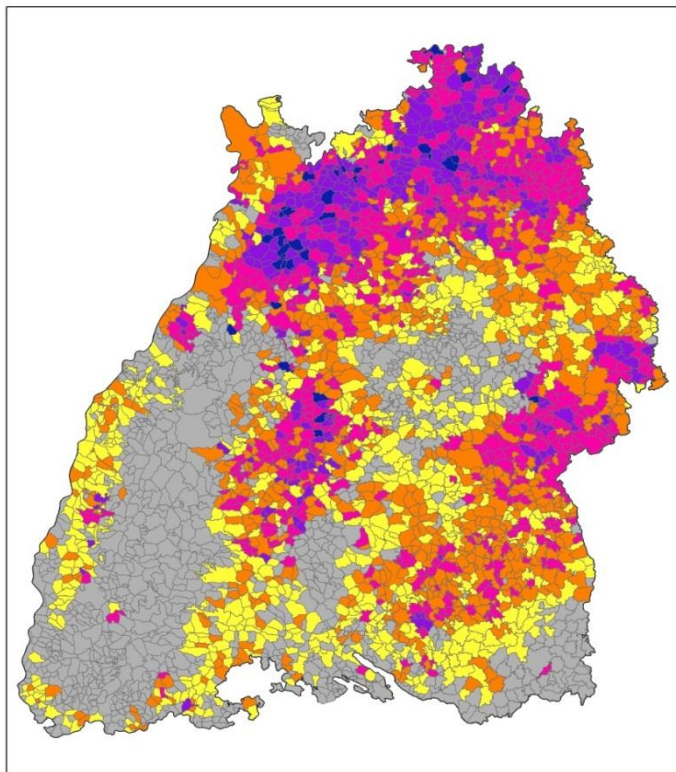
- **Tiefenbereich (2)**

- 0 bis 30 cm u. Fl.
- 30 bis 100 cm u. Fl.

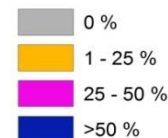
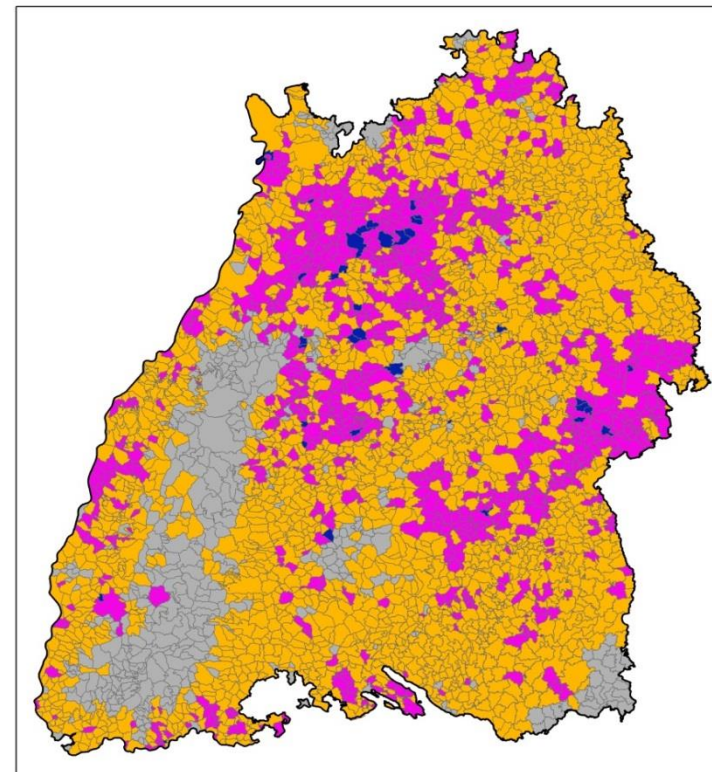
***Bewirtschaftungseinflüsse  
werden nicht berücksichtigt***

## Bsp. Bewirtschaftung LN *[wurde nicht berücksichtigt]*

Anteil Mulchsaatflächen bei Ackernutzung  
(MEKA 2010 incl. Abschätzung für Problem-  
und Sanierungs-WSG)



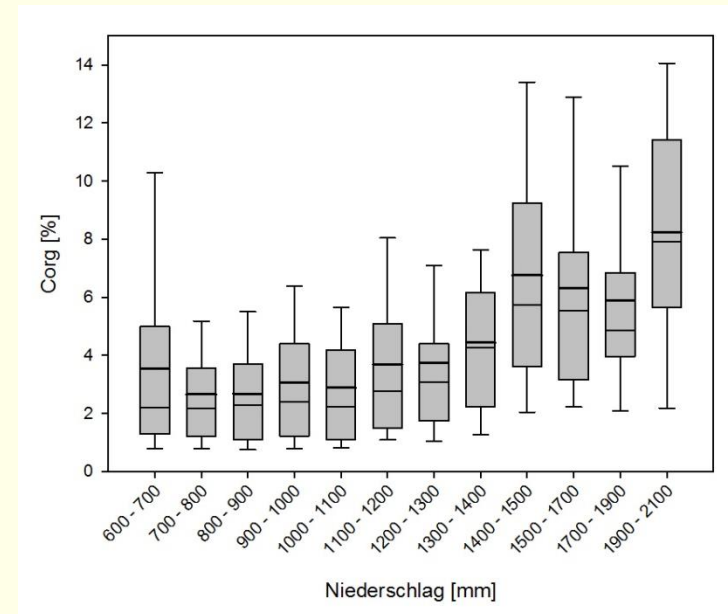
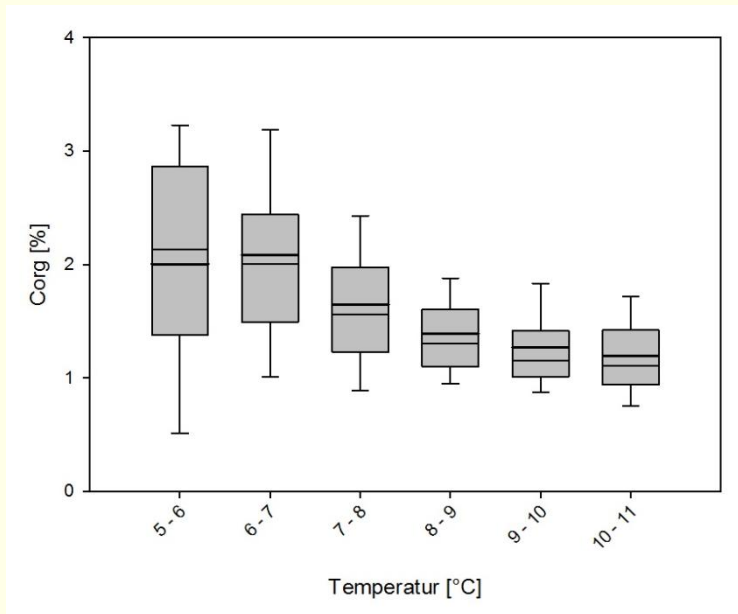
Anteil Zwischenfruchtflächen bei Ackernutzung  
(MEKA 2010 incl. Abschätzung für Problem-  
und Sanierungs-WSG)



## Beispiele

$C_{org}$ -Gehalte Oberboden unter Acker in Abhängigkeit von der Jahresdurchschnittstemperatur, zusammengefasst für Braunerden, Parabraunerden, Pelosole und Terra fuscen; Bodenarten: Schluff & Lehm; n = 3617

$C_{org}$ -Gehalte Oberboden unter Wald in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag, zusammengefasst für Braunerden, Parabraunerden, Pelosole und Terra fuscen; Bodenarten: Schluff & Lehm; n = 1649.



## Berechnung Einzelstandorte: C<sub>org</sub>-Gehalte 0-30 cm u. FI für Bodentypgruppe „Braunerde, Parabraunerde, Pelosol, Terra fusca“

Multiple lineare Regression	R <sup>2</sup>	n
Acker		
$C_{org} = 2,267 + (0,000998 * B) - (0,179 * C) + (0,0158 * D) - (0,00490 * E) - (0,266 * H)$	0,21	3802
Grünland		
$C_{org} = 3,291 - (0,128 * A) + (0,00269 * B) - (0,304 * C) + (0,0351 * D)$	0,25	383
Wald (ohne Auflagehumus)		
$C_{org} = 3,920 - (0,189 * A) + (0,00270 * B) - (0,263 * C) + (0,0304 * D) - (0,0229 * H)$	0,43	2746

### Prädiktoren:

- A Tiefe unter Flur (cm) [nur bei Grünland und Wald]
- B Mittlerer Jahresniederschlag (mm)
- C Mittlere Jahrestemperatur (°C)
- D Ton (%)
- E Sand (%)
- F Hangneigung (%)
- G Exposition (Grad) [Werte >180: 180-(Wert-180)]
- H Reliefposition [TCI<sub>low</sub>] (dimensionslos)

## Berechnung Gemeindemittelwerte: Humus-Gehalte Oberboden

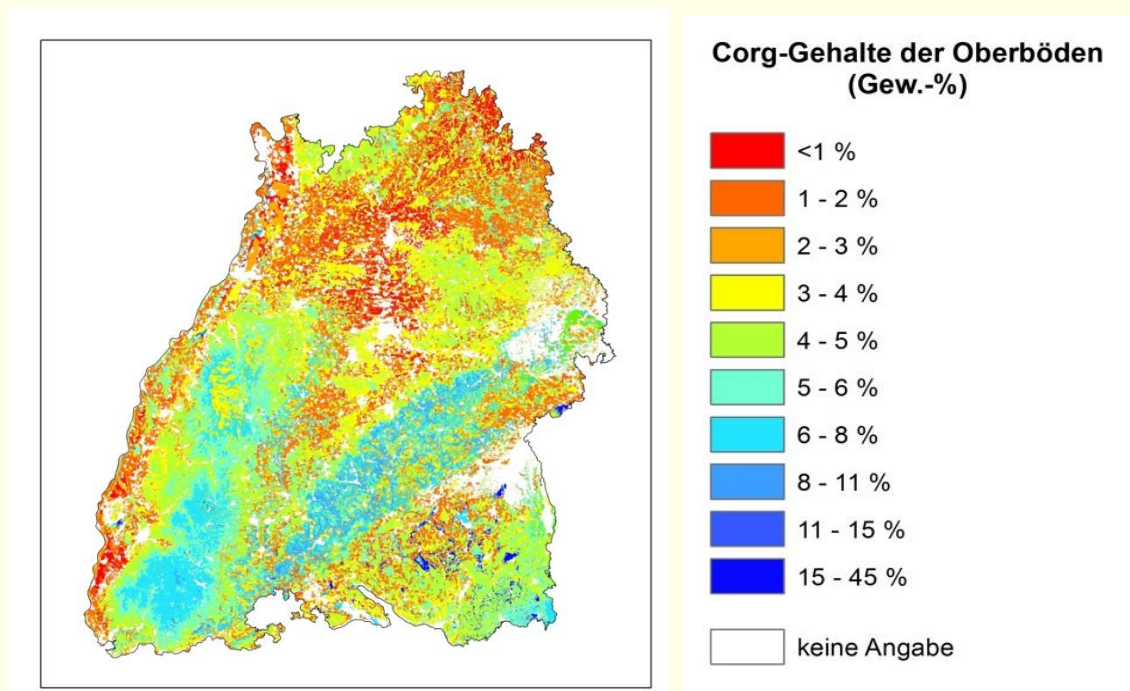
Bodentypen	Multiple lineare Regression	R <sup>2</sup>	n
<b>Acker</b>			
„alle“	Mittlerer Humusgehalt = $6,663 - (0,551 * \text{Jahresmitteltemperatur}) + (0,0581 * \text{Ton})$	0,43	*
vorherrschend: Braunerde, Parabraunerde, Pelosol, Terra fusca	Mittlerer Humusgehalt = $3,909 - (0,376 * \text{Jahresmitteltemperatur}) + (0,0963 * \text{Ton})$	0,53	**
<b>Grünland</b>			
„alle“	Mittlerer Humusgehalt = $-11,904 + (0,0107 * \text{Jahresniederschlag}) + (0,820 * \text{Jahresmitteltemperatur}) + (0,0558 * \text{Ton})$	0,58	***

\* 111 Datensätze, verteilt auf 66 Gemeinden mit zusammen 9898 Einzelproben

\*\* 52 Datensätze, verteilt auf 15 Gemeinden mit zusammen 2285 Einzelproben

\*\*\* 19 Datensätze, verteilt auf 8 Gemeinden mit zusammen 477 Einzelproben

## Corg-Gehalte Oberboden [50 m Raster]



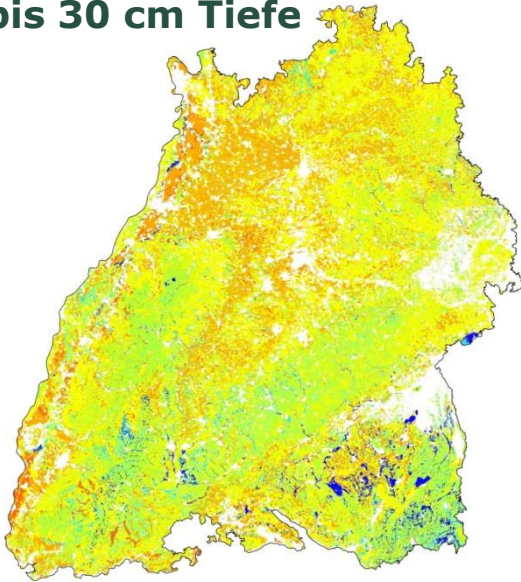
- keine Standortsprognosen möglich
- geeignet für regionale und überregionale Vergleiche und Bilanzierungen



## C<sub>org</sub>-Vorräte der Böden (kg/m<sup>2</sup>)

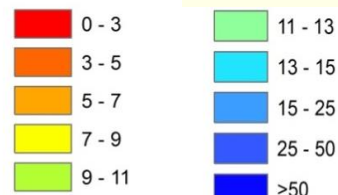
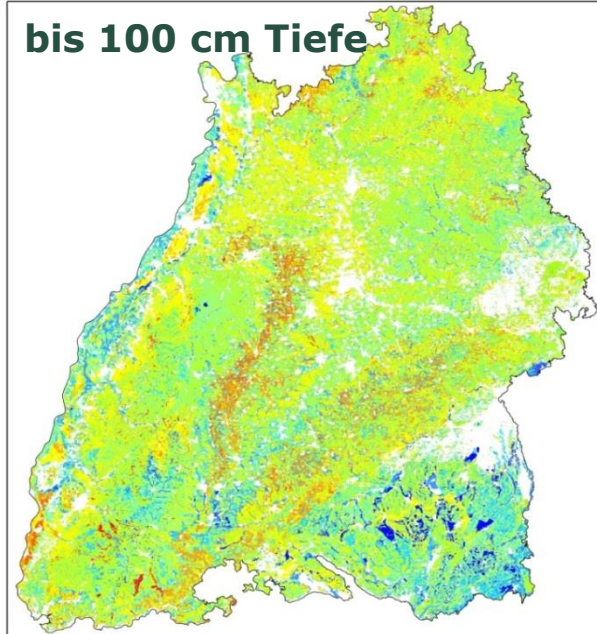
- keine Standortsprognosen möglich
- geeignet für regionale und überregionale Vergleiche und Bilanzierungen

**bis 30 cm Tiefe**



 keine Angabe

**bis 100 cm Tiefe**



 keine Angabe

## Mittlere $C_{org}$ -Vorräte der Böden Baden-Württembergs in t/ha

Nutzung	Hinweis	Tiefe (cm u. Fl)			Anteil am Gesamtvorrat
		0 - 30	0 - 70	0 - 100	
Acker		66	89	98	65 %
Grünland (incl. Ödland)	ohne Moor- und Anmoorstandorte	81	106	115	70 %
	incl. Moor- und Anmoorstandorte	92	125	137	
Wald		75	94	101	75 %

## Mittlere $C_{org}$ -Vorräte der Böden Baden-Württembergs in t/ha - Plausibilisierung -

Nutzung	Hinweis	Tiefe (cm u. Fl)			
		0 - 30	0 - 70	0 - 100	
Acker		66	89	<b>98</b>	
Grünland (incl. Ödland)	ohne Moor- und Anmoorstandorte	81	106	<b>115</b>	
	incl. Moor- und Anmoorstandorte	92	125	<b>137</b>	
Wald		75	94	<b>101</b>	
<b>Weitere Daten aus Süddeutschland</b>					
Acker	Bayern <sup>1)</sup>			<b>90</b>	
	Rheinland-Pfalz <sup>2)</sup>			<b>115</b>	
Grünland	Bayern <sup>1, 3)</sup>			<b>118</b>	
	Rheinland-Pfalz <sup>2)</sup>			<b>128</b>	
Wald	Bayern <sup>1)</sup>			<b>98</b>	
	Rheinland-Pfalz <sup>2)</sup>			<b>101</b>	

<sup>1)</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (2014)

<sup>2)</sup> Sauer et. al. (2015) [Berechnung bis max. 200 cm u. Fl.]

<sup>3)</sup> ohne Moor- und Anmoorstandorte

## Abschätzung der $C_{org}$ -Vorräte der Böden Baden-Württembergs zwischen 0-30 cm u. Fl. in t/ha bei zunehmender Temperaturerhöhung

Nutzung	Temperaturveränderung <sup>1), 2)</sup>			
	status quo	+1°C	+2°C	+3°C
Acker	66	61 [ $\Delta$ 5]	58 [ $\Delta$ 8]	56 [ $\Delta$ 10]
Grünland	92	85 [ $\Delta$ 7]	78 [ $\Delta$ 14]	74 [ $\Delta$ 18]
Wald	75	71 [ $\Delta$ 4]	68 [ $\Delta$ 7]	66 [ $\Delta$ 9]

1) Die Temperaturen wurden nur bis zu einer mittleren Jahrestemperatur von maximal 10,5 °C erhöht. Die den Berechnungen zugrunde liegenden Regressionen sind nur bis hierher gültig. Eine weitere lineare  $C_{org}$ -Abnahme bei höheren Temperaturen ist nicht wahrscheinlich. So nehmen z. B. in den trocken-warmen Schwarzerdegebieten in Sachsen  $C_{org}$ -Gehalte und -Vorräte wieder zu (Kolbe 2009).

2) Bei Mooren, Anmoor-, Nass- und Stagnogleyen werden keine  $C_{org}$ -Vorratsänderungen bei veränderteren Temperaturen berechnet.

### Vergleich

In Bayern ergeben die modellierten  $C_{org}$ -Vorratsänderungen bis zum Jahr 2100 bei konstantem C-Input für das Klimaszenario A1B (RMO\_UBA) unter Acker und Grünland einen Rückgang von **12 – 16 t/ha** und unter Wald von **20 – 22 t/ha** (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2014, S. 81f).

## Abschätzung der $C_{org}$ -Vorräte der Böden Baden-Württembergs zwischen 0-30 cm u. Fl. in t/ha bei zunehmender Temperaturerhöhung

Nutzung	Temperaturveränderung			
	status quo	+1°C	+2°C	+3°C
Acker	66	61 [ $\Delta$ 5]	58 [ $\Delta$ 8]	56 [ $\Delta$ 10]
Grünland	92	85 [ $\Delta$ 7]	78 [ $\Delta$ 14]	74 [ $\Delta$ 18]
Wald	75	71 [ $\Delta$ 4]	68 [ $\Delta$ 7]	66 [ $\Delta$ 9]

### Reduzierung auf einfache Faustzahlen

Je Temperaturerhöhung um 1 °C erfolgt eine  $C_{org}$ -Vorratsreduzierung um ~5 %.  
 Bei einem Anpassungszeitraum von 100 Jahren entspricht dies einen  $C_{org}$ -Verlust von

Acker	~35 kg/ha x a	[~60 kg Humus/ha x a]
Grünland	~50 kg/ha x a	[~85 kg Humus/ha x a]
Wald	~30 kg/ha x a	[~50 kg Humus/ha x a]

## Abschätzung der C<sub>org</sub>-Vorräte der Böden Baden-Württembergs zwischen 0-30 cm u. Fl. in Mio. t bei zunehmender Temperaturerhöhung

Nutzung	Fläche (ha)	Temperaturveränderung <sup>1), 2)</sup>			
		status quo	+1°C	+2°C	+3°C
Acker	970.000	64	59	56	54
Grünland (incl. Ödland)	650.000	60	55	51	48
Wald	1.370.000	103	97	93	90
<i>Summe</i>	2.990.000	227	211	200	192

<sup>1), 2)</sup> Restriktionen siehe vorherige Folie

## Abschätzung der C<sub>org</sub>-Vorräte der Böden Baden-Württembergs zwischen 0-30 cm u. Fl. in Mio. t bei zunehmender Temperaturerhöhung

Nutzung	Fläche (ha)	Temperaturveränderung <sup>1), 2)</sup>			
		status quo	+1°C	+2°C	+3°C
Acker	970.000	64	59	56	54
Grünland (incl. Ödland)	650.000	60	55	51	48
Wald	1.370.000	103	97	93	90
<i>Summe</i>	2.990.000	227	211	200	192
<b>Veränderung gegenüber status quo</b>					
C <sub>org</sub> -Vorrat (Mio. t)			-16	-27	-35
CO <sub>2</sub> -Emission (Mio. t)			59	99	128
CO <sub>2</sub> -Emission pro Jahr (Mio. t/a) – bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren			<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>
Zusätzliche CO <sub>2</sub> -Emission pro Jahr aus Moor- und Anmoorstandorten (Mio. t/a) <sup>3)</sup>		<b>0,6</b>	k. A.	k. A.	k. A.

1), 2) siehe vorherige Folie

3) Weinzierl und Waldmann 2014 [Moor und Anmoor: ca. 40.000 ha; 1,3 % der Landesfläche]

## Weitere Informationen

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (Hrsg.)  
(2015): Organische Kohlenstoffvorräte der Böden in Baden-Württemberg.-  
LGRB-Fachbericht, Band 2015/1.

*Download*

[https://produkte.lgrb-bw.de/catalog/list/?wm\\_group\\_id=1991&p=oeCs8LSVMn6zSj2Zel80CjNSzEZ0yf](https://produkte.lgrb-bw.de/catalog/list/?wm_group_id=1991&p=oeCs8LSVMn6zSj2Zel80CjNSzEZ0yf)





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



**Baden-Württemberg**  
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Dr. Frank Waldmann  
Regierungspräsidium Freiburg  
Ref. 93  
Albertstr. 5  
79104 Freiburg i. Br.  
E-Mail: [frank.waldmann@rpf.bwl.de](mailto:frank.waldmann@rpf.bwl.de)  
Tel.: 0761-208-3157