



Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz

Auswertung von Bodenschätzungsdaten
zur Ableitung von Bodenfunktionen
und -eigenschaften



Umwelt und Geologie

Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz

Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen
und -eigenschaften

Wiesbaden, 2008

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Umwelt und Geologie

ISSN 1617-4038
ISBN 978-3-89026-354-0

Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz
Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften

Bearbeitung: Dr. Klaus Friedrich, HLUG
Dipl.-Geogr. Michael Goldschmitt, LGB RLP
Dipl.-Geogr. Johannes Krzyzanowski, LGB RLP
Dipl.-Ing. agr. Ricarda Miller, Ingenieurbüro Schnittstelle Boden
Dr. Matthias Peter, Ingenieurbüro Schnittstelle Boden
Dr. Stephan Sauer, LGB RLP
Dipl.-Geogr. Mathias Schmanke, Ingenieurbüro Schnittstelle Boden
Dr. Thomas Vorderbrügge, HLUG

Titelfotos:

Herausgeber:

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69 390
Telefax: 0611 69 39555

www.hlug.de

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Straße 5
55129 Mainz

Telefon: 06131 92540
Telefax: 06131 9254123

www.lgb-rlp.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung der Herausgeber.

Inhalt

Vorwort	5
1 Motivation und Projektziel	7
2 Projektteilnehmer und Projektorganisation	8
3 Grundlagen der Bodenschätzung	9
4 Fachliche Aspekte zur Auswertung der Bodenschätzungsdaten	11
4.1 Bodenkundliche Interpretation von Bodenschätzungsdaten und Auswertungsansatz des Projektes	11
4.2 Analyse des Schätzungsrahmens	13
4.3 Interpretation des Schätzungsrahmens	15
4.4 Begleituntersuchungen zur inhaltlichen Beschreibung und Bewertung der Bodenschätzungsdaten	21
4.4.1 Bodenkundliche Profilaufnahme der Muster- und Vergleichsstücke als Grundlage der Qualitätssicherung	21
4.4.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen der bodenkundlichen Aufnahme von Muster- und Vergleichsstücken	24
5 Datenmanagement	27
5.1 Struktur der Bodenschätzungsdaten	27
5.2 Aufbau der Dateninfrastruktur BFD5L	27
5.3 Datenintegration und Qualitätssicherung	28
5.3.1 Plausibilitätsprüfungen zur Qualitätssicherung (FESCH, Folie 042)	28
5.3.2 Zusammenführung der FESCH- und Folie 042-Daten und Prozedur der Fehlerbehandlung	30
5.3.3 Einbindung flurstücksorientierter Bodenschätzungsdaten des Liegenschaftsbuches (Folie 32) in die Flächendatenbank	31
5.3.4 Plausibilitätsprüfungen zur Qualitätssicherung (Folie 32)	32
5.4 Aufbau der Methodenbank	34
6 Thematische Auswertungen und Methodendokumentation zu Bodenfunktionen und -eigenschaften	35
6.1 Auswertungen auf Basis des Klassenzeichens	35
6.1.1 Auswertungsbeispiel „Ertragspotenzial des Bodens“	38
6.1.1.1 Grundlagen der Methode „Ertragspotenzial des Bodens“	38
6.1.1.2 Zusammenhang zwischen Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl und nutzbarer Feldkapazität – Methodenentwicklung	39
6.1.1.3 Klassifizierung	40
6.1.1.4 Validierung der Methode „Ertragspotenzial des Bodens“ durch vergleichende Betrachtungen der nFK Bewertung	41
6.2 Auswertungen auf Basis des ALB und Folie 32 ALK (Hessen)	43
6.3 Methoden auf Basis der Grablochbeschreibungen (FESCH)	43
7 Anwendungsprodukte der BFD5L	46
7.1 Informationssystem und Mapservices	46
7.1.1 BodenViewer Hessen	46
7.1.2 Mapserver Rheinland-Pfalz	47
7.2 Kartenwerk	48
7.3 Daten	49
7.4 Qualitätssicherung der Anwendungsprodukte	50
7.4.1 Gemarkungsfragebogen	50
7.4.2 Validierung mit Bodenflächen- und Profildaten	50
7.4.3 Testanwendungen in anderen Bundesländern	53
7.4.4 Fazit der Qualitätssicherung	54

8	Anwendungsbereiche	54
8.1	Spezielle Auswertungsprodukte für den Vollzug und angewandte Projekte	55
8.1.1	Auswertung von Kompensationsflächen im Offenland gemäß der Kompensationsverordnung vom 1.9.2005 (Hessen)	55
8.1.2	Zuweisung von landwirtschaftlichen Flächen zu Erosionsgefährdungsklassen gemäß der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (Cross Compliance)	56
9	Ausblick	60
10	Literatur und Publikationen	61
	Ansprechpartner und Kontakt	61

Abkürzungsverzeichnis

AbfKlärV	Klärschlammverordnung
ALB	Automatisiertes Liegenschaftsbuch
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
ALS	Amtlich Landwirtschaftlicher Sachverständiger
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutzverordnung
BewRL	Bewertungsrichtlinie gemäß Bodenschätzungsgesetz
BFD5L	Bodenflächendaten im Maßstab 1: 5 000 für die landwirtschaftliche Nutzfläche
BGBI	Bundesgesetzblatt
BodSchätzG	Bodenschätzungsgesetz
DBG	Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft
DHM	Digitales Höhenmodell
DV	Datenverarbeitung
EDBS	Einheitliche Datenbankschnittstelle
EMZ	Ertragsmesszahl der Bodenschätzung
FESCH	Digitales Feldschätzungsbuch mit Grablochbeschreibungen
FISBO	Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz
Folie 001 ALK	Digitale Flurstückskarte der ALK
Folie 042 ALK	Digitale Bodenschätzungskarte der ALK
Folie 32 ALB	Flurstücksbezogene Flächenanteile der Bodenschätzungsklassen im ALB
GIS	Geografisches Informationssystem
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HMULV	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
HVBG	Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation
KA5	Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage
KLZ	Klassenzeichen der Bodenschätzung
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LGB	Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
LLH	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
LVerGeo	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz
MSAccess	Microsoft Access Datenbank
MST	Musterstück der Bodenschätzung
n	Anzahl
NATIS	Datenbank für Flora und Fauna in Hessen
nFK	Nutzbare Feldkapazität
OBAK-ALK	Objektabbildungskatalog der Automatisierten Liegenschaftskarte
OFD	Oberfinanzdirektion
PESCH	Software (Eigenentwicklung) zur Prüfung der FESCH-Daten
SDE	Spatial database engine
VST	Vergleichsstück der Bodenschätzung

Vorwort



Bodeninformationen betreffen alle, die mit und auf dem Boden tätig sind. Dies sind Flächennutzer, Landeigentümer, Behörden, Planungsbüros, Bauherren etc. Sie alle sollten Kenntnisse über den Boden und seine Funktionen haben, um ihn nachhaltig nutzen und schützen zu können. Bodeninformation ist eine wesentliche Grundlage für Boden-, Natur-, Grundwasser- und Gewässerschutz, Umweltverträglichkeitsprüfungen, Strategische Umweltprüfungen und für die gute fachliche Praxis bei der Bodenbewirtschaftung.

Viele umweltpolitische EU- und Landesprojekte benötigen heute Bodenfunktionsdaten bis auf die Ebene des Flurstücks. Beispiele sind hier die agrarpolitischen Maßnahmen der Europäischen Gemeinschaft im Rahmen von Cross Compliance, wo unter „anderweitigen Verpflichtungen“ bspw. Erosionsschutzmaßnahmen als Bedingung zur Agrarförderung formuliert sind. Bodendaten sind auch für die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie zwingend erforderlich. Auf Landesebene fordern spezifische Agrarumweltprogramme großmaßstäbige Bodeninformation.

Diese vielfältigen Anwendungsbereiche benötigen hochauflösende digitale Fachinformationen. Für die landwirtschaftliche Nutzfläche liegen Bodenerhebungen der Bodenschätzung vor, die inhaltlich und strukturell bundesweit identisch aufgebaut sind. Daher bot sich eine länderübergreifende Zusammenarbeit der benachbarten Bundesländer Hessen und Rheinland-Pfalz zur Erstellung eines großmaßstäbigen Bodeninformationssystems auf Grundlage der Bodenschätzungsdaten geradezu an. Hier konnten erhebliche Ressourcen durch die arbeitsteilige Entwicklung eingespart und in kurzer Zeit eine ganze Produktpalette vom analogen Kartenwerk bis hin zum freien Informationssystem im Internet erstellt werden.

Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg dieses Projekts war die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Oberfinanzdirektionen Frankfurt und Koblenz, dem Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz sowie der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation. Diesen Institutionen sei an dieser Stelle für die hervorragende Zusammenarbeit gedankt. Schon heute haben sich aus dem Projekt heraus weitere Fachaufgaben erschlossen, die in einer Kooperation effizienter bearbeitet werden können.

Die vorliegende Broschüre stellt die wichtigsten Ergebnisse der fünfjährigen Projektarbeit zusammen. Sie ist gleichzeitig eine Rahmendokumentation zu den Bodenflächendaten 1:5 000 der landwirtschaftlichen Nutzfläche (BFD5L) für Hessen und Rheinland-Pfalz.

Dr. Thomas Schmid
Präsident
des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie

Prof. Dr Harald Ehse
Direktor
des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

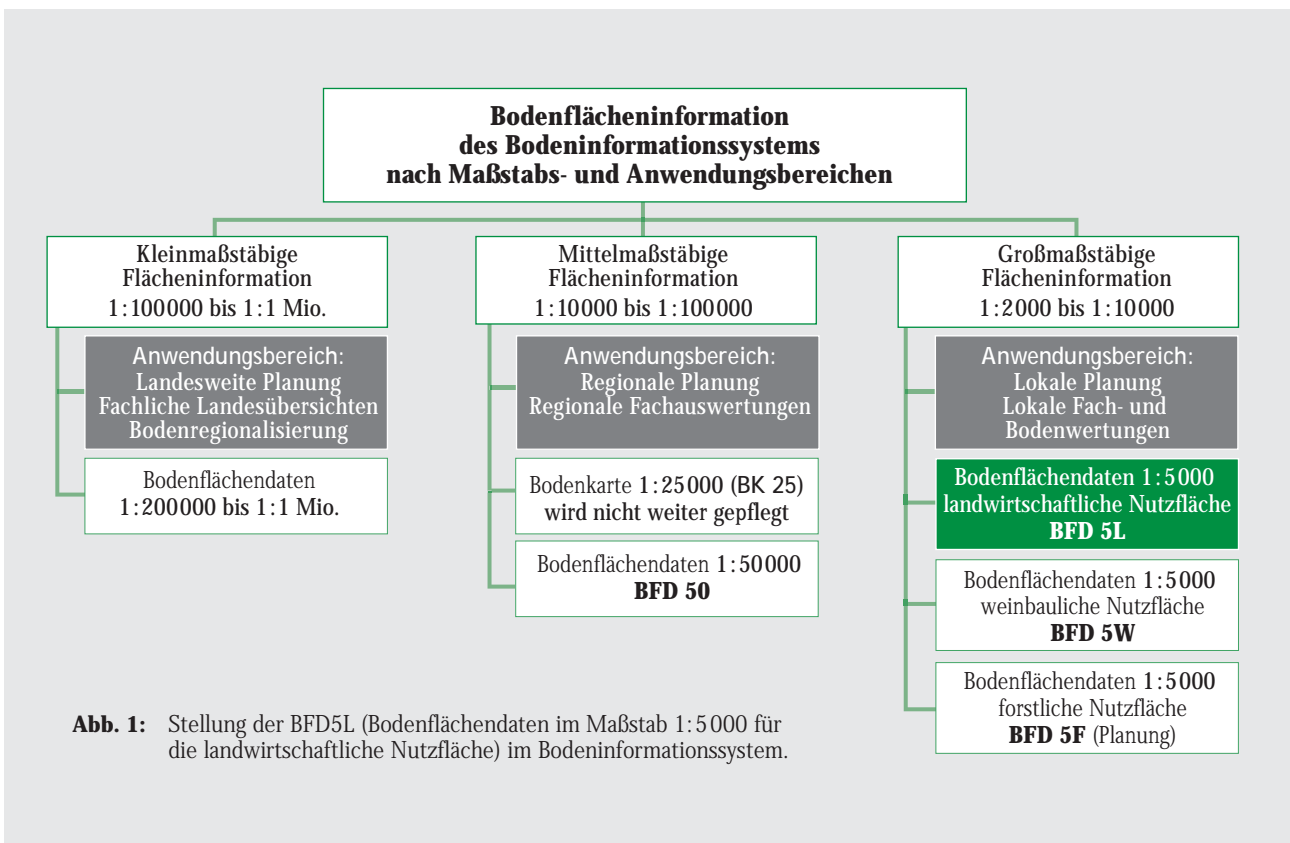
1 Motivation und Projektziel

Vorsorgender Bodenschutz bedeutet vor allem Schutz der Bodenfunktionen und ist durch das im Jahr 1998 in Kraft getretene Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) gesetzlich verankert. Bodenschutz betrifft alle, die mit und auf dem Boden tätig sind. Sie alle sollten Kenntnisse über den Boden und seine Funktionen haben, um ihn gemäß den Vorgaben des Gesetzes schützen und damit auch der Vorsorgepflicht nachkommen zu können.

Die Komplexität des Mediums Boden, seine große räumliche Variabilität und die Vielzahl der Wechselwirkungen mit der Umwelt setzen für eine lokale Standort- und Bodenfunktionsbewertung eine entsprechend großmaßstäbige Datengrundlage sowie ein umfangreiches Fachwissen voraus. Bestehende Flächeninformationen, wie die Bodenflächendaten 1:50000 (BFD 50) in Hessen und Rheinland-Pfalz, können diesen Bedarf nicht decken, da sie für regionale und landesweite Fragestellungen wie z. B. Landschaftsrahmen- bzw. Regionalplanung entwickelt wurden, nicht jedoch für parzellenscharfe Aussagen im großmaßstäbigen Bereich. Auch die für einzelne

Gebiete verfügbare Bodenkarte 1:25000 kann dies nicht leisten (PETER et al. 1999, FRIEDRICH & KEIL 2003).

Von 2002 bis 2007 wurden die Grundlagen für das jetzt vorliegende Informationssystem und Kartenwerk im Projekt „Bodenfunktionsbezogene Auswertung von Bodenschätzungsdaten für Hessen und Rheinland-Pfalz“ gemeinsam erarbeitet. Das primäre Ziel ist der systematische Aufbau einer digital verfügbaren bodenkundlichen Daten- und Auswertungsgrundlage im Maßstab 1:2000 bis 1:10000 für Fragestellungen des Boden- und Grundwasserschutzes sowie für die Bewertung der Bodenfunktionen landwirtschaftlicher Nutzflächen (vgl. Abb. 1). Als Grundlage werden die Daten der Bodenschätzung verwendet, die seit 1934 in Deutschland einheitlich erhoben werden und Bodeninformationen bis zu einem Meter Tiefe bereitstellen. Mit der aktuellen Änderung der Gesetzesgrundlage wird seit 2008 erstmalig auch deren Nutzbarkeit für den Bodenschutz und für Bodeninformationssysteme festgeschrieben (BodSchätzG 2007). Die ursprünglich



analogen Datenbestände werden seit 2001 durch die Oberfinanzdirektionen (OFD Frankfurt und Koblenz) und die Katasterverwaltungen der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen digital erfasst. Die Methodenbank zur Auswertung der Bodenschätzungsdaten wurde so konzipiert, dass die Datenstruktur der Bodenschätzung (Automatisierte Liegenschaftskarte ALK und digitales Feldschätzungsbuch FESCH) direkt Verwendung findet.

Die bodenkundliche Aufarbeitung der Bodenschätzungsdaten ist ein zentraler Baustein bei der Erstellung flächendeckender Kartenwerke und Informationssysteme (vgl. Abb. 1). Dieser auf die landwirt-

schaftliche Nutzfläche spezialisierte und räumlich eingeschränkte Datenbestand, wird für die Weinbauflächen durch die Weinbergsbodenkartierung (BFD 5W) und für die Forstflächen in Zukunft noch durch Daten der Forstlichen Standortkartierung (BFD 5F) ergänzt. Neben dem großmaßstäbigen Datenbestand und Kartenwerk werden für unterschiedliche Maßstäbe und Anwendungsgebiete aber auch mittel- bis kleinmaßstäbige Bodenflächendaten vorgehalten. Entsprechend der Fragestellungen im Boden-, Wasser- und Naturschutz, in Kommunal- bis Landesrahmenplanung sowie für angewandte Fragestellungen können diese Karten und Daten nach Bedarf herangezogen werden.

2 Projektteilnehmer und Projektorganisation

Im Rahmen der Arbeitsteilung nach dem gesetzlichen Regelwerk der Bodenschätzung digitalisiert die Landesvermessung die Geometrien der Bodenschätzung in der so genannten Folie 042 der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK). Die Oberfinanzdirektionen bzw. Finanzämter dokumentieren die zu den Flächendaten gehörenden Punktdaten (Grablochbeschreibungen) mit dem digitalen Feldschätzungsbuch (FESCH). Die Daten werden bei den Geologischen Diensten beider Länder zusammengeführt und technisch sowie sprachlich geprüft (vgl. Abb. 2). Bei Unstimmigkeiten werden die Daten erneut bearbeitet, bis das Qualitätsmanagement die Daten zur Auswertung frei gibt (FRIEDRICH & SCHMANKE 2005). Im Anschluss werden die Daten im Hinblick auf thematische Gesichtspunkte zu Bodeneigenschaften und -funktionen ausgewertet und als Anwendungsprodukte in Form von Infosystemen, Karten und Daten bereitgestellt.

Insgesamt waren sieben Mitarbeiter und eine Mitarbeiterin des HLUg, des LGB Rheinland-Pfalz sowie des Ingenieurbüros Schnittstelle Boden im Projekt tätig. Die Arbeiten umfassten auf der technischen Seite neben der Organisation des Datenflusses zu-

nächst die Datenverwaltung, -integration und -prüfung, während auf der methodischen Seite Methodenentwicklung, -validierung und -dokumentation standen. Vollständig entwickelte Auswertungsmethoden wurden auf Datenbank- und GIS-Ebene umgesetzt und die erzeugten Karten- und Datenprodukte anschließend einer Qualitätsprüfung unterzogen, bevor die Produkte zur Veröffentlichung freigegeben werden konnten.

Die komplexen länder- und ämterübergreifenden Bearbeitungsstrukturen im Projekt erforderten eine intensive Kommunikation und Information der Projektteilnehmerinnen und -teilnehmer untereinander sowie einen ständigen Kontakt zu den Kooperationspartnern. Dies wurde durch ein dezidiertes Projektmanagement, stetigen Projektaustausch und ein projektspezifisches Internetportal gewährleistet. Die aktive Teilnahme der Projektbearbeiterin und -bearbeiter an Tagungen, die Vorbereitung bundesweiter Workshops, regelmäßige Präsentationen und Veröffentlichungen sowie die Erstellung von jährlichen Zwischenberichten förderte darüber hinaus den Austausch des Projektteams mit der Fachöffentlichkeit.

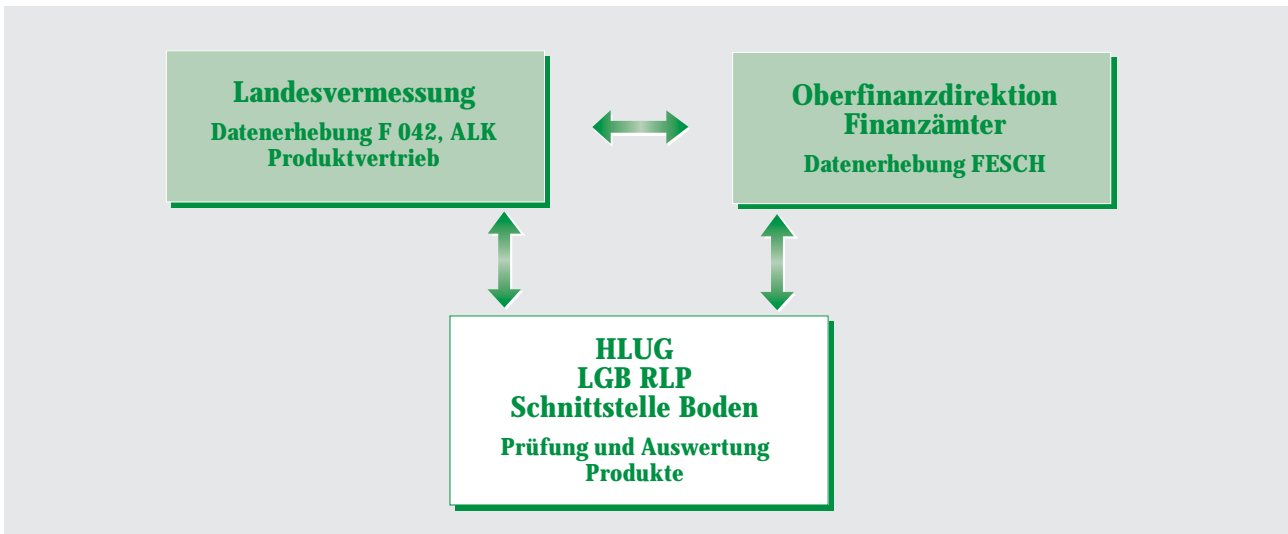


Abb. 2: Kooperationspartner und Teilnehmer des Projektes zur bodenfunktionsbezogenen Auswertung von Bodenschätzungsdaten.

3 Grundlagen der Bodenschätzung

Durchführung der Bodenschätzung

Die Bestandsaufnahme und Bewertung des gesamten landwirtschaftlich nutzbaren Bodens in Deutschland nach dem Bodenschätzungsgesetz erfolgte ab 1935 bis in die 1950er Jahre hinein (Erstschätzung). Die Ergebnisse der Bodenschätzung liegen für alle Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland, mit Ausnahme von Berlin, vor. Nach dem Bodenschätzungsgesetz müssen die Bodenschätzungsergebnisse über den Zeitpunkt der Erstschätzung hinaus aktuell gehalten werden. Dies geschieht durch so genannte Nachschätzungen (§11 BodSchätzG), die grundsätzlich nach dem gleichen Verfahren ablaufen wie die Erstschätzung. Gründe für die Nachschätzung sind z. B. eine Änderung der Nutzungsart sowie anthropogene oder sonstige Bodenveränderungen (Tagebau, Flurbereinigung, Rekultivierung, Melioration).

Auf allen Acker- und Grünlandflächen

Deutschlands werden vom Schätzungsausschuss des jeweiligen Finanzamtes die Punkt- und Flächendaten der Bodenschätzung aufgenommen (vgl. Abb. 3). Dabei wird von den Amtlichen Landwirtschaftlichen Sachverständigen, den Vermessungstechnikern und



Abb. 3: Bodenschätzungsausschuss bei der Beschreibung eines Grablochs im Gelände.

den ehrenamtlichen landwirtschaftlichen Sachverständigen rasterartig im Abstand von ca. 20 bis 50 m eine Bohrung bzw. Aufgrabung bis zu einer Tiefe von einem Meter vorgenommen (vgl. **Grablochbeschreibungen, Punktdaten**).

Der Bodenaufbau wird nach einem einheitlichen Schema beschrieben und in Form von Klassen und Wertzahlen auf Basis des **Acker- und Grünland-schätzungsrahmens** bewertet (vgl. Abb. 4 und Abb. 5). Gleichwertige Böden werden nach der jeweiligen Klassenzugehörigkeit im Gelände zusammengefasst und die Klassengrenzen in Karten (vgl. **Schätzungs-karten, Flächendaten**) festgehalten. Eine weitergehende Beschreibung der Vorgehensweise findet sich bei RÖSCH & KURANDT (1950) sowie PFEIFFER et al. (2005).

Acker- und Grünlandschätzungsrahmen

Die Schätzungsrahmen für Acker und Grünland dienen der schnellen Ermittlung der Bodenschätzungswertzahlen. Dabei sind die Böden nach Klassen eingeteilt. Diese ergeben sich bei der **Ackerschätzung** aus **Bodenart, geologischer Entstehung und Zustandsstufe** und bei der **Grünlandschätzung** aus **Bodenart, Bodenstufe, Klima und Wasserverhältnissen**. Für jede Klasse sind Wertzahlen festgelegt, die eine mehr oder weniger große Spanne aufweisen. Über die Wertzahlen können auch geringe Unterschiede innerhalb einer Klasse zum Ausdruck gebracht werden. Die Wertzahlen sind Verhältniszahlen, die Unterschiede im Reinertrag bei gemeinüblicher und ordnungsgemäßer Bewirtschaftung zum Ausdruck bringen sollen. Die mittels Ackerschätzungs- bzw. Grünlandschätzungsrahmen bestimmte Wertzahl wird als Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl bezeichnet. Durch Zu- und Abrechnungen, z. B. für klimatische Besonderheiten oder Geländeneigung, wird dann die Acker- bzw. Grünlandzahl ermittelt.

Grablochbeschreibungen (Punktdaten)

Bei den Punktdaten der Bodenschätzung handelt es sich um die Profilbeschreibungen der so genannten **Grablöcher**, auf deren Basis die Klassenzeichen der Klassenflächen festgelegt werden („bestimmende Grablöcher“). Weitere Punktdaten sind die Profilauf-

Ackerschätzungsrahmen								
Bodenart	Entstehung	Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
S	D		41-34	33-27	26-21	20-16	15-12	11-7
	Al		44-37	36-30	29-24	23-19	18-14	13-9
	V		41-34	33-27	26-21	20-16	15-12	11-7
SI (B/IS)	D		51-43	42-35	34-28	27-22	21-17	16-11
	Al		53-46	45-38	37-31	30-24	23-19	18-13
	V		49-43	42-36	35-29	28-23	22-18	17-12
IS	D	68-60	59-51	50-44	43-37	36-30	29-23	22-16
	L6	71-63	62-54	53-46	45-39	38-32	31-25	24-18
	Al	71-63	62-54	53-46	45-39	38-32	31-25	24-18
	V		57-51	50-44	43-37	36-30	29-24	23-17
	Vg			47-41	40-34	33-27	26-20	19-12
SL (IS/AL)	D	75-68	67-60	59-52	51-45	44-38	37-31	30-23
	L6	81-73	72-64	63-55	54-47	46-40	39-33	32-25
	Al	80-72	71-63	62-55	54-47	46-40	39-33	32-25
	V	75-68	67-60	59-52	51-44	43-37	36-30	29-22
	Vg			55-48	47-40	39-32	31-24	23-16
sL	D	84-76	75-68	67-60	59-53	52-46	45-39	38-30
	L6	92-83	82-74	73-65	64-56	55-48	47-41	40-32
	Al	90-81	80-72	71-64	63-56	55-48	47-41	40-32
	V	85-77	76-68	67-59	58-51	50-44	43-36	35-27
	Vg			64-55	54-45	44-36	35-27	26-18
L	D	90-82	81-74	73-66	65-58	57-50	49-43	42-34
	L6	100-92	91-83	82-74	73-65	64-56	55-46	45-36
	Al	100-90	89-80	79-71	70-62	61-54	53-45	44-35
	V	91-83	82-74	73-65	64-56	55-47	46-39	38-30
	Vg			70-61	60-51	50-41	40-30	29-19
LT	D	87-79	78-70	69-62	61-54	53-46	45-38	37-28
	Al	91-83	82-74	73-65	64-57	56-49	48-40	39-29
	V	87-79	78-70	69-61	60-52	51-43	42-34	33-24
	Vg			67-58	57-48	47-38	37-28	27-17
T	D		71-64	63-56	55-48	47-40	39-30	29-18
	Al		74-66	65-58	57-50	49-41	40-31	30-18
	V		71-63	62-54	53-45	44-36	35-26	25-14
	Vg			59-51	50-42	41-33	32-24	23-14
Mo			54-46	45-37	36-29	28-22	21-16	15-10

Hochwald:	gut	gering	Niederwald	Abrechnung in v.H.
Durchschn. Mittelhöhe in m	22-20	14-12	8-7	S 24-16
Breite d. Sonderfläche in m	30	20	10	O u. W 16-10

Abb. 4: Ackerschätzungsrahmen.

Grünlandschätzungsrahmen										
Bodenart	Stufe	Klima	Wasserverhältnisse					Höhe d. TN	Jahreswärme	Klima
			1	2	3	4	5			
S	I (45-40)	a	60-51	50-43	42-35	34-28	27-20	<240 m (300 m) 240-400 m 400-450 m >450 m	7°C u. darüber 6,9-5,7°C 5,6°C u. darunter	a b c
		b	52-44	43-36	35-29	28-23	22-16			
		c	45-38	37-30	29-24	23-19	18-13			
	II (30-25)	a	50-43	42-36	35-29	28-23	22-16			
		b	43-37	36-30	29-24	23-19	18-13			
		c	37-32	31-26	25-21	20-16	15-10			
	III (20-15)	a	41-34	33-28	27-23	22-18	17-12			
		b	36-30	29-24	23-19	18-15	14-10			
		c	31-25	25-21	20-16	15-12	11-7			
IS	I (60-55)	a	73-64	63-54	53-45	44-37	38-28			
		b	65-56	55-47	46-39	38-31	30-23			
		c	57-49	46-41	40-34	33-27	26-19			
	II (45-40)	a	62-54	53-45	44-37	36-30	29-22			
		b	55-47	46-39	38-32	31-26	25-19			
		c	48-41	40-34	33-28	27-23	22-16			
	III (30-25)	a	52-45	44-37	36-30	29-24	23-17			
		b	46-39	38-32	31-26	25-21	20-14			
		c	40-34	33-28	27-23	22-18	17-11			
L	I (75-70)	a	88-77	76-66	65-55	54-44	43-33			
		b	80-70	69-59	58-49	48-40	39-30			
		c	70-61	60-52	51-43	42-35	34-26			
	II (60-55)	a	75-65	64-55	54-46	45-38	37-28			
		b	68-59	58-50	49-41	40-33	32-24			
		c	60-52	51-44	43-36	35-29	28-20			
	III (45-40)	a	64-55	54-46	45-38	37-30	29-22			
		b	58-50	49-42	41-34	33-27	26-18			
		c	51-44	43-37	36-30	29-23	22-14			
T	I (70-65)	a	88-77	76-66	65-55	54-44	43-33			
		b	80-70	69-59	58-48	47-39	38-28			
		c	70-61	60-52	51-43	42-34	33-23			
	II (55-50)	a	74-64	63-54	53-45	44-36	35-26			
		b	66-57	56-48	47-39	38-30	29-21			
		c	57-49	48-41	40-33	32-25	24-17			
	III (40-35)	a	61-52	51-43	42-35	34-28	27-20			
		b	54-46	45-38	37-31	30-24	23-16			
		c	46-39	38-32	31-25	24-19	18-12			
Mo	I (45-40)	a	60-51	50-42	41-34	33-27	26-19			
		b	57-49	48-40	39-32	31-25	24-17			
		c	54-46	45-38	37-30	29-23	22-15			
	II (30-25)	a	53-45	44-37	36-30	29-23	22-16			
		b	50-43	42-35	34-28	27-21	20-14			
		c	47-40	39-33	32-26	25-19	18-12			
	III (20-15)	a	45-38	37-31	30-25	24-19	18-13			
		b	41-35	34-28	27-22	21-16	15-10			
		c	37-31	30-25	24-19	18-13	12-7			

Abb. 5: Grünlandschätzungsrahmen.

nahmen der Vergleichs- und Musterstücke, letztere zusätzlich mit Bodenanalysedaten.

Die **Musterstücke** der Bodenschätzung waren die Grundlage für die Erstellung des Acker- und Grünlandschätzungsrahmens zu Beginn der Bodenschätzung in den 1930er und 1940er Jahren. Auf ihnen basiert die bundeseinheitliche Bewertung der Böden für die landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzung der Böden. Die vom Bewertungsbeirat des Bundesministeriums der Finanzen geschätzten Musterstücke haben Rechtskraft und sind eine gesetzlich geschützte Bewertungsgrundlage. Zurzeit werden bundesweit rund 4 400 Musterstücke vorgehalten.

Die so genannten **Vergleichsstücke** werden unter Beteiligung der jeweiligen Oberfinanzdirektion vor jeder Schätzung vom Schätzungsausschuss auf Gemarkungsebene angelegt (§ 7 BodSchätzG). Sie repräsentieren die wichtigsten und besonders typischen Böden einer Gemarkung und haben damit ebenfalls Leitbodencharakter. Die Schätzung der Vergleichsstücke ist in Anlehnung an die Bewertung der Musterstücke durchzuführen. Sie dienen damit der Qualitätssicherung bei den eigentlichen Schätzungsarbeiten.

Für die digitale Erfassung der Punktdaten wird bundesweit das digitale Feldschätzungsbuch FESCH eingesetzt. Bei der Entwicklung des Programms FESCH wurde seitens der Finanzdirektionen darauf geachtet, dass einige bodenkundliche Informationen gemäß der Nomenklatur der bodenkundlichen Landesaufnahme digital mit erhoben werden können.

Schätzungskarten (Flächendaten)

Die Flächendaten der Bodenschätzung werden zunächst in Feldschätzungskarten festgehalten und danach in Schätzungsurkarten übertragen (Maßstab zwischen 1 : 500 und 1 : 5 000). Die Karten der Bodenschätzung lagern bei der Katasterverwaltung, die Schätzungsbücher bei den Finanzämtern.

Die Schätzungsgrenzen aus der Schätzungskarte werden als wesentliche Informationen für die Abgrenzung von Arealen gleicher Eigenschaften benötigt. Für beide Länder lag zu Projektbeginn der größte Teil der Karten nur in analoger Form vor und diese mussten gemäß dem Objektabbildungskatalog (OBAK-ALK) der Vermessungsverwaltung digitalisiert werden.

4 Fachliche Aspekte zur Auswertung der Bodenschätzungsdaten

4.1 Bodenkundliche Interpretation von Bodenschätzungsdaten und Auswertungsansatz des Projektes

Im Bereich des vorsorgenden Bodenschutzes sind unterschiedliche methodische Ansätze der bodenkundlichen Interpretation von digitalen Bodenschätzungsdaten in der Anwendung.

Einerseits besteht die Möglichkeit der **Übersetzung** der Grablochbeschreibungen in die bodenkundliche Nomenklatur der Staatlichen Geologischen Dienste, um im Anschluss Bodenkonzept- und Bodenkarten gemäß den Anforderungen der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005) zu erstellen. Aus den Karten werden im nächsten Schritt auf Basis vorhandener Regelwerke Eigenschaften und

Funktionen der Böden abgeleitet (Ad-hoc-AG Boden 2000). Dieses Verfahren wurde in Niedersachsen entwickelt und fußt auf den jahrzehntelangen Arbeiten und Erfahrungen des ehemaligen Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (z. B. OELKERS 1971, BENNE & HEINEKE 1987, BENNE et al. 1990, BARTSCH et al. 2003). Es wird in mehreren Bundesländern angewendet oder die Anwendung vorbereitet (Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen). Das Verfahren ist sehr aufwändig und zeitintensiv, da der Übersetzungsschlüssel an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst werden muss (SAUER 2001). Darüber hinaus

zeigen Ergebnisse aus Sachsen-Anhalt (ALTERMANN et al. 2004), dass die Anwendung des niedersächsischen Übersetzungsschlüssels ohne umfangreichen Geländeeinsatz in Mittelgebirgslandschaften (ca. 80 % der Landesfläche von Hessen und Rheinland-Pfalz) mit deutlichen Fehlern behaftet ist.

Andererseits gibt es den Ansatz der **direkten bodenfunktionsbezogenen Auswertung** der Klassenzeichen und der Grablochbeschreibungen ohne Übersetzung der Ursprungsdaten in die bodenkundliche Nomenklatur gemäß der Kartieranleitung. Bei der direkten Auswertung werden unterschiedliche Wege beschritten.

Bei dem seit 1995 in Baden-Württemberg überwiegend analog eingesetzten Verfahren werden den Klassenzeichen des Schätzungsrahmens bestimmte Ausprägungen der Bodenfunktionen und bodenkundliche Parameter im Sinne einer Expertenschätzung zugeordnet (Arbeitskreis Bodenschutz beim Umweltministerium Baden-Württemberg 1995). Ergebnisse sind Bodenfunktions- und Bodeneigenchaftskarten. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Übersichtlichkeit und einfachen Handhabung, die sich aus der überschaubaren Anzahl von Eingangsgrößen und dem Bewertungsschema ergibt (PFEIFFER et al. 2005). Eine Bewertung von Bodenfunktionen ist allerdings nur mit Einschränkungen hinsichtlich der Genauigkeit und Differenzierbarkeit möglich. Das Verfahren schließt eine Validierung nicht mit ein. Zudem enthalten die entsprechenden Ableitungstabellen keine Kennwerte für die Klassenzeichen von geschichteten Böden oder Mischentstehungsarten.

Bei dem in Sachsen-Anhalt entwickelten Verfahren werden die Klassenflächen anhand vorhandener Profildaten charakterisiert. Als Datengrundlage dienen bodenkundlich aufgenommene und analysierte Bodenprofile, für die Informationen zum Klassenzeichen vorliegen. Aus den Profilinformatoren wird für jedes Klassenzeichen eine Schichtenfolge generiert, in der die einzelnen Schichten mit bodenkundlichen Sachdaten attribuiert sind. Mit dieser Vorgehensweise lassen sich für jedes Klassenzeichen Standardprofile mit zugeordneten Bodenparametern generieren. Die Auswertung führt zu plausiblen Ergebnissen (HARTMANN 2001). Allerdings muss für jedes Klassenzeichen eine ausreichend große Zahl von untersuchten Bodenprofilen vorliegen.

Ein ähnliches Verfahren wird in Brandenburg eingesetzt, indem das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe in enger Zusammenarbeit mit der Finanzverwaltung die Musterstücke der Bodenschätzung gemeinsam beschreibt und beprobt. Im Anschluss werden die Musterstücke auf Basis vorhandener Umsetzungstabellen und Regelwerke hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Funktionen bewertet. Die Bewertung des Musterstücks wird auf die Klassenzeichen übertragen, für die das Musterstück repräsentativ ist (LUA Brandenburg 2003).

Alle beschriebenen Ansätze der bodenkundlichen Interpretation von Bodenschätzungsdaten haben sowohl Vor- als auch Nachteile. Eine Entscheidung für ein landesweites Vorgehen kann daher nur unter Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten erfolgen. Für Hessen und Rheinland-Pfalz standen dabei folgende Überlegungen im Vordergrund:

- die großmaßstäbigen Bodenfunktionsdaten müssen mittelfristig und flächendeckend zur Verfügung stehen,
- die stark eingeschränkten Ressourcen sind eine zentrale Rahmenbedingung,
- die Übersetzung von Bodenschätzungsdaten in die moderne bodenkundliche Ansprache ist für die in Hessen und Rheinland-Pfalz dominierenden Mittelgebirgslandschaften problematisch,
- qualitätsverbessernde Maßnahmen bei der Datenerhebung müssen direkte Auswirkungen auf die Auswertungsergebnisse haben.

Aus diesen Gründen fiel die Wahl auf ein offenes und auf andere Bundesländer übertragbares Verfahren, das die vorhandenen Bodendaten direkt nutzt. Bereits in der Literatur beschriebene Auswertungsmethoden auf Grundlage des Klassenzeichens werden übernommen, validiert und nach Bedarf an rheinland-pfälzische bzw. hessische Standortbedingungen angepasst (Beispiel: K-Faktor der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung). Die etablierten Methoden erfahren durch neue Auswertungsansätze eine weitere Ergänzung (Beispiel: nutzbare Feldkapazität).

Bei der Methodenentwicklung spielen vor allem die tatsächlich in der Praxis verwendeten Kombinationsmöglichkeiten des Klassenzeichens (inkl. Mischentstehungsarten und Schichtbodenarten) eine große Rolle. Diese werden ebenfalls bewertet und in die Methoden eingebunden (vgl. Kap. 4.3). Ein conse-

quentes Qualitätsmanagement gewährleistet die Ableitung von Bodenfunktionen in definierter Qualität (Kap. 5.3.4 bzw. 7.4) und bildet die Grundlage für

ein umfassend einsetzbares Produkt- und Anwendungsspektrum.

4.2 Analyse des Schätzungsrahmens

Aufgabe der Bodenschätzung ist vor allem die Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Grundlage für diese Aufgabe sind der Acker- und Grünland-schätzungsrahmen (vgl. Abb. 4 und Abb. 5). Sie ermöglichen die bundesweit vergleichbare Bewertung einheitlich beschriebener Profile und erlangen damit zugleich eine zentrale Bedeutung für den Anspruch der Bodenschätzung, auch bundesweit vergleichbare Auswertungsergebnisse liefern zu können.

Die Schätzungsrahmen selbst basieren auf einer Auswertung der Musterstücke, die bereits vor Verabschiedung des Bodenschätzungsgesetzes 1934 eingerichtet wurden (vgl. Kap. 3). Die Parameter des Ackerschätzungsrahmens (Zustandsstufe, Bodenart und Entstehung) können somit auch nur den damaligen standort- und bodenkundlichen Wissens- bzw. Diskussionsstand widerspiegeln. Dies ist insbesondere bei der Interpretation der Zustandsstufe sowie der Bodenart von Bedeutung.

Zustandsstufe

Nach Vorstellung der Bodenschätzung ist die Zustandsstufe ein Maßstab für den „Entwicklungsgrad“ und somit der Leistungsfähigkeit des Bodens. Die Gleichsetzung der Ausprägung der Zustandsstufe (Stufen 1 bis 7) mit einer genetisch begründeten Entwicklung von Bodentypen hat vor allem in den Jahren 1936 bis 1940 zu einer sehr intensiven und kontroversen Diskussion geführt. Hier seien nur die Arbeiten von TASCHENMACHER (1937), OSTENDORFF (1939) oder STREMMER (1939) stellvertretend angeführt. Es war für die Bodenschätzung allerdings kaum möglich, die damaligen Erkenntnisse der Bodentypenlehre im Hinblick auf die natürliche Ertragsfähigkeit zu systematisieren, zu klassifizieren und abschließend die Bodentypen in den Schätzungsrahmen entsprechend einzubinden. Auch dürften nur wenige der damaligen ehrenamtlichen

Schätzer in der Lage gewesen sein, während der Schätzung eine hinreichend genaue bodentypologische Ansprache durchzuführen. Sicher war für den Praktiker der Schätzung damals letztendlich die Zustandsstufe vor allem ein summarischer Ausdruck für die Mächtigkeit des durchwurzelbaren Bodenraumes und dessen Ausprägung (z. B. Hydromorphie, Humusstatus). Eine erste Zuordnung der „Tiefe des möglichen Durchwurzelungsraumes“ zur Zustandsstufe ist bereits der Arbeit von TASCHENMACHER (1937) zu entnehmen. Die Veröffentlichung von TASCHENMACHER zeigt aber auch, dass innerhalb einer Zustandsstufe eine gewisse Spannweite für den Wurzelraum bzw. die Gründigkeit zu erwarten ist. Diese Sicht auf die Zustandsstufe wurde im Rahmen der Methodenentwicklung wieder aufgenommen, wie z. B. bei der Ableitung des durchwurzelbaren Bodenraums auf Basis des Klassenzeichens (SAUER et al. 2003).

Bodenart

Die Bodenart des Klassenzeichens bezeichnet den bodenartigen Gesamtcharakter eines Bodens bis zu einem Meter Bodentiefe mit stärkerer Gewichtung des Oberbodens unter Einbeziehung des Skelettgehaltes. Beim Ackerschätzungsrahmen werden neun Bodenarten unterschieden, die im Grünland-schätzungsrahmen zu fünf Bodenarten zusammengefasst sind (vgl. Abb. 4 und Abb. 5). Bei wechselnden Bodenarten innerhalb eines Profils wird in der Regel eine mittlere Bodenart angeführt. Je nach Grad des Wechsels besteht die Möglichkeit die Bodenartenschichtung, z. B. Sand über Ton als S/T, anzuführen.

Die Einteilung der Bodenarten erfolgt bei der Bodenschätzung nach dem Anteil der abschlämmbaren Teilchen ($< 0,01$ mm). Dies ist historisch und methodisch bedingt, da es zu Beginn der Schätzung die heute in der Kartierung übliche Bodenartenuntertei-

lung nach DIN-Norm oder Bodenkundlicher Kartieranleitung noch nicht gab.

Letztendlich handelt es sich bei den Bodenarten der Bodenschätzung um eine Konvention, die aufgrund der zeitlichen Kontinuität akzeptiert werden sollte. Eine Vielzahl von Untersuchungen zeigen, dass eine Überführung der Korngrößenanalysen der Bodenschätzung in andere Systematiken erhebliche fachliche Probleme aufweist. Dass die Bodenart des Klassenzeichens auch ein summarischer Ausdruck für teilweise deutlich wechselnde Bodenarten innerhalb eines Profils sein kann, ist im Hinblick auf eine Standortbewertung ebenfalls nicht unproblematisch. Trotz dieser Einschränkungen bietet die Bodenart des Klassenzeichens Möglichkeiten für eine Interpretation der Daten, z. B. für eine Ableitung der nutzbaren Feldkapazität (vgl. Kap. 6.1).

Entstehungsart

Die Entstehungsart als weiteres Kriterium zur Beschreibung der Ackerböden durch die Schätzung ist eine vereinfachte geologische Unterscheidung des Bodenausgangsgesteins. Es werden Al-Böden (holozäne Schwemmlandböden), D-Böden (Ausgangssubstrate der Bodenbildung sind pleistozäne Sedimente, aber auch kreidezeitliche und tertiäre Sande oder Tone), Lö-Böden (Ausgangssubstrat der Bodenbildung ist Löss) und V-Böden (Verwitterungsböden) unterschieden. Ähnlich wie bei der Bodenart besteht hier die Möglichkeit der Differenzierung, wenn zwei Entstehungsarten das Profil kennzeichnen. Sie werden als Mischentstehung aufgeführt. Bei entsprechend starker Ausprägung, z. B. deutliche Anteile an Verwitterungsmaterial (V) und Löss (Lö) werden beide Symbole der Entstehung, in diesem Fall als VLö oder LöV, angeführt.

Auch zu der Bedeutung dieses Parameters gab und gibt es eine intensive fachliche Diskussion, insbesondere dann, wenn die Angaben der Bodenschätzung nicht mit den Angaben der geologischen Landesaufnahme im Einklang stehen. So hat sich im Verlauf der gemeinsamen Arbeiten an Vergleichs- und Musterstücken im Rahmen der Nachschätzung (vgl. Kap. 4.4) wiederholt gezeigt, dass z. B. in Lösslandschaften in einigen Gemarkungen Böden aus Löss in der Vergangenheit systematisch als Diluvialböden (D) eingestuft wurden. Lediglich Böden mit hohen Kalkgehal-

ten (Rohlöss) wurden als „Löss“ (Lö) angesprochen. Die „lössartigen“ Böden wurden hingegen konsequent als D eingestuft. Auch die Tatsache, dass Böden mit tertiärer Verwitterung als „D“ und nicht als „V“ angesprochen wurden, kann zu Fehlinterpretationen führen. Bei der Interpretation der Daten von mehrschichtigen Profilen ist zu berücksichtigen, dass die Entstehungsart verwendet wurde, die in landwirtschaftlicher Hinsicht dem Boden das bestimmende „Gepräge“ gab. Maßgebend ist in diesen Fällen die „Entstehung“ der Ackerkrume. Dies kann bei kolluvial überprägten Profilen zu einer völligen Fehleinschätzung der Entstehungsart führen. Da zurzeit noch keine systematische Bewertung der Aussagequalität der „Entstehungsart“ möglich ist, wird auf eine methodische Differenzierung der bodenartbezogenen physikalischen Kennwerte (z. B. nFK) nach „Entstehung“ verzichtet. Erste Ansätze hierzu finden sich unter Kap. 7.4.1 (Gemarkungsfragebogen). Einen deutlich stärkeren Einfluss hat dieser Aspekt allerdings bei der Entwicklung von Methoden zu physiko-chemischen Eigenschaften und Funktionen der Böden.

Wertzahlen

Die Bewertung des Bodens auf Basis von Bodenart (z. B. L=Lehm), Zustandsstufe (z. B. 3) und Entstehung (z. B. Lö) mündet zunächst in der entsprechenden Klasse (z. B. L 3 Lö). Für jede Klasse wurden Wertzahlen (Bodenzahlen) festgesetzt. Diese sind Verhältniszahlen, welche die Reinertragsunterschiede zum Ausdruck bringen, die unter sonst gleichen Verhältnissen allein durch die Bodenbeschaffenheit bedingt sind. Die Bodenzahlen einer Klasse weisen eine variierende Spanne auf. Für den L 3 Lö sind beispielsweise die Bodenzahlen 74 bis 82 vorgegeben, das entspricht einer Spanne von 9 Bodenzahlen. Es kommen aber auch Klassen mit einer Spanne von nur 5 oder von 11 vor. Mit diesen Spannen werden die Unterschiede der Leistungsfähigkeit des Bodens repräsentiert, die auf der Ebene der Klassenansprache nicht mehr differenziert werden können. Die Wertzahlen sind der zuverlässigste Bestandteil des Klassenzeichens (PETER et al. 1999).

Klassenzeichen

Die Klassen der Bodenschätzung sind somit eine relative Bewertung von Gründigkeit, Ausprägung des

Wurzelraums (Zustandsstufe) und Substrateigenschaften (Bodenart und Entstehung) unter Beachtung der Wertigkeit innerhalb der Klasse (Bodenzahl). Sie beschreiben somit Standorteigenschaften und den dadurch bedingten relativen Unterschied im Leistungsvermögen dieser Standorte.

In Abb. 6 (S. 16 und 17) sind acht Beispiele unterschiedlicher Bodenklassen zu sehen. Die Profile weisen jeweils eine der acht mineralischen Bodenarten (S, Sl, IS, SL, sL, L, LT und T) sowie eine der fünf Entstehungsarten (D, Lö, Al, V, Vg) auf. Die Bodenzahlen der Profile liegen zwischen 28 und 73.

Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Bodenzahl und Wasserspeichervermögen oder Ertrag

haben wiederholt gezeigt, dass diese Zusammenhänge offensichtlich und statistisch eindeutig sind. Die relativen Unterschiede sind aber nicht proportional zueinander. So bedeutet eine Anhebung der Bodenzahl von 20 auf 40 nicht gleichzeitig eine Verdoppelung der Reinerträge. Eine Bodenzahl von 30 bei möglichen Zustandsstufen zwischen 3 und 7, oder eine Bodenzahl von 70 mit Zustandsstufen zwischen 1 und 4, können sehr unterschiedliche Standorte repräsentieren. Aus diesem Grunde wurde für den direkten bodenfunktionsbezogenen Auswertungsansatz des Projektes der strukturelle Aufbau des Rahmens näher betrachtet und interpretiert, um sowohl Systematik als auch Besonderheiten der Bodenschätzung bei der Methodenentwicklung beachten zu können.

4.3 Interpretation des Schätzungsrahmens

Bodenklassen

Bei der Betrachtung der Bodenzahlen des Acker-schätzungsrahmens in Abhängigkeit von Zustandsstufe, Bodenart und Entstehung hat man zunächst den Eindruck, dass man für eine Auswertung die Bodenklassen mit der Entstehung Al und Lö bzw. V und D hinsichtlich einer Interpretation zusammenfassen könnte (Abb. 7, S. 18).

Die Lö-Böden liegen allerdings bei der Bodenart L und bei den Zustandsstufen 2 bis 7 auf einem um 2 bis 3 Bodenpunkte höheren Niveau als die Al-Böden. Bei den Bodenarten sL, L, LT und T liegen die Werte der D-Böden ab der Zustandsstufe 5 auf einem etwas höheren Niveau als bei den V-Böden, die Tendenz steigt dabei mit zunehmender Zustandsstufe. Die deutlichen Unterschiede zwischen V- und Vg-Böden vergrößern sich mit zunehmender Zustandsstufe, hier insbesondere für die Bodenarten sL und L. Bei den Bodenarten S, SL, IS und SL verläuft der Zusammenhang zwischen Zustandsstufen und Bodenzahl bei den einzelnen Entstehungsarten nahezu parallel und steigt linear an. Erst bei den tonigeren Bodenarten ändert sich die Steigung, die Differenzen zwischen den Zustandsstufen werden größer.

Zusammenhang zwischen Bodenart, Bodenzahl und nutzbarer Feldkapazität

Legt man die evidente Beziehung zwischen Bodenart, Bodenzahl und Wasserspeichervermögen der Böden (nutzbare Feldkapazität = nFK) zugrunde, so wird bei Betrachtung von Abb. 7 deutlich, dass aus dem Schätzungsrahmen der Zusammenhang zwischen Klassenzeichen und nFK für jede Bodenklasse differenziert abgeleitet werden muss. Die nFK-Werte für die Bodenarten der Bodenschätzung steigen von S zu L, um dann bei LT und T wieder abzusinken. Entsprechend verhalten sich die Bodenzahlen. Dieser Zusammenhang gilt gleichermaßen für alle Entstehungsarten. Es ist somit möglich, jedem Klassenzeichen des Schätzungsrahmens plausible nFK-Werte direkt zuzuordnen (SAUER et al. 2003, VORDERBRÜGGE et al. 2004). Jedes Klassenzeichen bedeutet, dass nicht für den Klassenmittelwert des L 3 Lö, also der L 3 Lö 78, sondern für den 74, 75, 76 usw., bis hin zum L 3 Lö 82 ein einzelner Wert zugeordnet werden muss.

Anzahl der Klassenzeichenkombinationen

Da die Digitalisierung der Daten der Bodenschätzung in den Ländern Hessen und Rheinland-Pfalz

S 3 D 30/31

Grundwasserboden (Gley aus Terrassensanden) mit geringem Ertragspotenzial



SI 4 D 30/27

Mittelgründiger Boden aus vulkanischen Ablagerungen (Regosol-Braunerde aus Bims-Tephra) mit geringem Ertragspotenzial



IS 5 Dg 28/25

Mittelgründiger Skelettboden (Regosol über Terrassenablagerungen) mit geringem Ertragspotenzial



SL 6 Vg 29/27

Flachgründiger Skelettboden (Regosol aus Schluffstein) mit geringem Ertragspotenzial



Abb. 6: Beispielfotos für Profile unterschiedlicher Klassenzeichen.

sL 3 LÖ 68/71

Tiefgründiger Lößboden (Pararendzina aus Löß) mit hohem Ertragspotenzial



L 52/49 V

Mittelgründiger Carbonatverwitterungsboden (Braunerde-Terra Fusca über dolomitischem Kalkstein) mit mittlerem Ertragspotenzial



LT 2 D 73/76

Tiefgründiger Tonboden (Pelosol-Kalktschernosem aus Tonmergel) mit hohem Ertragspotenzial



T 4 AI 54/57

Tiefgründiger reliktscher Grundwasserboden (reliktscher Vega-Gley aus Auenablagerungen) mit mittlerem bis hohem Ertragspotenzial



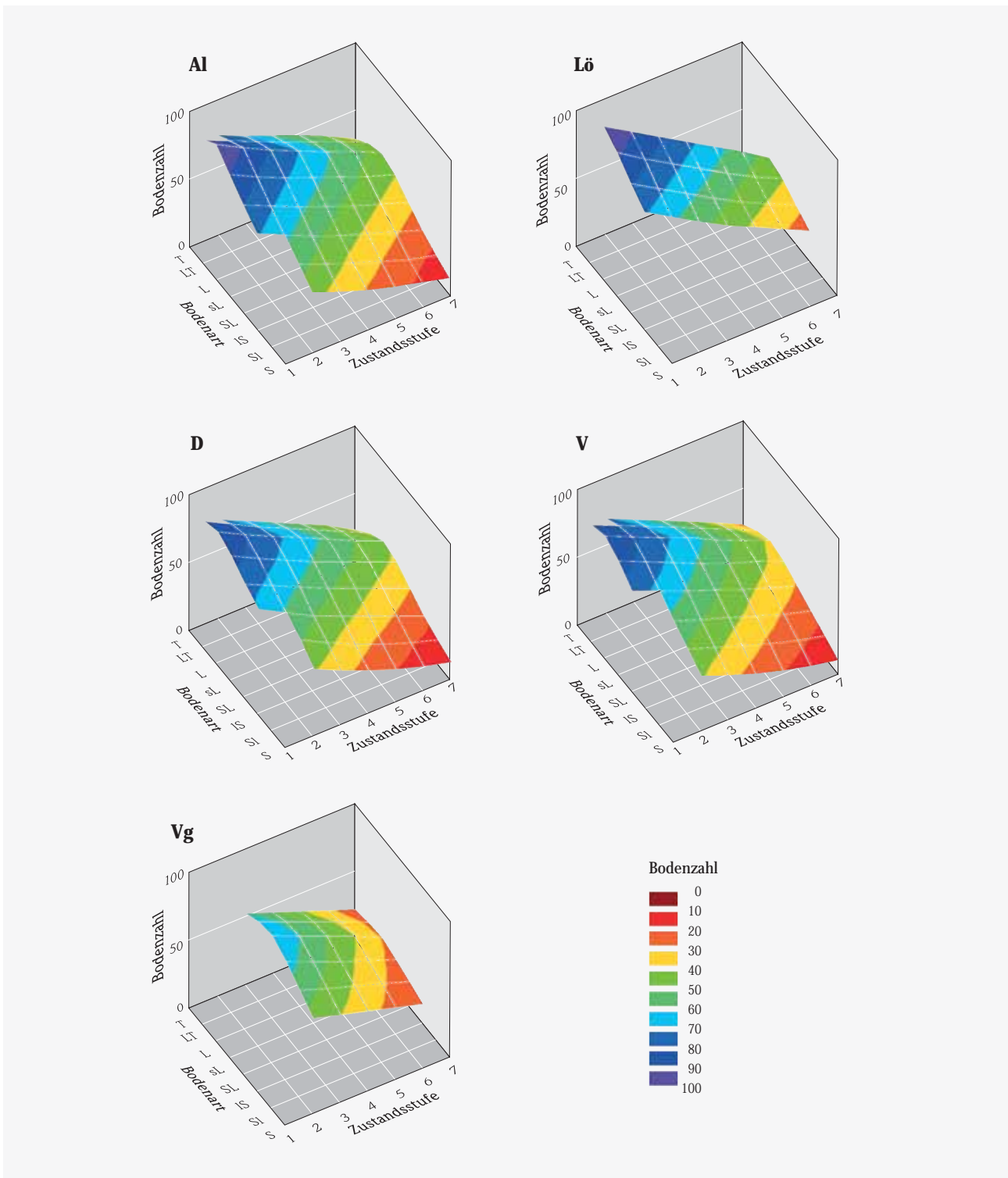


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Bodenzahl, Bodenart und Zustandsstufe der verschiedenen Entstehungsarten Al, Lö, D, V und Vg des Acker-Schätzungsrahmens.

noch nicht abgeschlossen ist, können z. Zt. keine abschließenden Aussagen getroffen werden, welche der theoretisch möglichen Klassenzeichen der Schätzungsrahmen in Hessen und Rheinland-Pfalz durch

die Schätzung auch wirklich erfasst wurden. Daher müssen für die methodische Auswertung alle Möglichkeiten in entsprechenden Kennwerttabellen behandelt werden.

Tab. 1: Auszug aus dem Ackerschätzungsrahmen nach den Bewertungsrichtlinien der Bodenschätzung für die Bodenart Lehm (L)

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufen mit zugehörigen Bodenzahlen						
		1	2	3	4	5	6	7
L	D	90–82	81–74	73–66	65–58	57–50	49–43	42–34
	Lö	100–92	91–83	82–74	73–65	64–56	55–46	45–36
	Al	100–90	89–80	79–71	70–62	61–54	53–45	44–35
	V	91–83	82–74	73–65	64–56	55–47	46–39	38–30
	Vg	–	–	70–61	60–51	50–41	40–30	29–29

Tab. 2: Auszug aus dem erweiterten Ackerschätzungsrahmen (inkl. Angaben für die Mischentstehungsarten) am Beispiel der klassenspezifischen, mittleren nutzbaren Feldkapazität für die Bodenart Lehm (L)

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufen mit mittleren nFK-Werten der Bodenklassen in mm						
		1	2	3	4	5	6	7
L	D	249	224	201	178	155	133	110
	DLö	263	238	213	189	164	140	114
	DAI	262	234	209	184	161	137	112
	DV	250	225	200	176	151	128	104
	Dg	–	–	190	161	132	101	69
	DgLö	–	–	208	180	153	124	93
	DgAl	–	–	203	176	149	122	92
	DgV	–	–	195	168	140	112	84
	Lö	278	252	226	200	174	146	117
	LöD	263	238	213	189	164	140	114
	LöAl	276	248	221	195	170	144	116
	LöV	265	239	213	187	161	135	108
	Al	275	244	217	191	166	142	114
	AID	262	234	209	184	161	137	112
	Allö	276	248	221	195	170	144	116
	AIV	263	235	208	183	157	132	106
	Alg	–	–	190	161	132	101	69
	AlgLö	–	–	208	180	153	124	93
	AlgD	–	–	203	176	149	122	92
	AlgV	–	–	195	168	140	112	84
	V	252	226	200	175	148	123	98
	VD	250	225	200	176	151	128	104
	VLö	265	239	213	187	161	135	108
	VAL	263	235	208	183	157	132	106
	Vg	–	–	190	161	132	101	69
	VgD	–	–	195	169	143	117	90

Wesentlich für die Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften aus dem Klassenzeichen ist zudem, dass der Ackerschätzungsrahmen, wie er im Anhang zu den Bewertungsrichtlinien (BewRL) der

Bodenschätzung und in der bodenkundlichen Fachliteratur bzw. der Kartieranleitung angeführt wird, nur einen Auszug (n= 216 ohne Bodenart Mo) der tatsächlich theoretisch möglichen Klassenzeichen für Acker darstellt (n= 1273, inkl. Schichtbodenarten und Mischentstehung, ohne Bodenart Mo). So fehlen z. B. alle Klassenzeichen mit Mischentstehung oder Schichtbodenarten. Für eine landesweite, einheitliche und flächendeckende Bewertung sind allerdings auch diese Klassenzeichen methodisch eindeutig auszuwerten. Tab. 1 zeigt einen Auszug aus dem Ackerschätzungsrahmen für die Bodenart L, wie er in der Literatur und auch in den Bewertungsrichtlinien der Bodenschätzung angeführt wird. Im Vergleich dazu steht der komplette Rahmen mit allen tatsächlich in der Praxis verwendeten Kombinationsmöglichkeiten für die Bodenart L in Tab. 2, wie er für Auswertungen zugrunde gelegt wird.

Auswertungen zu den Häufigkeiten von Klassenzeichen zeigen, dass mit über 1300 unterschiedlichen Klassen (Acker und Grünland) eine große Zahl der theoretisch ca. 1700 möglichen Klassenzeichen bereits erfasst wurde. Einige Klassenzeichen kommen dabei sehr häufig vor. Bereits rund 50 Bodenklassen decken in

Rheinland-Pfalz mehr als 50 % der erfassten Fläche ab, in Hessen sogar mehr als 70 % (vgl. Tab. 3). Die Varianz der Klassenzeichen ist demnach in Rheinland-Pfalz höher als in Hessen. Von den jeweils zehn

Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz

Hessen			
KLZ	ha	%	Summen-%
L4Lö	56 970	6,62	6,62
L3Lö	31 160	4,32	9,06
LIIb3	39 420	4,58	16,86
L5V	28 629	3,33	20,19
sL5V	26 219	3,05	23,23
LIIIb3	25 355	2,95	26,18
SL5V	24 924	2,90	29,08
LIIa3	20 244	2,35	31,43
L4V	19 193	2,23	33,66
LS4V	17 933	2,08	35,75
L5Lö	16 224	1,89	37,63
LIIc3	15 421	1,79	39,43
LIIIc3	14 857	1,73	41,15
LS5V	13 606	1,58	42,73
sL6V	13 562	1,58	44,31
sL4V	12 267	1,43	45,74
SL4V	12 248	1,42	47,16
LT5V	12 027	1,40	48,56
LIIb3	11 153	1,30	49,85
L6V	10 771	1,25	51,11
LSIIb3	10 640	1,24	52,34
LIIa3	9 630	1,12	53,46
SL6V	9 055	1,05	54,52
L4D	9 040	1,05	55,57
sL3Lö	8 980	1,04	56,61
LIIb2	8 922	1,04	57,65
LT6V	8 820	1,03	58,67
SI4V	8 521	0,99	59,66
LIIa2	7 752	0,90	60,56
L4LöV	7 563	0,88	61,44
L5D	7 479	0,87	62,31
sL4Lö	7 420	0,86	63,18
LIIIa3	7 006	0,81	63,99
sL6Vg	6 874	0,80	64,79
L4Al	6 628	0,77	65,56
SL6Vg	6 419	0,75	66,31
sL5Vg	6 302	0,73	67,04
L6Vg	5 729	0,67	67,70
L5LöV	5 645	0,66	68,36
LSIIa3	4 949	0,58	68,94
L3Al	4 533	0,53	69,46
LSIIIb3	4 502	0,52	69,99
LIIa2	4 441	0,52	70,50
L2Lö	4 392	0,51	71,01
SL5Vg	4 145	0,48	71,49
L4LöD	4 034	0,47	71,96
LSIIc3	3 927	0,46	72,42
L3V	3 902	0,45	72,87
LT6Vg	3 890	0,45	73,33
sL4Al	3 718	0,43	73,76

Rheinland-Pfalz			
KLZ	ha	%	Summen-%
LIIb3	34 248	4,75	4,75
L3Lö	48 632	5,65	12,28
L5V	22 671	3,14	12,21
LIIIc3	21 321	2,95	15,16
LIIb3	20 264	2,81	17,97
LIIIa3	19 366	2,68	20,65
LIIa3	17 386	2,41	23,06
L6V	16 165	2,24	25,30
LIIc3	13 882	1,92	27,23
L2Lö	11 827	1,64	28,87
LSIIIb3	8 056	1,12	29,98
L4V	7 433	1,03	31,01
LIIb2	6 968	0,97	31,98
L3D	6 618	0,92	32,90
LSIIIa3	6 602	0,92	33,81
LIIb3	6 598	0,91	34,73
LSIIc3	6 353	0,88	35,61
LIIb3	6 296	0,87	36,48
L4Lö	6 224	0,86	37,34
L4D	6 209	0,86	38,20
LIIa2	6 164	0,85	39,06
LSIIb3	5 830	0,81	39,86
L4Al	5 659	0,78	40,65
LIIIb2	5 331	0,74	41,39
LSIIIc3	5 291	0,73	42,12
LT6V	5 159	0,72	42,84
LIIa3	4 821	0,67	43,50
L3Al	4 420	0,61	44,12
L3DLö	4 329	0,60	44,72
L5D	4 059	0,56	45,28
LT5V	3 920	0,54	45,82
LIIc2	3 557	0,49	46,32
LIIIa2	3 428	0,48	46,79
L3LöD	3 416	0,47	47,26
LS5V	3 411	0,47	47,74
L4DLö	3 257	0,45	48,19
LS3D	3 179	0,44	48,63
LS4V	2 969	0,41	49,04
LSIIb3	2 817	0,39	49,43
L5DV	2 726	0,38	49,81
LIIa2	2 724	0,38	50,19
LSIIb3	2 607	0,36	50,55
LIIb3	2 587	0,36	50,91
LIIIb4	2 549	0,35	51,26
LSIIa3	2 517	0,35	51,61
LIIIc2	2 453	0,34	51,95
LIIc3	2 273	0,32	52,26
LSIa3	2 248	0,31	52,57
L6D	2 224	0,31	52,88
LSIIIb3	2 200	0,30	53,19

◀ **Tab. 3:** Prozentualer Anteil der 50 häufigsten Klassen der Bodenschätzung für Hessen (Auswertung ALB, Folie 32, flächendeckend) und Rheinland-Pfalz (Auswertung ALK, Folie 042, 95 % der Landesfläche)

häufigsten Klassenzeichen in Hessen und Rheinland-Pfalz stimmen fünf überein (L 3 Lö, L 5 V, L II b3, L III b3, L II a3), wobei das Klassenzeichen L 3 Lö sogar für beide Länder den gleichen Rang einnimmt.

Zusammenfassung

Die Analyse des Schätzungsrahmens zeigt einen systematischen Aufbau mit einem engen Zusammenhang zwischen Bodenart, Bodenzahl und nutzbarer Feldkapazität. Die Unterschiede und Ähnlichkeiten von Bodenklassen sowie die theoretisch mögliche Anzahl der Klassenzeichenkombinationen sind ebenfalls gut erfassbar. Aus diesem Grund basieren die entwickelten Auswertungsmethoden auf der Systematik des Schätzungsrahmens und leiten für jede mögliche Klassenzeichenkombination Kennwerte zu Standorteigenschaften und zur Bewertung von Bodenfunktionen ab. Beispielhafte Ergebnisse hierzu finden sich in Kap. 6.

4.4 Begleituntersuchungen zur inhaltlichen Beschreibung und Bewertung der Bodenschätzungsdaten

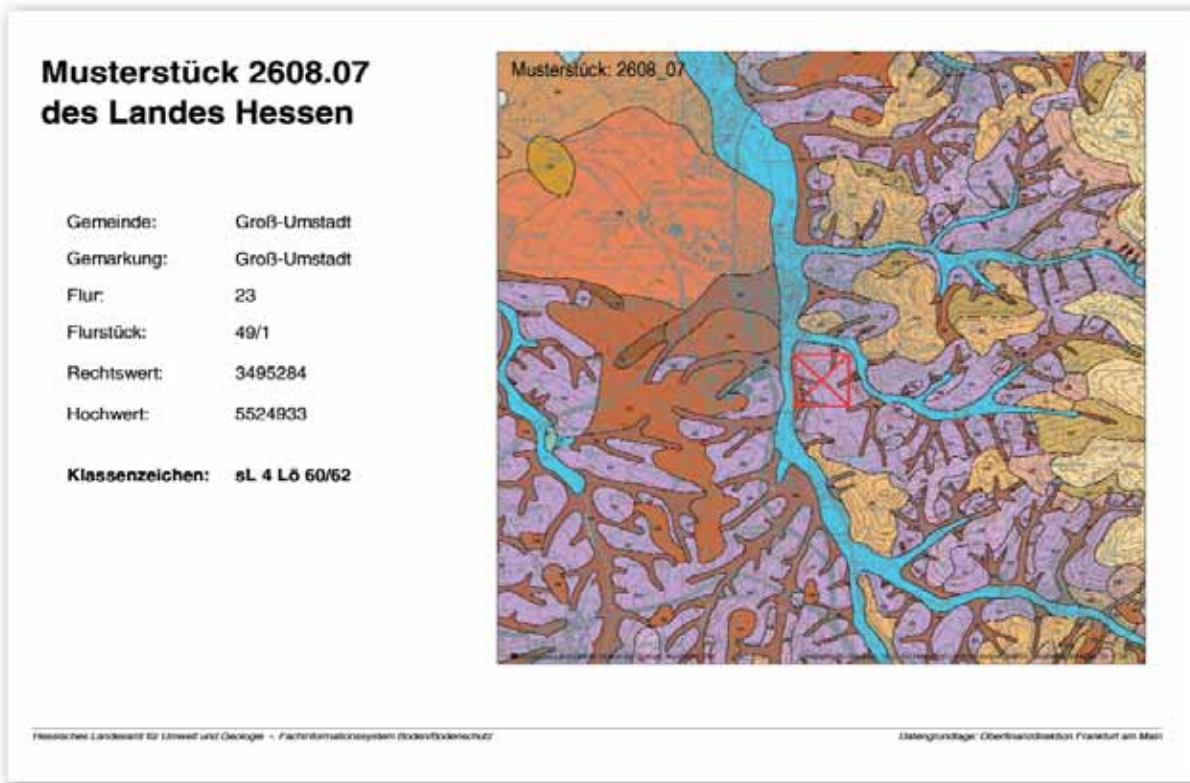
In Kap. 4.1 wurden bereits die Beweggründe für einen neuen und umfassenden Ansatz der methodischen und systematischen Auswertung der Klassenzeichen besprochen. Zur Einführung der Methoden stand die Überprüfung der Aussagesicherheit und -qualität der neuen Methoden insbesondere hinsichtlich der flächenhaften Aussagen im Mittelpunkt (vgl. Kap. 3). Es wurde parallel für Hessen und Rheinland-Pfalz mit einer gemeinsamen Profilaufnahme von Muster- und Vergleichsstücken durch Finanzverwaltung und bodenkundliche Landesaufnahme begonnen, um die Heterogenität einzelner Klassenzeichen zu dokumentieren und zu bewerten.

4.4.1 Bodenkundliche Profilaufnahme der Muster- und Vergleichsstücke als Grundlage der Qualitätssicherung

Aufgrund der Rechtskraft der Musterstücke ist es schwierig, offensichtliche Änderungen in den Profileigenschaften der Musterstücke, z. B. durch Kapung oder kolluviale Überdeckung von Profilen durch Erosion, bei der bodenkundlichen Interpretation der gültigen Klassenzeichen zu berücksichtigen. Eine Änderung der Klassenzeichen – insbesondere der Zustandsstufe – als Folge der oben beschriebenen bewirtschaftungsbedingten Prozesse ist nur durch eine Neubewertung durch den Bewertungsbeirat des Bundesministeriums für Finanzen möglich. Die Auswertung älterer Beschreibungen der Musterstücke hat hier deshalb deutliche Grenzen. Dessen ungeachtet bilden die Musterstücke wichtige Anhalts- und Stützpunkte für die Arbeiten der Oberfinanzdirektionen und für die systematische Auswertung der Bodenschätzungsdaten. Im Verzeichnis der Oberfinanzdirektion Frankfurt befinden sich zurzeit etwa 250 Musterstücke und 8 Landesmusterstücke, für Rheinland-Pfalz wurden rund 270 Musterstücke angelegt.

Mit Projektbeginn wurde die Eignung der Musterstücke als Grundlage für die Methodenentwicklung überprüft und in Hessen die Datenbank „Muster“ des Bundesfinanzministeriums als Anwendung in das Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz integriert. Die Daten der Bodenschätzung konnten so sehr einfach in Beziehung zu anderen Bodendaten, wie beispielsweise der Bodenkarte im Maßstab 1:50000, gesetzt werden (vgl. Abb. 8). Dieser Datenvergleich ist eine wichtige Grundlage für die Validierung der Daten und Methoden, insbesondere für die Plausibilitätsüberprüfung des Parameters „Entstehung“ im Klassenzeichen.

In Hessen wurden in den Jahren 1993 bis 1998 zunächst vereinzelt Musterstücke aufgrund ihres Leitprofilcharakters und ihres Rechtsstatus im Rahmen des Projektes „Bodendauerbeobachtung“ gemeinsam von OFD und HLUg beschrieben und beprobt (EMMERICH & KEIL 1998, EMMERICH et al. 1998a, 1998b). Seit 2002 werden in den nachzuschätzenden Gemarkungen Muster- und Vergleichsstücke gemeinsam durch Bodenkundliche Landesaufnahme und Bodenschätzung beschrieben. Die bodenkundliche Profilaufnahme erfolgt sowohl gemäß Erfas-



Musterstück für Ackerland des Landes Hessen Nr. 2608.07

OFD: Frankfurt am Main	Finanzamt: Dieburg	HLUG: 14	Flur: 23
Gemeinde: Groß-Umstadt	Gemarkung: Groß-Umstadt	Profil-Nr. im BoFA:	Flurstücke: 49/1
Blatt: 6119 Gross-Umstadt	Rechtswert 3495284	Hochwert 5524933	Jahresniederschlag: 670 mm
Geologie: L6B	Gesteinsart: L6B	Jahreswärme: 8,8 °C	Größe: 450 qm
Bodentyp: RZn	Klassenzeichen: sL 4 L6 60/62	Datum: 10.05.1985	Höhe: 190 m

Klasse:	Besonderheiten:	Abrechnung in v. H.:	Ab/Zurechnung für allg. Klima in v.H.:	Bodenzahl:	Ackerzahl:
Bodenart: sL	/	0	60	60	62
Zustandsstufe: 4	/	0			
Entstehung: L6	/	0			

Bemerkungen: Grenze Staub- zu Feinsand bei 0,063 mm

Schichtstärke:	Ob. u. unt. Entnahmehöhe	Bodenbeschreibung:	Ton unter 0,01mm	Schluff 0,01-0,063mm	Feinsand 0,063-0,1mm	Grobsand 0,1-2mm	Sieb-analyse über 2mm	Ton	Schluff	Sand	pH-Wert	CaCO3	Humus	C-Wert
2	0 - 2	h2 ka3 L,fs4	0	66,9	3,2	5,7	2,4	15,5	71,6	12,9	7,1	13,7	2,1	1,2
	2 -	ka3-ka4 L,fs4	0	69,7	1,7	5,9	0	14,5	73,7	11,8	7,2	19,8	0,4	0,2

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie - Fachinformationssystem Bodenkundenschutz
 Datengrundlage: Oberfinanzdirektion Frankfurt am Main

Abb. 8: Lage, bodenkundliche Situation und Beschreibung des Musterstücks 2605.10 gemäß Feldschätzungsbuch (FESCH).

BDF Nr. 11: GUMS2 (Groß Umstadt II) (MST 2608.07)

Aufgenommen am 20.10.1993

Zweck der Profilaufnahme:	Bodendauerbeobachtung	Aufnahmearzt:	Orabung
Beprobungsintensität:	Beprobung gestörter und ungestörter Proben - alle Horizonte	Aufnahmemittel:	Erweiterte Profilbeschreibung
Wasserhältnisse:		akt. Grundwasserstand:	

Pararendzina aus Löss (Pleistozän) ID = 6

Bodensystematik: RZ:	Wurz-DB (dm): 70	Staudenstufe: 30	Projekt: BDF-MST
Erw. Tiefstufe:	Erosion abs.: extrem stark erodiert	Grundhassenstufe: G0	Erhebung: Emmelch
Bedeck.-Klasse: Ackerflächen	Trophograd:	Holzstufenstufe: H0	Erfasser: Kuhn
Eff. Wurzelraum:	Ökolog. Feuchte:	Hanghassenstufe: H30	Erf.-Datum: 9.8.2001
Humuskorn:	Zusatz:		

Projekt und Raumbezug: Versauhtigkeit: keine Einschränkung, Bewertung: schlüssige Dokumentation
 Raumbezug: TK25: 6119, Bl: 3495284/528440, (aus der Karte abgelesen (Flanzweig), möglicher Fehler 100 - 10 m), Groß-Umstadt, Flur 23; Flurstück 40/1
 Höhenangaben: 190 m NN (aus der Karte abgelesen, möglicher Fehler 10 - 1 m)

Reliefsituation: sehr schwach geneigt, Exposition: West, Exposition der Form: West, vertikal und quer konvex, Formtyp: Hang, Oberhang

Bodenart: Datum der Bedeckungsaufnahme: 20.11.1993, Bedeckungsart: Ackerflächen

Verstauungs-Hinweise: Institution: OFD, Art des Hinweises: Klassenzeichen Bodenschätzung, Sonstige: sL 4 L0 90/2
 Institution: OFD, Art des Hinweises: Musterstück-ID, Kennung: M2608.07

1, 100 cm unter GOF (Mächt. 100 cm), Bereichshöhevergl. Pleistozän, Bildungsprozess: locksch
 Bod. Komponente: Lösssubstrat, ausschließlich
 sG: 30 cm u. GOF (Mächt. 30 cm), schwach toniger Schluff, schwach humos (h2 bis h3), carbonatreich
 Farbe: 2.5YR4/3 (matt rötlich braun (s))
 Wurzeln: Intensität: stark, Verteilung: nach unten abnehmend
 sCC: 100 cm u. GOF (Mächt. 70 cm), sandiger Schluff (von Uu bis Uu), humusfrei, sehr carbonatreich (c4 bis c5)
 Gefüge: Kohlenstoffgehalt, Verfestigungsgrad: lose
 Farbe: 2.5Y6/6 (oliv gelb)
 Wurzeln: Intensität: sehr schwach, Verteilung: nach unten abnehmend
 Hohlräume: Poren, Flächenanteil hoch, g2

BDF Nr.11: GUMS2 (Groß Umstadt II) (MST 2608.07)

Gruppe: Korngrößen

Horizont	o.E-Tiefe (cm)	s.E-Tiefe (cm)	g0 %	m0 %	s0 %	gU %	mU %	U %	T %
sAp	0	30	1,800	1,400	6,700	47,600	16,750	9,300	17,170
sCo(1)	30	50	0,340	0,590	4,900	49,200	18,800	5,710	23,270
sCo(2)	50	100	0,200	0,700	6,600	63,200	18,910	9,000	11,660

Gruppe: Bodenchemie Standard2

Horizont	o.E-Tiefe (cm)	s.E-Tiefe (cm)	pH(CaCl2)	Nges %
sAp	0	30	7,610	0,110
sCo(1)	30	50	7,700	ne
sCo(2)	50	100	7,780	ne

Gruppe: Metalle_KW

Horizont	o.E-Tiefe (cm)	s.E-Tiefe (cm)	As ppm	Cd ppm	Cr ppm	Cu ppm	Hg ppm	Pb ppm	Gb ppm	Zn ppm
sAp	0	30	5,10	0,190	42,00	16,00	25,00	29,00	0,67	58,00
sCo(1)	30	50	10,40	0,090	35,00	11,00	20,00	19,00	0,49	40,00
sCo(2)	50	100	10,40	0,090	38,00	11,00	20,00	18,00	0,49	42,00

Bodenschätzung: SeaMonkey

http://fifub:8090/boden/bs.html

Musterstücke

Gemarkungen (alle):
 -> zeige Gemarkungen mit FESCH
 (1) Allmendfeld
 (12) Astheim
 (13) Bauschheim
 (14) Berkach
 (15) Biebesheim
 (16) Bischofsheim
 (17) Büttelborn
 (18) Crumstadt
 (19) Dornberg
 (20) Dornheim

2608.04:;
 2608.05:; M2608.05
 2608.06:;
 2608.07:; M2608.07
 2608.51:; M2608.51
 2609.01:; M2609.01

Es wurde noch kein Flur- oder Tagesabschnitt ausgewählt.

FESCH-ID: 2601001T019_____05500 Datum: 10-MAY-05
 Klassen-ID: sL 4L 059060
 Klassenzeichen Grabloch: sL4L0 60

Kopfdaten:

Gemarkung	Flur/Teilungs-Nr	Grabloch	Best. Grabloch	MustersL-Nr	Vergleichst. Nr
1081	T19	55		M2608.07	
Rechtsverort	Hochverort	Höhe	Lage	Richtung	Neigung
5524933	3495284	190			
Feuchtigkeit	freies Wasser	Bodentyp	Ert. lt. Kataster		
		RZn			
Kulturart	Bodenart	Zustandsstufe	Entstehung	Klimastufe	Wasserstufe
A	sL	4	L0		
Bodenzahl	Grundzahl	Wertzahl	allg. Klima	Bekonderheiten	T, N
60	59	60	4	Vor: -2;	

Bemerkung:

Schichten:

Nr	Humus	Kalk	Farbe	Eisen	Feu.	Sunst.	Bodenart	von	bis	Horizont
1	h2	ka3					Lf94		2	Ap
2		ka3-ka4					Lf54			sCkc

Abb. 9: Bodenkundliche Profilbeschreibung mit Laboranalysen und FESCH-Datensatz des Musterstücks 2608.07.



Abb. 10: Gemeinsame Ansprache eines Musterstücks durch Mitarbeiter der OFD und des HLU.

sungsstandard des HLU bzw. des LGB als auch gemäß der Nomenklatur der Bodenschätzung (FESCH). Die Vorhaltung der Daten erfolgt im Bodenformenarchiv des Fachinformationssystems Boden/Bodenschutz. Inzwischen liegen in Hessen für ca. 800 Profile (davon ca. 50 Musterstücke) detaillierte Informationen vor.

In **Rheinland-Pfalz** wurden im Rahmen einer Verwaltungsvereinbarung zur fachlichen Kooperation zwischen dem LGB und der OFD Koblenz seit 2003 rund 80 Musterstücke gemeinsam bearbeitet.

Da die Klassenzeichen die Grundlage für die Auswahl der zu beprobenden Profile bilden, können die beteiligten Länder künftig vorab koordinieren, welche Profile primär zu bearbeiten sind. Durch eine systematische Erhebung und Auswertung der Daten kann Doppelarbeit im Bereich der Laboranalytik vermieden werden.

Die Erfassung der Daten der Bodenschätzung und die der bodenkundlichen Landesaufnahme im Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz gewährleistet eine einheitliche Dokumentation der Muster- und Vergleichsstücke. In Abb. 9 ist dies beispielhaft für ein Musterstück (2608.07, sL 4 Lö 59/60) angeführt. Die Angaben umfassen neben der bodenkundlichen Beschreibung die Daten der Korngrößenanalyse, Bodenchemie (Kationenaustauschkapazität, pH-Wert, Humus- und Kalkgehalt) und Schwermetallgehalte. Sie werden durch eine Fotodokumentation des Profils sowie der lokalen Situation ergänzt. Analog dazu kann die Beschreibung der Bodenschätzung abgefragt und über ein Browserfenster visualisiert werden.

Die Vorgehensweise der gemeinsamen Bearbeitung von Muster- und Vergleichsstücken (vgl. Abb. 10) wurde schon mit Projektbeginn Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von Universitäten oder

anderen Landesämtern auf Tagungen und Exkursionen vorgestellt und intensiv diskutiert .

4.4.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen der bodenkundlichen Aufnahme von Muster- und Vergleichsstücken

In der bodenkundlichen Fachliteratur der 1950er bis 1990er Jahre finden sich wiederholt Ansätze, die Klassenzeichen der Bodenschätzung in Bodentypen gemäß der bodengenetischen Lehre zu übersetzen. Immer wieder zeigte sich aber, dass eine Zuordnung von Bodentypen zu den einzelnen Klassenzeichen nicht möglich ist. Dies wird immer wieder bemängelt, wenn die Daten der Bodenschätzung als Grundlage für die bodenkundliche Landesaufnahme zur Erstellung von Bodenkarten genutzt werden sollen. Da dies aber ohnehin nicht Ziel des Projektes war, son-

dern vielmehr die direkte Ableitung von Bodenkennwerten und -eigenschaften im Vordergrund stand, war dieser Kritikpunkt von untergeordneter Bedeutung. Dennoch wurde dieser Aspekt bei der Auswertung der gemeinsamen Aufnahme von Muster- und Vergleichsstücken durch Bodenschätzung und bodenkundliche Landesaufnahme betrachtet.

Auf Grund der ungleichen Verteilung der einzelnen Klassenzeichen (vgl. Tab. 3) wurden zunächst vor allem die Klassenzeichen aufgenommen, die sehr häufig und mit einer großen Flächendeckung auftreten. Weiterhin wurde festgelegt, dass für die Klassenzeichen, die kumulativ ca. 50 % der Landesfläche einnehmen bzw. deren Häufigkeit an den Klassenzeichen etwa 50 % beträgt, mindestens 40 Profile mit einer möglichst großen räumlichen Verteilung aufgenommen und beprobt werden sollten. Die Klassenzeichen, für die mehr als 100 000 Verweise auftreten, sollten aber mit mindestens 60 Profilen beschrieben werden. Für Hessen handelt es sich hierbei um folgende Klassenzeichen: L 4 L_ö, L 3 L_ö,

L II b3, L 5 V, sL 5 V, SL 5 V, L II a2. Bei der ersten Auswertung zeigte sich aber auch, dass Klassenzeichen, die Extremstandorte abbilden, z. B. Vg-Standorte mit den Zustandsstufen 6 oder 7, sehr selten und nur sehr kleinräumig auftreten. Diese Klassenzeichen sind für einige Methoden, z. B. „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“, wichtig. Aus diesem Grund werden Extremstandorte, auch wenn ihr Anteil nur gering ist, regelmäßig beschrieben und falls möglich beprobt. Da sich alle Methoden auf den erweiterten Schätzungsrahmen stützen (vgl. Kap. 4.3 und 6.1), wurden weitere Schwerpunkte für die Beprobung festgelegt. So werden u. a. auf Grund ihrer Komplexität Profile mit Klassenzeichen mit Mischentstehung, z. B. DV, VL_ö, L_öV oder aber mit Bodenartenschichtung, z. B. S/T, so oft wie möglich beschrieben und beprobt.

Die gemeinsame Geländearbeit hat gezeigt, dass beispielsweise für die Klassenzeichen L 3 L_ö oder L 4 L_ö die bodenkundlichen Eigenschaften (Bodenart, Gründigkeit, Humusanteil) sehr einheitlich sind und

SL 4 Al 50

Riedrode



SL 4 V 48

MST 2620.06

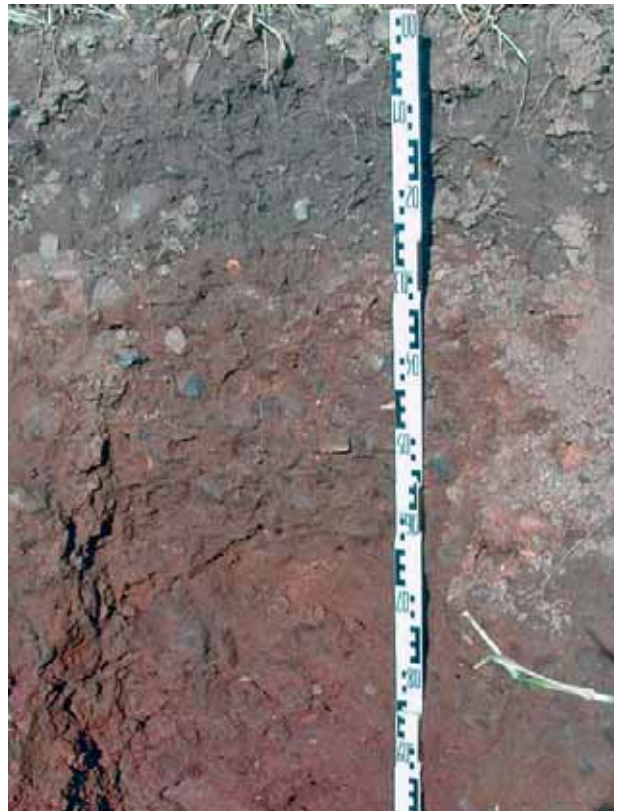


Abb. 11: Beispiele für unterschiedliche Profilausprägungen von SL-Böden.

eine Übertragbarkeit in andere Regionen gut möglich ist. Sie hat aber auch gezeigt, dass vor allem bei Klassenzeichen mit der Bodenart SL eine große Varianz an Bodenprofilen auftritt. In Abb. 11 sind hierzu zwei Profile mit der Bodenart SL angeführt. Die Angaben zur Entstehung (A1 und D) ergeben hier keine zwingende Möglichkeit der Differenzierung und Interpretation. Es ist somit von großer Bedeutung, möglichst viele Profile mit der Bodenart SL aufzunehmen und zu beschreiben, um für diese Klassenzeichen eine fundierte Interpretation ableiten zu können.

Da die Vergleichstücke im Rahmen der Nachschätzung aufgenommen werden, besteht die Möglichkeit, mit den Amtlichen Landwirtschaftlichen Sachverständigen sowie den Landwirten eine gemeinsame Diskussion über die Klassenzeichen zu führen. Insbesondere bei der Festlegung der Zustandsstufe zeigte sich wiederholt, dass z. B. der Einfluss der Hydromorphie auf die Durchwurzelbarkeit der Böden und damit auf den Ertrag vom Bodenkundler und Bodenschätzer zunächst sehr unterschiedlich gesehen wurde. So beurteilt die Bodenschätzung hydromorphe Merkmale häufig sehr viel kritischer mit entsprechender Abstufung als ein Bodenkundler

der Landesaufnahme, der hier oft reliktsche Merkmale erkennen kann, die unter den heutigen Bedingungen keinen Einfluss auf die Ertragsleistung haben. In der gemeinsamen Diskussion konnten Abschläge häufig korrigiert werden. Ähnliches zeigte sich bei der Ansprache erodierter Standorte bzw. bei der Aufwertung von Standorten, deren durchwurzelbarer Bodenraum in Folge der Ablagerung erodierten Bodenmaterials vergrößert wurde.

Die gemeinsame Ansprache von mehr als 800 Profilen entspricht einerseits der von Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaften wie der LABO geforderten zusätzlichen Aufnahme von bodenkundlichen Parametern bei der Bodenschätzung. Andererseits stellt sie eine wesentliche Grundlage für die Auswertung der Daten der Bodenschätzung dar. Eine Validierung der Methoden ohne diesen Fundus scheint ausgeschlossen (vgl. Kap. 7.4). Ob die Bewertung für einzelne Klassenzeichen ggf. regional differenziert ausgewertet werden muss, wird sich zeigen, wenn mit dem Fortschritt der Digitalisierung umfassende Grundlagen zur Verfügung stehen. Bisher ist jedoch davon auszugehen, dass eine landesweite Gültigkeit der Ergebnisse auf Basis der Klassenzeichen gegeben ist.

5 Datenmanagement

5.1 Struktur der Bodenschätzungsdaten

Die Daten der Bodenschätzung liegen sowohl analog als auch digital als Feldschätzungsbuch und als Schätzungskarte vor.

Das Feldschätzungsbuch (FESCH)

Das Feldschätzungsbuch enthält die Profilbeschreibungen der Grablöcher, die während der Geländearbeit erfasst werden. Die bestimmenden Grablöcher sind die bodenbeschreibenden Repräsentanten für die abgegrenzten Klassenflächen der Schätzungskarte. Die Verortung (Rechts-/Hochwert) wird in Hessen und Rheinland-Pfalz nicht im Buch geführt und kann nur unter Verknüpfung mit der Schätzungskarte erfolgen, in der die bestimmenden Grablöcher eingetragen sind. Die Beschreibungen enthalten zusätzliche Einträge hinsichtlich der Flächenbewertung mit entsprechenden Zu- und Abschlägen. Art und Umfang der Profilbeschreibungen sind bundeseinheitlich festgelegt (BMF 1996). Seit der Einführung der FESCH-Datenbank werden die Profilbeschreibungen in digitale Form überführt bzw. digital erhoben. Die Erfassung erfolgt hierbei gemarkungsweise, d. h. für jede Gemarkung wird eine separate Datenbank an-

gelegt. Zuständig für die Führung der Schätzungsbücher sind die Finanzverwaltungen der einzelnen Bundesländer.

Die Schätzungskarte (Folie 042)

Aus den Profilbeschreibungen des Feldschätzungsbuchs und der Abgrenzung von Klassenflächen werden Schätzungskarten erstellt. Die Karte fasst auf Grundlage der Flurkarten Flächenbereiche mit gleichen bzw. ähnlichen Bodeneigenschaften zusammen. Jede Fläche wird durch ein bestimmendes Grabloch des Schätzungsbuchs beschrieben und dessen Klassenzeichen auf die Fläche übertragen. Im Rahmen der Erstellung der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) werden diese Schätzungsflächen als Folie 042 in den digitalen Datenbestand der Katasterverwaltung übernommen. Zusätzlich werden die Koordinaten der bestimmenden Grablöcher digitalisiert. Im Objektabbildungskatalog (OBAK) ist die Erfassung dieser Punkt- und Flächendaten dokumentiert. Zuständig für die Führung der Schätzungskarte sind die Katasterverwaltungen der einzelnen Bundesländer.

5.2 Aufbau der Dateninfrastruktur BFD5L

Die aufgezeigte Struktur der Bodenschätzungsdaten und der Anspruch, sowohl auf Ebene der Klassenzeichen als auch auf Basis der Grablochbeschreibungen bodenfunktionsbezogene Auswertungen durchführen zu können, stellen folgende grundsätzliche Anforderungen an die Architektur von GIS und Datenbank:

- Für landesweite Auswertungen (z. B. Statistiken, räumliche Gliederungen) ist eine zentrale FESCH-Datenbank, in welche die gemarkungsweise abgelegten Originaldaten importiert werden, unbedingt erforderlich.
- Die länderübergreifende Bearbeitung erfordert eine genaue Analyse der länderspezifischen OBAK und digitalen Schätzungskarten.
- Als Ergebnis dieser Analyse ist für die Schätzungskarten ein Datenmodell entstanden, das sowohl den hessischen als auch den rheinland-pfälzischen OBAK bedienen kann. Dies gilt für die Flächen- und die Punktdaten der Folie 042.
- Vor der Integration der Daten in die zentralen Datenbestände müssen die Daten auf Plausibilität und Konformität zu ihren Regelwerken geprüft werden.
- Eine Verknüpfung der Schätzungskarten mit den -büchern muss über ein eindeutiges Schlüsselfeld gewährleistet sein.
- Aufgrund der großen Datenmengen müssen Importroutinen und Plausibilitätskontrollen weitestgehend automatisiert ablaufen.

Auf Basis dieser Überlegungen wurde das FESCH-Datenmodell in die Datenbank ORACLE überführt. Dabei wurde die Struktur der FESCH-Tabellen beibehalten, jedoch einige Felder ergänzt, wie z. B. das eindeutige Schlüsselfeld „FESCH_ID“. Hiermit können die FESCH-Daten gemarkungsübergreifend visualisiert, analysiert und ausgegeben werden (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Datenfelder für die Flächen der Schätzungskarte in ArcGIS

Schätzungskarte	
Feldname	Bedeutung
SDE_ID	Kennung im SDE
OBJART_F	Objektart der Fläche (Acker/Grünland) in der Codierung des OBAK RLP
OBJNR_F	Objektnummer der Fläche aus den Originaldaten
OBJNR_P	Objektnummer des Punktes aus den Originaldaten
KLASSEN ZEICHEN	Klassenzeichen im Format des OBAK RLP
FESCH_ID	Schlüsselfeld zur Verbindung mit FESCH im Format des OBAK RLP
GMKNR	Nummer der Gemarkung

Die Überführung der Schätzungskarten vom jeweiligen Ausgabeformat der Landesvermessung in ein einheitliches GIS-Format (ArcGIS) gestaltete sich deutlich schwieriger, da sich in beiden Ländern sowohl die aufgenommenen Elemente (z. B. Vergleichsstücke, Grablöcher) als auch deren Art der Beschreibung im OBAK teilweise deutlich unterscheiden. Auf Grundlage des OBAK Hessen und Rheinland-Pfalz wurde ein gemeinsames Datenmodell für die Speicherung der GIS-Daten festgelegt, wobei darauf geachtet wurde, dass dieses Datenmodell potenziell auch für andere Bundesländer nutzbar sein soll. Die Importschnittstelle musste länderspezifisch so konfiguriert werden, dass beim Einlesen die jeweiligen Felder des gemeinsamen Datenmodells erzeugt und den Formatvorgaben entsprechend belegt werden (siehe Tab. 4).

Als Schlüsselfeld zur Verbindung von Schätzungsbuch und Schätzungskarte wird sowohl auf Datenbank- als auch auf Geometrieseite das Feld „FESCH_ID“ im Format des OBAK RLP generiert. Hierüber können die Geometrien der Grablöcher und der Schätzungsflächen mit den FESCH-Einträgen verbunden werden.

5.3 Datenintegration und Qualitätssicherung

Für die beiden Bundesländer umfasst ein vollständiger Datenbestand der Bodenschätzung mehrere Millionen Einzelflächen und Punkte. Bei einer solchen Datenmenge sind eine stringente Organisation des Datenflusses sowie automatisierte Einlese-, Prüf- und Integrationsroutinen von großer Bedeutung (vgl. Abb. 12).

5.3.1 Plausibilitätsprüfungen zur Qualitätssicherung (FESCH, Folie 042)

Massendaten sind nur dann sinnvoll einsetzbar, wenn sie automatisiert ausgewertet werden können. Dies erfordert einen nach strukturierten Vorgaben

erhobenen, möglichst fehlerfreien Datenbestand. Da in beiden Ländern mit Projektbeginn auch die Datenerhebung erfolgte, wurde schon mit dem Projektstart eine hohe Priorität auf qualitativ einwandfreie Daten gelegt.

FESCH und PESCH

Im Rahmen der Qualitätssicherung des Projektes entstand hierzu die Anwendungs-Software „PESCH“. Das Programm ergänzt die Plausibilitätskontrollen von FESCH und prüft Grablochbeschreibungen auf eine einheitliche, in der „Arbeitsanleitung neues Feldschätzungsbuch“ (BMF 1996) festgelegte Syntax. PESCH kann über die Website des HLUg bezogen und frei verwendet werden. In Hessen, Rhein-

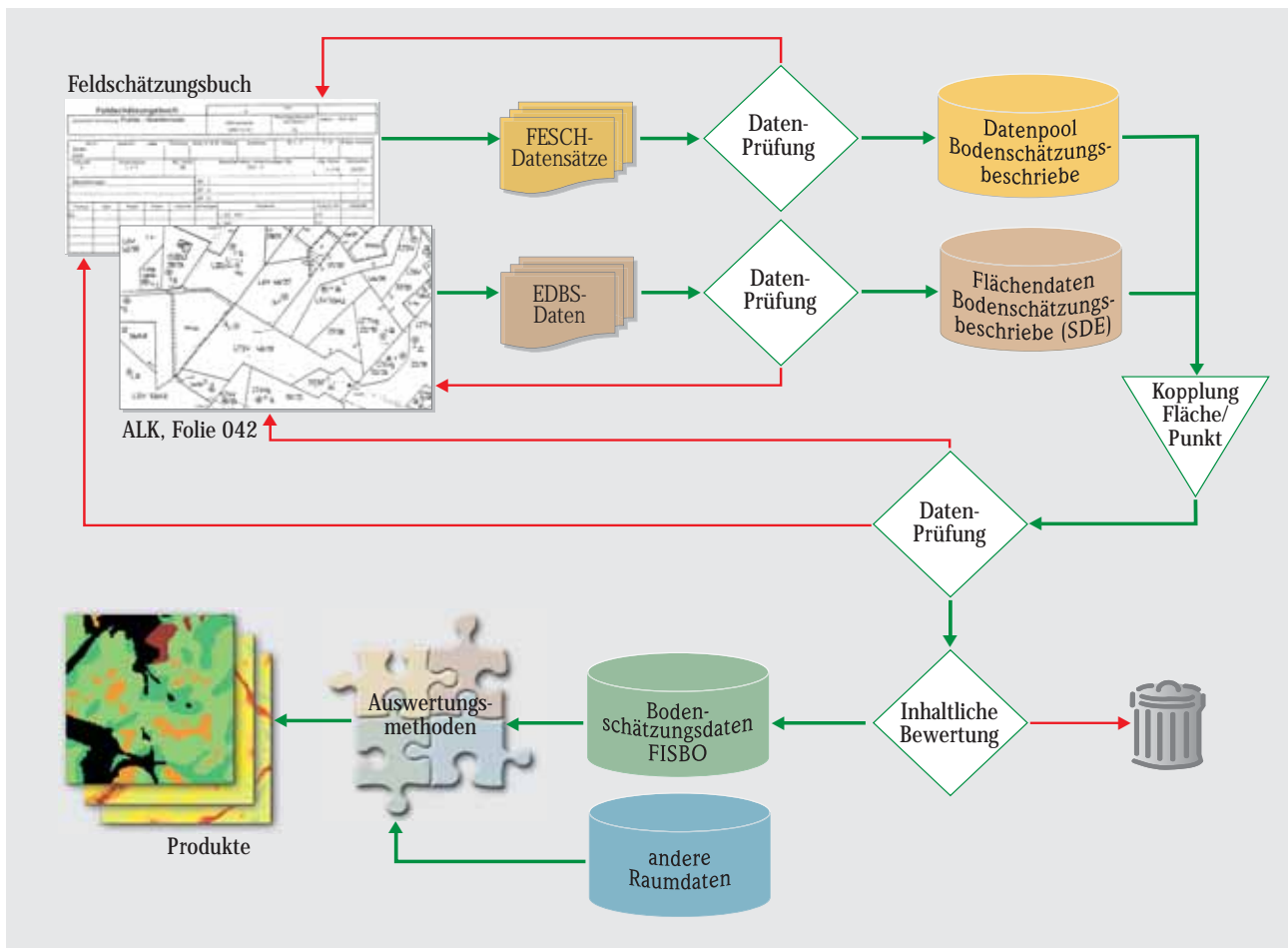


Abb. 12: Ablaufschema zu Datenintegration und Auswertung der Bodenschätzungsdaten.

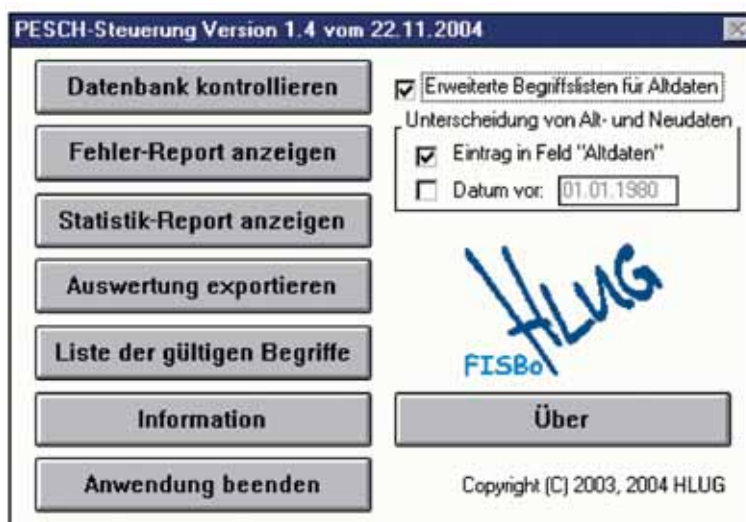


Abb. 13: Anwendung „PESCH“ zur Plausibilitätsprüfung der FESCH-Daten.

land-Pfalz, Bayern und Thüringen wird die Software bereits routinemäßig von der Finanzverwaltung eingesetzt.

Mit Hilfe von PESCH erfolgt die semantische und syntaktische Kontrolle der FESCH-Datensätze, um sicherzustellen, dass die Schichtdaten fehlerfrei zur Verfügung stehen. Typische „Fehler“ sind zum Beispiel:

- Tippfehler wie z. B. ungültige Trennzeichen,
- fehlende oder unzulässige Hauptboden- oder Nebenbodenart,
- ungültige Spannen der Klassenzeichen,
- Eingaben, die insgesamt nicht den Vorgaben des Feldschätzungsbuches entsprechen.

Die von PESCH erstellte Fehlerliste bildet eine unerlässliche Korrekturgrundlage für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der OFD.

Folie 042 der ALK

Die Schätzungskarte besteht aus den Geometrien der Grablöcher (Punkte) und der Schätzungsflächen (Polygone). Eine Überprüfung der Lagerichtigkeit bzw. der korrekten Ausformung dieser Elemente kann nicht durchgeführt werden, da die Originale weder im LGB noch im HLUG vorhanden sind. Zudem ist eine derartige Kontrolle nur über interaktive visuelle Verfahren möglich, was einen nicht zu rechtfertigenden hohen zeitlichen und personellen Einsatz erfordern würde. Die Qualitätssicherung der Schätzungskarte beschränkt sich daher auf die semantische Überprüfung der Dateninhalte der erfassten Geometrien. Besonderes Augenmerk gilt hierbei den Schlüsselfeldern „Klassenzeichen“ und „FESCH_ID“ (vgl. Tab. 4), die auf Regelkonformität gegenüber dem OBAK kontrolliert werden. Geometrien mit fehlerhaften Einträgen werden lokalisiert und an die Katasterverwaltung gemeldet. In Rheinland-Pfalz liegen diese Fehler in einer Größenordnung von ca. 1 % der digitalisierten Schätzungskarten. Nach Auskunft des LVermGeo Rheinland-Pfalz sind diese Fehlbelegungen bereits bekannt und werden zukünftig in eigenen Prüfroutinen erfasst und korrigiert.

5.3.2 Zusammenführung der FESCH- und Folie 042-Daten und Prozedur der Fehlerbehandlung

Nach erfolgter Plausibilitätsprüfung werden Schätzungskarte und Schätzungsbuch in einem automatisierten Verfahren integriert und über das Schlüsselfeld „FESCH_ID“ miteinander verknüpft.

Der Import der FESCH-Datensätze, die Dokumentation der Lieferung der Folie 042, die Vorbereitung der Datenzusammenführung, die Datenintegration sowie die Protokollierung derselben werden mit einem Steuerungswerkzeug betrieben (Abb. 14).

Im Rahmen dieser Einleseroutinen werden Schätzungskarte und Schätzungsbuch einander gegenübergestellt und auf Konformität geprüft. Dabei werden folgende Fehler (vgl. Abb. 14, rechter Block) erkannt und ausgegeben:

- Flächen mit mehreren bestimmenden Grablöchern,
- Flächen ohne bestimmendes Grabloch,
- Flächen oder Punkte ohne FESCH-Anbindung,
- FESCH-Datensätze ohne Fläche oder ohne Punkt in der Folie 042,
- Differenzen bei den Angaben des Klassenzeichens zwischen FESCH-Datensätzen und Flächen der Folie 042,
- Differenzen des Klassenzeichens auf der Folie 042 zwischen einer Haupt- und ihren Hakenflächen (zusammengehörige Flächen, die räumlich getrennt liegen und durch einen „Überhaken“ gekennzeichnet werden).

Beispielsweise wurden bei einer Stichprobe von 270 geprüften Gemarkungen 154 Flächen ohne ein zugehöriges Grabloch gefunden, 51 Flächen waren mehrere Grablöcher zugeordnet, 108 mal unterschied sich die Angabe des Klassenzeichens zwischen Folie 042 und FESCH und für über 700 in der Karte eingetragene Grablöcher gab es keinen entsprechenden FESCH-Datensatz.

Da die Fehlerbehandlung bei der Datenerhebung (Katasterverwaltung, OFD) und nicht bei der Datennutzung (HLUG, LGB) erfolgen soll bzw. kann, werden die Fehlerprotokolle an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der OFD zur Korrektur weitergegeben. Die beschriebene DV-technische Automatisierung ermöglicht somit das Anstoßen eines Korrekturprozesses, der ansonsten nur mit einem immensen personellen Aufwand zu leisten wäre. Die Ausgabe eines Fehlerprotokolls mit grafischer Ausgabe der Fehlerflächen ermöglicht den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Finanz- und Vermessungsverwaltung eine zielgerichtete und zeitnahe Korrektur der fehlerhaften Datengrundlage. Nach Rücklauf der Korrekturen werden diese über das beschriebene Verfahren erneut auf Fehler analysiert und bei Fehlerfreiheit in das Fachinformationssystem integriert.

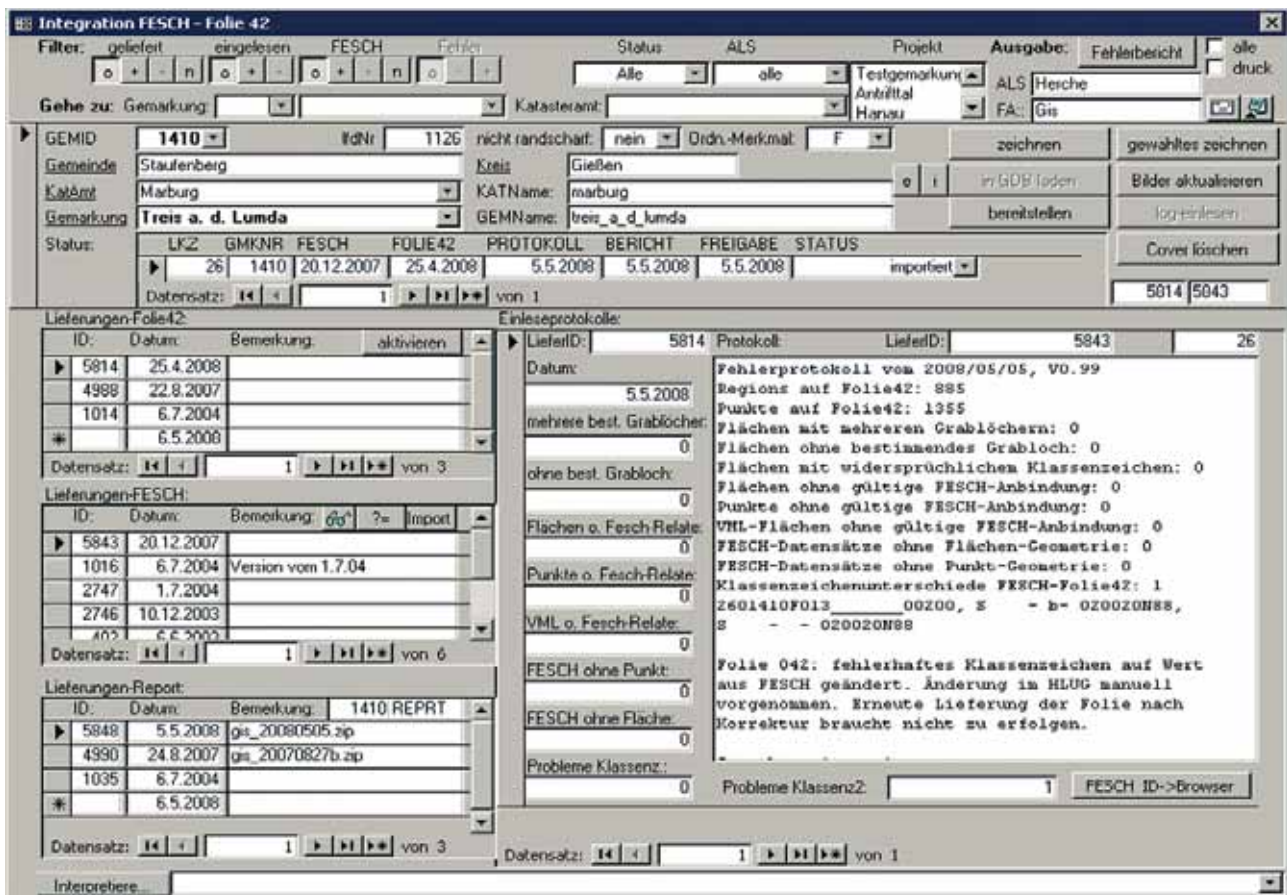


Abb. 14: Steuerungswerkzeug zur Integration von Folie 042- und FESCH-Daten.

5.3.3 Einbindung flurstücksorientierter Bodenschätzungsdaten des Liegenschaftsbuches (Folie 32) in die Flächendatenbank

Während für Rheinland-Pfalz ca. 95 % der Folie 042 und ca. 85 % der Grablochbeschreibungen im Projektzeitraum digitalisiert wurden, liegt die flächendeckende Verfügbarkeit der Folie 042 der ALK zum Stand Februar 2008 in Hessen mit ca. 27 % und einem FESCH-Datenbestand von über 50 % der Landesfläche noch in weiter Ferne. Ohne Veränderung der Ressourcen für die Erfassung ist mit einem weiteren Bearbeitungszeitraum von acht bis zehn Jahren zu rechnen.

Für eine flächendeckende Auswertung auf Basis der Bodenschätzung bietet sich daher die Folie 32 des Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB) an. Mit der fiskalischen Klassifizierung liegen, unter Verwendung der Flurstücksgeometrien der Folie 001 der ALK, Bodenschätzungsdaten auf Basis der Klas-

senzeichen und deren Flächenanteile für die einzelnen Flurstücke vor.

Der Zusammenhang von Folie 042 ALK und Folie 32 ALB ist in Abb. 15 veranschaulicht. An diesem Beispiel kann man erkennen, dass im rot umrandeten Flurstück vier Klassenflächen enthalten sind. Im ALB sind zu diesem Flurstück also entsprechend in vier Datensätzen die Klassenzeichen mit Wertzahlen und Flächenanteil abgelegt.

Die Folie 32 des Liegenschaftsbuches besteht in Hessen aus ca. 3,7 Millionen Datensätzen mit Angaben zu Gemarkung, Flur, Flurstück, Klassenzeichen und Flächengröße (vgl. Tab. 5). Die größtenteils analog planimetrierten und editierten Daten beinhalten dabei eine Vielzahl von Fehlern. Ein Teil der Fehler kann auf Basis automatisierter syntaktischer und semantischer Plausibilitätsprüfungen bereinigt werden. Jedoch ist auf Grundlage verschiedener Vergleiche mit einem Fehlerpotenzial der Klassenzeichen von ca. 2 % der Landesfläche auszugehen.

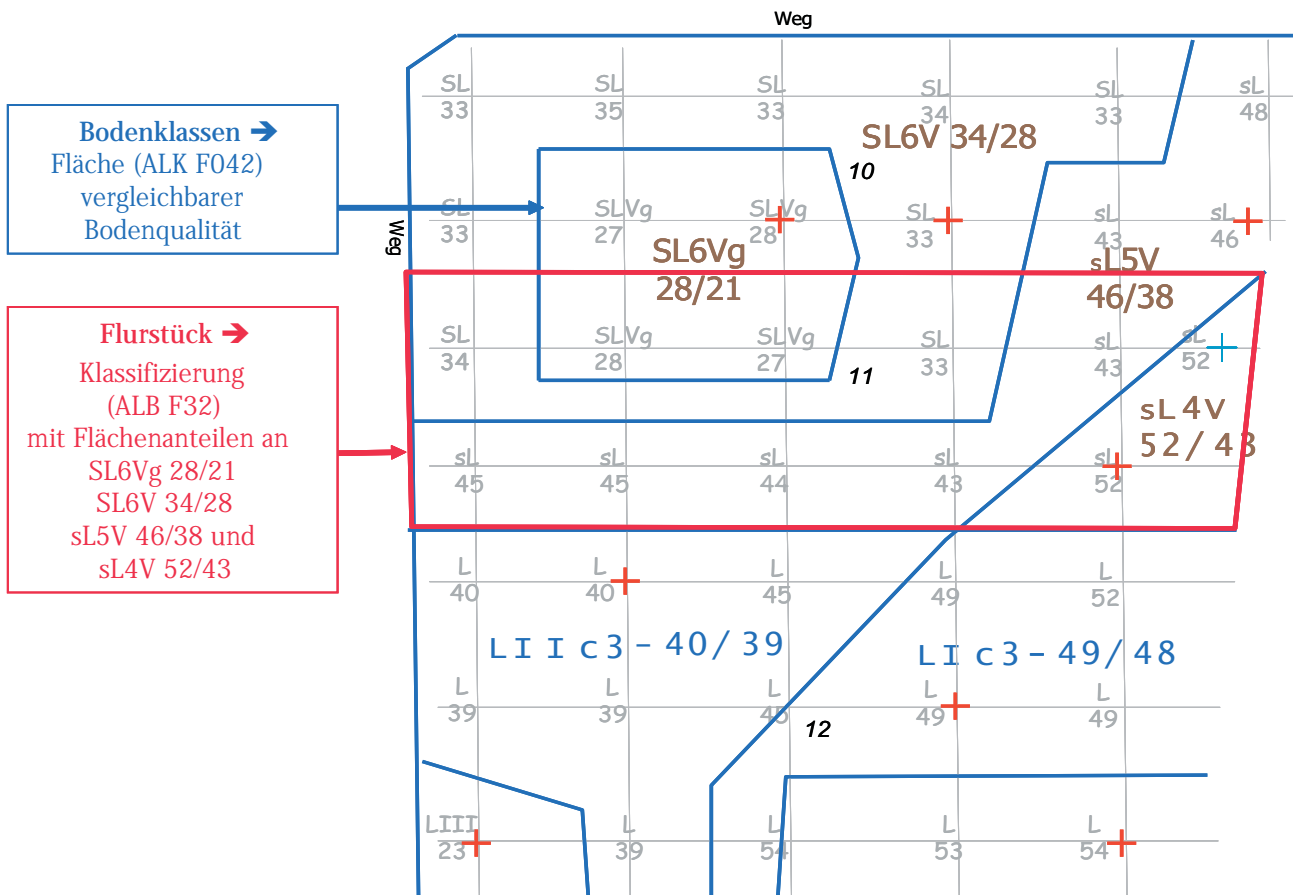


Abb. 15: Zusammenhang zwischen Folie 042 ALK und Folie 32 ALB.

Tab. 5: Beispiel für Klassenzeicheneinträge im ALB für die Flurstücke 44/4 und 45/5 der Flur 8 in Gemarkung 991

Gemarkung	Flur	Fl. Stück	Nenner	Fläche m ²	KLZ	Ebene	Folie	Klassifizierung
991	8	44	4	1	330.0	L4Lö	071/075	0 32 211
991	8	44	4	2	2440.0	L4Lö	068/069	0 32 211
991	8	44	4	3	1641.0	L3Lö	077/080	0 32 211
991	8	45	5	1	8260.0	L3Lö	077/080	0 32 211
991	8	45	5	2	2410.0	sL4Lö	064/064	0 32 211
991	8	45	5	3	1330.0	sL3Lö	068/068	0 32 211

5.3.4 Plausibilitätsprüfungen zur Qualitätssicherung (Folie 32)

Mit der flurstücksbezogenen Aussage des ALB variiert die räumliche Auflösung sehr stark mit der Flurstücksgröße. In Realteilungsgebieten ohne Flurbereinigung erreicht sie fast die räumliche Auflösung der Folie 042 der ALK. In differenziert geschätzten, aber flurbereinigten Gebieten hingegen ist die räumliche Auflösung gegenüber den ALK-Daten stark eingeschränkt (vgl. Abb. 16).

nigung erreicht sie fast die räumliche Auflösung der Folie 042 der ALK. In differenziert geschätzten, aber flurbereinigten Gebieten hingegen ist die räumliche Auflösung gegenüber den ALK-Daten stark eingeschränkt (vgl. Abb. 16).

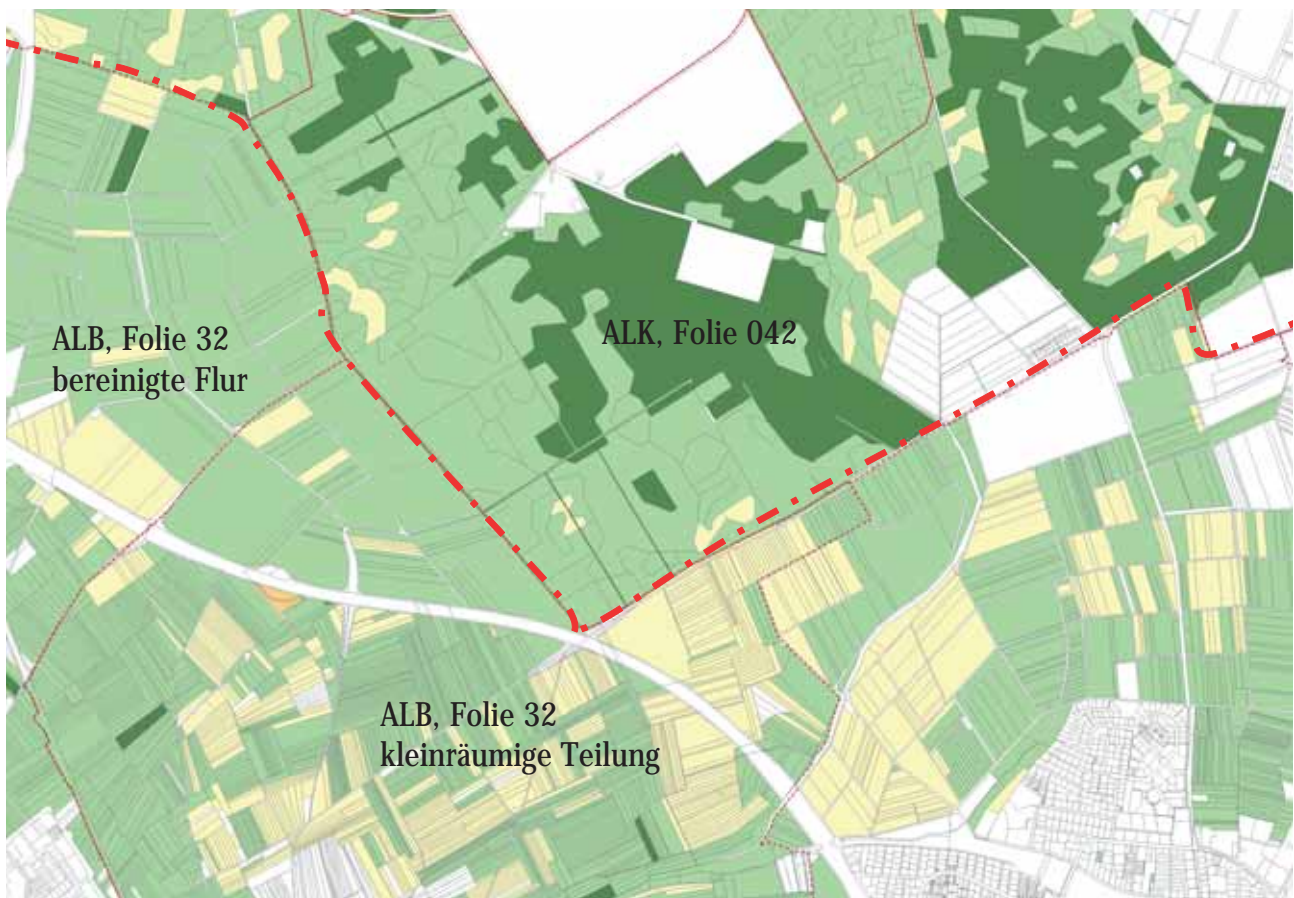


Abb. 16: Auswertung am Beispiel der nutzbaren Feldkapazität der ALK-Folie 042 und ALB-Folie 32 mit und ohne Flurbereinigung.

Da Flurstücke neben der landwirtschaftlichen Nutzung auch andere Nutzungsarten vorweisen können, bezieht sich die Aussage des Klassenzeichens bzw. der Klassenzeichen nur auf die landwirtschaftliche Nutzfläche. Bei Waldfluren kommt es beispielsweise zum Auszeichnen sehr großer Flächen, obwohl unter Umständen nur sehr kleine Areale des Flurstücks landwirtschaftlich genutzt werden. Das bedeutet, es liegen Angaben über die Größe der landwirtschaftlichen Nutzfläche als Teil des Flurstücks im ALB vor, diese Teilflächen können aber nicht diskret verortet werden.

Mit der Einführung des Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) wird eine diskrete Flächentrennung nach Nutzung zur Verfügung stehen. Mit dem operativen Einsatz dieser Daten ist jedoch erst ab 2010 zu rechnen. Bis zur Fertigstellung des ALKIS wird der Datenbestand der Folie 32 nur im Rahmen von Nachschätzungen gepflegt.

Mit den oben genannten Einschränkungen lassen sich die Daten der Folie 32 (ALB) auswerten. Es können jedoch nur die Informationen der Klassenzeichen verwendet werden. Hinsichtlich der Qualität und Plausibilität der Auswertungen gelten die gleichen Bedingungen wie bei der Auswertung der Folie 042 (vgl. Kap. 5.3.2 und 6.1). Aufgrund des Vorkommens mehrerer Klassenzeichen in einer Bezugsfläche sind einige Auswertungsmethoden nicht anwendbar (vgl. Kap. 6.2). Somit kommen die ALB-Daten in Hessen als Übergangslösung für spezifische landesweite Auswertungen zum Einsatz.

5.4 Aufbau der Methodenbank

Parallel zur Integration der Bodenschätzungsdaten wurde eine Methodendatenbank entwickelt, mit der systematische bodenfunktionsbezogene Auswertungen auf folgenden Grundlagen möglich sind:

- Klassenzeichen (FESCH, Folie 042),
- Schichtdaten der Grablochbeschreibungen (FESCH, Folie 042),
- Klassenzeichen (Folie 32).

Die Anwendung greift dynamisch auf die ORACLE-Tabellen der zentralen FESCH-Datenbank zu. Für jede Methode wird definiert, welche Felder für die Auswertung herangezogen werden und wie die Kombinationen der Inhalte dieser Felder jeweils zu bewerten sind. So werden etwa bei der Auswertung „Durchwurzelbarer Bodenraum“ für Ackerstandorte die Felder Bodenart, Entstehung und Zustandsstufe des Klassenzeichens genutzt und ihren möglichen Kombinationen die korrespondierenden Angaben für den durchwurzelbaren Bodenraum zugeordnet (siehe Tab. 6).

Der durchwurzelbare Bodenraum soll natürlich auch für Grünlandstandorte bestimmt werden. Hierfür sind jedoch andere Eingangsdaten zu verwenden (Bodenart, Bodenstufe, Klimastufe, Wasserverhältnisse), da z. B. die Entstehungsart für Grünlandstandorte nicht erfasst wird.

Methoden sind somit in der Regel aus so genannten Teilmethoden aufgebaut, die nacheinander abgearbeitet werden und zusammen genommen das Endergebnis liefern. Einige Teilmethoden, wie z. B. Methoden zum Abschluss von Klassenzeichen

mit speziellen Eigenschaften (z. B. Hutungen „HU“ oder Streuwiese „STR“), werden mehrfach verwendet.

Die Zusammenhänge und Abhängigkeiten der Methoden bzw. Teilmethoden werden über eine polyhierarchische Liste definiert und bei der Abarbeitung entsprechend ausgelesen.

Für Methoden, die nur einzelne Elemente des Klassenzeichens (z. B. Bodenart und Entstehungsart) als Bewertungsschema nutzen, wird die skizzierte Matrix entsprechend angepasst.

Tab. 6: Einstufung des durchwurzelbaren Bodenraums für Ackerstandorte am Beispiel der Bodenart Lehm (L)

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufen mit korrespondierenden Angaben für den durchwurzelbaren Bodenraum in cm						
		1	2	3	4	5	6	7
L	D	120	120	100	100	90	70	35
	DLö	120	120	120	100	90	70	35
	DAI	120	120	100	100	90	70	35
	DV	120	120	95	95	85	70	35
	Dg	–	–	95	90	65	50	25
	DgLö	–	–	100	95	70	55	25
	DgAI	–	–	100	95	70	55	25
	DgV	–	–	95	90	65	50	25
	Lö	120	120	120	120	100	80	35
	LöD	120	120	120	110	100	80	35
	LöAI	120	120	115	110	95	80	35
	LöV	120	120	100	100	90	70	35
	AI	120	120	100	95	85	75	35
	AID	120	120	100	95	85	75	35
	AILö	120	120	110	105	90	75	35
	AIV	120	120	95	95	80	70	35
	Alg	–	–	100	90	65	50	25
	AlgLö	–	–	100	95	70	55	25
	AlgD	–	–	100	95	70	55	25
	AlgV	–	–	100	90	65	50	25
	V	120	120	90	90	75	60	35
	VD	120	120	90	90	80	70	35
	VLö	120	120	95	90	80	70	35
	VAI	120	120	95	90	80	65	35
	Vg	–	–	90	90	60	45	25
	VgD	–	–	90	90	65	50	25

Tab. 7: Einstufung des durchwurzelbaren Bodenraums für Grünlandstandorte am Beispiel der Bodenart Lehm (L)

Bodenart	Bodenstufe	Wasserverhältnisse						
		1	2	3	4	4-	5	5-
L	I	120	120	100	90	80	–	–
	II	100	100	85	70	60	–	–
	III	–	75	65	40	30	30	20

Die Ergebnisse aller Auswertungen werden in so genannte Kennwerttabellen eingetragen und können auf Datenbankseite entsprechend ausgewertet sowie über die definierten Schlüsselfelder im GIS visualisiert werden.

Die Methoden auf Ebene des Klassenzeichens werden für eine eindeutige Liste aller vorkommenden Klassenzeichen (in Hessen derzeit ca. 32 300 Datensätze für FESCH und ca. 74 600 Datensätze für Folie 32) und nicht für die einzelnen Gemarkungen berechnet. Neu integrierte Gemarkungen stehen für die betroffenen Methoden damit unter Umständen sofort für eine Kartenausgabe zur Verfügung, sofern diese keine zusätzlichen Klassenzeichen aufweisen.

6 Thematische Auswertungen und Methodendokumentation zu Bodenfunktionen und -eigenschaften

Die Methodenentwicklung gliederte sich in drei verschiedene Phasen:

- Strukturierung und Bewertung bereits bestehender Methoden,
- Weiter- bzw. Neuentwicklung von Methoden,
- Validierung der thematischen Auswertungen anhand unabhängiger Datensätze.

Dabei wurden zunächst Methoden, die auf der Auswertung des Klassenzeichens beruhen, aufgebaut und in einer späteren Projektphase Methoden zur Auswertung der Grablochbeschreibungen und damit der Schichtdaten konzipiert (vgl. MILLER et al. 2005a, 2005b).

6.1 Auswertungen auf Basis des Klassenzeichens

Zum Projektabschluss stehen auf Basis des Klassenzeichens 20 geprüfte Methoden zu verschiedenen bodenphysikalischen Kennwerten, zur Bewertung von Bodenfunktionen nach Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG 1998) sowie anderer gesetzlicher

Vorgaben zur Verfügung. Alle Methoden werden in der in Kap. 5.4 beschriebenen Methodenbank vorgehalten. Diese Datenbankanwendung ist an ein Geografisches Informationssystem (GIS) gekoppelt, über das derzeit elf **Themenkarten** ausgegeben werden:

Ertragsmesszahl nach Bodenschätzung (Ackerzahl) (Methoden-ID 142):

Die natürlichen Ertragsbedingungen werden in der Bodenschätzung durch die Höhe der Bodenzahl im Klassenzeichen in einer Spanne von 7 bis 100 eingestuft. Auf der Basis der Bodenzahl wird die Ertragsfähigkeit eines Bodens unter Berücksichtigung der Auswirkungen von Klima und Relief (Bewirtschaftungsergebnisse etc.) durch Zu- und Abschläge bei den Bodenzahlen ermittelt und als Ackerzahl bzw. Ertragsmesszahl ausgewiesen. Die Darstellung der Ackerzahl der Bodenschätzung erfolgt in der Karte in Stufen.

Klassifikation der Bodenschätzung (Methoden-ID 45):

Zur Übersicht und um einen Gesamteindruck der Bodenschätzung zu erhalten, wird eine Klassifikation nach Bodenart, Entstehungsart und Wasserhältnissen durchgeführt. Dabei erfolgt zunächst bei Acker- und Grünlandschätzung eine Aggregation der Klassenzeichen nach Bodenart, die in der Karte mit einer Farbsignatur wiedergegeben wird sowie zusätzlich bei Ackerschätzung nach Entstehungsart, die in der Karte durch eine farbliche Signatur der Flächenumrandung dargestellt wird. Zudem werden die Wasserhältnisse bei der Grünlandschätzung mit einer farblichen Übersignatur gekennzeichnet.

Durchwurzelbarer Bodenraum, Klassifizierung (Methoden-ID 125):

Die Durchwurzelbarkeit des Bodens ist von entscheidender Bedeutung für die tatsächliche Durchwurzelung und die Wasseraufnahme durch die Kulturpflanzen. Für jede Bodenklasse des Acker- und Grünlandschätzungsrahmens sowie für alle Mischentstehungs- und Schichtbodenarten wird die Durchwurzelbarkeit in cm in fünf Stufen klassifiziert. Die Werte für den durchwurzelbaren Bodenraum wurden auf Grundlage von Expertenbefragungen sowie der Auswertung von bundesweit über 4 100 Musterstücken und rund 3 600 Grablochbeschreibungen festgelegt.

Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung (Methoden-ID 100):

Die Feldkapazität (FK) bezeichnet den Wassergehalt eines natürlich gelagerten Bodens, der sich an einem Standort zwei bis drei Tage nach voller Wassersättigung gegen die Schwerkraft einstellt. Das Wasser ist dann mit einer Saugspannung von $pF = 1,8$ (gemäß Konvention) gebunden. Für jede Bodenklasse des Acker- bzw. Grünland-Schätzungsrahmens sowie für alle Mischentstehungs- und Schichtbodenarten wird die FK in mm in fünf Stufen klassifiziert.

Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung (Methoden-ID 49):

Die nutzbare Feldkapazität (nFK) eines Bodens ist der Teil der Feldkapazität, der für die Vegetation verfügbar ist. Sie beinhaltet die Wassermenge, die ein grundwasserferner Standort in natürlicher Lagerung nach ausreichender Sättigung gegen die Schwerkraft zurückhalten kann und entspricht gemäß Konvention einer Saugspannung von pF 1,8 bis 4,2. Für jede Bodenklasse des Acker- bzw. Grünland-Schätzungsrahmens sowie für alle Mischentstehungs- und Schichtbodenarten wird die nFK in mm in fünf Stufen klassifiziert. Die nFK-Werte dienen als Grundlage für die Ableitung weiterer Bodenfunktionen, beispielsweise des Ertragspotenzials oder der Standorttypisierung für die Biotopentwicklung.

Ertragspotenzial des Bodens (Methoden-ID 182): (vgl. Abb. 19):

Das Ertragspotenzial des Bodens ist abhängig von den natürlichen Ertragsbedingungen, wie der Bodenbeschaffenheit und den klimatischen Verhältnissen. Die geeignete Kenngröße, die natürlichen bodenbezogenen Ertragsbedingungen eines Standortes zu beschreiben, ist die nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum. Für die Bewertung des Ertragspotenzials wird für jede Bodenklasse des Acker- bzw. Grünland-Schätzungsrahmens sowie für alle Mischentstehungs- und Schichtbodenarten die nFK in mm in fünf Stufen klassifiziert. Bei Grünlandschätzungsklassen mit Wasserstufen 4- und 5- erfolgt aufgrund der ungünstigeren Wasserhältnisse ein Abschlag um eine nFK- bzw. Ertragspotenzialklasse.

K-Faktor des Bodens, Klassifizierung (Methoden-ID 167) (vgl. Abb. 25):

Der K-Faktor ist ein Maß für die Erosionsanfälligkeit des Bodens und zusammen mit R-Faktor (Regenfaktor) und L-S-Faktor (Faktor für Hanglänge und -neigung), neben C- (Bodenbedeckungs- und Bearbeitungsfaktor) und P-Faktor (Erosionsschutz) eine zentrale Größe der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG: $A [Abtrag] = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$).

Für jede Kombinationsmöglichkeit des Acker- bzw. Grünland-Schätzungsrahmens sowie für alle Mischentstehungs- und Schichtbodenarten wird der K-Faktor in Stufen von 0,10 bis 0,60 klassifiziert und auf der Karte in sechs Klassen dargestellt. Da die Bodenart des Klassenzeichens den bodenartigen Gesamtcharakter des Bodens bis 1 Meter Bodentiefe bezeichnet, ist die Ableitung der Erosionsanfälligkeit des Bodens aus dieser Größe nur als Trendaussage anzusehen.

Grundsätzlich spielt Bodenerosion nur auf ackerbaulich genutzten Flächen eine Rolle. Um dennoch für aktuell ackerbaulich genutzte Flächen, die aber in der Bodenschätzung nach dem Grünland-schätzrahmen eingestuft wurden, eine Aussage treffen zu können, wird auch für die Grünland-schätzung ein K-Faktor bestimmt. Die Flächen werden durch eine Überschräffur in den Karten gekennzeichnet. Die acht mineralischen Bodenarten der Ackerschätzung werden bei der Grünland-schätzung zu vier Bodenarten zusammengefasst. Dadurch sind die K-Faktoren der Grünland-schätzung mit einer hohen Unschärfe belegt.

Potenzielle Flächen nach § 4 AbfKlärV (Methoden-ID 55):

Es werden die Flächen gekennzeichnet, bei denen nach Klärschlammverordnung (AbfKlärV) aufgrund der Bodenart (Böden, die im Rahmen der Bodenschätzung als „leichte Böden“ eingestuft sind, d.h. S- und Sl-Böden) eine Bestimmung des Tongehalts vorgeschrieben ist und bei denen schärfere Grenzwerte für die Schwermetalle Cadmium und Zink einzuhalten sind. S- und Sl-Böden mit Ackerschätzung sind getrennt von den S-Böden mit Grünland-schätzung gekennzeichnet. Dabei stellt die Bodenart S der Grünland-schätzung eine Zusammenfassung der S- und Sl-Bodenarten der Ackerschätzung dar.

Für beide Fälle gilt nach den Bestimmungen der AbfKlärV bei Acker- oder Grünland-schätzung, dass unter Ackernutzung weitere Bodenanalysen notwendig sind, während unter Grünlandnutzung ein generelles Aufbringerverbot für Klärschlamm besteht.

Potenzielle Flächen nach § 12 BBodSchV (Methoden-ID 60):

Die Grundlage der Methode bildet die Arbeitshilfe der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) „Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung)“. Im Sinne der Arbeitshilfe werden Flächen, für die potenziell ein Bodenauftrag bzw. -eintrag möglich ist, sowie Flächen, bei denen ein Bodenauftrag bzw. -eintrag unterbleiben soll, gekennzeichnet.

Hintergrund ist, dass bei Böden mit Archivfunktion (§ 2 Abs. 2 Nr. 2 BBodSchG) und einem besonderem Erfüllungsgrad der natürlichen Bodenfunktionen (§ 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG), ein Nutzen des Auf- und Einbringens von Materialien für die Sicherung bzw. Wiederherstellung von Bodenfunktionen in der Regel auszuschließen ist, da solche Böden bereits ein maximales Leistungsvermögen besitzen.

Auch landwirtschaftliche Hochleistungsböden (insbesondere Lössböden, Schwarzerden) können in ihrer Funktion als Lebensraum für (Nutz-) Pflanzen durch Auf- und Einbringen von Materialien in der Regel weder gesichert noch wiederhergestellt werden. Diese Böden können laut LABO-Vollzugshilfe vereinfacht anhand der Ergebnisse der Bodenschätzung (Bodenzahl/Grünlandgrundzahl) bewertet und abgegrenzt werden.

Standorttypisierung für die Biotopentwicklung auf nassen, wechselfeuchten oder trockenen Böden (Methoden-ID 59):

Der Boden, insbesondere sein Wasser- und Nährstoffhaushalt, ist neben den klimatischen, geologischen und geomorphologischen Verhältnissen der entscheidende Faktor für die Ausprägung und Entwicklung von Pflanzengemeinschaften. Landwirtschaftlich genutzte Böden mit extremen Was-

serverhältnissen (sehr nass, sehr wechselfeucht oder sehr trocken) weisen ein hohes bodenbürtiges Potenzial zur Entwicklung wertvoller und schützenswerter Pflanzenbestände auf, da beispielsweise vernässte Teilflächen bei Pflege-, Düngungs- und Erntearbeiten ausgespart werden. Dieses gilt gleichermaßen für Acker- und Grünlandböden, setzt aber eine Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung voraus, die die Standorteigenschaften nicht überlagert.

Entsprechende Flächen lassen sich aus dem Klassenzeichen der Folie 042 (ALK) ausgrenzen. Zu beachten ist, dass in Abhängigkeit vom Alter der Bodenschätzung vernässte Standorte inzwischen melioriert (Dränung, Grundwasserabsenkung) worden sein können.

Potenzielle, bodenbezogene Feldhamster-Habitate (Methoden-ID 54):

Die einschlägige Fachliteratur zu Ansprüchen von Feldhamstern an das Habitat (Wurzelraum, Substrat, Wasserverhältnisse) erlaubt die systematische Ableitung bodenkundlicher Kriterien einer potenziellen Habitateignung sowie die Zuordnung zu Angaben aus den Klassenzeichen der Bodenschätzung. In einem Teil der Fachliteratur finden sich nur allgemeine Angaben wie „trocken“ oder „tiefgründig“. In anderen Quellen finden sich jedoch auch konkrete Angaben zum Klassenzeichen der begutachteten bzw. untersuchten Flächen. Die Literaturangaben wurden bodenkundlich interpretiert. So wird z. B. eine Angabe wie „tiefgründig trocken“ als „grundwasserfrei“ interpretiert und dementsprechend den Zustandsstufen der Klassenzeichen zugeordnet. Es wurde eine systematische Zuordnung bzw. systematische Auswahl der Klassenzeichen entwickelt, die Standortbedingungen repräsentieren, die eine potenzielle Habitateignung gewährleisten:

- Ackerschätzung
- Zustandsstufe 1 oder 2, teilweise 3 (Wurzelraum ≥ 120 cm)
- bevorzugte Bodenart: SL, sL, L
- bevorzugte Entstehungsart: L_ö, Al, (D); bei Mischentstehungsarten L_ö dominant

Da in Hessen lössbürtige Standorte in einigen Ge-

markungen in der Entstehungsart anstelle von L_ö als D geschätzt wurden, ist nicht auszuschließen, dass potenzielle Habitate nicht ausgewiesen werden. Bei sL 4 L_ö ist zu überprüfen, ob diese Standorte tatsächlich grundwasserfrei sind. Da ein Grundwassereinfluss nicht auszuschließen ist, bleiben diese Klassenzeichen zunächst unberücksichtigt.

Eine Validierung der Methode mittels Überprüfung von Angaben im NATIS, der „Datenbank für Flora und Fauna“ in Hessen, ist noch nicht erfolgt. Weiterhin ist abzuklären, ob die Gemarkungen mit Feldhamstern durch eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8 bis 9°C sowie durch eine Höhe der Jahresniederschläge von weniger als 750 mm gekennzeichnet sind.

6.1.1 Auswertungsbeispiel „Ertragspotenzial des Bodens“

Am Beispiel der Auswertung „Ertragspotenzial des Bodens“ (Abb. 17) werden die Stationen Entwicklung, Validierung, Überprüfung und Freigabe einer Auswertungsmethode beschrieben, die alle Methoden im Projekt durchlaufen mussten.

6.1.1.1 Grundlagen der Methode „Ertragspotenzial des Bodens“

Die Eignung eines Standorts für die landwirtschaftliche Produktion hängt von den Faktoren Boden, Klima und Relief ab. Dabei wird das Ertragspotenzial des Bodens von den Bodeneigenschaften begrenzt, die nicht durch Bewirtschaftungsmaßnahmen verbessert werden können (HARRACH et al. 1987). Da unter den gegebenen Bedingungen in Hessen und Rheinland-Pfalz der Wasserhaushalt der Böden den wichtigsten Faktor der ökologischen Standortfaktoren für den Ackerbau darstellt, ist die nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum die geeignete Kenngröße, die natürlichen, bodenbezogenen Ertragsbedingungen eines Standortes zu beschreiben, (HARTGE & EHLERS 1985, VORDERBRÜGGE 1997). Die nutzbare Feldkapazität steht in engem Zusammenhang zu Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl der Bodenschätzung (HARRACH et al. 2001, PREIS et al. 2001). Weitere ertragsbestimmende Größen wie Grundwassereinfluss, Basenhaushalt und Versorgung mit organischer Substanz werden in der Bodenschätzung über das Klassenzeichen mit erfasst.

Ertragspotenzial des Bodens

Methoden-ID	182
Bearbeiter	Methoden AG HLUG/LGB-RLP
verantwortlicher Bearbeiter	Dr. Thomas Vorderbrügge
Eingangsdaten	Methode: Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung
Erläuterung	Die Methode Ertragspotenzial beruht auf der Methode Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung und übernimmt deren Klassifikation und Ergebnisse. Die Methode Ertragspotenzial ist aus drei Teilmethoden aufgebaut. In der ersten Teilmethode werden die Ergebnisse der nFK-Stufen aus der Methode Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung für Ackerklassenzeichen direkt übernommen. In der zweiten Teilmethode werden die Grünlandklassenzeichen mit negativer Wasserstufe (4- und 5-) ausgewählt, deren nFK-Ergebnisse aufgrund der ungünstigeren Wasserverhältnisse einen Abschlag um eine nFK- bzw. Ertragspotenzialklasse erhalten. In der dritten Teilmethode werden die Ergebnisse der nFK-Stufen für Grünlandklassenzeichen ohne negative Wasserstufe übernommen.
Beschreibung	Das Ertragspotenzial des Bodens ist abhängig von den natürlichen Ertragsbedingungen, wie der Bodenbeschaffenheit und den klimatischen Verhältnissen. Die geeignete Kenngröße, die natürlichen, bodenbezogenen Ertragsbedingungen eines Standortes zu beschreiben, ist die nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum , also der Teil der Feldkapazität, der für die Vegetation verfügbar ist. Für die Bewertung des Ertragspotenzials wird für jede Bodenklasse des Acker- bzw. Grünland-Schätzungsrahmens sowie für alle Mischentstehungs- und Schichtbodenarten die nFK in mm in fünf Stufen klassifiziert. Unberücksichtigt bleiben Hutungen ("Hu"), Streuwiesen ("Str") und Moorböden ("Mo"). Bei Grünland-Schätzungsklassen mit Wasserstufen 4- und 5- erfolgt aufgrund der ungünstigeren Wasserverhältnisse ein Abschlag um eine nFK- bzw. Ertragspotenzialklasse.

Ablauf der Teilmethoden

1. Ertragspotenzial des Bodens, Ackerschätzung	
Beschreibung	Die Ergebnisse der nFK-Stufen aus der Methode Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung werden für Ackerklassenzeichen direkt übernommen.
Auswahl	Schätzungsbuch (Kopfdaten): Kulturart = (A, AGr)
Eingangsdaten	Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung , Wert
Wert	Übernahme des Wertes der Eingangsdaten
2. Ertragspotenzial des Bodens, Grünland-Schätzung mit negativer Wasserstufe (4- und 5-)	
Beschreibung	In den Kopfdaten des Schätzungsbuchs werden die Grünlandklassenzeichen mit negativer Wasserstufe (4- und 5-) ausgewählt. Deren nFK-Ergebnisse aus der Methode Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung ("t2.wert") erhalten aufgrund der ungünstigeren Wasserverhältnisse einen Abschlag um eine nFK- bzw. Ertragspotenzialklasse ("t1"). Damit die bereits in der Methode Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung mit nFK-Stufe 1 belegten Klassenzeichen durch den Abschlag keine "0" erhalten, werden vor der Abschlagsberechnung aus den Grünlandklassenzeichen mit negativer Wasserstufe nur diejenigen Klassenzeichen ausgewählt, die laut der Methode Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung eine nFK-Stufe von >1 aufweisen.
Auswahl	Schätzungsbuch (Kopfdaten): Kulturart = (Gr, GrA) und Wasserstufe = (4-, 5-)Schätzungsbuch (Methodenergebnisse der Kopfdaten): und Nummer der Methode = (49) und Wert = (>1)
Eingangsdaten	Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung , Wert
Berechnung	t2.wert - 1
3. Ertragspotenzial des Bodens, Grünland-Schätzung	
Beschreibung	Die Ergebnisse der nFK-Stufen aus der Methode Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung werden für Grünlandklassenzeichen ohne negative Wasserstufe (4- und 5-) direkt übernommen.
Auswahl	Schätzungsbuch (Kopfdaten): Kulturart = (Gr, GrA)
Eingangsdaten	Nutzbare Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung , Wert
Wert	Übernahme des Wertes der Eingangsdaten

Kartenbeispiel

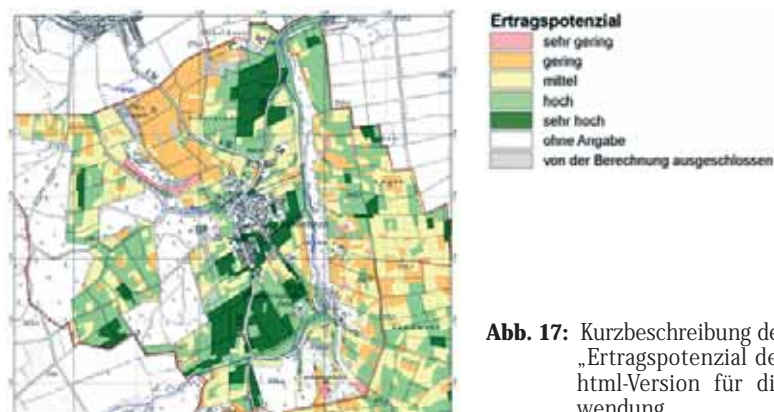


Abb. 17: Kurzbeschreibung der Methode „Ertragspotenzial des Bodens“ als html-Version für die Internetanwendung.

6.1.1.2 Zusammenhang zwischen Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl und nutzbarer Feldkapazität – Methodenentwicklung

In 4.3 wurde bereits der eindeutige, nicht-lineare Zusammenhang zwischen Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl und nutzbarer Feldkapazität über alle Bo-

denarten hinweg erläutert. Daraus ergibt sich die Forderung, für die einzelnen Bodenarten spezifische nFK-Werte abzuleiten.

Für die Zuordnung mittlerer nFK-Werte zu den einzelnen Bodenarten des Klassenzeichens finden sich bereits Beispiele in der Fachliteratur der 1950er und

1960er Jahre, aber auch in jüngeren Publikationen. Abb. 18 zeigt die gewählte Zuordnung „fester“ nFK-Werte zu den Bodenarten des Klassenzeichens der Bodenschätzung.

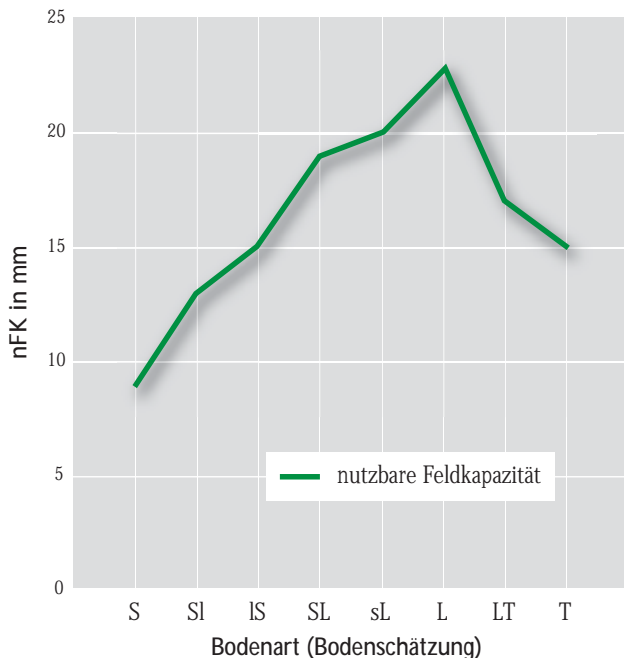


Abb. 18: Mittlere nFK-Werte in mm/dm für die einzelnen Bodenarten des Klassenzeichens der Bodenschätzung.

Die Tendenz der Werte entspricht den Vorgaben der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005). Die Lehme, hierbei handelt es sich in der Regel um schluffreiche Substrate, weisen die höchsten Werte auf, die Sande und Tone die geringsten. Zudem wird die bereits beschriebene Systematik des Schätzungsrahmens der Bodenschätzung wiedergegeben (vgl. Abb. 7). Die Berücksichtigung des Skelettgehaltes führt in der Bodenschätzung zu einer Ausweisung von leichteren Bodenarten im Klassenzeichen, die Einbeziehung des Humusgehaltes erfolgt im Ackerschätzungsrahmen über die Zustandsstufe und im Grünlandschätzungsrahmen über die Bodenstufe. Dadurch sind die beiden Parameter, die in der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005) zur Korrektur der nFK-Werte herangezogen werden, in der Bodenschätzung bereits berücksichtigt. Auf eine Korrekturstufe für Skelett- und Humusgehalt kann somit verzichtet werden.

Unterstellt man nun in Abhängigkeit von der Bodenart für die Zustandsstufen 1 und 7 maximale und mi-

nimale Wurzelräume (SAUER et al. 2003), so lassen sich minimale und maximale nFK-Werte im Wurzelraum errechnen (vgl. Tab. 8). Bildet man nun den Quotienten aus den jeweiligen Extremwerten der nFK mit den entsprechenden Bodenzahlen (BZ) des Ackerschätzungsrahmens, so erhält man den zugehörigen Faktor für die Zuordnung der nFK-Werte für die einzelnen Bodenarten (vgl. Tab. 9). Für S wird ein Faktor von 2,10 ermittelt, für L hingegen ein Faktor von 2,89. Die Faktoren werden anschließend mit der Bodenzahl des jeweiligen Klassenzeichens multipliziert, um einen nFK-Wert für das Klassenzeichen zu erhalten. So erhält ein Klassenzeichen mit der Bodenzahl 10 bei Bodenart Sand (S) eine nFK von 21,0 mm, ein Klassenzeichen mit der Bodenzahl 10 bei Bodenart Lehm (L) hingegen eine nFK von 28,9 mm.

Da die Bodenarten der Grünlandschätzung eine Zusammenfassung der Bodenarten der Ackerschätzung darstellen, werden für die Grünlandbewertung die für Ackerland entwickelten nFK-Faktoren in Abhängigkeit von der Bodenart zusammengefasst (vgl. Tab. 10).

Die Grünlandgrundzahlen der einzelnen Klassen (Kombination Bodenart, Bodenstufe, Klima und Wasserverhältnisse) werden mit dem Faktor für Grünland und dem Hebungsfaktor 1,12 multipliziert. Der Grünland-Hebungsfaktor ergibt sich aus den grundsätzlich abgestuften Wertzahlen von ca. 88 % vergleichbarer Ackerbewertungen.

Für geschichtete Böden, das heißt für Böden mit einem schroffen Wechsel der Bodenart vom Ober- zum Unterboden, werden die Faktoren zur Berechnung der nFK-Werte aus einer Gewichtung der bereits bestehenden Faktoren in Höhe der dm-Angabe des Oberbodens bzw. des Unterbodens für die verschiedenen Bodenarten ermittelt.

6.1.1.3 Klassifizierung

Grundlage der Methode „Ertragspotenzial des Bodens“ ist die Klassifizierung der nutzbaren Feldkapazität (Tab. 11). Ein Beispiel zur diesbezüglichen Kartendarstellung findet sich in Abb. 19.

Bei der Entwicklung der Methode hat sich bei Flächen mit Grünlandschätzung gezeigt, dass trockene-

Tab. 8: Minimale und maximale Wurzelräume (WR) sowie nFK-Werte für die Bodenarten des Klassenzeichens

Bodenart	nFK in-mm/dm	WR min. cm	WR max. cm	nFK min.WR	nFK max. WR
S	9	20	80	18,0	72,0
Sl	13	25	120	32,5	156,0
IS	15	25	120	37,5	180,0
SL	19	25	120	47,5	228,0
sL	20	25	120	50,0	240,0
L	23	25	120	57,5	276,0
LT	17	25	120	42,5	204,0
T	15	25	100	37,5	150,0

Tab. 9: Ermittlung von bodenartabhängigen Faktoren zur Ableitung der nFK aus der Bodenzahl

Bodenart	nFK min. WR	nFK max. WR	BZ min.	BZ max.	nFKmin/BZ min	nFKmax./BZ max.	mittl. Faktor
S	18,0	72,0	7	44	2,57	1,64	2,10
Sl	32,5	156,0	11	53	2,95	2,94	2,95
IS	37,5	180,0	12	71	3,13	2,54	2,83
SL	47,5	228,0	16	80	2,97	2,85	2,91
sL	50,0	240,0	18	90	2,78	2,67	2,72
L	57,5	276,0	19	100	3,03	2,76	2,89
LT	42,5	204,0	17	91	2,50	2,24	2,37
T	37,5	150,0	14	74	2,68	2,03	2,35

Tab. 10: Herleitung des Faktors zur Berechnung der nFK für Klassenzeichenkombinationen des Grünlands

Bodenart Ackerland	WR Ackerland	WR Grünland	nFK Grünland	nFK Grünland · 1,12
S	2,10	S	2,53	2,83
Sl	2,95			
IS	2,83	IS	2,87	3,21
SL	2,91			
sL	2,72	L	2,81	3,14
L	2,89			
LT	2,37	T	2,36	2,65
T	2,35			

Tab. 11: Einstufung der nFK in mm zur Klassifizierung des Ertragspotenzials des Bodens

nFK	Klasse Ertragspotenzial
≥ 50 mm	1 (sehr gering)
> 50 – 90 mm	2 (gering)
> 90 – 140 mm	3 (mittel)
> 140 – 200 mm	4 (hoch)
> 200 mm	5 (sehr hoch)

ne Standorte der Bodenstufen 4- und 5- im Ertragspotenzial ungünstiger zu beurteilen sind als nasse Standorte der Bodenstufen 4 und 5. Bei Standorten mit Wasserverhältnissen 4- und 5- wird deshalb im Vergleich zu Standorten mit Wasserverhältnissen der Stufen 4 und 5 das Ertragspotenzial um eine Stufe abgewertet. Sollte das Ertragspotenzial aufgrund geringer nFK-Werte bereits in der niedrigsten Klasse liegen, erfolgt keine Abwertung mehr.

6.1.1.4 Validierung der Methode „Ertragspotenzial des Bodens“ durch vergleichende Betrachtungen der nFK-Bewertung

Die Validierung der Ableitung der nFK aus dem Klassenzeichen erfolgte zum einen durch den Vergleich von nFK-Mittelwerten aus 3675 (Acker) bzw. 905 (Grünland) Bohrstockaufnahmen aus Hessen, für die gleichzeitig die Bodenschätzungsdaten (Grablochbeschreibungen) ausgewertet wurden (Abb. 20 bzw. Abb. 21). Zum anderen wurde ein Vergleich der bodenkundlichen Aufnahme und Analyse von 361 (Acker) bzw. 150 (Grünland) Vergleichsstücken aus Hessen mit deren nFK-Auswertungen aus der Bodenschätzung vorgenommen.

Bei den über 4000 Datensätzen der Bohrstockaufnahmen wurden die dazugehörigen Daten der Bodenschätzung auf fehlerhafte Klassenzeichen (ungültige Bezeichnungen, unstimme Kombinationen etc.) und fehlende Angaben zu nFK und Wurzelraum kontrolliert. So ermittelte Datensätze wurden aus der weiteren Bearbeitung ausgeschlossen. Klassenzeichenkombinationen, die weniger als fünfmal auftraten,

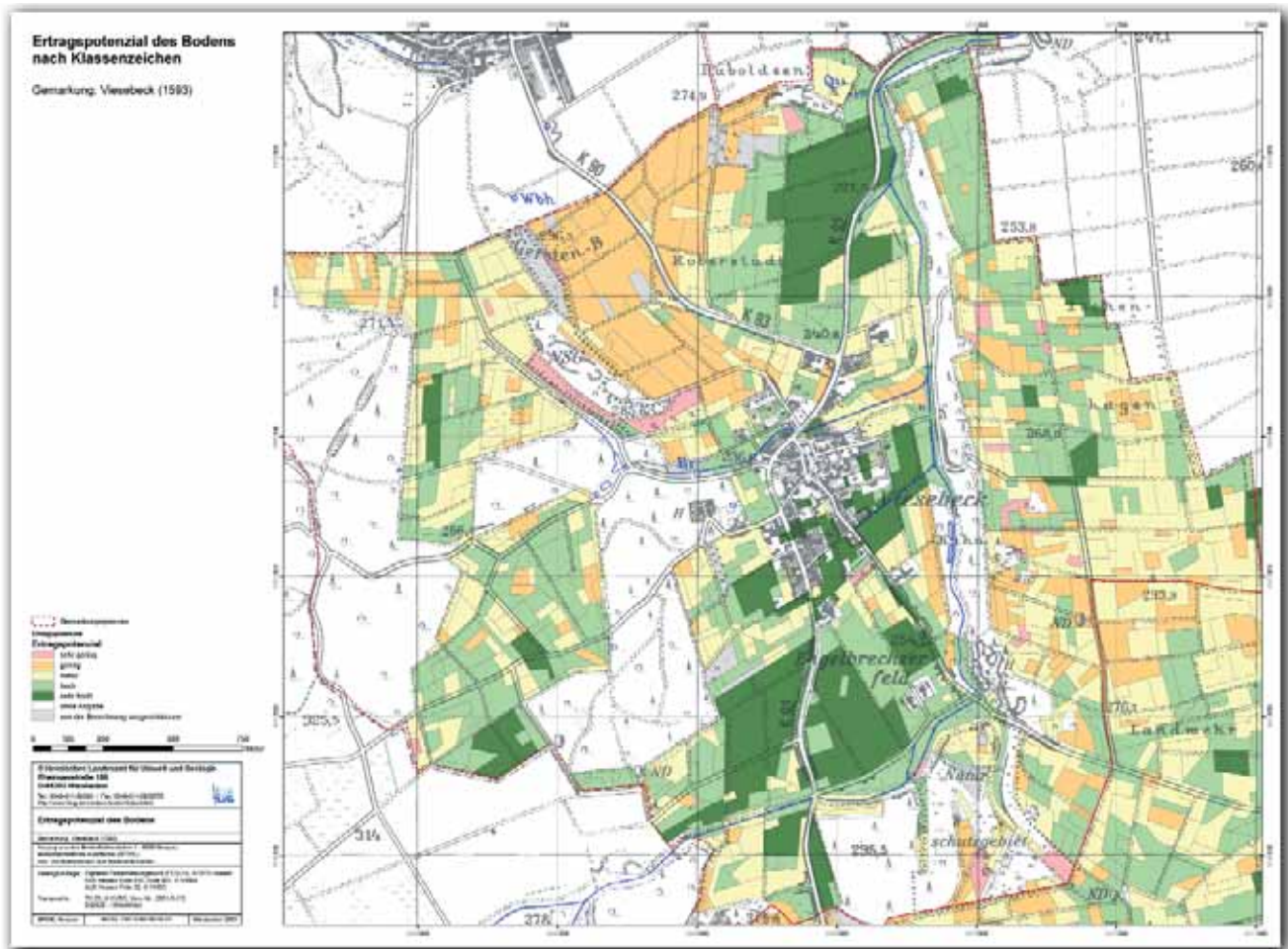


Abb. 19: Auswertungskarte der Bodenflächendaten 1:5 000 am Beispiel der Karte „Ertragspotenzial des Bodens nach Klassenzeichen“ für die Gemarkung Viesebeck.

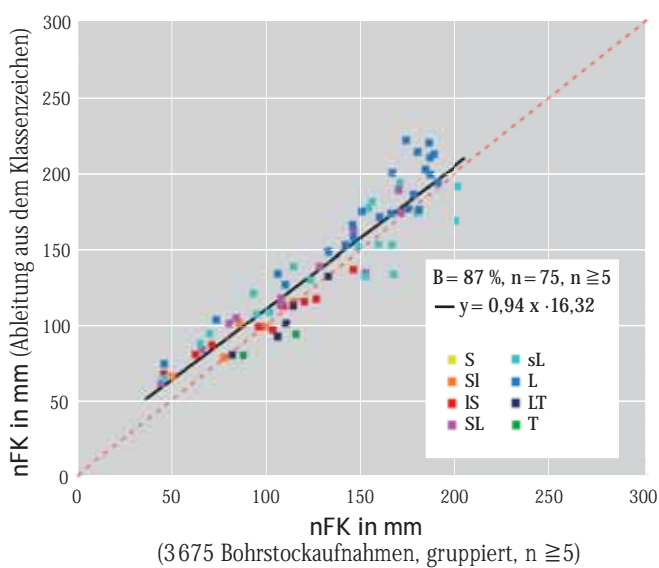


Abb. 20: Ableitung der nFK für Acker aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung und aus Bohrstockaufnahmen (Hessen).

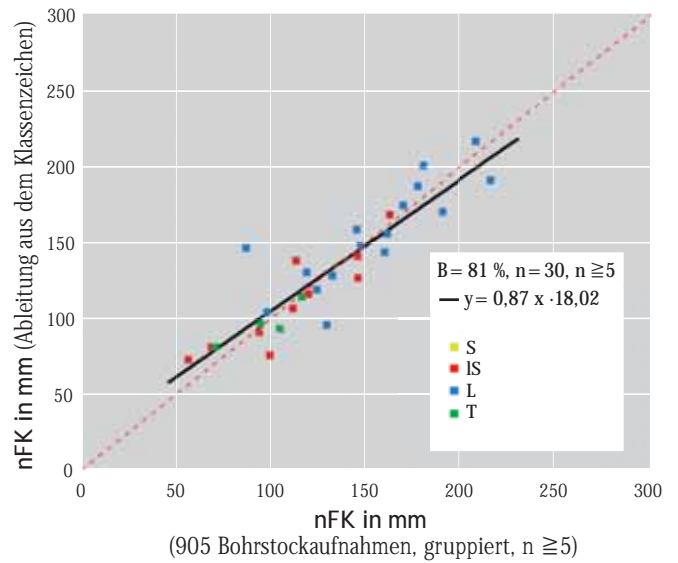


Abb. 21: Ableitung der nFK für Grünland aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung und aus Bohrstockaufnahmen (Hessen).

blieben bei der Gegenüberstellung ebenfalls unberücksichtigt.

Aus den übrigen (validen) Datensätzen wurden die nFK-Werte für die einzelnen Klassenzeichenkombinationen mit den nFK-Werten, die mittels der Methode berechnet wurden, gegenübergestellt. Anschließend wurde nach Klassenzeichenkombinationen gruppiert, um Mittel-, Minimal-, Maximal- und Häufigkeitswerte für die einzelnen Klassenzeichenkombinationen zu ermitteln.

Die Gegenüberstellungen der nFK-Mittelwerte der Bohrstockaufnahmen zu den nFK-Werten aus der Ableitung aus dem Klassenzeichen ergibt gute Übereinstimmungsraten mit Bestimmtheitsmaßen von 87 % (Acker) bzw. 81 % (Grünland). Zudem zeigt der Verlauf der Korrelationsgeraden nahe der Ursprungsgeraden den deutlichen Zusammenhang an.

Aufgrund der positiven Ergebnisse der Validierung wurde die Methode im Folgenden in der Methodenbank (vgl. Kap. 5.4) programmiert und erste Auswertungskarten zur Überprüfung erstellt (vgl. 7.4).

6.2 Auswertungen auf Basis des ALB und Folie 32 ALK (Hessen)

Für Gemarkungen, für die in Hessen keine Bodenschätzungsdaten auf Basis der Folie 042 ALK vorliegen, wird die Folie 32 des ALB ausgewertet (vgl. Kap. 5.3.3). Aufgrund der flurstücksbezogenen Angaben zur Bodenschätzung in der Folie 32 des ALB mussten die Methoden, die für die Auswertung des Klassenzeichens auf Basis der Folie 042 ALK entwickelt wurden, an die spezifische Datenstruktur des ALB angepasst werden. Da als Ergebnis einer ALB-Auswertung nur der flächengewichtete Mittelwert der verschiedenen Klassenzeichen eines Flurstücks zur Verfügung steht, wurden bisher nur Methoden angepasst, die auf metrischen Daten basieren. Beispielsweise kann die Methode „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ nicht für die ALB-Auswertung modifiziert werden, da die zu be-

wertenden Parameter, wie Mo (Bodenart Moor) oder Wasserstufe 4- und 5-, Bestandteile des Klassenzeichens sind, aus denen kein flächengewichteter Mittelwert gebildet werden kann.

Dagegen wurden die Methoden Ertragsmesszahl, durchwurzelbarer Bodenraum, Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität sowie K-Faktor für die ALB-Auswertung angepasst, da sie auf metrischen Daten, wie z. B. dem nFK-Wert in mm, beruhen.

Des Weiteren stehen im Rahmen der speziellen Auswertungsprodukte für den Vollzug ALB-Auswertungen zur hessischen Kompensationsverordnung landesweit zur Verfügung (vgl. Kap. 8.1.1).

6.3 Methoden auf Basis der Grablochbeschreibungen (FESCH)

Bis zum Abschluss des Projektes konnte nur teilweise auf PESCH-geprüfte FESCH-Daten zugegriffen werden. Der Digitalisierungsgrad lag für beide Bundesländer lange unter 50 %. Aus diesem Grund wurde die bodenkundliche Interpretation der Grablochbeschreibungen zunächst zurückgestellt. Erst zum Ende der fünfjährigen Bearbeitungszeit erfolgte in einem ersten Arbeitsschritt die statistische Aufarbeitung von rund 250000 digitalisierten hessischen Schichtbeschreibungen, um zumindest die Struktur

der Methodendatenbank für zukünftige Auswertungen auf Basis der Grablochbeschreibungen vorbereiten zu können.

Die statistische Aufarbeitung der Grablochbeschreibungen zeigte, dass besonders durch die Trennung des Feinbodens in Haupt- und Nebenbodenarten (z. B. „L, fs3“) und die Trennung der Hauptbodenarten des Bodenskeletts (z. B. „Gru“ oder „Ki“) eine Differenzierung vorgenommen wird. Obwohl die

theoretische Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten enorm ist, wurden mit 31 von 1414 ausgewerteten unterschiedlichen Schichtbeschreibungen (Differenzierung auf Basis Hauptbodenart des Feinbodens, Skelett- und Humusgehalt) bereits über 90 % der Schichtbeschreibungen erfasst. Diese eingeschränkte Variabilität ist bei der zukünftigen Entwicklung von Methoden auf Basis der Grablochbeschreibungen zu berücksichtigen.

Es stehen derzeit zwei einfache Methoden zu Bodeneigenschaften (Böden mit Hydromorphiemerk-

Böden mit hydromorphen Merkmalen (Methoden-ID 196): (vgl. Abb. 22)

Böden, die durch Grund- und Stauwasser geprägt sind, bilden aufgrund der Reduktion und Oxidation von Eisen- und Manganverbindungen hydromorphe Merkmale aus, die als gefleckte, marmorierte oder geaderte Horizonte erkennbar sind. Böden mit hydromorphen Merkmalen weisen oft Bewirtschaftungserschwerisse für die landwirtschaftliche Nutzung auf. Sie sind nur für extensive Nutzungen geeignet und besitzen daher ein höheres Biotopotenzial. Weiterhin lassen sich unter Berücksichtigung von Reliefparametern Aussagen darüber treffen, ob es sich um Grundnässe oder um Stau-/Hangnässe handelt.

In den Schichtdaten der Grablochbeschreibungen werden die Bezeichnungen „ei“ für „eisenschüssig“ und „gb“ für „gebleicht“ für die Kennzeichnung von hydromorphen Merkmalen verwendet. Für eine erste qualitative Ausweisung von Böden mit hydromorphen Merkmalen wurde jede Grablochbeschreibung auf das Vorhandensein von „gb“ oder „ei“, überprüft und mit einer Kennung versehen, unabhängig davon, in welcher Schicht und in welcher Intensität (Gehaltsstufen 1 bis 5) die Merkmale auftreten.

Böden mit Carbonatgehalt im Bodensubstrat (Methoden-ID 193):

Der Carbonatgehalt von Böden hat Einfluss auf den pH-Wert und damit auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen oder auf die Bindungseigenschaften von Schadstoffen. Diese Eigenschaften sind insbesondere für Land- und Forstwirtschaft, aber auch für Fra-

malen sowie carbonathaltige Böden) zur Verfügung, die Validierungsarbeiten sind jedoch noch nicht abgeschlossen. Zudem wird die Methode „K-Faktor des Bodens auf Grundlage des Klassenzeichens“ durch Angaben aus der Grablochbeschreibung erweitert. Eine Methodenentwicklung, die ausschließlich auf den Grablochbeschreibungen basiert, ist aufgrund der oben skizzierten eingeschränkten Variabilität nicht möglich. Auch diese Methoden werden, ebenso wie die Auswertungen auf Basis der Klassenzeichen, in der Methodenbank vorgehalten. Zurzeit liegen folgende **thematische Auswertungen** vor:

gen des Boden- und Naturschutzes von Bedeutung.

In den Schichtdaten der Grablochbeschreibungen kennzeichnen „ka“ für „kalkhaltig“ sowie „me“ für „mergelig“ carbonathaltige Böden. Für eine qualitative Ausweisung von carbonathaltigen Böden in einer Themenkarte wurde jede Grablochbeschreibung auf das Vorhandensein von „ka“ oder „me“ überprüft und mit einer Kennung versehen, unabhängig davon, in welcher Schicht und in welcher Intensität (Gehaltsstufen 1 bis 5) die Merkmale auftreten. Diese Auswertung beinhaltet Einschränkungen, da teilweise bei der Aufnahme der Schichtbeschreibungen grundsätzlich von carbonathaltigen Böden in der entsprechenden Gemarkung ausgegangen und dies nicht mehr gesondert in der Grablochbeschreibung verzeichnet wurde.

K-Faktor des Bodens (Methoden-ID 205):

Die Ableitung des K-Faktors aus dem Klassenzeichen wurde bereits in Kap. 6.1 beschrieben. Da die Bodenart des Klassenzeichens den bodenartigen Gesamtcharakter des Bodens bis 1 Meter Bodentiefe bezeichnet, ist die Ableitung der Erosionsanfälligkeit des Bodens aus dieser Größe als Trendaussage anzusehen und wurde deshalb durch die Heranziehung der Daten aus der ersten Schicht der Grablochbeschreibungen erweitert. Bei hohen Skelett- und Humusgehaltsangaben (Gehaltsstufen 4 und 5) sowie bei Tongehalten > 38 % (Hauptbodenart „L“ in Kombination mit den ergänzenden Bodenarten „sch“ (schwer) und „str“ (streng) oder in Kombination mit der Feinbodenart „t3“ (tonig)) wird der K-Faktor aus der Klassenzeichen-Ableitung korrigiert.

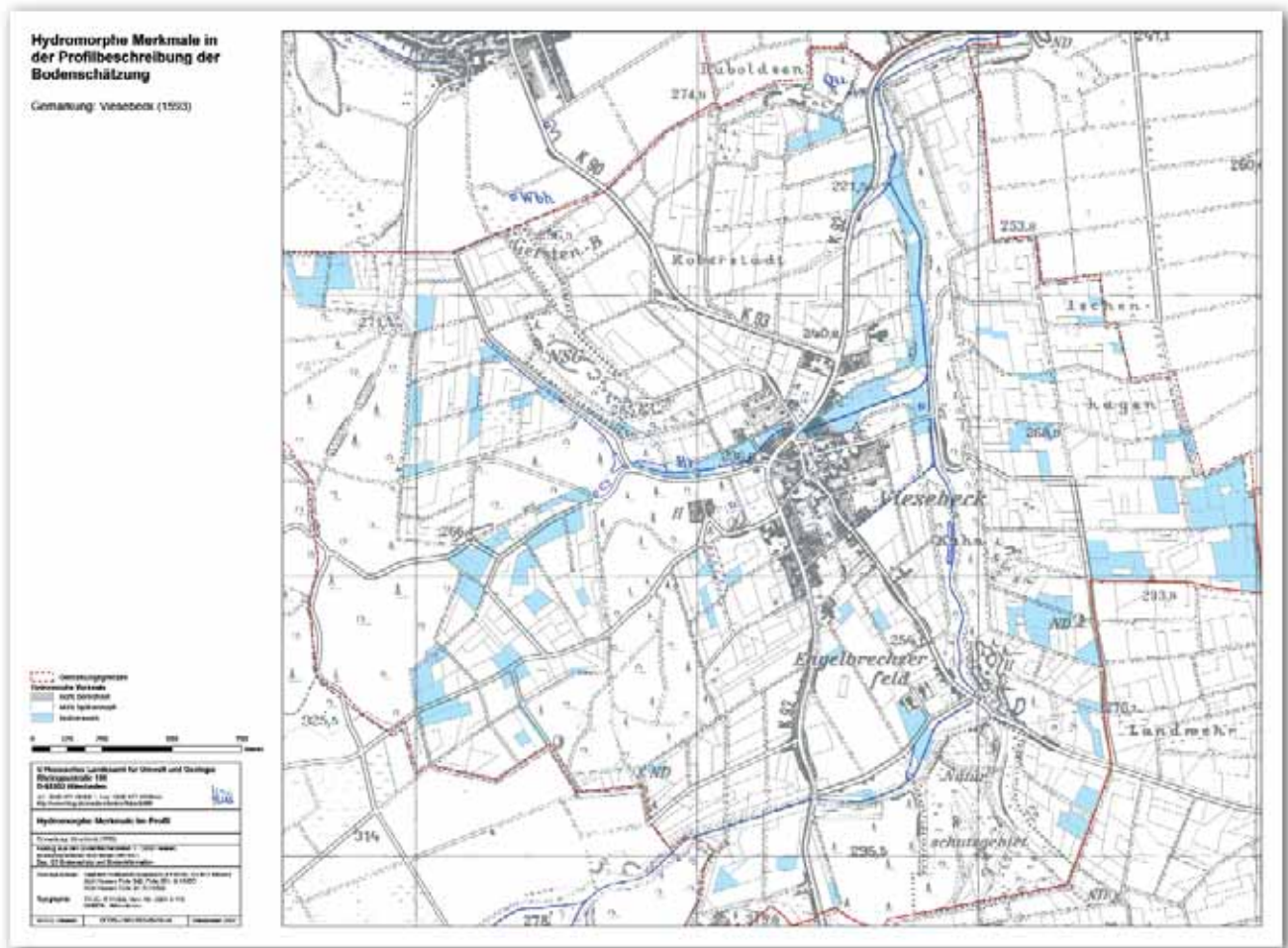


Abb. 22: Auswertung von Flächen mit hydromorphen Merkmalen in der Profilbeschreibung der Bodenschätzung für die Gemarkung Viesebeck.

7 Anwendungsprodukte der BFD5L

Die Präsentation der ausgewerteten Daten erfolgt durch unterschiedliche Medien. Ein klassisches Produkt ist die thematische Karte, die nach Bedarf als

Kartenplot erstellt werden kann. Weitere Produkte sind Geografische Infosysteme (GIS) im Internet oder konfektionierte Datenbestände.

7.1 Informationssystem und Mapservices

Als modernes Medium zur Visualisierung von Raumdaten werden heute Geografische Informationssysteme eingesetzt. Für eine Vielzahl von Nutzerinnen und Nutzern bietet sich dabei der Zugang zu den Daten über das Internet an. Dabei können über einen Internetbrowser so genannte MapViewing-Systeme eingesetzt werden, die den visuellen Zugang zu den Daten ermöglichen. Aufgrund der länderspezifischen Systemunterschiede werden hier getrennte Anwendungen angeboten.

Diese Themen werden räumlich und thematisch fortgeschrieben. Die aktuelle Dokumentation findet sich auf der Internetseite des HLUg unter der Rubrik „Boden“ (siehe Ansprechpartner und Kontakt, S. 64).

Für die Flächenvisualisierung stehen nur Auswertungen auf Grundlage der Folie 042 (ALK) zur Verfügung. Die räumliche Verfügbarkeit beschränkt sich zurzeit auf ca. 27 % der hessischen Gemarkungen. Eine Übersicht im HessenViewer präsentiert den Stand der aktuell verfügbaren Gemarkungen. Die Darstellung der Themenkarten kann im Maßstab zwischen 1:10000 bis 1:35000 variiert werden. Zur räumlichen Orientierung sind topografische Karten unterschiedlicher Maßstäbe zuschaltbar (Abb. 23).

7.1.1 BodenViewer Hessen

Der BodenViewer Hessen ermöglicht die Visualisierung eines Großteils der in Hessen verfügbaren Bodendaten. Die Bodenflächendaten 1:5000 (BFD 5L) sind hierbei nur einer von mehreren Datenbeständen für unterschiedliche Maßstäbe. Der Zugang erfolgt zukünftig über

<http://hessenviewer.hessen.de/boden>.

Nach dem Start stehen unterschiedliche thematische Layer für Punkt- und Flächendaten zur Verfügung. Hinsichtlich der BFD5L sind in der ersten Ausbaustufe sieben Themen enthalten (Tab. 12)

Die thematischen Layer stehen im BodenViewer als so genannte Web-Map-Services (WMS) zur Verfügung. Einzelne Dienste werden in Zukunft auch nach außen frei geschaltet. Dies ermöglicht die Einbindung der Dienste als Layer über eine Internetverbindung. Individuelle Anwendungen sind somit möglich.

Tab. 12: Verfügbare Themen der BFD 5L in Hessen (Stand März 2008)

Methoden-Nr.	Thema	Thementyp
45	Klassifikation Bodenschätzung	Grundlage
142	Ertragsmesszahl	Grundlage
100	Feldkapazität	Standard-Kennwert
49	Nutzbare Feldkapazität	Standard-Kennwert
182	Ertragspotenzial	Thematische Auswertung
59	Standorttyp Biotopentwicklung	Thematische Auswertung
54	Pot. Feldhamster-Habitate	Thematische Auswertung

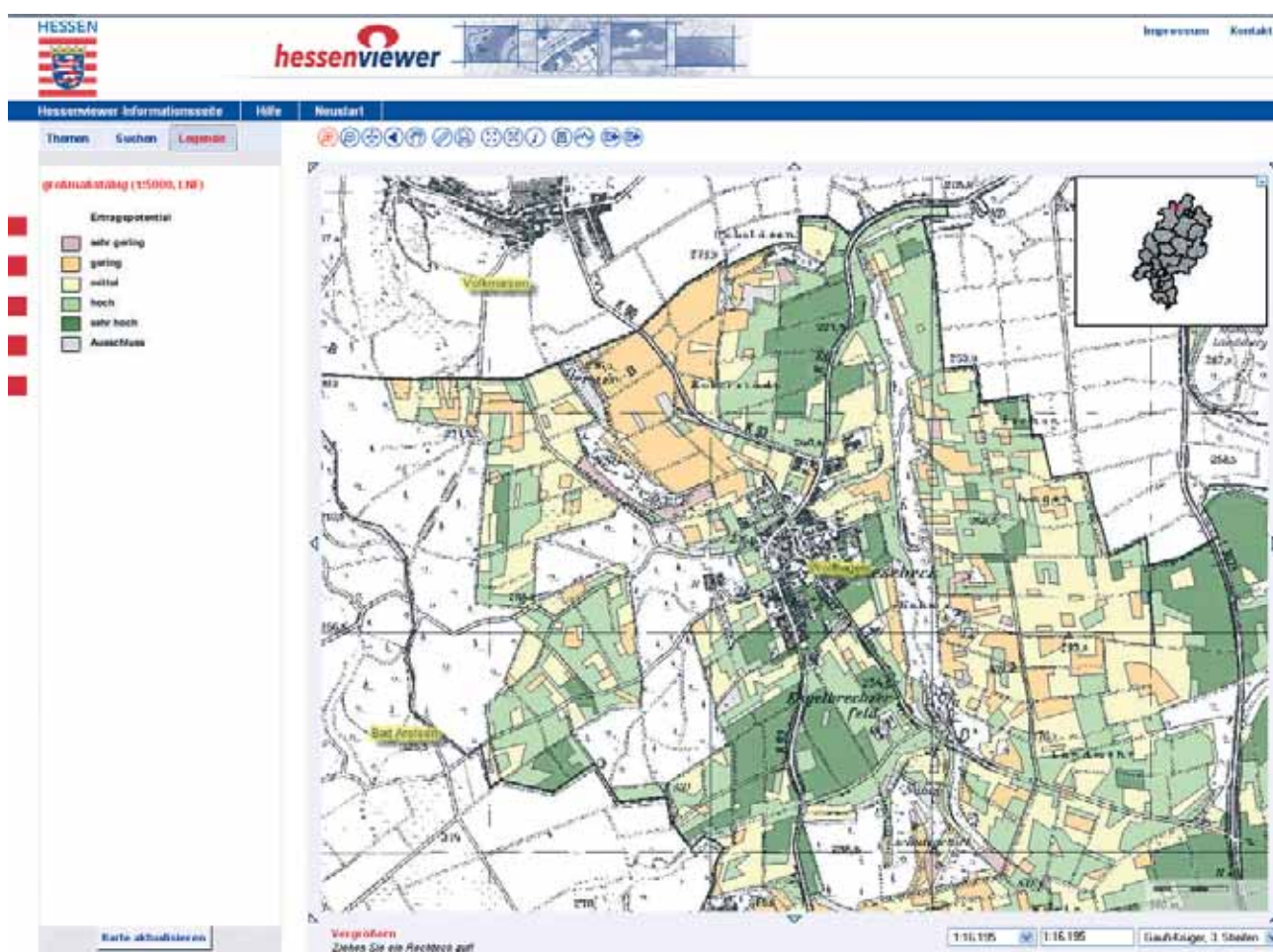


Abb. 23: BodenViewer Hessen mit Beispielthema „Ertragspotenzial“.

7.1.2 Mapserver Rheinland-Pfalz

Auf der Homepage des LGB stehen unter der Rubrik Online-Karten

<http://www.lgb-rlp.de/online-karten.html>

diverse geowissenschaftliche Themen als Mapserver-Anwendung zur Verfügung. Die Daten der BFD 5L bilden die Grundlage für großmaßstäbige Fragestellungen. In der ersten Ausbaustufe sind acht Themen enthalten (Tab. 13), die räumlich und thematisch in einem Zyklus fortgeschrieben werden. Zu jeder Themenkarte wird eine ausführliche Dokumentation bereitgestellt.

Für die Flächenvisualisierung stehen ausschließlich Auswertungen auf Grundlage der Folie 042 (ALK) zur Verfügung. Die räumliche Verfügbarkeit beläuft

Tab. 13: Verfügbare Themen der BFD 5L in Rheinland-Pfalz (Stand März 2008)

Methoden-Nr.	Thema	Thementyp
46	Bodenart	Grundlage
47	Entstehung	Grundlage
142	Ertragsmesszahl	Grundlage
100	Feldkapazität	Standard-Kennwert
49	Nutzbare Feldkapazität	Standard-Kennwert
125	Wurzelraum	Standard-Kennwert
167	K-Faktor	Standard-Kennwert
182	Ertragspotenzial	Thematische Auswertung

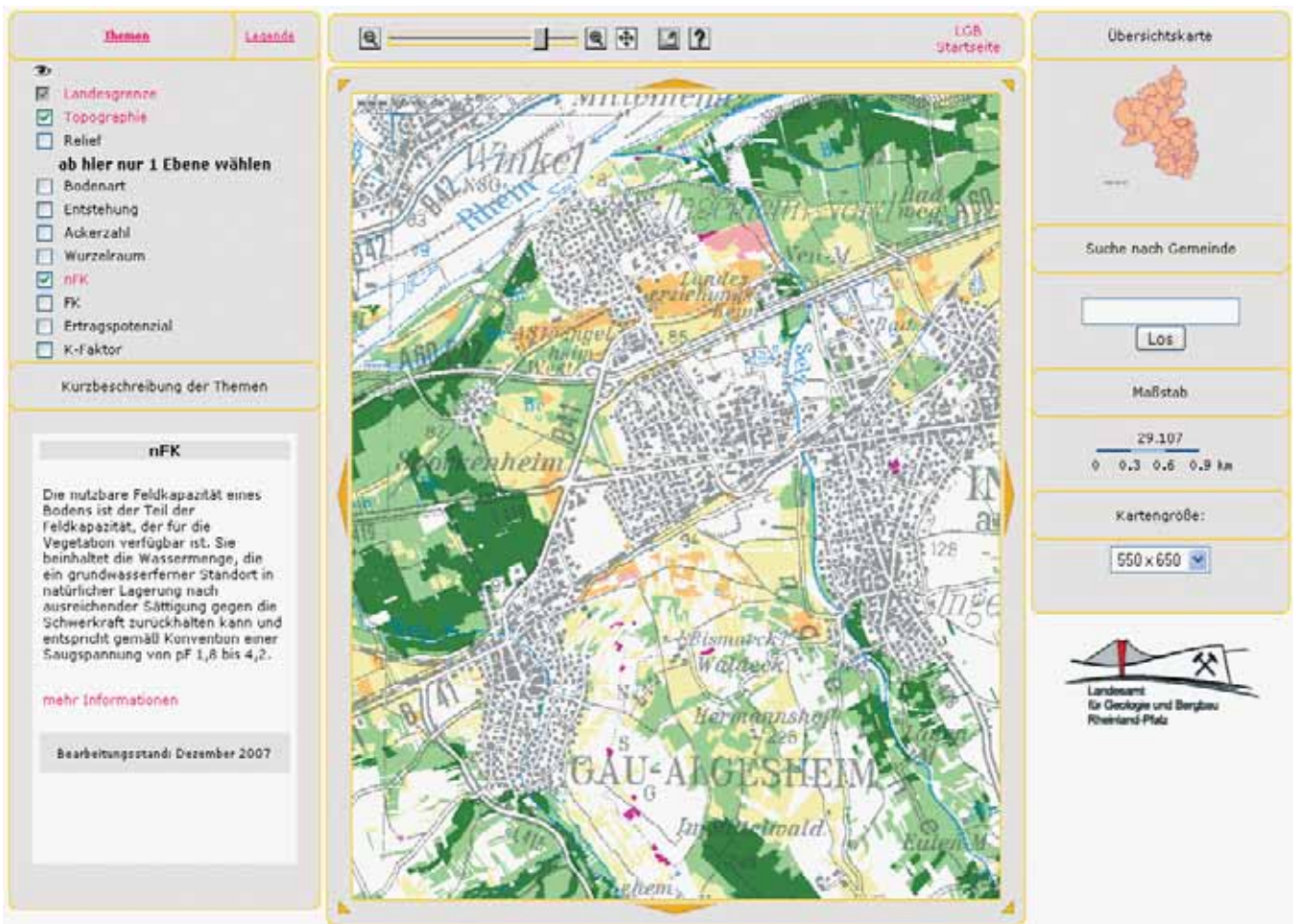


Abb. 24: Mapsserver Rheinland-Pfalz mit BeispieltHEMA „nutzbare Feldkapazität“.

sich im März 2008 auf ca. 95 % der rheinland-pfälzischen Gemarkungen. Die Themen können in jedem beliebigen Maßstab bis zur Maximalgröße 1 : 5 000 visualisiert werden. Mit variierenden Maßstäben werden unterschiedliche topografische Karten zur räumlichen Orientierung zugeschaltet. Der Nutzer bzw. die Nutzerin hat zudem die Möglichkeit, sich weitere topografische Informationen, wie z. B. Höhenlinien und Schummerung des Reliefs, anzeigen zu lassen. Das Zoomen innerhalb der Landes-

fläche ist stufenlos möglich. Die Navigation auf eine beliebige Gemarkung kann zusätzlich über eine Eingabemaske durchgeführt werden (Abb. 24).

Das LGB stellt die einzelnen Auswertungsthemen als Web-Map-Services zur Verfügung, so dass die Einbindung als Layer in ein GIS über eine Internetverbindung möglich ist. Der aktuelle Stand der Verfügbarkeit ist abrufbar unter folgender Adresse:

<http://www.lgb-rlp.de/wms-dienste.html>

7.2 Kartenwerk

Hessen

Das klassische Medium zur Präsentation und Bewertung von raumbezogenen Themen ist noch immer die Karte. So stehen auch die thematischen Karten zu Bodeneigenschaften und -funktionen der BFD 5L

als Karten zur Verfügung. Die Karten werden dabei gemarkungsbezogen erstellt, wodurch die Gemarkungsgröße den Ausschnitt und somit auch die Größe der Karte bestimmt, die im Maßstab 1 : 7 500

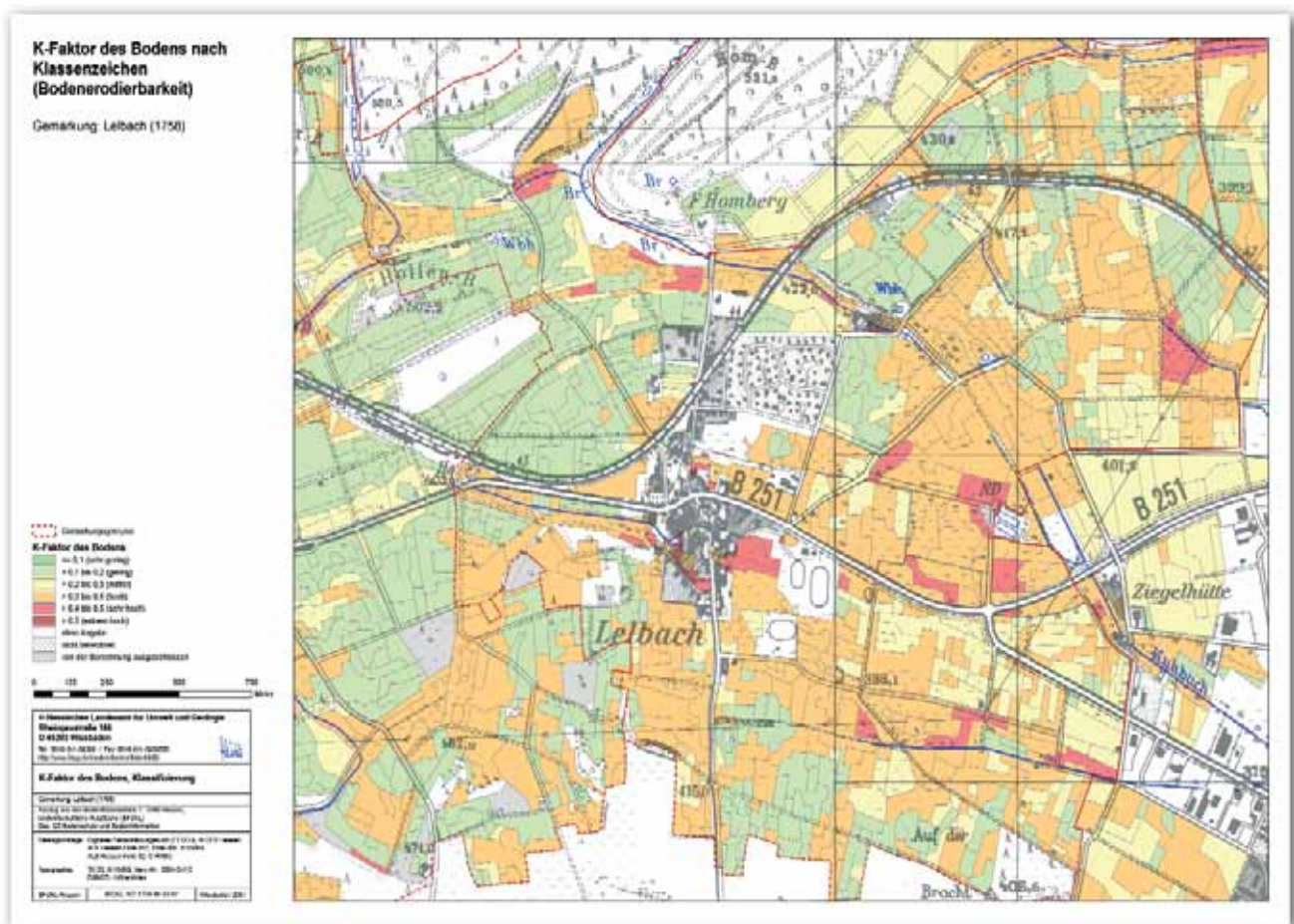


Abb. 25: Auswertungskarte der Bodenflächendaten 1: 5.000 am Beispiel der Karte „K-Faktor des Bodens nach Klassenzeichen (Bodenerodierbarkeit)“ für die Gemarkung Leibach.

ausgegeben wird (vgl. Abb. 25). Da hierbei für Hessen je Thema 2871 Karten zu erzeugen sind, erfolgt die Erstellung der Karte erst auf Bestellung (print on demand) als Plotausgabe bis zum Format DIN A0+ .

Gleichfalls stehen die Karten auch als pdf-Datei zur Verfügung. Zu beziehen sind die Karten und Kartendaten als PDF zukünftig über den Vertrieb des HLUG auf der Internetseite unter Publikationen/Geologie und Boden.

7.3 Daten

Während Map-Services als räumlich referenzierte Kartensicht auf ein Thema für die Einbindung in Geoinformationssysteme zur Verfügung stehen, werden für die weitere inhaltliche Bearbeitung diskret abgegrenzte geometrische Flächen und Punktdaten

Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz ist der Vertriebsweg, thematische Karten zu Bodeneigenschaften und -funktionen der BFD5L als Plot oder als pdf-Datei abzugeben, aktuell nicht vorgesehen. In Ausnahmefällen können diese Ausgabeformate erzeugt und weitergegeben werden. Im Regelfall werden diese Daten als Map-Services oder im Vektorformat (siehe Kap. 7.3) zur Verfügung gestellt. Die Bezugsbedingungen sind veröffentlicht unter <http://www.lgb-rlp.de/bodenkarte.html> .

mit zugehörigen Sachdaten benötigt. Aufbauend auf den Flächenabgrenzungen der Folie 042 des ALK werden diese Daten als aggregierte Sichten aufbereitet und abgegeben. Das heißt, räumlich benachbarte Flächen gleicher Eigenschaften und Funktion wer-

den zu einer Fläche zusammengefasst. Die Konfektion der Abgabedaten ist zurzeit in Arbeit, so dass an dieser Stelle noch keine spezifischen Datenprodukte präsentiert werden können. Bei Bedarf und Verfüg-

barkeit können aber schon Daten abgegeben werden. Der aktuelle Stand ist auf den Projekt-Websites der beiden Landesämter einsehbar.

7.4 Qualitätssicherung der Anwendungsprodukte

Neben der Qualitätssicherung und den Plausibilitätsprüfungen beim Datenmanagement (vgl. Kap. 5.3) sowie den Validierungsschritten bei der Methodentwicklung (vgl. Kap. 6.1.1.4) bildet die abschließende Überprüfung der Anwendungsprodukte einen zentralen Baustein der Qualitätssicherung. Ziel des Qualitätsmanagements ist die Abgabe von Produkten mit definierter Qualität (vgl. ENGEL & MITHÖFER 2003). Dabei wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Ausfüllen eines 16 Fragen umfassenden Gemarkungsfragebogens durch den zuständigen Amtlichen Landwirtschaftlichen Sachverständigen (ALS).
- „Schematische Validierung“ durch Vergleich der aus den Bodenschätzungsdaten abgeleiteten Bodenfunktionskarten mit Bodenflächen- und Profildaten anderer Maßstäbe, teilweise unter Einbindung weiterer externer Daten wie Luftbilder und Höhenlinien.
- Testanwendung verschiedener im Projekt entwickelter Methoden in anderen Bundesländern.

7.4.1 Gemarkungsfragebogen

Ein in Zusammenarbeit mit den Oberfinanzdirektionen entwickelter Fragebogen zur Bewertung der aktuell gültigen Bodenschätzung auf Gemarkungsebene wurde als Formular im Word-Format an alle ALS in Hessen und Rheinland-Pfalz verteilt. Es wurden mit 16 Fragen Besonderheiten der Bodenschätzung abgefragt (vgl. Abb. 26). Beispiele sind die oftmals bei Alt-schätzungen problematische Ansprache der Entstehungsart (Lö, D oder V), das Vorhandensein einer Generalisierung der Bodenschätzungsdaten, wie sie in den 1960er und 1970er Jahren praktiziert wurde oder die nicht immer konsequent erfolgte Ansprache des Carbonatgehaltes. Die Ergebnisse der Befragung werden für jede Gemarkung als Metainformationen in einer Datenbank vorgehalten und stehen für die Beurteilung der Grunddaten zur Verfügung.

Der bisherige Rücklauf der Gemarkungsfragebögen für Hessen zeigt beispielsweise bei 10 % der Gemarkungen das Vorhandensein einer vollständigen und bei 6 % einer teilweisen Generalisierung, bei denen ähnliche Bodenschätzungseinheiten zusammengefasst wurden und so zu einem geringeren flächenhaften Differenzierungsgrad führen.

7.4.2 Validierung mit Bodenflächen- und Profildaten

Zur Validierung der abgeleiteten Bodenfunktionskarten eignen sich einerseits Punktdaten in Form von Bodenprofilen aus der Profildatenbank, andererseits Bodenflächendaten in Form von Auswertungskarten unterschiedlicher Maßstäbe. Letztere wurden im Projekt für eine bodenkundlich-bodengeografische Überprüfung der Auswertungsprodukte genutzt. Ziel ist die Überprüfung,

- ob die Flächenauflösung der abgeleiteten Auswertungskarten plausibel ist und die räumliche Heterogenität der Böden nachvollziehbar abgebildet wird,
- ob die Bodenschätzung die bodengeografischen Einheiten widerspiegelt und
- ob die Bodenschätzung im Vergleich mit benachbarten Schätzungsdaten kongruent ist.

Folgende Arbeitsmittel waren Grundlage der bodenkundlich-bodengeografischen Überprüfung der Auswertungsprodukte auf Gemarkungsebene:

- Klassenzeichenstatistik von Gemarkung und Nachbargemarkung,
- Gemarkungsfragebogen,
- Themenkarten für Gemarkung und Nachbargemarkungen mit Höhenlinien, Klassengrenzen und -zeichen zu den verschiedenen Auswertungen der Bodenschätzung sowie den entsprechenden Auswertungen aus den Bodenflächendaten im Maßstab 1:50 000.
- Strukturierter Fragebogen als Bewertungsschema.

Bodenfunktionsbezogene Auswertung von Bodenschätzungsdaten für Rheinland-Pfalz		19.06.2006
Bewertung der <u>aktuellen</u> Bodenschätzung auf Gemarkungsebene		
beurteilender ALS: <ALS>	Gemarkung: <GMKNAME>	Gemarkungsnummer: <GMKNR>
Jahr der Erstschätzung: <ERSTSCH>	Jahr der Nachschätzungen: <NACHSCH>	Jahr der aktuellen Nachschätzung:
Handelt es sich bei der derzeit aktuellen Schätzung um eine Generalisierung?		
Wenn ja, welchen Generalisierungsgrad würden Sie zuordnen?		
Es tritt Löss auf, der aber als V und nicht als L_ö geschätzt wurde:	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> zum Teil <input type="checkbox"/> Beurteilung nicht möglich	
Es tritt Löss auf, der aber als D und nicht als L_ö geschätzt wurde:	...	
Es wurde V als D angesprochen:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Parabraunerden wurden als „L4L_ö“ geschätzt:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Die Böden wurden wegen Trockenheit (Witterung) zu leicht angesprochen:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Die Böden wurden aufgrund des hohen Stein- und Grusgehaltes zu leicht angesprochen (falls ja, bitte Beispiele angeben)::	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Nasse Böden wurden zu schwer angesprochen (falls ja, bitte Beispiele angeben):	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
In der Gemarkung wurden Böden mit günstigen Wasserverhältnissen (z.B. frische Auenböden) mit folgender Wasserstufe geschätzt:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Es wurde Carbonat angesprochen:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Der Humusgehalt der Oberböden wurde generell mit derselben Gehaltsklasse angesprochen:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Es wurde auch der Humusgehalt der Unterböden (z.B. bei Kolluvisolen) erfasst:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Für die Oberböden wurde eine einheitliche Bodenart angegeben:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Die Eigenschaft "roh" kennzeichnet auch hydromorphe Böden:	... Bemerkungen: <input type="text"/>	
Besonderheiten in der Gemarkung:	...	

Abb. 26: Fragebogen zur Bewertung der Bodenschätzung einer Gemarkung.

Aufbau und Methodik dieser Überprüfung wurden im Rahmen einer Expertenbefragung getestet und anschließend weiterentwickelt. In der als Delphi-Test angelegten Befragung wurden die Auswertungen aus der Bodenschätzung zu nutzbarer Feldkapazität sowie zu durchwurzelbarem Bodenraum mit den entsprechenden Auswertungen aus den Bodenflächendaten 1:50000 verglichen, wobei die o. g. Arbeitsmaterialien zu Verfügung standen. In der Expertenbefragung stellte sich Aufbau und Methodik für die Überprüfung der Auswertungsprodukte als geeignet heraus. Als Weiterentwicklung wurde durch die Vorgabe strukturierter Fragen die Bewertung der Auswertungsprodukte stärker schematisiert und vereinheitlicht, wie das Beispiel in Tab. 14 zeigt.

Für Hessen wurden zu allen Auswertungsthemen (vgl. Kap. 6.1) insgesamt ca. 450 Gemarkungen überprüft, von denen im Folgenden das Beispiel nFK-Auswertung herangezogen wird. Abb. 27 und 28 zeigen für die Gemarkung Viesebeck die Gegenüberstellung der nFK-Karte auf Grundlage der Bo-

denflächendaten 1:50000 (Abb. 27) bzw. der Bodenschätzungsdaten der Folie 042 (Abb. 28). Die nFK-Karte auf Grundlage der Bodenschätzung zeigt erwartungsgemäß eine deutlich stärkere Differenzierung. Lokal kommt es zwar zu Abweichungen hinsichtlich der nFK-Klasse, die Ergebnisse erscheinen aber plausibel und spiegeln die Bodengeografie der Bodenflächendaten wider.

Tab. 15 zeigt die Auswertung von 85 überprüften nFK-Gemarkungskarten. Sie ergab mehrheitlich keine Abweichungen zu den Nachbargemarkungen. Bei 60 % der Gemarkungen bildet die Auswertung der Bodenschätzung die Einheiten der BFD 50 ab, bei 25 % der Gemarkungen ist dies zum Teil und bei nur 12 % nicht der Fall. In über 60 % der Fälle sind hier allerdings in der nFK-Auswertung der Bodenschätzung nicht alle nFK-Klassen der Auswertung der BFD 50 vorhanden. Über 85 % der Gemarkungen zeigen im Vergleich der nFK-Auswertung der Bodenschätzung zur nFK-Auswertung der BFD 50 eine gleich starke (35 %) oder stärkere Differenzie-

Tab. 14: Strukturierter Fragebogen im Rahmen der Qualitätssicherung zur Bewertung der nFK-Auswertungskarte aus der Bodenschätzung

Arbeitsschritt	Bewertungskriterium Frage	Bewertung ¹				
		0	1	2	3	9
Vergleich der nFK-Klassen an der Grenze zu den Nachbargemarkungen		keine Grenzflächen	gut	mittel	deutlich abweichend	–
Vergleich der nFK-Klassen aus der Ableitung aus den Bodenschätzungsdaten mit der Auswertung aus den Bodenflächendaten 1 : 50 000 BFD 50)	Bildet die nFK-Auswertung der Bodenschätzung die Einheiten der BFD 50 ab?	trifft nicht zu	trifft zu	–	–	k. A.
	Sind alle Klassen aus der nFK-Auswertung der BFD 50 auch in der nFK-Auswertung der Bodenschätzung vertreten?	trifft nicht zu	trifft zu	–	–	k. A.
	Differenzierung der Auswertung der Bodenschätzung im Vergleich zur Auswertung der BFD 50	geringere Differenzierung	gleich starke Differenzierung	stärkere Differenzierung	–	–
Bewertung der Auswertungskarte		–	gut	mittel	sollte nicht verwendet werden	–

¹ Angabe von Zwischenstufen wie 0–1 oder 1–2 etc. möglich.

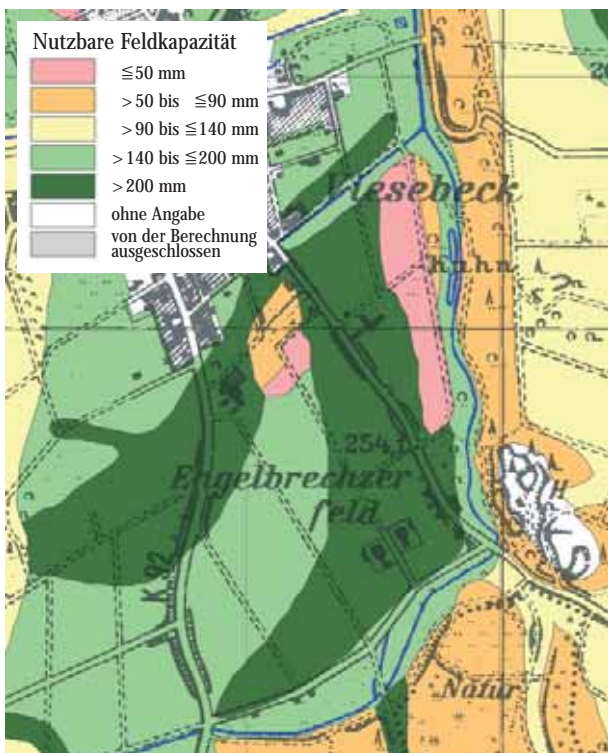


Abb. 27: nFK-Karte auf Grundlage der BFD 50.



Abb. 28: nFK-Karte auf Grundlage der Folie 042.

rung (51 %). In 12 % der Fälle weist die Auswertung der Bodenschätzung eine geringere Differenzierung auf. Dies ist bei einem Teil der Gemarkungen auf eine Generalisierung der Bodenschätzung zurückzuführen, wie sie in den 1960er und 1970er Jahren in Hessen üblich war. Zum anderen Teil beruht dies auf dem Vorhandensein von ohnehin wenig differenzierenden naturräumlichen Strukturen.

Insgesamt ergab die Überprüfung der nFK-Gemarkungskarten zu 99 % eine Freigabe der Karten, wobei 12 % (= 10 Gemarkungen) mit einem Hinweis auf eine eingeschränkte Qualität und Aussageschärfe versehen werden sollten. 1 % der Gemarkungen (= 1 Gemarkung) konnten nicht freigegeben werden.

7.4.3 Testanwendungen in anderen Bundesländern

Die im Projekt entwickelten Methoden zur Ableitung der nutzbaren Feldkapazität bzw. der Feldkapazität aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung wurden von den Geologischen Diensten der Länder Nordrhein-Westfalen, Thüringen und Sachsen-Anhalt getestet und mit den jeweiligen länderspezifischen Auswertungen verglichen. Die Ergebnisse wurden auf Tagungen präsentiert und publiziert.

HARTMANN & DEHNER (2006, 2007a, 2007b) verglichen die Aussagequalität ihres Verfahren mit den Ergebnissen der Methoden aus verschiedenen Bundesländern (Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Hessen/Rheinland Pfalz). Der Vergleich der Ergebnisse ergab eine recht hohe Übereinstimmung zwischen ihrem

Tab. 15: Ergebnis der Qualitätssicherung von 85 Gemarkungskarten der Auswertung der Bodenschätzung nach der Methode „Nutzbare Feldkapazität des Bodens“

Nr.	Bewertungskriterium	Erläuterung	%
1	Vergleich der nFK- bzw. Ertragspotenzialklassen an der Grenze zu den Nachbargemarkungen		
	0	keine Grenzflächen	53
	1	in Ordnung	35
	1-2	in Ordnung – mittel	7
	2	mittel	5
2a	Bildet die nFK Bodenschätzung die Einheiten der BFD 50 ab?		
	9	keine Angabe	6
	0	trifft nicht zu	12
	0-1	trifft zum Teil zu	25
2b	Sind alle Klassen aus der nFK der BFD 50 auch in der nFK Bodenschätzung vertreten?		
	9	keine Angabe	0
	0	trifft nicht zu	61
2c	Differenzierung der Auswertung der Bodenschätzung im Vergleich zur Auswertung der BFD 50		
	9	keine Angabe	1
	0	geringere Differenzierung	12
	1	gleich starke Differenzierung	35
	1-2	etwas stärkere Differenzierung	9
3	Bewertung der ausgegebenen Gemarkungskarte		
	9	keine Angabe	1
	1	in Ordnung	24
	1-2	in Ordnung-mittel	15
	2	mittel	47
	2-3	grenzwertig	12
3	sollte nicht freigegeben werden	1	

Ansatz und der in Kap. 6.1 vorgestellten Methode. So weisen z. B. ca. 70 % der nFK-Ergebnisse keine Differenz in der ermittelten Klasse auf, ca. 25 % unterscheiden sich um eine Klasse und nur ca. 5 % zeigen eine Differenz von zwei Klassen. Ein ähnliches Ergebnis ergab die Auswertung für die FK.

Für ein Gebiet in Nordrhein-Westfalen stellten BETZER et al. (2005) die Ergebnisse von drei verschiedenen Verfahren zur Ermittlung der nFK gegenüber. Verglichen wurden die nFK-Werte auf Basis von Kartierungsarbeiten im Maßstab 1:5000 mit Ergebnis-

sen aus der manuellen Übersetzung der Grablochbeschreibungen in die Nomenklatur der bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 1994) und die der in Kap. 6.1.1.1 vorgestellten Klassenzeichen-Methode. In Abhängigkeit von der Bodenart der Bodenschätzung ergaben sich unterschiedliche Übereinstimmungen. Für die „leichten Böden“ (Klassenzeichen ohne die Bodenarten LT oder T) ergaben sich hohe Übereinstimmungen der Werte bei einer Abweichung der Mittelwerte von ca. 10 %. Bei den „schweren Böden“ (Klassenzeichen mit Bodenart LT oder T) ermittelten sie hingegen höhere Abweichungen (30 %). Sie führten dies u.a auf die methodisch bedingten unterschiedlichen zugrunde gelegten Durchwurzelungstiefen zurück.

7.4.4 Fazit der Qualitätssicherung

Durch die Plausibilitätsprüfungen der Eingangsdaten, die Überprüfung der Auswertungsmethoden sowie der Auswertungsprodukte werden in allen Arbeitsschritten der Auswertung von Bodenschätzungsdaten qualitätssichernde Maßnahmen vorgenommen, um die drei Qualitätsanforderungen Validität, Effizienz und Transparenz gewährleisten zu können. Insgesamt führt das vorgestellte Qualitätsmanagement somit zur Abgabe von Auswertungsprodukten definierter Qualität. Diese Information wird den Nutzerinnen und Nutzern bei der Abgabe von Produkten zusammen mit der Dokumentation der Auswertungsmethoden zukünftig zur Verfügung gestellt.

8 Anwendungsbereiche

Die Bodenschätzungsdaten sind zwar auf die landwirtschaftliche Nutzfläche beschränkt, die Bewertungen von Bodeneigenschaften und -funktionen auf Grundlage der Bodenschätzungsdaten sind aber vielseitig für unterschiedliche Nutzungsansprüche einsetzbar. Hier kommt neben landwirtschaftlichen Fragestellungen kommunalen und regionalen Planungsvorhaben eine große Bedeutung zu, die den verschiedenen Ansprüchen von Siedlungs-, Industrie- und Verkehrsflächen sowie Ausgleichs- und Schutzflächen gerecht werden müssen.

Die Auswertung der Bodenschätzungsdaten verfolgt grundlegend das Ziel, teilschlagspezifische Bewertungen des Aufbaus sowie der Eigenschaften und Funktionen des oberflächennahen Untergrundes für den Betrachtungsmaßstab 1:2000 bis 1:10000 für alle denkbaren Einsatzgebiete zur Verfügung zu stellen (Personenkreis Bodenfunktionsbewertung 2007).

Grundsätzlich werden unterschiedliche Anwendungsgebiete unterstützt:

1. Auswertung von grundlegenden Bodenkennwerten für die Bodenkundliche Landesaufnahme und andere Fachaufgaben des Landes

Die qualitätsgesicherte Bereitstellung von Bodengrunddaten und Bodenkennwerten ist Aufgabe der bodenkundlichen Landesaufnahme und grundlegendes Arbeitsmittel für alle Belange des Bodenschutzes und anderer Fachaufgaben des Landes.

2. Bereitstellung von Bodenfunktionsbewertungen gemäß BBodSchG

Bewertung von grundlegenden Bodenfunktionen für den Bodenschutz und angrenzende Fachdisziplinen:

- §2 Abs.2 1a Lebensgrundlage und Lebensraum
- §2 Abs.2 1b Bestandteil des Naturhaushalts
- §2 Abs.2 1c Abbau-, Ausgleichs- u. Aufbau-medium
- §2 Abs.2 3c Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung
- §4 Sickerwasserprognose
- §8 Gefahrenabwehr Bodenerosion

- §9 Gefährdungsabschätzung Boden/Wasser (§4 BBodSchV)

3. Bereitstellung von Bodenfunktionsbewertungen für die vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung und deren Umweltprüfungen sowie anderen Planungsvorhaben

Seit der Novelle des Baugesetzbuches 2004 ist die Durchführung einer Umweltprüfung bei der Aufstellung von Bauleitplänen (Flächennutzungsplanung und Bebauungsplanung) vorgeschrieben. In der Umweltprüfung wird die Auswirkung auf alle Schutzgüter infolge der Durchführung der Planung bewertet. Dabei ist für das Schutzgut Boden die Bewertung der planungsrelevanten Bodenfunktionen erforderlich.

Des Weiteren kommen Fragestellungen aller Schutzgüter, z. B. zu Bodenschutz-, Naturschutz-, Wasserwirtschaftsplanung, zum tragen, bei denen Bodendaten benötigt werden. Konkrete Einsatzgebiete sind Landschaftsplanung, Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) oder kommunale Bodenschutzpläne.

4. Bodenbewertung als Arbeitsmittel für Verordnungen

Im Rahmen von Verordnungen werden großmaßstäbige Bodenbewertungen seit deren Verfügbarkeit zunehmend als Bewertungsgrundlage, Arbeitshilfe, usw. integriert. Beispiele hierfür sind die Hessische Kompensationsverordnung im Rahmen der Ermittlung potenzieller Kompensationsflächen im Offenland oder die Bewertung von Ackerschlägen hinsichtlich der Erosionsgefähr-

dung im Rahmen der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung des Bundes. Diese beiden Anwendungsbereiche werden in Kap. 8.1 als Beispiele näher ausgeführt.

5. Pflege und Verwaltung großmaßstäbiger Bodenfachdaten für Forschung und Entwicklung

Die Vorhaltung von qualitätsgesicherten Bodenfachdaten erleichtert und ermöglicht z. T. erst die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

6. Spezielle Auswertungen im Hinblick auf interne und externe Fachprojekte

Neben grundsätzlichen und allgemein einsetzbaren Bodenbewertungen liegen häufig auch sehr spezifische, an individuelle Fragestellungen geknüpfte Anforderungen vor. Diese können je nach Anspruch an die Aussageschärfe individuell auf Grundlage der Bodenfachdaten und der Methodenbank bearbeitet werden.

7. Bereitstellung von Bodenfachdaten für die Öffentlichkeit

Gemäß dem Umweltinformationsgesetz werden grundlegende Bodenflächendaten offen gelegt und stehen Bürgerinnen und Bürgern, Ingenieurbüros, Verwaltung und Forschungseinrichtungen zur Verfügung.

Im Folgenden werden zwei Anwendungsbereiche näher erläutert, die als wesentliche Grundlagen Auswertungen der Bodenschätzungsdaten verwenden.

8.1 Spezielle Auswertungsprodukte für den Vollzug und angewandte Projekte

8.1.1 Auswertung von Kompensationsflächen im Offenland gemäß der Kompensationsverordnung vom 1.9.2005 (Hessen)

Nach §2 Abs. 3 der Hessischen Kompensationsverordnung (KV) vom 1. Sept. 2005 (GVBl. I, S. 624) sollen Kompensationsmaßnahmen nur dann auf ackerbaulich nutzbaren Flächen durchgeführt werden, wenn sie die ackerbauliche Nutzung nicht beeinträchtigen oder wenn sie auf einer Fläche durchgeführt werden sollen, die für die ackerbauliche

Nutzung nur von untergeordneter Bedeutung ist. Eine untergeordnete Bedeutung kann nach der Kompensationsverordnung u. a. bei Flächen angenommen werden, deren Ertragsmesszahl pro Ar den Durchschnittswert der jeweiligen Gemarkung nicht übersteigt und höchstens 45 beträgt, soweit es sich nicht um Sonderkulturen handelt. Sonderkulturflächen sollen möglichst grundsätzlich geschont werden. Abweichungen sind ferner denkbar, wenn eine höherwertige Fläche wegen eines ungünstigen Zuschnitts nur von untergeordneter Bedeutung ist

oder –umgekehrt– wenn eine geringer wertige Fläche mitten in einem höherwertigen Schlag liegt. Damit ist die EMZ nicht das alleinige Kriterium, aber gleichwohl ein wichtiges. Im Rahmen der Auswertungen der Bodenschätzungsdaten für Hessen wurde in Abstimmung mit dem Hessischen Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV) und den Regierungspräsidien eine automatisierte Methodik zur

- Ermittlung der Schwellenwerte für die jeweilige Gemarkung und
- zur Bereitstellung von Flächennachweisen der potenziellen Kompensationsflächen im Offenland

erarbeitet. Grundlage der Auswertungen sind die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) Folie 001 und das Liegenschaftsbuch (ALB) Folie 32 und 21 mit Stand vom 21. Februar 2006.

Die Ergebnisse der Auswertungen sind auf der Web-

site des HLUK unter „Boden“ einzusehen. Hier sind Excel-Tabellen der mittleren Ertragsmesszahlen der Gemarkungen und Karten der potenziellen Kompensationsflächen im Offenland für alle Gemarkungen Hessens eingestellt.

8.1.2 Zuweisung von landwirtschaftlichen Flächen zu Erosionsgefährdungsklassen gemäß der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (Cross Compliance)

Gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates vom 29.11.2003 (Amtsbl. der Europäischen Union L270/1) wird die Gewährung von Direktzahlungen seit dem Jahr 2005 auch an die Einhaltung von Vorschriften in den Bereichen Umwelt, Lebensmittelrecht, Tiergesundheit und -schutz u. a. geknüpft (Cross Compliance). Neben Regelungen zur Erhaltung von Dauergrünland sollen Flächen in einem



Abb. 29: Kartenbeispiel für die Ableitung von potenziellen Kompensationsflächen im Offenland.



Abb. 30: Erosionsrillen in einem Rapsbestand.

Tab. 16: Auszug aus dem erweiterten Ackerschätzungsrahmen mit zugeordneten K-Faktoren für die Bodenart sL (sandiger Lehm)

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
sL	D	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	DLö	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	DAI	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	DV	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Dg	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	DgLö	–	–	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	DgAI	–	–	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	DgV	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Lö	0,55	0,55	0,60	0,55	0,55	0,55	0,55
	LöD	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	LöAI	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	LöV	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	AI	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	AI D	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	AI L	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	AI V	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Alg	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	AlgL	–	–	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	AlgD	–	–	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	AlgV	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
V	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
VD	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
VL	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
VAL	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
Vg	–	–	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
VgD	–	–	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	

guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand erhalten werden. Zu den Maßnahmen zählen die Erhaltung von Landschaftselementen, die Instandhaltung ungenutzter Flächen, die Erhaltung der organischen Substanz sowie die Erosionsvermeidung (Abb. 30).

Entsprechend §5 des Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetzes vom 21. Juli 2004 (BGBl. I S. 1763, 1767) sollen die landwirtschaftlichen Flächen nach dem Grad ihrer Wassererosionsgefährdung in Gefährdungsklassen eingeteilt werden. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) beauftragte deshalb im Jahr 2005 eine Arbeitsgruppe der Bodenspezialisten der Bundesländer mit der Erarbeitung der entsprechenden Methodik. Die von der Arbeitsgruppe vorgeschlagene Vorgehensweise wurde bundesweit akzeptiert. Die Wahl der Klassengrenzen hingegen befindet sich noch in der politischen Diskussion. Die Umsetzung muss bis zum 01.01.2009 erfolgen.

Die in Hessen und Rheinland-Pfalz umgesetzte Methode der Abschätzung der potenziellen Wassererosionsgefährdung fußt auf der DIN 19708. Die Berechnung erfolgt im 20-Meter-Raster durch Multiplikation von Bodenerodierbarkeits-(K-), Hangneigungs-(S-) und Regenfaktor (R-Faktor). Der S-Faktor wird aus dem Digitalen Höhenmodell nach der

Tab. 17: Klassifizierung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wasser nach DIN 19708 und Cross Compliance

Berechnung aus $K \cdot R \cdot S =$	Einstufung DIN 19708	Bezeichnung DIN 19708	Einstufung Cross Compliance	Erosionsgefährdung nach Cross Compliance
< 0,5	$E_{nat} 0$	keine bis sehr gering	CC0	keine Erosionsgefährdung
0,5 – < 2,5	$E_{nat} 1$	sehr gering		
2,5 – < 5	$E_{nat} 2$	gering		
5 – < 7,5	$E_{nat} 3$	mittel		
7,5 – < 15	$E_{nat} 4$	hoch		
15 – < 27,5	$E_{nat} 5$	sehr hoch	CC1	Erosionsgefährdung
> 27,5			CC2	hohe Erosionsgefährdung

Formel

$$S = -1,5 + \left\{ 17 / (1 + e^{2,3 - 6,1 \sin \alpha}) \right\}$$

nach DIN 19708 ermittelt, der R-Faktor errechnet sich aus der Intensität und Höhe des Niederschlags.

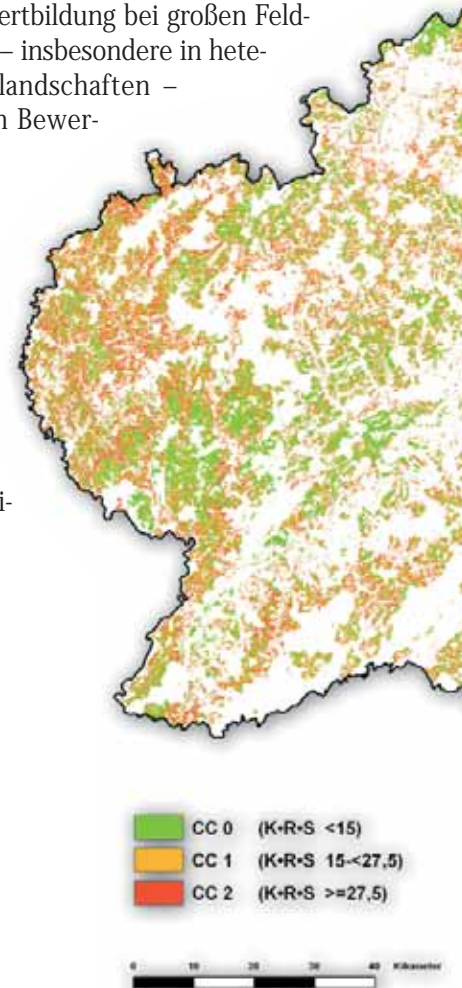
Der Bodenerodierbarkeitsfaktor „K“ wird aus dem Klassenzeichen, in Rheinland-Pfalz über die Folie 042 der ALK und in Hessen aus der Folie 32 des ALB, abgeleitet. Hierbei wird in Anlehnung an SCHWERTMANN et al. (1987) jeder Bodenklasse ein Wert zugeordnet. Für löss- und skelettreiche Mittelgebirgsböden werden die Originalwerte geringfügig modifiziert und K-Faktoren für Mischentstehungsarten sowie Mineralböden mit Schichtwechsel ergänzt (Tab. 16).

Das Produkt aus K-, R- und S-Faktor beschreibt die potenzielle Erosionsgefährdung, die entsprechend des „Entwurf einer zweiten Verordnung zur Änderung der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung“ vom 20.01.2008 klassifiziert wurde (Tab. 17).

Die Bewertung der landwirtschaftlichen Parzellen erfolgt durch die Berechnung des arithmetischen Mittels aus den einzelnen Rasterzellen. Während Hessen als Flächenbezugs-system den Schlag nutzt, ist für Rheinland-Pfalz die Wahl des Flächenbezugs-systems noch nicht abschließend geklärt.

Die Vorgabe des Flächenbezugs-systems hat deutliche Auswirkungen auf das Ergebnis. Auf der Ebene des Schlags oder Flurstücks sind die boden- und standortkundlichen Gegebenheiten noch deutlich erkennbar. Die Mittelwertbildung bei großen Feldblöcken hingegen führt – insbesondere in heterogenen Mittelgebirgslandschaften – zu einer pauschalierten Bewertung.

Abb. 31 zeigt für Rheinland-Pfalz und Hessen die flächendeckenden Auswertungsergebnisse. Die Klassifizierung erfolgte auf Grundlage der Klassengrenzen in Tab. 17 für die Landwirtschaftliche Nutzfläche.



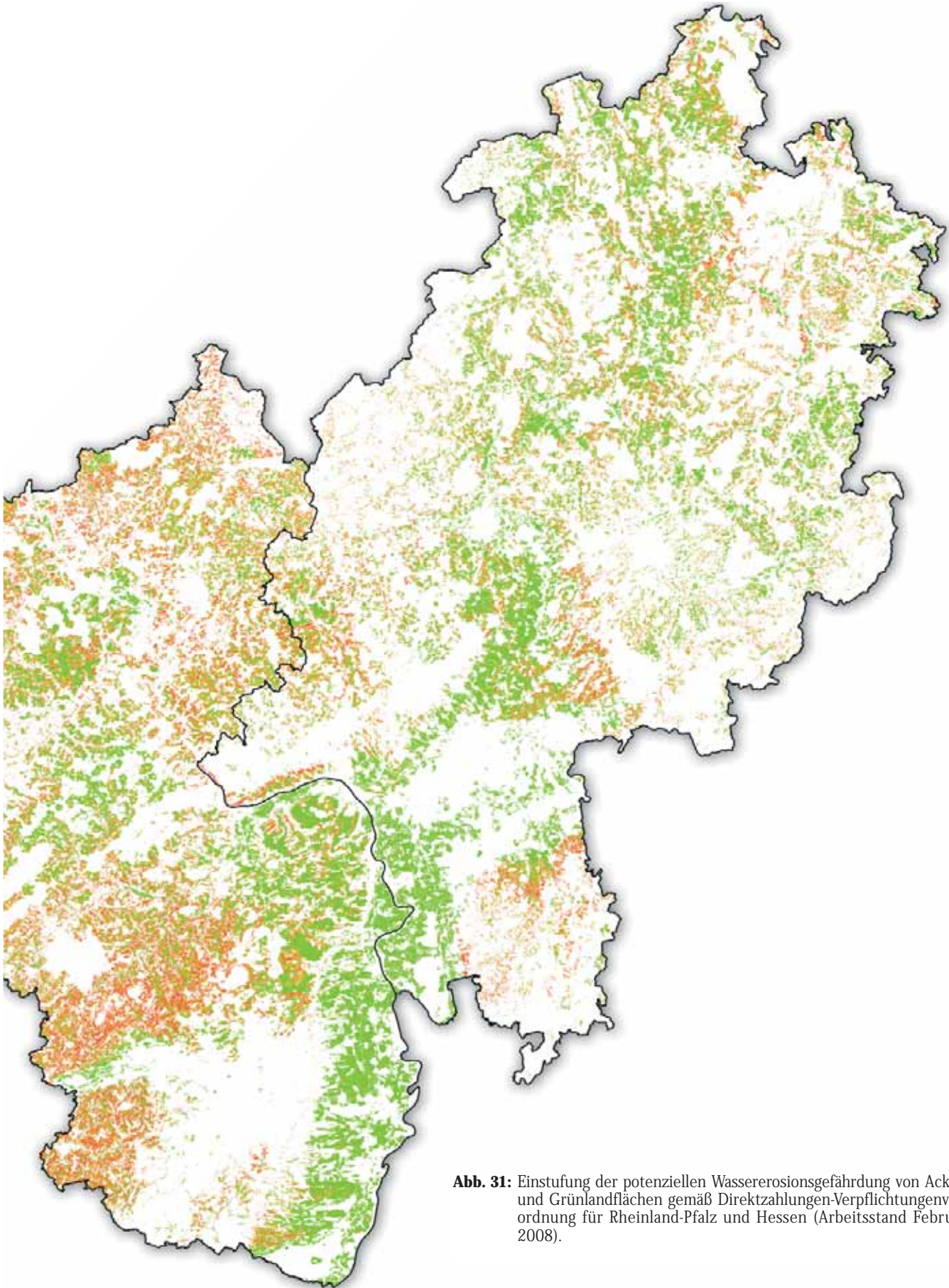


Abb. 31: Einstufung der potenziellen Wassererosionsgefährdung von Acker- und Grünlandflächen gemäß Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung für Rheinland-Pfalz und Hessen (Arbeitsstand Februar 2008).

9 Ausblick

Die bodenkundliche Interpretation der Bodenschätzungsdaten ist in Hessen und Rheinland-Pfalz der zentrale Baustein bei der Erstellung eines flächendeckenden großmaßstäbigen Kartenwerks und Informationssystems. Während für die Weinbergslagen mit der digitalen Aufarbeitung der Weinbergsbodenkartierung schon ein weiterer Grundstein gelegt wurde, ist die vollständige Digitalisierung und Aufarbeitung der Forstlichen Standortskarten derzeit noch nicht abzusehen. Die skizzierten Anwendungsbereiche der BFD 5L, insbesondere für die Landwirtschaft und den kommunalen Planungsbereich, zeigen aber, dass gerade die landwirtschaftlichen Nutzflächen hochgradig planungsrelevant sind. Besonders in den Ballungszentren von Rheinland-Pfalz und Hessen, in denen Acker- und Grünlandflächen einem stetigen Nutzungswandel unterliegen, sind damit erstmalig flächige großmaßstäbige Bodeninformationen nutzbar.

Schon die ersten Anwendungen der Projektergebnisse zeigen eine recht hohe Akzeptanz der verschiedenen Auswertungen auf Grundlage der Bodenschätzungsdaten. Dies gilt vor allem für den landwirtschaftlichen Sektor, da hier schon Berührungspunkte mit der Bodenschätzung bestehen und diese eine hohe fachliche Wertschätzung genießt. Aber auch in der öffentlichen Verwaltung, wie beispielsweise im kommunalen Planungsbereich, werden die Daten gut angenommen, da die Bodenschätzung als klassisches Arbeitsmittel bereits bekannt ist.

Für Auswertungen auf Grundlage des Klassenzeichens steht bereits jetzt eine Palette von Themenkarten zur Verfügung. In Rheinland-Pfalz liegt die Folie 042 der ALK nahezu vollständig digital vor und für Hessen kann zumindest für einige Themen der Weg über die Bearbeitung der vollständig vorliegenden Folie 32 des ALB bestritten werden. Der Aufbau von Methoden auf Basis der Grablochbeschreibungen hat begonnen, die ersten thematischen Auswertungen stehen zur Verfügung. Die Fortführung dieser Ansätze wird ein Schwerpunkt der weitergehenden Arbeiten sein. Es bleibt zu hoffen, dass die Digi-

talisierung der Folie 042 und der Grablochbeschreibungen vorangetrieben werden kann, da viele Belange, z. B. als Arbeitsmaterial für Verordnungen, nur durch die flächendeckende Verfügbarkeit sinnvoll bearbeitet werden können.

Erst der Einsatz in der Praxis wird trotz umfangreicher Qualitätssicherungsmaßnahmen zeigen, ob die Bodeninformationen allen fachlichen Anforderungen genügen. Kritische Anregungen sind willkommen und fließen in die Daten- und Methodvalidierung ein. Weitere Auswertungen können bedarfsgerecht auf Anfrage in den Themenkatalog aufgenommen werden. Ein derzeit kontrovers diskutiertes Beispiel ist die Abschätzung der klimabedingten Veränderung der Erosionsgefährdung von Böden.

Die abgeleiteten Produkte von der klassischen Karte bis hin zu grafischen Benutzeroberflächen mit Kartendiensten im Internet sind vielfältig aufgestellt. Die Intensität der Nutzung dieser Dienste wird entscheiden, in welche Richtung sich die weitere Entwicklung bewegt.

Der eingeschlagene Weg der direkten bodenfunktionsbezogenen Auswertung der Bodenschätzungsdaten in länderübergreifender Bearbeitung ist ein offenes und auf andere Bundesländer übertragbares Verfahren. Die Methodendokumentationen sowie weitergehende Erläuterungen liegen offen und stehen anderen Bundesländern zur Verfügung. Dies gilt auch für Werkzeuge zur Auswertung der bundesweit einheitlichen Bodenschätzungsdaten. Ein Beispiel zur breiten Anwendung ist das Prüfprogramm PESCH.

Durch die intensive, interdisziplinäre und länderübergreifende Zusammenarbeit entstanden und entstehen zahlreiche Synergieeffekte, die weit über die eigentliche Projektzusammenarbeit hinausgehen. Somit bleibt auch in Zukunft eine Zusammenarbeit von Bodenschätzung, Landesvermessung, bodenkundlicher Landesaufnahme und Bodenschutz bestehen, die dem offenen Informationsaustausch und der vielfältigen Fachdiskussion dient.

10 Literatur und Publikationen

Hinweis: Veröffentlichungen, die im Rahmen des Projektes publiziert wurden, finden sich in einer gesonderten Auflistung im Anschluss an die folgende Literaturliste.

AbfKlärV (1992): Klärschlammverordnung AbfKlärV. – Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912-934), zuletzt geändert durch § 11 Abs. 2 der Verordnung vom 26.11.2003 (BGBl. I S. 2373).

Ad-hoc-AG Boden (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 4. Aufl., 392 S., 33 Abb., 91 Tab.; Hannover.

Ad-hoc-AG Boden (2000): Methodendokumentation Bodenkunde, Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. – 2. Aufl., 232 S., 26 Abb., 112 Tab.; Hannover.

Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl., 438 S., 41 Abb., 103 Tab.; Hannover.

ALTERMANN, M., GUTTECK, U., HARTMANN, K.-J., ROSCHE, O. & STEININGER, M. (2004): Zur Ableitung von Bodenparametern aus den Unterlagen der Bodenschätzung als Grundlage zur Bodenkennzeichnung in Sachsen-Anhalt. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **103**: 49–50; Oldenburg.

Arbeitskreis Bodenschutz beim Umweltministerium Baden-Württemberg (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. – Luft, Boden, Abfall, **31**: 57 S.; Karlsruhe.

BAHRS, E. & RUST, I. (2003): Notwendigkeit und Konsequenzen einer aktualisierten Bodenschätzung in der Landwirtschaft aus betriebswirtschaftlicher Sicht. – In: Tagungsband der GeWiSoLa, – Jahrestagung zum Thema Perspektiven in der Landnutzung – Regionen, Landschaften, Betriebe – Entscheidungsträger und Instrumente: 8 S.; [<http://www.uni-hohenheim.de/i410b/download/gewisola/papers/bahrs.pdf>]

BARTSCH, H. U., BENNE, I., GEHRT, E., SBRESNY, J. & WALDECK, A. (2003): Aufbereitung und Übersetzung der Bodenschätzung. Bearbeitung, Übersetzung und Auswertung digitaler Bodenschätzungsdaten, – Arb.-H. Boden **1**: 45–95; Hannover.

BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG). – Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214).

BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). – Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758).

BENNE, I. & HEINEKE, H. (1987): Die Übersetzung der Bodenschätzung und ihre digitale Bereitstellung in einem Bodeninformationssystem für den Umwelt- und Bodenschutz. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **53**: 89–94; Oldenburg.

BENNE, I. HEINEKE, H.-J., NETTELMANN, R. (1990) : Die DV-gestützte Auswertung der Bodenschätzung. – Techn. Ber. NIBIS: 125 S.; Hannover.

BETZER, H. J., ELHAUS, D. & SCHREY, H. P. (2005): Zur Aussagesicherheit einer Ableitung der nutzbaren Feldkapazität aus den Klassenzeichen und Wertzahlen der Bodenschätzung. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **107/2**: 715–716; Oldenburg.

BMF (1996): Anleitung neues Feldschätzungsbuch. – Bundesministerium der Finanzen, Berlin.

BodSchätzG (2007): Gesetz zur Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz – BodSchätzG) vom 20. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3150, 3176).

DIN 19708 (2005): Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; 25 S.; Berlin. - [Februar 2005]

EMMERICH, K. & KEIL, B. (1998): Schnittstelle Bodenschutz. – Musterstücke der Bodenschätzung und Boden-Dauerbeobachtungsflächen. – Ein Beispiel aus Hessen für Synergie in der Verwaltung. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **88**: 331–334; Oldenburg.

EMMERICH, K., HARRACH, T. & KEIL, B. (1998a): Beschreibung und Bewertung von Musterstücken der Bodenschätzung und Bodendauerbeobachtungsflächen an zwei Beispielprofilen aus der Wetterau. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **88**: 269–272; Oldenburg.

EMMERICH, K., HARRACH, T., & KEIL, B. (1998b): Nutzung der Bodenschätzung zur Bewertung von Bodenfunktionen und für Bodenschutzplanungen. – Exkursionsführer zur Tagung der DBG und OFD, Frankfurt am Main. – [Frankfurt, 30.09.–01.10.1998]

ENGEL, N. & MITHÖFER, K. (2003): Auswertung digitaler Bodenschätzungsdaten im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) – Ein Überblick für den Nutzer. – Arb.-H. Boden, **1**: 5–43; Hannover.

HARRACH, T., KEIL, B. & VORDERBRÜGGE, TH. (1987): The Influence of Soil Structure on Rooting, Nutrient Upta-

- ke and Yield Formation. – *Methology in Soil-Research, Proc. 20th Colloqu. Int. Potash Institute*: 303–320; Bern.
- HARRACH, T., SAUER, S., PREIS, M. & PETER, M. (2001): Ansätze zur Evaluierung des Schätzungsrahmens und zu einer behutsamen Reformierung der Bodenschätzung. – *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.*, **96/2**: 505–506; Oldenburg.
- HARTGE, K. H. & EHLERS, W. (1985): Zur Wirkung physikalischer Bodeneigenschaften auf den Ertrag von Kulturpflanzen. – *Kali-Briefe (Büntehof)*, **17** (6): 477–488.
- HARTMANN, K.-J. (2001): Ableitung von Flächendaten für Klassenzeichen der Bodenschätzung. – *Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt*, **6**: 129–134; Halle.
- HARTMANN, K.-J. & DEHNER, U. (2006): Bereitstellung bodenkundlicher Parameter und Kennwerte für Klassenzeichen der Bodenschätzung. – *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.*, **108**: 113–114; Oldenburg.
- HARTMANN, K.-J. & DEHNER, U. (2007a): Entwicklung von Standardprofilen für Klassenzeichen der Bodenschätzung. – *Bodenschutz*, **2**: 44–48; Berlin.
- HARTMANN, K.-J. & DEHNER, U. (2007b): Bodenkundliche Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzung – eine Verfahrensbetrachtung. – *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.*, **110/1**: 39–40; Oldenburg.
- LUA Brandenburg (2003): Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg. – *Handlungsanleitung. – Fachbeiträge des Landesumweltamtes*, **78**; Potsdam.
- OELKERS, K. (1971): Die Erarbeitung von Gesetzmäßigkeiten der Bodenverbreitung Südniedersachsens, unter Verwendung der Bodenschätzung sowie geologischer und morphologischer Karten. – *Zeitschrift der Dt. Geol. Ges.*, **122**: 1–10; Stuttgart.
- OSTENDORFF VON, E. (1939): Stellungnahme zur „Reichsbodenschätzung und BodenkUNDE“ von G. GÖRZ und A. HOCK. – *Zeitschrift der Dt. Geol. Ges.*, **91**: 616–623; Stuttgart.
- Personenkreis Bodenfunktionsbewertung (2007): *Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Nutzung „Rohstofflagerstätte“ nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung. – Ad-Hoc-AG Boden des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA-GEO) in Zusammenarbeit mit der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, – 2. Aufl., Hannover.*
- http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Zusammenarbeit/Adhocag/adhocag__node.html; [März 2007]
- PETER, M., SAUER, S. & SIEBERT, S. (1999): Die Bodenschätzung als großmaßstäbliche Datenbasis für Bodenschutzplanungen. – *Bodenschutz*, **2**: 62–68; Berlin.
- PFEIFFER, E., SAUER, S. & ENGEL, E. (2005): Bodenschätzung und Bodenbewertung – Nutzung und Erhebung von Bodenschätzungsdaten. – 88 S.; Wiesbaden (Chmielorz GmbH).
- PREIS, M., SAUER, S., PETER, M. & HARRACH, T. (2001): Bodenkundliche Aussagekraft von Bodenwertzahlen der Bodenschätzung. – *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.*, **96**: 545–546; Oldenburg.
- RÖSCH, A. & KURANDT, F. (1950): Bodenschätzung – Gesetz mit amtlicher Begründung, Durchführungsbestimmungen und Verwaltungsvorschriften. – 3. Aufl., 148 S., fotomechanischer Nachdruck (nur Teil „Bodenschätzung“) der Ausg. 1950; München (Heymann).
- SAUER, S. (2001): Enttäuschung bei der bodenkundlichen Interpretation von Grablochbeschreibungen der Bodenschätzung in Mittelgebirgslandschaften. – *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.*, **96**: 553–554; Oldenburg.
- SCHWERTMANN, U., VOGL, W., & KAINZ, M. (1997): Boden-erosion durch Wasser, Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen, **2**: 64 S.; Stuttgart (Ulmer).
- STREMMER, H. (1939): Bodenlehre und Bodenschätzung. – *Zeitschrift der Dt. Geol. Ges.*, **91**: 624–634; Hannover.
- TASCHENMACHER, W. (1937): *Grundriß einer deutschen Feldbodenkunde*. – 178 S.; Stuttgart (Ulmer).
- VORDERBRÜGGE, TH. (1997): Das Ertragspotential der Böden – Eine Methode im Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz. – In: *Boden und Landschaft*, **17**: 165–184; – [Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. T. Harrach; Hrsg.: Inst. für Bodenkunde, Universität Gießen.]
- VORDERBRÜGGE, TH., EMMERICH, K.-H., FRIEDRICH, K., KASEL, H. & SCHRADER, L. (2003): Nutzung der Daten der Bodenschätzung der Oberfinanzdirektion Frankfurt am Main für Aufgaben des Bodenschutzes und der bodenkundlichen Landesaufnahme. – *Jahresbericht 2002 des Hessisches Landesamts für Umwelt und Geologie*: 109–112; Wiesbaden.

Liste der Veröffentlichungen im Rahmen des Projektes

- FRIEDRICH, K. & KEIL, B. (2003): Bodenfunktionsbezogene Auswertung von Bodenschätzungsdaten für Hessen und Rheinland-Pfalz. – Projektübersicht – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **102** (2): 469–470; Oldenburg.
- FRIEDRICH, K. & SCHMANKE, M. (2005): Erfahrungen zur landesweiten Auswertung von Daten zum Schätzungsnachweis (ALB Folie 32) und Vergleich mit Auswertungen der Folie 042 (ALK) für Belange des Bodenschutzes in Hessen. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **107** (2): 723–724; Oldenburg.
- GOLDSCHMITT, M. (2007): Integration digitaler Bodenschätzungsdaten in ein Bodeninformationssystem und Maßnahmen der Qualitätssicherung in Rheinland-Pfalz. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **110** (1): 35–36
- HEMPELMANN, N., OPP, C. & VORDERBRÜGGE, TH. (2005): Entwicklung eines Validierungsverfahrens für eine Methode zur Bestimmung der Verschlammungsneigung auf der Basis der Klassenzeichen der Bodenschätzung. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **107** (1): 337–338; Oldenburg.
- MILLER, R., PETER, M., SAUER, S. & VORDERBRÜGGE, TH. (2004): Bodenfunktionsbezogene Auswertung von Bodenschätzungsdaten für Hessen und Rheinland-Pfalz – Methodenvalidierung. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **103**: 59–60; Oldenburg.
- MILLER, R., PETER, M., SAUER, S. & VORDERBRÜGGE, TH. (2005a): Landesweite Auswertungskarten zum Bodenschutz für Hessen und Rheinland-Pfalz. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **107** (2): 749–750; Oldenburg.
- MILLER, R., SAUER, S. & VORDERBRÜGGE, TH. (2005b): Die Daten der Bodenschätzung als Grundlage für landesweite Auswertungskarten zum Bodenschutz. – Bodenschutz, **3**: 83–87; Berlin.
- PETER, M. & MILLER, R. (2007): Umsetzung der EG-WRRL in Hessen – Auswertung der Bodenschätzungsdaten zur Abgrenzung von Maßnahmenräumen und Aufstellung eines Maßnahmenprogramms. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **110** (2): 701–702; Oldenburg.
- SAUER, S. & GOLDSCHMITT, M. (2004): Großmaßstäbige Bodenfunktionskarten als Grundlage für einen flächendeckenden Boden- und Wasserschutz in Rheinland-Pfalz: 1–14; Trier. – [Unveröff. Materialien des ATV-DVWK zu den 4. Bodentagen zum Boden- und Gewässerschutz in Landwirtschaft, Gartenbau/Weinbau und Forst am 4./5. Oktober 2004]
- SAUER, S. & VORDERBRÜGGE, TH. (2002): Thesen zur Nutzung und Weiterentwicklung der Bodenschätzung aus Sicht des Bodenschutzes und der angewandten Bodenkunde. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **99**: 109–110; Oldenburg.
- SAUER, S., MILLER, R., PETER, M. & VORDERBRÜGGE, TH. (2003): Bodenfunktionsbezogene Auswertung von Bodenschätzungsdaten für Hessen und Rheinland-Pfalz – Methodenentwicklung. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **102** (2): 557–558; Oldenburg.
- SAUER, S., GAUER, J. & WILL, D. (2005): Entwicklung eines großmaßstäbigen und bodenfunktionsbezogenen Kartenwerkes für Rheinland-Pfalz. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **107** (2): 753–754; Oldenburg.
- SAUER, S., MILLER, R., PETER, M. & VORDERBRÜGGE, TH. (2006): Maßnahmen der Qualitätssicherung bei der bodenkundlichen Interpretation digitaler Bodenschätzungsdaten – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **108**: 111–112; Oldenburg.
- SAUER, S., FRIEDRICH, K. & BACKES, J. (2007): Stand und Ausblick zur Nutzung digitaler Bodenschätzungsdaten – Zusammenfassung der Tagungs- und Workshopergebnisse. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **110** (2): 25–27; Oldenburg.
- STEINRÜCKEN, U., BEHRENS, TH. & SAUER, S. (2007): Prognoseverfahren in der Bodenschätzung – Möglichkeiten zur Bewertung, Qualitätssicherung und Nutzbarmachung der Bodenschätzung. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **110** (2): 51–52; Oldenburg.
- VORDERBRÜGGE, TH., MILLER, R., PETER, M. & SAUER, S. (2004): Ableitung der nutzbaren Feldkapazität aus den Klassenzeichen der Bodenschätzung. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **104**: 33–34; Oldenburg.
- VORDERBRÜGGE, TH., MILLER, R., PETER, M. & SAUER, S. (2005): Ableitung bodenphysikalischer Kennwerte aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung am Beispiel der Feldkapazität. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **107** (2): 531–532; Oldenburg.

Ansprechpartner und Kontakt

Dr. Klaus Friedrich
Dr. Thomas Vorderbrügge
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
D-65203 Wiesbaden
Tel.: 0611 6939958
Fax: 0611 6939941
E-Mail: k.friedrich@hlug.de
t.vorderbruegge@hlug.de



Dr. Stephan Sauer
Dipl.-Geogr. Michael Goldschmitt
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Straße 5
D-55129 Mainz
Tel.: 06131 9254275
Fax: 06131 9254123
E-Mail: stephanus.sauer@lgb-rlp.de
michael.goldschmitt@lgb-rlp.de



Dr. Matthias Peter
Dipl.-Ing. agr. Ricarda Miller
Ingenieurbüro Schnittstelle Boden
Belsgasse 13
61239 Ober-Mörlen
Tel.: 06002 92391
Fax: 06002 92392
E-Mail: matthias.peter@schnittstelle-boden.de
ricarda.miller@schnittstelle-boden.de

Aktuelle Produktinformationen:
www.hlug.de (zukünftig www.hlug.hessen.de)
www.lgb-rlp.de