



Das Lebensministerium



Bodenbewertungsinstrument Sachsen

Stand 05/2022

Impressum

Bodenbewertungsinstrument Sachsen

Titelbild

Basenreiche Braunerde aus Gruslehm über Lehmgrus aus Diabas-Tuff, Vogtland

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden Pillnitz

Redaktion:

Bernd Siemer
Referat Boden, Altlasten
Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe

Bearbeitung:

Ad hoc AG „Bodenschutzplanung“
Bernd Siemer, Obmann (LfULG), Ute Hinrichs (LD Chemnitz), Dr. Olaf Penndorf (LD Chemnitz), Michael Pohl (LD Dresden), Steffen Schürer (LD Chemnitz), Peter Schulze (LD Dresden), Dr. Stefan Seiffert (SMUL)

Redaktionsschluss: März 2009, Mai 2022

Anmerkungen zur Aktualisierung des Bodenbewertungsinstrumentes Sachsen, Mai 2022

Ein Anlass für die Aktualisierung des Bewertungsinstrumentes ist die neu erschienene Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 6, Teil C ist bereits veröffentlicht). In ihr sind die physikalischen Kennwerte der jeweiligen Bodenarten z.T. geändert worden. Z.B. erreicht die „nutzbare Feldkapazität“ je nach Bodenart andere Werte als in der 5. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung. Die Änderungen erfolgten aufgrund umfangreicherer Untersuchungen an Böden im gesamten Bundesgebiet und werden auch in den Bewertungsinstrumenten anderer Bundesländer geführt.

Die Änderungen der Grundlagen für die Bewertung wurden im Bodenbewertungsinstrument Sachsen aktualisiert.

Bodenbewertungsinstrument Stand 05/2022.

Bodenfunktionen Download: <https://www.boden.sachsen.de/bodenfunktionenkarten-1-50-000-19307.html>

Bernd Siemer
Referent Bodenschutz
LfULG

Inhalt

1.	Einleitung	9
2.	Datengrundlagen	10
3.	Erfassung und Bewertung des Bodens	11
3.1	Abgrenzung des Bewertungsraumes	11
3.2	Formulierung der grundsätzlichen Schutzwürdigkeit für die Bodenfunktionen bzw. für die Bodenempfindlichkeiten	13
3.3	Gesamtbewertung und Darstellung der Ergebnisse	13
4.	Bewertung von Vorbelastung, Bodenfunktionen und Bodenempfindlichkeiten	17
4.1	Einschätzung der Vorbelastung	17
4.2	Bewertung der Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	18
4.3	Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen	23
4.3.1	Die Bodenteilfunktion: „Lebensraum“ Kriterien: <i>„Natürliche Bodenfruchtbarkeit“</i> und <i>„Böden mit besonderen Eigenschaften“</i>	23
4.3.1.1	Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzung	23
4.3.1.2	Bewertung auf Grundlage von Daten der Bodenkundlichen Landesaufnahme	25
4.3.2	Bodenteilfunktion „Bestandteil des Wasserkreislaufs“ Kriterium: <i>„Wasserspeichervermögen des Bodens“</i>	27
4.3.2.1	Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzung	27
4.3.2.2	Bewertung auf Grundlage von Daten der Bodenkundlichen Landesaufnahme	28
4.3.3	Bodenteilfunktion: „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen“ Kriterium: <i>„Filter und Puffer für Schadstoffe“</i>	29
4.3.3.1	Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzung	29
4.3.3.2	Bewertung auf Grundlage von Daten der Bodenkundlichen Landesaufnahme	31

4.4	Einschätzung der Empfindlichkeit	33
4.4.1	Erodierbarkeit durch Wasser	33
4.4.2	Erodierbarkeit durch Wind	36
4.4.3	Änderungen der Wasserverhältnisse	37
4.4.3.1	Empfindlichkeit bei Trockenlegung, Austrocknung	37
4.4.3.2	Empfindlichkeit bei Bewässerung	37
4.4.4	Empfindlichkeit bei Stoffeinträgen	37
Literatur		38
Anhang		40

Abkürzungen und Symbole

Al, D, Lö, V, Vg, Mo	Entstehungsarten (siehe Anhang 3)
c (Index)	charge (Ladung)
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.
K-Faktor	Bodenerodierbarkeitsfaktor, (bodenspezifische Erodierbarkeit)
KA	kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser in den Boden
KAKpot	potenzielle Kationenaustauschkapazität des Bodens
KAK_WE	Kationenaustauschkapazität im effektiven Wurzelraum
KAK_STUFE	Stufe des Bodenkennwertes KAK_WE
KA 4 / 5 / 6	Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. / 5. / 6. Auflage
KR	kapillare Aufstiegsrate des Bodens
KRWe	kapillare Aufstiegsrate in den effektiven Wurzelraum
Ld	Lagerungsdichte des Bodens
LK	Luftkapazität des Bodens
MMK	Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung
Neig >=18	Hangneigung größer oder gleich 18 Prozent
NFK	nutzbare Feldkapazität
NFKWE	nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes
NFKWE_KA	Nutzbare Feldkapazität plus kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser in den Wurzelraum (WE)
NFKWP	nutzbare Feldkapazität im potenziellen Wurzelraum
R-Faktor	Regenerositätsfaktor
RSU	Rat von Sachverständigen für Umweltfragen
S-Faktor	Hangneigungsfaktor, beschreibt das Verhältnis des Abtrages eines Hanges mit beliebiger Neigung
VNG	Vernässungsgrad
Vol.-%	Volumenprozent
BOTYP	Bodentyp KA5/KA6
WE	effektive Durchwurzelungstiefe des Bodens
WP	potenzielle Durchwurzelungstiefe des Bodens
A_STUFE	Bodenarchiv Stufe
ARCH_TYP	Bodenarchiv Bodentyp
F_STUFE	Stufe der Teilfunktion „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“
W_STUFE	Stufe der Teilfunktion „Wasserspeichervermögen“
P_STUFE	Stufe der Teilfunktion „Filter- und Puffereigenschaften für Schadstoffe“
EB_WAS	Stufe der Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser
EB_WIND	Stufe der Erodierbarkeit des Bodens durch Wind

EMPF_BEW	Stufe der Empfindlichkeit des Bodens durch Vernässung
EMPF_ENTW	Stufe der Empfindlichkeit des Bodens durch Trockenlegung
EMPF_STO	Stufe der Empfindlichkeit des Bodens durch Stoffeinträge

Abbildungen

Abb. 1:	Ablaufschema der Bewertung	12
Abb. 2:	Schematische Übersicht der Bewertung	14
Abb. 3:	Vorschlag einer kartographischen Darstellung der Bodenbewertung	16
Abb. 4:	Beispiel einer Ableitung von Böden mit einer hohen landschafts- oder kulturgeschichtlichen Bedeutung.	20

Tabellen

Tabelle 1:	Offene Liste von Böden mit hoher landschafts- oder kulturgeschichtlicher Bedeutung	20
Tabelle 2:	Bewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit anhand der Bodenzahl	24
Tabelle 3:	Bewertung von „Böden mit besonderen Standorteigenschaften“ nach Angaben aus dem Klassenzeichen	24
Tabelle 4:	Bewertung der „natürlichen Bodenfruchtbarkeit“ sowie von „Böden mit besonderen Eigenschaften, trocken“ für grundwasserferne Böden anhand des Parameters nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFKWe)	25
Tabelle 5:	Bewertung von „Böden mit besonderen Eigenschaften, feucht/nass“ für Grundwasserböden	26
Tabelle 6:	Bewertung von „Böden mit besonderen Eigenschaften, feucht/nass“ für Böden mit hohem Vernässungsgrad	27
Tabelle 7:	Bewertung des Wasserspeichervermögens des Bodens Parameter: nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum Parameter: nFKWe	28
Tabelle 8:	Bewertung der Wasserspeichervermögen des Bodens Parameter: nutzbare Feldkapazität in der Bodentiefe Wasserspeichervermögen (nFKWp), max. Bodentiefe 15 dm	28
Tabelle 9:	Bewertung der Teilfunktion „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen“ auf Grundlage des Klassenzeichens der Bodenschätzung	30
Tabelle 10:	Bewertung der Gesamtfilterwirkung einheitlicher Bodenhorizonte bzw. –schichten für mobile chemische Stoffgruppen	32
Tabelle 11:	Bewertung der Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser in Abhängigkeit von der Bodenart	32
Tabelle 12:	Bewertung der Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser in Abhängigkeit von der Bodenart nach Bodenschätzung	34
Tabelle 13:	Bewertung der Erodierbarkeit durch Wind (Eb_Wi_Stufe) in Abhängigkeit von der Bodenart und vom Gehalt an organischer Substanz.	36
Tabelle 13a:	Bewertungsstufen der Erodierbarkeit des Bodens durch Wind	36
Tabelle 14:	Übersicht der betrachteten Bodenfunktionen mit Zuordnung zu den Bodenfunktionen nach BBodSchG sowie für die Bewertung verwendete Parameter	41
Tabelle 15:	Übersicht der betrachteten Bodenempfindlichkeiten mit Zuordnung der für die Bewertung verwendeten Parameter	43
Tabelle 16:	Bodenkundliche Datengrundlagen	44
Tabelle 17:	Gliederung der Bodenart	49
Tabelle 18:	Gliederung der Zustandsstufe	50
Tabelle 19:	Gliederung der Entstehungsart	50
Tabelle 20:	Gliederung der Klimastufe (Jahreswärme)	50
Tabelle 21:	Gliederung der Wasserstufe	51
Tabelle 22:	Ackerschätzungsrahmen (Bodenzahlen)	52
Tabelle 23:	Grünlandschätzungsrahmen (Grünlandgrundzahlen)	53

Tabelle 24:	Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Bodenart, der Trockenrohdichte (TD) und dem Feuchteäquivalent (FÄ) bei Humusgehalten < 1 Masse- % (Quelle: AG Boden, 2020)	54
Tabelle 25:	Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Bodenart, der Trockenrohdichte (TD) und dem Feuchteäquivalent (FÄ) bei Humusgehalten < 1 Masse- % (Quelle: AG Boden, 2020)	55
Tabelle 26:	Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von Torfartengruppe und Zersetzungsstufe, Mudde bzw. Horizont und Substanzvolumen (SV)	56
Tabelle 27:	Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von Bodenart und Lagerungsdichte bei Humusgehalten zwischen 15 und 30%	57
Tabelle 28:	Untergliederung und Kornfraktionen des Grobbodens	57
Tabelle 29:	Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Grobbodenart	57
Tabelle 30:	Zuschläge zur nutzbaren Feldkapazität (nFK) [mm/dm bzw. Vol.-%] In Abhängigkeit von der Bodenart und organischer Substanz	58
Tabelle 31:	Abschläge [%] von der nFK aufgrund erhöhten Grobbodenanteils	59
Tabelle 32a:	Effektive Durchwurzelungstiefe (We) in Abhängigkeit von Bodenart, Trockenrohdichte und Landnutzungen	60
Tabelle 32b:	Limitierungen Bodentiefe Wasserspeichervermögen (in Anlehnung AG Boden, 2020)	61
Tabelle 33a:	Bewertung der nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFKWe)	62
Tabelle 33b:	Bewertung der nutzbaren Feldkapazität in Bodentiefe Wasserspeichervermögen (nFKWp)	62
Tabelle 34a:	Berechnungsbeispiel für Kriterium „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“ Bodenparameter: nFKWe, Braunerde aus stark lehmigem Sand	63
Tabelle 34b:	Berechnungsbeispiel für Kriterium „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“ Bodenparameter: nFKWe, Parabraunerde aus sandig lehmigen Schluff Sand	64
Tabelle 34c:	Berechnungsbeispiel für Kriterium „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“ Bodenparameter: nFKWe, Grobboden	65
Tabelle 35a:	Berechnungsbeispiel für Kriterium „Wasserspeichervermögen“ Bodenparameter: nFKWp, Braunerde aus stark lehmigem Sand	66
Tabelle 35b:	Berechnungsbeispiel für Kriterium „Wasserspeichervermögen“ Bodenparameter: nFKWp, Parabraunerde aus sandig lehmigen Schluff Sand	67
Tabelle 35c:	Berechnungsbeispiel für Kriterium „Wasserspeichervermögen“ Bodenparameter: nFKWp, Grobboden	68
Tabelle 36:	Mittlere kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes in Abhängigkeit von der Bodenart	69
Tabelle 37:	Mittlere kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes in Abhängigkeit von der Torfart und dem Substanzvolumen	70
Tabelle 38:	Potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAKpot-Bodenart) in Abhängigkeit von der Bodenart	71
Tabelle 39:	Potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAKpot-Bodenart) in Abhängigkeit vom Humusgehalt	72
Tabelle 40:	Abschläge [%] von der „Potenziellen Kationenaustauschkapazität“ aufgrund erhöhten Grobbodenanteils	73
Tabelle 41:	Einstufung der „Potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAKpot)“	73
Tabelle 42:	Luftkapazität bei Rohdichte, trocken, Stufe 3	74
Tabelle 43:	Zuschläge und Abschläge zur Luftkapazität zur Berücksichtigung des Humusgehaltes	75

Tabelle 44:	Abschläge [%] von der „Luftkapazität (LK)“ aufgrund erhöhtem Grobbodenanteils	76
Tabelle 45:	Luftkapazität (LK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Grobbodenart	76
Tabelle 46:	Luftkapazität organischer Böden in Abhängigkeit von Horizontausprägung und Zersetzungsstufe (Angaben in Vol.-%)	77
Tabelle 46a:	Luftkapazität organischer Böden in Abhängigkeit von Torfart und Zersetzungsstufe (Angaben in Vol.-%)	77
Tabelle 47:	Luftkapazität (LK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von Bodenart und Lagerungsdichte bei Humusgehalt zwischen 15 und 30%	78
Tabelle 48:	Einstufung der Luftkapazität (LK)	78
Tabelle 49:	Bodenartbedingter Anteil Kb am K-Faktor	79
Tabelle 50:	Humusgehaltsbedingter Anteil Kh am K-Faktor	80
Tabelle 51:	Grobbodenbedeckungsabhängiger Anteil Ks am K-Faktor	81
Tabelle 52:	Erodierbarkeitsklassen der Böden durch Winderosion	83

1. Einleitung

Die Bodeninanspruchnahme und Umwandlung von naturnahen Böden in Flächen für Siedlungs-, Verkehrs-, Erholungs- und Gewerbeflächen nimmt im Freistaat Sachsen wie im gesamten Bundesgebiet weiterhin zu. Im Jahr 2020 erreicht die in der Landestatistik geführte Siedlungs- und Verkehrsfläche 249.673 Hektar. Dies entspricht > 13,5 % der Landesfläche. Im Zeitraum 2005 – 2020 ist die erfasste Siedlungs- und Verkehrsfläche um ca. 35.000 Hektar angewachsen. Gleichzeitig ist die Einwohnerzahl in Sachsen um ca. 225.000 Einwohner (> 5,2%) gesunken. Steigende Flächenansprüche für Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbebezüge sind die wesentlichen Ursachen für den anhaltenden Bodenverbrauch. Die Folgen sind der Verlust wertvoller Böden und Bodenfunktionen im Naturhaushalt. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, die Aspekte des vorsorgenden Bodenschutzes in Planungs- und Genehmigungsverfahren zu stärken.

Böden sind Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und Menschen. Sie haben wichtige und zentrale Funktionen im Naturhaushalt und sind andererseits aufgrund vielfältiger Einwirkungen beansprucht und gefährdet. Daher sind sie zu schützen.

Menschliche Aktivität und wirtschaftliches Handeln sind vielfältig mit dem Thema Boden verknüpft. Böden sind Schutzgut eines auf Ressourcenschutz und Nachhaltigkeit ausgerichteten Umweltschutzes. Bodenschutz stellt sich in heutiger Zeit als Zusammenspiel aus gesetzlichen Pflichten und gesellschaftlichen bzw. umweltpolitischen Aufgaben dar. So ist das Schutzgut Boden für die aktuellen Diskussionen und Bemühungen um Nachhaltigkeit ein Gegenstand par excellence.

Der vorsorgende Bodenschutz hat die Aufgabe sich mit den unterschiedlichen Nutzungsansprüchen an den Boden zu befassen. Bodenschutz als Querschnitts- und Koordinierungsaufgabe dient dem flächendeckenden Schutz der Böden als Lebensgrundlage und der Aufrechterhaltung der natürlichen Bodenfunktionen. Damit dient Bodenschutz auch der Erhaltung und Verbesserung der Lebensqualität sowie dem Erhalt des Wirtschaftsfaktors Boden.

Für die fachliche Bewertung von Bodenfunktionen ist es notwendig, den Zustand und die Ausprägung der betreffenden Böden im Untersuchungsraum zu kennen, hinsichtlich der Funktionserfüllung im Naturhaushalt zu bewerten und als Planungs- und Entscheidungsgrundlage heranzuziehen. Insbesondere für planerische Fragestellungen, z.B. zur Standortwahl von flächenbeanspruchenden Nutzungen, sind die Erfassung und Bewertung des Zustandes von Böden erforderlich. Auch das Bundesbodenschutzgesetz fordert in seiner Zweckbestimmung die nachhaltige Sicherung oder Wiederherstellung der Funktionen des Bodens. Die Kenntnis der Fähigkeiten verschiedener Böden zur Erfüllung ihrer natürlichen Funktionen ist ein wesentlicher Schritt in Richtung des vorsorgenden Bodenschutzes und kann zur Umsetzung einer „nachhaltigen Entwicklung“ einen wichtigen Beitrag leisten.

Die folgenden Ausführungen enthalten methodische Vorschläge für die Beschreibung und Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit und Vorbelastung der Böden. Sie sind in erster Linie für Anwendungen in Fachplanungen wie der Bauleitplanung, der Landschaftsplanung oder der Flächennutzung und Flurneuordnung anwendbar.

Die empfohlenen Bewertungskriterien orientieren sich an dem derzeitigen fachlichen Diskussionsstand sowie der in Sachsen verfügbaren Datengrundlagen und sollen durch die quantitative und z. T. qualitative Bewertung auf der Basis bodenkundlicher Kennwerte Aufschluss über den Erfüllungsgrad der natürlichen Bodenfunktionen geben. Des Weiteren fließen Aspekte wie die Seltenheit, die Naturnähe und die Empfindlichkeit von Böden in die Betrachtungen mit ein. Damit sollen ausgewählte Bewertungsansätze für verschiedene Planungs- und Genehmigungsverfahren im Freistaat Sachsen dargestellt werden und ermöglichen, dass zukünftig in stärkerem Maße bodenschutzrelevante Aspekte in Abwägungs- und Entscheidungsprozesse einfließen, damit Bodenbeeinträchtigungen vermieden bzw. Eingriffe in den Boden auf Flächen mit geringerer Funktionserfüllung gelenkt werden.

2. Datengrundlagen

Voraussetzung für eine Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen ist eine ausreichende Daten- und Informationsbasis, die eine Beurteilung der Verbreitung, der Eigenschaften, der Funktionen und der Vorbelastung ermöglicht. Des Weiteren müssen die Daten der jeweiligen Bezugsfläche flächendeckend und in geeigneter Datendichte vorliegen.

Bei der Entwicklung des Instrumentes wurde besonderes Augenmerk auf die Nutzung bereits vorhandener Karten- und Datengrundlagen gelegt. Dies sind z.B. topographische, geologische und bodenkundliche Karten oder Gelände- und Vegetationskartierungen sowie die Daten der Bodenschätzung. Im **Anhang 2** ist eine Auswahl möglicher Informationsgrundlagen zusammengestellt. Neben den Unterlagen zur naturkundlichen Gliederung und Naturgeschichte spielen in zunehmendem Maße auch Informationen zur Nutzung und Nutzungseignung sowie Nutzungsgeschichte eine Rolle. Zeitliche und finanzielle Ressourcen für die Anwendung von Bewertungsverfahren sind begrenzt, so dass aus der Vielzahl möglicher Beschreibungs- und Bewertungskriterien nur solche in Frage kommen, die

- eine Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen (s.o.) ermöglichen,
- fachlich fundiert sind,
- kostengünstig sind, d. h. aus vorhandenen Karten und Daten ableitbar sind und keine teure Laborarbeit erfordern.

Für die Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen werden in Abhängigkeit der vorliegenden und zur Verfügung stehenden Datengrundlagen im Freistaat Sachsen hier die folgenden Varianten unterschieden:

Anwendung von Daten der Bodenschätzung (BOSCHAE), s. a. Anhang 2

Für großmaßstäbige Bodenbewertungen (z.B. im Maßstabsbereich 1:5.000), wenn keine und/oder nicht ausreichende Kartierdaten für den Untersuchungsraum vorliegen. Aufgrund des Alters der Bodendaten (insbesondere der Bodenschätzungsdaten) wird eine Überprüfung durch andere Quellen wie topographischer Karten, Nutzungskartierungen angeraten; Geländebegehungen mit stichprobenhaften Untersuchungen werden empfohlen. Auch hinzusetzende Informationen können nützlich sein, wenn die Bodenschätzungsinformation die Bezugsfläche nicht umfasst.

Anwendung von Daten der Bodenkundlichen Landesaufnahme (KA 6, KA 5), s.a. Anhang 2

Für den Fall des Vorliegens hinreichender Eingangsdaten (maßstabsbezogene Bodendaten aus aktuellen Kartierungen bzw. Erhebungen) werden Bodenbewertungen auf Grundlage der Datenbestände des sächsischen Fachinformationssystems Boden, Nomenklatur Bodenkundliche Kartieranleitung, 5./6. Auflage (KA 6 zurzeit Entwurfsstand, Teil C der KA 6 ist bereits veröffentlicht) empfohlen.

Aus Flächennutzungskartierungen oder Luftbildern lassen sich Hinweise auf versiegelte und teilversiegelte oder entwässerte bzw. vernässte Böden, Grenzertragsflächen und Fruchtwechsel finden; Erosionskartierungen geben Aufschluss über möglicherweise nicht mehr vorhandene bzw. neu entstandene Bodenhorizonte und -schichtungen (z.B. Erosionsabtrag am Hang, Kolluvien in der Senke).

3. Erfassung und Bewertung des Bodens

3.1 Abgrenzung des Bewertungsraumes

Der erste Schritt bei der Erfassung und Bewertung des Bodenzustandes besteht in der Abgrenzung des Bewertungsraumes. Zur Bewertung der Böden im Plangebiet sollen verschiedene Parameter herangezogen werden, die die jeweilige Bodenfunktion bzw. deren Teilfunktionen charakterisieren. Für eine abschließende Gesamtbewertung sollen daraus die folgenden Aussagen ableitbar sein:

- Vorhaben, die zur Beeinträchtigung von Bodenfunktionen führen, sollen so gelenkt werden, dass Böden mit hoher Schutzwürdigkeit/-bedürftigkeit möglichst erhalten bleiben.
- Führen Vorhaben zur Beeinträchtigung von Böden / Bodenfunktionen, so muss der Eingriff in den Boden quantifiziert werden, um diesen bei der Eingriffs-/ Ausgleichsbilanzierung gemäß naturschutz- oder baurechtlicher Eingriffsregelung berücksichtigen zu können.
- Bereits stark anthropogen beeinträchtigte Böden erfüllen natürliche Funktionen oft nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr. Hier muss der Bodenschutzgedanke in zweifacher Hinsicht ansetzen: Bereits beeinflusste Böden sind bei der Standortwahl vorrangig in Betracht zu ziehen, um so noch unbebaute und leistungsfähige Flächen vor Inanspruchnahme zu schützen. Zum anderen ist es wichtig, die noch vorhandenen Restfunktionen bereits beeinträchtigter Böden zu erhalten, so beispielsweise durch Versiegelungsminimierung, standortgerechte Bepflanzung oder Schutz vor Schadstoffverlagerungen.
- Vorhaben, die einen Boden zukünftig in einer Weise beanspruchen, dass die am geringsten bewertete (also die am „schlechtesten erfüllbare“) Bodenfunktion genutzt wird, sollen im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes nochmals überprüft werden. Es ist das Ziel, Böden entsprechend ihrer natürlichen Potenziale zu nutzen. Dabei ist bei der Standortwahl zu überdenken, ob andere Flächen für eine Inanspruchnahme besser geeignet sind.

In Abbildung 1 auf Seite 12 ist die beschriebene Vorgehensweise bei der Bewertung noch einmal schematisch veranschaulicht.

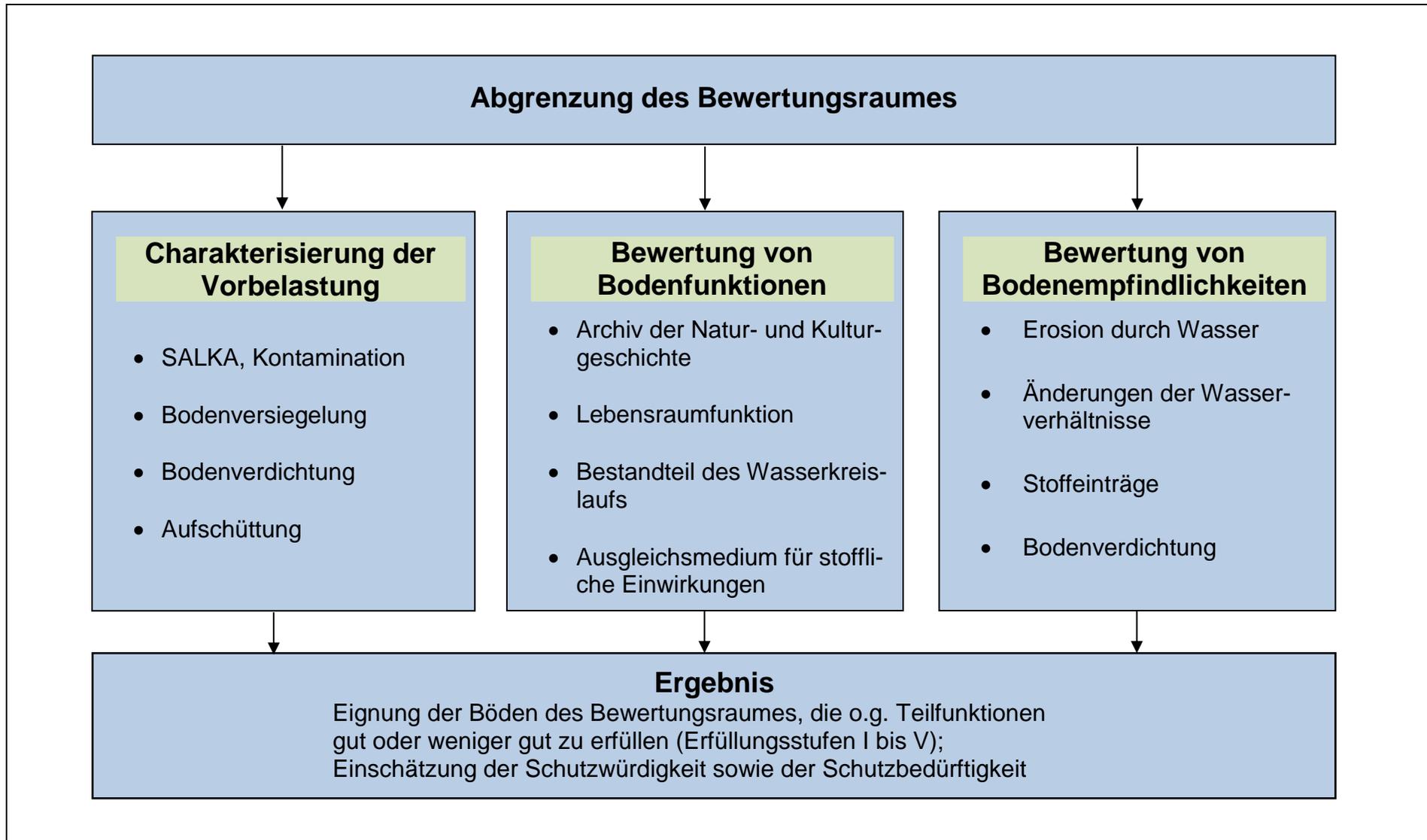


Abbildung 1: Ablaufschema der Bewertung

3.2 Formulierung der grundsätzlichen Schutzwürdigkeit für die Bodenfunktionen bzw. für die Bodenempfindlichkeiten

- Die Bewertung erfolgt in Stufen I-V. Die Stufen IV und V charakterisieren eine hohe bis sehr hohe Funktionserfüllung hinsichtlich der jeweils betrachteten Bodenfunktion. Es gelten diejenigen Böden als besonders wertvoll, die mit den Stufen V und IV bewertet wurden.
- Böden, die die Bewertungsstufen III und II erhielten, sind in einer möglichst schonenden Art und Weise zu nutzen (z.B. zur Erholung, als Puffer- und Rückzugsflächen zum Schutz von Extremstandorten).
- Bei Böden, die mit der Stufe I bewertet wurden, sind zusätzlich die Erfüllungsgrade der weiteren natürlichen Bodenfunktionen mit zu beachten. Erst dann kann abgewogen werden, für welche Nutzungsart der Boden geeignet ist und in Anspruch genommen werden kann.
- Die Bewertung der Schutzwürdigkeit im Hinblick auf die Archivfunktionen findet verbal-argumentativ statt. Eine Bewertung allein aufgrund formaler Ableitungen ist häufig nicht zielführend.
- Die Bewertung der Empfindlichkeit der Böden erfolgt parallel zur Bewertung der Bodenfunktionen. Im Fall der „Bodenerodierbarkeit“ erfolgt die Bewertung in Stufen I-V (von Stufe I sehr gering bis Stufe V sehr hoch empfindlich). Die Bewertung der Bodenempfindlichkeiten „Änderung der Wasserverhältnisse“, „Stoffeinträge“ und „Bodenverdichtung“ erfordern neben den jeweiligen Teilfunktionsbewertungen zusätzliche verbal-argumentative Einschätzungen.

3.3 Gesamtbewertung und Darstellung der Ergebnisse

Die Gesamtbewertung beinhaltet die Beurteilung und Inwertsetzung der Ergebnisse aus der Bestandsaufnahme. Der Leitgedanke ist die nachhaltige Sicherung der natürlichen Leistungsfähigkeit von Böden. Ziel der Gesamtbewertung ist es,

- Böden relativ zueinander zu ordnen, gemäß ihrer Schutzwürdigkeit bzw. Schutzbedürftigkeit,
- besonders schutzwürdige Böden herauszufiltern, um sie vor Degradation und Zerstörung zu schützen,
- Böden gemäß ihrer funktionalen Leistungsfähigkeit einzustufen, um eine optimale Nutzungszuweisung, z.B. im Rahmen der Flächennutzungsplanerstellung erreichen zu können,
- die Schwere eines Eingriffs für die Abschätzung von Kompensationsmaßnahmen zu ermitteln (HLNUG 2021, auch Bundesverband Boden 2001).

Die Einzelbewertungen der natürlichen Bodenfunktionen, der Archivfunktion, Vorbelastung und Empfindlichkeit bilden die Grundlage für die Gesamtbewertung. Dabei wird jeweils die bei den einzelnen Bodenfunktionen höchste Wertigkeit herangezogen (Maximalwertprinzip). Unter Berücksichtigung von Vorbelastung und Empfindlichkeit kann so die Wertigkeit der verschiedenen Böden eines Plangebietes herausgearbeitet werden (vgl. Abb. 2, S. 14).

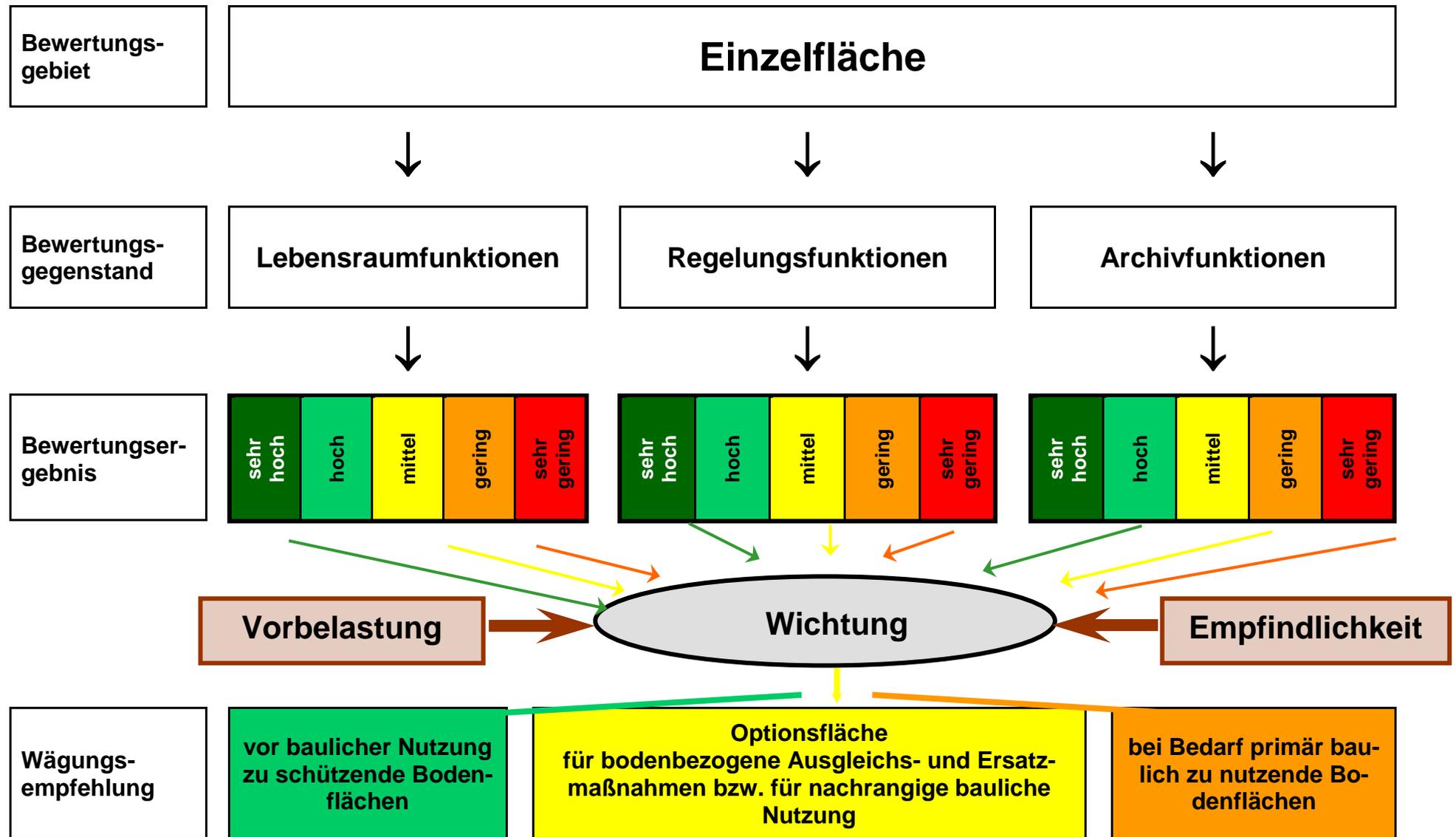


Abbildung 2: Schematische Übersicht der Bewertung (Erläuterung im Text)

I Schutz wertvoller Böden

In erster Linie sind die Böden zu ermitteln, die als besonders wertvoll einzustufen sind. Dazu zählen Böden mit mindestens einer hohen Funktionsausprägung. Flächen mit besonders wertvollen Böden sollen als Flächen ausgewiesen werden, die vor baulicher Nutzung geschützt werden sollen.

I Nutzung von Böden geringer oder belasteter Funktionserfüllung

Damit die wertvollen Böden geschont werden können, kann es gleichsam wichtig sein, auch Flächen auszuweisen, die vorrangig für eine bauliche Nutzung in Betracht gezogen werden sollen. Unter diese Kategorie können Böden mit sehr geringer Funktionserfüllung fallen und/oder (stark) vorbelastete Böden, deren Funktionsfähigkeit eingeschränkt ist. Diese Flächen sollen dann als primär für bauliche Nutzung in Betracht zu ziehende Flächen ausgewiesen werden. Darunter können aber auch Flächen fallen, deren Böden über eine potenziell hohe Funktionserfüllung verfügen, diese aber durch eine starke Vorbelastung eingeschränkt ist.

I Böden für Kompensationsmaßnahmen

Eine mittlere Stellung haben Flächen, deren Böden Funktionen aufweisen, die weder als besonders hoch noch als besonders gering eingestuft werden. Es handelt sich hierbei um Flächen, die aus bodenschutzfachlicher Sicht bei überwiegenden anderen privaten oder öffentlichen Belangen im Rahmen der Abwägung für bauliche Nutzungen in Frage kommen können oder auch für bodenbezogene Kompensationsmaßnahmen (Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen) genutzt werden können, sofern dafür eine Eignung vorliegt, z. B. Erosionsschutzmaßnahmen bei Böden, die gegenüber Wassererosion besonders empfindlich sind.

Die Darstellung der Bewertungsergebnisse und der abgeleiteten Abwägungsempfehlungen wird vorzugsweise in thematischen Karten erfolgen, und zwar möglichst als Gesamtdarstellung in einer Karte, vgl. Beispiel Abbildung 3, S. 16. Um diese Karte herstellen zu können, muss das Untersuchungsgebiet zuerst in Teilflächen gleicher, in sich einheitlich aufgebauter, Bodenflächen unterteilt werden. Diese Einteilung basiert auf der Grundlage von Bodengrenzen. Die auf diese Weise ausgewiesenen einheitlichen Bodenflächen müssen weiter unterteilt werden, wenn innerhalb einer Bodenfläche Bereiche unterschiedlicher Vorbelastung existieren (Schraffur).

Innerhalb jeder Bodenfläche befindet sich ein Fünfeck, das sich aus fünf verschiedenen Dreiecken zusammensetzt. In den Dreiecken sind die Ergebnisse der Einstufung der Archivfunktion und der vier zu bewertenden natürlichen Bodenfunktionen dargestellt. Anhand der Buchstaben kann in der Legende die jeweilige Zugehörigkeit herausgefunden werden. Die Wertigkeit der einzelnen Bodenfunktionen wird anhand der Farbgebung unterschieden. Damit bleiben für den Betrachter die einzelnen Bewertungsergebnisse der Bodenfunktionen und der Vorbelastung sichtbar und für die Abwägung verfügbar.

Ergibt sich aus der Bewertung der Bodenempfindlichkeit eine Notwendigkeit ihrer Berücksichtigung wird eine gesonderte kartographische Darstellung/Ausweisung empfohlen.

Um die Gesamtwertigkeit der Bodenflächen zu veranschaulichen wird nach erfolgter Wichtung (vgl. Abb. 2) den verschiedenen Bodenflächen jeweils die Farbe hellgrün, gelb oder orange zugeordnet. Diese Farbgebung zeigt dem Betrachter das Gesamtergebnis der bodenschutzfachlichen Bewertung und gleichzeitig die Abwägungsempfehlung aus bodenschutzfachlicher Sicht (Abb. 3). Werden Teilfunktionen als hoch oder sehr hoch bewertet, ist die Fläche insgesamt grundsätzlich in die Kategorie "vor baulicher Nutzung zu schützende Fläche" einzustufen. Werden Teilfunktionen als gering oder sehr gering bewertet, erfolgt die Zuordnung zur Kategorie „bei Bedarf primär baulich zu nutzende Fläche“. Die mittlere Funktionsbewertung führt zur Einstufung als Optionsfläche. Die Vorbelastung (Naturnähe) kann im Rahmen der Wichtung zu einer Ab- bzw. Aufstufung führen. Wird z.B. eine Funktion als hoch bewertet, so führt die insgesamt geringe Vorbelastung zu einer Aufwertung, die Fläche ist in die Kategorie "vor baulicher Nutzung zu schützende Fläche" einzustufen⁽¹⁾. Trotz hoher Bewertung einer Teilfunktion resultiert aus der mittleren Vorbelastung die Einstufung als Optionsfläche⁽²⁾.

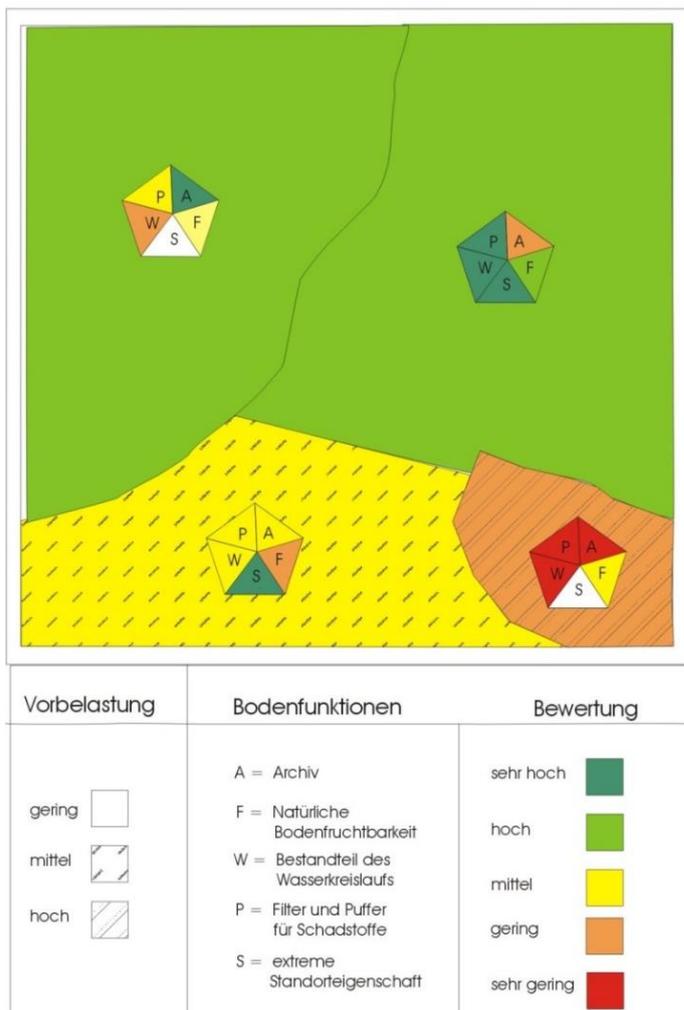


Abbildung 3: Vorschlag einer kartographischen Darstellung der Bodenbewertung (S = ‚extreme‘ Standorteigenschaft = Böden mit besonderen Eigenschaften)

⁽¹⁾ siehe Abb. 3 links oben

⁽²⁾ siehe Abb. 3 links unten

Die Bewertung der Schutzwürdigkeit bzw. der Funktionserfüllung und der Empfindlichkeit von Böden bildet die wesentliche Grundlage, um eine Schutzbedürftigkeit von Böden bestimmen zu können. Die Bewertung von Böden (Bodenfunktionen, Empfindlichkeiten) setzt geeignete bodenkundliche Auswertungsmethoden und eine ausreichende Datengrundlage für die betrachtete Maßstabsebene voraus. Dabei erfolgt die Operationalisierung der natürlichen Bodenfunktionen nach BBodSchG durch bodenkundliche Auswertungsmethoden auf der Ebene der Bodenteilfunktionen anhand bestimmter Kriterien, denen geeignete Bewertungsmethoden zugeordnet werden können (BGR 2021). Die Auswahl der hier verwendeten Kriterien erfolgte nach eigenem Ermessen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ein planungs- und verfahrensabhängiger „Zuschnitt“ des hier vorgestellten Instrumentes in Form von Weiterentwicklung, Kürzung oder Ergänzung ist in jedem Falle weiterhin möglich und wünschenswert.

4. Bewertung von Vorbelastung, Bodenfunktionen und Bodenempfindlichkeiten

4.1 Einschätzung der Vorbelastung

Aussagen zur Vorbelastung der Böden im entsprechenden Untersuchungsgebiet sind bei fehlender Informationsgrundlage im Allgemeinen recht schwierig zu treffen, da Bodenschäden und -belastungen zumeist nicht auf den ersten Blick wahrnehmbar sind. Liegen Bodenbelastungen - stofflich und/oder mechanisch-physikalisch - vor, so ist davon auszugehen, dass der Boden seine natürlichen Funktionen nicht mehr oder nur noch unzureichend erfüllt. Folglich gelten diejenigen Böden als „vorbelastet“, die in ihren Eigenschaften in solchen Maßen verändert sind, dass natürliche Funktionen nicht mehr ausreichend erfüllt werden können.

Beispiele: Durch unangepasste Bodenbearbeitung (z.B. Befahren mit zu schweren Geräten oder bei Nässe) wird das Bodengefüge geschädigt. Insbesondere das Porenvolumen wird negativ beeinflusst; es kommt u. a. zur Bodenverdichtung. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die Regelungsfunktionen des Bodens und folglich auf die natürliche Ertragsfähigkeit, denn Böden mit eingeschränkter Wasserspeicher- und Luftkapazität bieten schlechte Standortvoraussetzungen, insbesondere für die meisten Kulturpflanzen.

Sind Böden in stofflicher Hinsicht vorbelastet (z.B. in Bodenplanungsgebieten, durch übermäßigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Havarien), so ist davon auszugehen, dass der Boden in seinem natürlichen Filter-, Puffer- und Transformationsvermögen überbeansprucht wurde und möglicherweise sogar eine Schadstoffquelle darstellt.

Informationen zu Bodenbelastungen können näherungsweise aus evtl. vorliegenden Kartierungen (z.B. Altlastenkataster, Bodenplanungsgebieten, Karten zu Bodenschäden wie Erosion, Verdichtungs- und Versiegelungserhebungen etc.) abgeleitet werden. Sind Bodenbelastungen in den für die folgenden Bewertungen herangezogenen Datengrundlagen nicht berücksichtigt, sind ggf. Abschlüsse oder Anmerkungen in der Bewertung vorzunehmen, z. B. bei Überschreitung von Schadstoffgrenzwerten oder bei stark erodierten Böden im Hinblick auf die Lebensraumfunktion.

Nach der Abgrenzung des Bewertungsraumes und der Klassifizierung der Bodennutzungstypen werden die zu betrachtenden Bodenflächen im folgenden Bewertungsschritt auf die Kriterien Seltenheit, Naturnähe und landschaftsgeschichtliche Bedeutung überprüft (vgl. Abb. 1).

4.2 Bewertung der Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturge-schichte

Bei einer Bewertung von Böden ist es nicht ausreichend, eine ausschließlich auf die natürlichen Bodenfunktionen bezogene Bestandserfassung durchzuführen. Besondere Schutzwürdigkeit können Böden auch als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte haben. Da das Kriterium der Seltenheit keiner Bodenfunktion direkt zuordnen ist, es aber doch berücksichtigt werden sollte, wird es hier mit der **Archivfunktion** behandelt. Als Naturkörper sind Böden Bestandteil der Landschaft und in sogenannten Bodengesellschaften assoziiert. Die Bodendecke weist eine für die Landschaft charakteristische Struktur auf (UBA, 2001, 2010).

Der Begriff der **Seltenheit** beschreibt einen insgesamt bzw. regional selten oder nicht großflächig vorkommenden Boden. Gründe für die Seltenheit eines Bodens sind zum einen natürliche Ursachen, aber auch anthropogene Einwirkungen können ausschlaggebend sein. Ein Boden kann landesweit selten, aber regional häufig vorkommen; ebenso gibt es Böden, die regional eine Seltenheit darstellen, aber landesweit zahlreich vorkommen (LABO, 2011). Zur Bewertung der Seltenheit wird empfohlen, den prozentualen Anteil der Bodeneinheit an der Fläche des Untersuchungsgebietes abzuschätzen und ab einem **Flächenanteil von $\leq 1\%$** von einem schutzwürdigen (weil seltenen) Boden auszugehen. Allgemein definierte Grenzen des Flächenanteils, bis zu dem eine Bodenform bzw. ein Bodentyp als „selten“ bezeichnet wird, gibt es jedoch nicht.

Die **Naturnähe** bezeichnet die ursprüngliche natürliche Standorteigenschaft und -dynamik eines Bodens, die nicht durch menschliche Aktivitäten oder Einflüsse verändert wurden (LABO, 2011). Je größer die Beeinflussung durch den Menschen, umso geringer ist der Natürlichkeitsgrad (siehe Kapitel 'Vorbelastung'). Das Vorkommen natürlicher Böden geht in Mitteleuropa gegen Null; selbst (bedingt) naturnahe Böden sind nur noch selten anzutreffen. Zu bedingt naturnahen Böden zählen Bereiche unter hauptsächlich extensiv genutztem Grünland, Heiden und naturnahen Forsten, die nicht horizontübergreifend tiefgepflügt, entwässert, abgegraben oder aufgeschüttet wurden. Je höher der Natürlichkeitsgrad, desto schutzwürdiger ist der Boden und umso größer sind Schäden durch einen Eingriff. Hilfreich zur Einschätzung der Naturnähe sind beispielsweise Nutzungs- bzw. Biotoptypenkartierungen, aber auch Bodenkarten sowie Topographische Karten einschließlich ihrer Ergänzungen und Berichtigungen.

Zusammenfassend sollen *Seltenheit* sowie *landschaftsgeschichtliche Bedeutung* und *Naturnähe* eines Bodens anhand der nachfolgenden Kriterien abgeleitet werden. Die Kriterien zur Ableitung der naturgeschichtlichen Archivfunktion sind aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellt worden (UMWELTBUNDESAMT, 2001). Die Kriterien sind als Empfehlung zu verstehen. Die gesonderte Betrachtung von Naturnähe und Seltenheit wird im Übrigen deshalb vorgenommen, da beide Begriffe nicht unmittelbar gleichzusetzen sind: Natürliche/naturnahe Böden sind generell als selten einzustufen, währenddessen seltene Böden nicht in jedem Falle natürlich sein müssen (z.B. alte Bewirtschaftungsformen).

Böden geben nicht nur Aufschluss über naturgeschichtliche Ereignisse. Natur und Landschaft einschließlich der Böden wurden durch die vielfältigen Nutzungsformen im Laufe der menschlichen Geschichte kulturell beeinflusst. Somit sind Böden wichtige Zeitzeugen früherer Bewirtschaftungsweisen und Beweisstück menschlicher Tätigkeit. Bestimmende Elemente für den Wert eines Bodens als *kulturgeschichtliche Urkunde* sind z.B. Zeugnisse spezieller Kultur- und Bewirtschaftungsformen. Welche kulturhistorischen Böden in einer Region zu erwarten sind, ist vor allem von der Art der ehemaligen und der aktuellen Bodennutzung abhängig.

- 1) Kriterien zur Bestimmung der Seltenheit der Bodeneinheit
Flächenanteil der Bodenformen und Bodenausprägungen $\leq 1\%$ an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes.
- 2) Anhaltspunkte zur Bestimmung der landschafts- oder kulturgeschichtlichen Bedeutung (Archivfunktion des Bodens).

Die **landschaftsgeschichtliche Bedeutung** von Böden bzw. Bodenformen setzt sich aus *natur- und kulturhistorischen Aspekten* zusammen.

Böden mit einer hohen Bedeutung für die landschafts- oder kulturgeschichtliche Entwicklung treten auf verschiedene Weise auf. Zum Beispiel zeigen erst Aufgrabungen eines Bodens in Zusammenhang mit baulichen Maßnahmen welche „Schätze“ sich in der Tiefe des Bodens befinden können. So wurden Schwarzerden in Dresden erst erfasst, als der Boden unter einer Wiese für bauliche Maßnahmen abgegraben, quasi geöffnet wurde. Die Schwarzerde steht als Archivboden aktuell in Dresden unter Naturschutz. Grenzen des Schutzes der Archivfunktion zeigen flächenhafte Aufgrabungsmaßnahme auf. Während der Aufgrabung des landwirtschaftlich genutzten Bodens für die Gaspipeline „EUGAL“ (von der Ostsee kommend, u.a. durch Sachsen laufend) traten glazigene Prägungen des Bodens in Erscheinung. „Eiskeilpseudomorphosen“ und „Brodelsböden“ als Zeitzeugen der glazialen Zeit (Archivfunktion der Naturgeschichte) wurden erst sichtbar, als der Oberboden abgegraben wurde. Eine darauffolgende Schutzkonzeption hat nicht stattgefunden.

Das LfULG führt in der Tabelle 1 eine offene Liste von Böden mit einer hohen landschafts- oder kulturgeschichtlichen Bedeutung. Die darin aufgeführten Böden wurden in dem sächsischen Bodenbewertungsinstrument aus dem Datenbestand des FIS-Boden abgeleitet und für das Bewusstsein der Archivböden einer digitalen Karte „Ableitung von Böden mit hoher landschafts- oder kulturgeschichtlicher Bedeutung“ integriert.

Weitere Informationen zur Archivfunktion des Bodens:

Der Leitfaden „Archivböden“ der LABO enthält Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

https://www.labo-deutschland.de/documents/Leitfaden_Archivboeden_335.pdf

„Böden enthalten generell einen hohen Informationswert über aktuelle und historische Prozesse, z. B. der Vegetations- und Klimageschichte, der Landschaftsgeschichte, Reliefbildung und Einfluss von Naturkatastrophen, aber auch der Entwicklung der ackerbaulichen Wirtschaftsweisen und ökonomischen Nutzungen, der Siedlungsentwicklung sowie der kulturellen Entwicklung der Menschheit. Diese Informationen werden in verschiedenen Fachbereichen genutzt, um zukunftsfähige Lösungen zu erarbeiten bzw. vorhandenes Wissen zu vertiefen.“

Ableitung von Böden mit hoher natur- oder kulturgeschichtlicher Bedeutung

Tabelle 1: Offene Liste von Böden mit einer hohen natur- oder kulturgeschichtlichen Bedeutung (Böden jeweils max. mit nur geringen anthropogenen Eingriffen)

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bildungen des Periglaziales, z.B. krypturbate Frostmusterböden, Brodelböden, Eiskeilpseudomorphosen, Steinringböden
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Initiale - und Rohböden aus natürlichen Substraten, z.B. Felshumusböden (FF), Skeletthumusböden (FS), Syrosemi (OO) und Lockersyrosemi (OL) anthropogen unbeeinflusst
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seltene Bodensubstrate, z.B. aus Flugsand (Sa) mit besonders basenarmen Verwitterungssubstrate (Basensättigung <5% (KAK Stufe I))
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fossile Böden und Reliktböden, allgemein z.B. Tschernosemi (TT), Terrae fuscae (CF), Fersiallite (VV)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Böden besonderer Nutzungsgeschichte, z.B. Plaggenesche (YE)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Böden der Hochlagen der Mittelgebirge, z.B. Felshumusboden (FF), Skeletthumusboden (FS), Hangley - Podsol (GGg-PP), Hangpseudogley - Podsol (SSg-PP)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Podsole extremer Ausprägung, z.B. Stagnogley-Podsol (SG-PP), Podsole mit Ortstein- bzw. Orteisenbildung oder mit sehr großer Entwicklungstiefe, begrabene Podsole (* /PP)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensiv stauvernässte Böden, z.B. Anmoorpseudogley (SSm), Stagnogley (SG)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auenrohböden, z.B. Rambla (AO), Paternia (AQ) sowie schwarzerdeähnliche Auenböden, Tschernitza (AT)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundwasserböden mit hoher Humusakkumulation, z.B. Anmoorgley (GM), Moorgley (GH)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gleye extremer Ausprägung, z.B. Bleichgley (GGi), Oxigley (GGx), Hang-(GGg) oder Quellengley (GGq)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nieder-(Hn), Übergangs-(Hu) und Hochmoor (Hu) in Normausbildung

Methode 1: Nutzung der Informationsgrundlagen „Punkt- und Flächendaten des Fachinformationssystems Boden“ (S_Stufe (K)).

<https://www.boden.sachsen.de/karte-der-bodenkundlichen-aufschlusse-sachsens-19507.html>

- interaktives Internet (IDA) wählen
- Punkt- oder Flächendaten für die jeweilige Bezugsfläche auswählen.
- Filterung „Bodentyp“ nach Tabelle 1 (z.B. TT*, CF).

Siehe: [LINK erneuern](#)

Vorschlag einer flächenhaften Auswertung (s.a. Abb. 4):

Die aus der Punktdatenbank gewonnenen Informationen werden in die betreffenden Polygone einer geeigneten Bodenkarte integriert und auf eine flächenhafte Aussage hin überprüft. Punktinformationen haben grundsätzlich einen orientierenden Charakter und können die Suche und die Berücksichtigung von Böden mit hoher natur- oder kulturgeschichtlicher Bedeutung befördern.

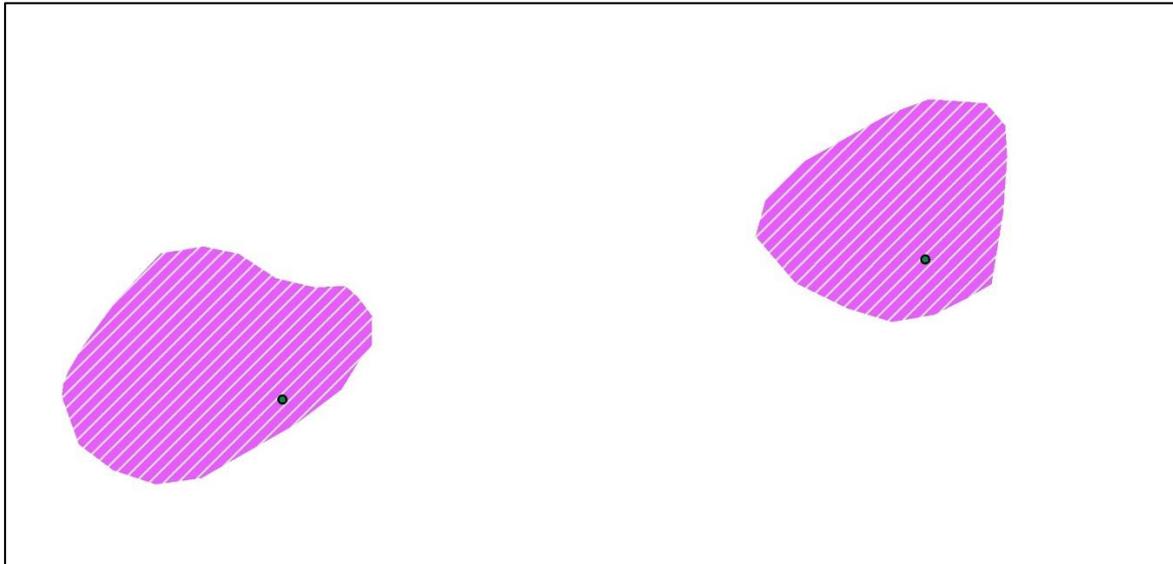


Abb.4: Beispiel einer Ableitung von Böden mit einer hohen natur- oder kulturgeschichtlichen Bedeutung; rosa Fläche: Polygon Bodenkarte, Punkt: Bodentyp mit Archivhinweis.

Methode 2: Die Tabelle 1 ist ebenfalls abfragbar nach Flächendaten (S_Stufe_P). Dazu werden Bodenkarten und ihre bodenbezogenen Flächenattribute nach Tab. 1 abgefragt und die entsprechenden Polygone selektiert und bewertet. Das Vorhandensein der Archivfunktion in der Fläche ist zu überprüfen.

Punkt- und Flächeninformationen geben orientierende Hinweise auf das Vorhandensein von Böden mit hohen natur- oder kulturgeschichtlichen Bedeutungen. Die flächenhafte Bedeutung ist durch geeignete Maßnahmen an den selektierten Standorten zu überprüfen. Dazu dienen auch die Anhaltspunkte zur Bestimmung der Naturnähe (unter 3).

3) Anhaltspunkte zur Bestimmung der Naturnähe

- Böden mit nahezu natürlichem weitgehend unverändertem Profilaufbau ohne neuzeitliche ackerbauliche Nutzung
- Böden unter naturnahem Wald
- Böden unter natürlichen Trockenrasen und Heiden
- intakte Hoch- und Niedermoore
- stark extensive Bodennutzungen (z.B. Dauergrünland)

4.3 Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen

Ableitung der Bodenteilfunktion „Lebensraum“

4.3.1 Die Bodenteilfunktion: „Lebensraum“

Kriterien: „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“ und „Böden mit besonderen Eigenschaften“

Für die Bewertung der Bodenteilfunktion „*Lebensraum*“ werden die Kriterien „*natürliche Bodenfruchtbarkeit*“ und „*Böden mit besonderen Eigenschaften*“ herangezogen. Unter „*Natürliche Bodenfruchtbarkeit*“ wird die natürliche Produktionsfähigkeit des Bodens in seiner Funktion für höhere Pflanzen verstanden. Hierbei bleibt unberücksichtigt inwieweit die Ertragsleistung von der Bewirtschaftung und Pflanzenart abhängt. Bei der Bewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit werden auch die Geländedeposition und die klimatischen Standortbedingungen nicht direkt bewertet, obwohl diese für die Ertragsleistung relevant sind. „*Böden mit besonderen Eigenschaften*“ sind besonders nasse, trockene, geringmächtige oder nährstoffarme Standorte. Diese kennzeichnen die natürliche Funktion der Böden für hoch spezialisierte natürliche bzw. naturnahe Ökosysteme bzw. deren Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen z.B. in Zusammenhang mit baulichen Inanspruchnahmen.

Für die Bewertung der Bodenteilfunktion „Lebensraum“ sind beide Ableitungen nebeneinander durchzuführen.

4.3.1.1 Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzung

Gewinnung der erforderlichen Eingangsdaten

Die Bewertung wird auf der Basis der Bodenschätzung durchgeführt. Über das Klassenzeichen und den Acker- bzw. Grünlandschätzungsrahmen (ANHANG 3) wird die Bodenwertzahl ermittelt.

Es werden Klassen der Bodenwertzahlen gebildet und die „natürliche Bodenfruchtbarkeit“ mit Punktwerten von I bis V bewertet (Tabelle 2, S. 24).

Achtung: Für die Ableitung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit aus der Bodenschätzung wird die Bodenzahl verwendet und nicht die Acker- bzw. Grünlandzahl.

Tabelle 2: Bewertung der „natürlichen Bodenfruchtbarkeit“ anhand der Bodenzahl

Bodenzahl	Bewertung Natürliche Bodenfruchtbarkeit
< 20	I
20 bis 34	II
35 bis 49	III
50 bis 69	IV
>/= 70	V

„Böden mit Böden mit besonderen Eigenschaften“, werden in der Bodenschätzungs-karte mit Wasserverhältnissen von 5 oder 5- gekennzeichnet, oder deren Klassenzei-chen weisen die in Tabelle 3 aufgeführten Zeichen auf. Sie werden nach Tabelle 3 bewertet.

Tabelle 3: Bewertung von „Böden mit besonderen Eigenschaften“ nach Angaben aus dem Klassenzeichen

Wasserverhältnisse (Grünland)	Bewertung	Klassenzeichen	Bewertung
5-	V*	Mo III	V**
5	V**	(Mo) 6 und (Mo) 7	V***

*Bewertungsstufe V aufgrund extremer Trockenheit

**Bewertungsstufe V aufgrund extremer Nässe

*** bei Acker und Zustandsstufe 6/7 bitte prüfen auf Trockenheit oder Nässe

4.3.1.2 Bewertung auf Grundlage von Daten der Bodenkundlichen Landesaufnahme

Gewinnung der erforderlichen Eingangsdaten

Für das Untersuchungsgebiet sind Kartierungsdaten, z. B. die Flächen- und ggf. Punktdaten des FIS Boden des Freistaates Sachsen im verfügbaren Maßstab, für die Bewertung heranzuziehen.

Ableitung der Bodenteilfunktionen

„Natürliche Bodenfruchtbarkeit“ (F_Stufe) und „Böden mit besonderen Eigenschaften“ (S_Stufe_tro, S_Stufe_feu)

Für die Ableitung der Kriterien „natürliche Bodenfruchtbarkeit“ und „Böden mit besonderen Eigenschaften“ werden die Bodenparameter

- I „Effektive Durchwurzelungstiefe (W_e)“ und „Nutzbare Feldkapazität (nFK)“ herangezogen und zum Bodenparameter
- I „Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFK W_e)“ verknüpft.

Der Parameter „nFK W_e “ wird Tabelle 4 abgeleitet. Die für die Ableitung erforderlichen Kenndaten sind unter ANHANG 4 aufgeführt. Ebenso werden Beispiele für die Berechnung gegeben.

Tabelle 4: Bewertung der „natürlichen Bodenfruchtbarkeit“ sowie von „Böden mit besonderen Eigenschaften“ für grundwasserferne Böden.

Parameter: nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum nFK W_e

nFK W_e in mm	Bewertung Natürliche Bodenfruchtbarkeit	Bewertung Böden mit besonderen Eigen- schaften (trockene Böden)
< 50	I	V*
50 bis < 90	II	
90 bis < 140	III	
140 bis < 200	IV	
>= 200	V	

*Bewertungsstufe V aufgrund extremen Bodentrockenpotenzials

Anmerkung und Empfehlung

- I Natürliche Bodenfruchtbarkeit:
 - Böden mit $\geq 18\%$ Hangneigung (= stark geneigt) erhalten einen Abschlag um eine Bewertungsstufe.
 - Nährstoffarme Böden mit einer Kationenaustauschkapazität (KAK $_{pot}$) von < 4 cmol/kg Boden im effektiven Wurzelraum (KAK W_e) werden mit der Bodenfruchtbarkeit Stufe I bewertet (s. S. 71-73, Tabellen 38-41).

- Böden mit besonderen Eigenschaften:
Nährstoffarme Böden haben ein hohes Biotopotenzial. Als Bodenparameter für die Kennzeichnung von nährstoffarmen Böden kann die Kationenaustauschkapazität (KAKpot) herangezogen werden (s. S. 71/72, Tabelle 41/42). Böden mit einer KAKpot von $< 4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ Boden werden als sehr nährstoffarm eingestuft und mit der **F_Stufe = I** bewertet.

Achtung: Durch Düngungsmaßnahmen kann z.B. ein landwirtschaftlich genutzter Boden im Ist-Zustand nährstoffreich sein.

- Bei grundwasserfernen Böden (reduzierender Bodenhorizont „Gr“ OTIEF ≥ 10 dm, Gr ist unterhalb des We) wird zur nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum der **kapillare Aufstieg** hinzugerechnet. Dabei wird die **kapillare Aufstiegsrate (KR)** bis zur Untergrenze von We nach Anhang 5 abgeleitet und zur nFKWe addiert, indem erst mit den Tagen der Hauptwachstumszeit (kann mit 3 Monaten (90 Tage) angenommen werden multipliziert und anschließend zur nFKWe in mm addiert wird.
- Bei Grundwasserböden (reduzierender Bodenhorizont „Gr“ OTIEF ≤ 4 dm) wird die „natürliche Bodenfruchtbarkeit“ mit der Stufe **I** bewertet und „Böden mit besonderen Eigenschaften“ mit **V** bewertet.
- Bei grundwassernahen Böden (reduzierender Bodenhorizont „Gr“ OTIEF > 4 dm bis < 10 dm) wird die „natürliche Bodenfruchtbarkeit“ mit der Stufe **II** bewertet.
- Tabelle 4 enthält die Bewertung für grundwasserferne Böden. Für die Bodenklasse Stauwasserböden, Gleye und Moore wird Tabelle 5 herangezogen. Böden mit besonderen Standorteigenschaften erhalten die Bewertungsstufe **V**.

Tabelle 5: Bewertung von „Böden mit besonderen Eigenschaften“ für Grundwasserböden und nasse Böden

Bodenklasse	Bodentyp (Beispiele)	Bewertung Böden mit besonderen Eigenschaften (feuchte/nasse Böden)
Stauwasserböden	<ul style="list-style-type: none"> • Extreme Pseudogleye (SS) (Humusstufe ≥ 3 und Ökologischer Feuchtegrad $\leq III$) 	V*
	<ul style="list-style-type: none"> • Stagnogleye (SG) 	V*

Gleye	<ul style="list-style-type: none"> • Moorgleye (GH) • Anmoorgleye (GM) • Hanggleye (GGg) • Quellgleye (GGq) • Nassgleye (GN) 	<p>V*</p> <p>V*</p> <p>V*</p> <p>V*</p> <p>V*</p>
Moore	<ul style="list-style-type: none"> • Niedermoore (HN) • Hochmoore (HH) 	<p>V*</p> <p>V*</p>

*Bewertungsstufe V aufgrund extremer Nässe oder Feuchte

- ! Tabelle 6 enthält die Bewertung für Böden mit hohem Vernässungsgrad. Zusätzlich zu den typischen Bodenklassen bzw. Bodentypen wird der Vernässungsgrad für die Bewertung der Böden herangezogen.

Tabelle 6: Bewertung von „Böden mit besonderen Eigenschaften“ (Böden mit hohem Vernässungsgrad)

Vernässungsgrad	Bezeichnung	Humusgehalt (Schwankung)	Merkmale
VNG 5	sehr stark vernässt	h5 - h6	äußerst hoch eisen(mangan)-fleckig, äußerst hoch reduktionsfleckig
VNG 6	äußerst stark vernässt	h6 – h7	sehr schwach eisen(mangan)-fleckig, äußerst hoch reduktionsfleckig

*Bewertungsstufe V aufgrund extremer Vernässung

Ableitung der Bodenteilfunktion „Bestandteil des Wasserkreislaufs“ (W_Stufe)

4.3.2 Bodenteilfunktion: „Bestandteil des Wasserkreislaufs“ Kriterium: „Wasserspeichervermögen des Bodens“

4.3.2.1 Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzung

Gewinnung der erforderlichen Parameter

Die Bewertung wird auf der Basis der Bodenschätzung durchgeführt. Unter Auswahl der Bodenzahl werden die Böden nach Tabelle 6 eingestuft (analog Tab. 2).

Die Bewertung der Bodenteilfunktion „Wasserspeichervermögens des Bodens“ erfolgt analog der Bewertung von Tabelle 2 und ist bezogen auf die Erfassungstiefe der Bodenschätzung (ca. 1m).

Tabelle 7: Bewertung des Wasserspeichervermögens des Bodens

Bodenzahl	Bewertung Wasserspeichervermögen des Bodens
< 20	I
20 bis 35	II
36 bis 50	III
51 bis 70	IV
> 70 (und Moore)	V

4.3.2.2 Bewertungen auf Grundlage von Daten der Bodenkundlichen Landesaufnahme

Gewinnung der erforderlichen Parameter

Es sind die Informationen der nutzbaren Feldkapazität (nFK, siehe Anhang 4) für die Ableitung zu übernehmen und auf die potenzielle Durchwurzelbarkeit (Wp) zu übertragen. Die potenzielle Durchwurzelbarkeit ist eine Information der digitalen Bodenkarte BK50 und Kennwert der Bodenkundlichen Kartieranleitung, Teil C (2015).

Anmerkung und Empfehlung

- I Böden mit $\geq 18\%$ Hangneigung (= stark geneigt) erhalten einen Abschlag um eine Bewertungsstufe.
- I Bei der Beurteilung der Teilfunktionen „Bestandteil im Wasserkreislauf“ wird der kapillare Aufstieg nicht berücksichtigt. Die ermittelte Wertstufe ist ggf. bei Kenntnissen über Beeinträchtigungen der Infiltrations- und Wasserrückhalteeigenschaften, z.B. infolge von Bodenverdichtungen, Meliorationen und/oder Flächennutzungen, herabzusetzen.

Tabelle 8: Bewertung der Wasserspeichervermögen des Bodens „natürlichen Bodenfruchtbarkeit“. Parameter: nutzbare Feldkapazität in der potenziellen Wurzelraumtiefe nFKWp (max. Bodentiefe 15 dm).

nFKWp in mm	Bewertung Wasserspeichervermögen des Bodens
< 75	I
75 bis < 150	II
150 bis < 225	III
225 bis < 300	IV
≥ 300	V

Ableitung der Bodenteilfunktion „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen“ (P_Stufe)

4.3.3 Bodenteilfunktion: „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen“ *Kriterium: „Filter und Puffer für Schadstoffe“*

Unter „Filter und Puffer für Schadstoffe“ wird die Fähigkeit des Bodens verstanden, gelöste oder suspendierte Stoffe von ihrem Transportmittel zu trennen. Die Fähigkeit kann aus mechanischen oder physikalisch-chemischen Filtereigenschaften abgeleitet werden.

In Gebieten mit großflächigen Schadstoffbelastungen sind zusätzliche Verfahren zur Bewertung der Funktionalität von mit Schadstoffen belasteten Böden heranzuziehen. Siehe dazu z. B. den „Leitfaden Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten zur flächenhaften Darstellung und Beurteilung von Schadstoffen in sächsischen Böden“ (Stand 05/2007) und die „Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Bodenschutzrechtes in Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten“, (Stand 02/2014). <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/12276.htm>

4.3.3.1 Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzung

Gewinnung der erforderlichen Eingangsdaten

Die Bewertung wird auf Grundlage der Bodenschätzung durchgeführt. Eingangsgrößen sind die Bodenart in Verbindung mit der Entstehungsart und der Zustandsstufe (bei Ackerflächen) bzw. die Bodenart in Verbindung mit der Zustandsstufe und Wasserverhältnissen (bei Grünland).

Die Bewertung des Kriteriums „*Filter und Puffer für Schadstoffe*“ wird anhand Tabelle 8 durchgeführt (siehe Seite 28).

Tabelle 9: Bewertung der Teilfunktion „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen“ auf Grundlage des Klassenzeichens der Bodenschätzung
(Quelle: ARBEITSKREIS BODENSCHUTZ des Umweltministeriums Baden-Württemberg, 1995)

Ackerflächen								
Bodenart	Entstehung	Wertstufen bei Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
S	D	-	II	II	II	I	I	I
	Al	-	II	II	I	I	I	I
	V	-	II	II	1	I	I	I
Sl	D	-	III	III	II	II	I	I
	Al	-	III	III	II	II	I	I
	V	-	III	III	II	I	I	I
IS	D	IV	III	III	III	II	II	I
	Lö	IV	IV	III	III	III	II	I
	Al	IV	III	III	III	II	II	I
	V	-	III	III	III	II	I	I
	Vg	-	-	II	II	II	I	I
SL	D	V	IV	IV	III	II	II	II
	Lö	V	V	V	IV	IV	III	II
	Al	V	V	IV	IV	III	III	III
	V	-	IV	III	III	II	I	I
	Vg	-	-	III	II	II	I	I
sL	D	V	V	IV	IV	III	III	II
	Lö	V	V	IV	IV	IV	III	III
	Al	V	V	IV	IV	IV	III	III
	V	V	V	IV	III	III	II	II
	Vg	-	-	III	III	II	II	I
L	D	V	V	IV	IV	III	III	II
	Lö	V	V	IV	IV	IV	III	III
	Al	V	V	IV	IV	III	III	III
	V	IV	IV	IV	III	III	II	II
	Vg	-	-	IV	III	III	II	I
LT	D	V	V	IV	IV	III	III	III
	Al	V	V	V	V	IV	IV	III
	V	V	V	V	IV	IV	IV	III
	Vg	-	-	V	IV	IV	II	II
T	D	-	V	V	V	V	IV	IV
	Al	-	V	V	V	V	IV	IV
	V	-	V	V	V	IV	III	III
	Vg	-	-	IV	IV	IV	III	III

Fortsetzung Tabelle 9

Grünlandflächen						
Bodenart	Zustandsstufe	Wertstufen bei Wasserverhältnissen				
		1	2	3	4	5
S	I	III	II	II	I	I
	II	II	II	I	I	I
	III	II	I	I	I	I
IS	I	III	III	II	I	I
	II	III	II	II	I	I
	III	II	II	I	I	I
L	I	V	IV	IV	III	III
	II	IV	IV	III	III	II
	III	III	III	III	II	II
T	I	V	V	V	IV	IV
	II	IV	IV	IV	III	III
	III	III	III	III	III	III

Anmerkung und Empfehlung:

- Tabelle 8 enthält eine grobe Abschätzung der Bodenteilfunktion „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen“. Die Unterscheidung nach einzelnen Schadstoffgruppen (anorganische Schadstoffe, organische Schadstoffe, Säuren) kann nicht erfolgen.
- Moore werden grundsätzlich wegen der möglichen Bildung löslicher Komplexe von Schad- und Huminstoffen sowie unter dem Gesichtspunkt der Stoffsenken mit der Stufe I bewertet (= Böden sehr geringer Filter- und Pufferkapazität).
- Wenn im Klassenzeichen mehrere Entstehungsarten angegeben sind, wird jeweils nur die erstgenannte berücksichtigt (z.B. bei Klassenzeichen „L4LoV“ wird für die Entstehung „Lo“ angenommen).

4.3.3.2 Bewertung auf Grundlage von Daten der Bodenkundlichen Landesaufnahme (KA 5)

Gewinnung der erforderlichen Eingangsdaten

Für das Untersuchungsgebiet sind Kartierungsdaten, z. B. die Flächen- und ggf. Punktdaten des FIS Boden des Freistaates Sachsen im verfügbaren Maßstab für die Bewertung heranzuziehen.

Aus den Daten ist mittels der Ableitungstabellen (ANHANG 6) die Luftkapazität (LK) und die potentielle Kationenaustauschkapazität (KAKpot) abzuleiten.

- Als Luftkapazität (LK) wird der mit Luft gefüllte Anteil des Porenraumes (in Vol.-% des Gesamtbodens) bei Feldkapazität betrachtet (Porendurchmesser >50 µm).
- Die Kationenaustauschkapazität (KAKpot) stellt die Menge der austauschbar gebundenen Kationen eines Bodens dar (cmolc/kg Boden).

Tabelle 10: Bewertung der Gesamtfilterwirkung einheitlicher Bodenhorizonte bzw. -schichten für mobile chemische Stoffgruppen (AG Boden, 2005)

(Poren > 50µm) Luftkapazität in Stufen	Stufen der physikochemischen Filterwirkung				
	KAKWe I	KAKWe II	KAKWe III	KAKWe IV	KAKWe V
	Wertstufen der Filterwirkung				
LKWe I	III	IV	IV	V	V
LKWe II	III	III	IV	IV	V
LKWe III	II	III	III	IV	IV
LKWe IV	II	II	III	III	IV
LKWe V	I	II	II	III	III

Wertstufen	Bewertung physikochemischen Filterwirkung
I	Sehr gering
II	Gering
III	Mittel
IV	Hoch
V	Sehr hoch

Anmerkung und Empfehlung:

- I Böden mit >18% Hangneigung (= stark geneigt) erhalten einen Abschlag um eine Bewertungsstufe.
- I Neben der Luftkapazität und der Kationenaustauschkapazität ist die Mächtigkeit des Bodenprofils für die Filterwirkung von Bedeutung. Bei geringmächtigen Böden ist gegebenenfalls die ermittelte Bewertungsstufe zu verringern.
- I Bei grundwassernahen Böden (reduzierender Bodenhorizont „Gr“, „Hr“ OTIEF > 4 dm bis < 10 dm) wird die „Filterwirkung“ mit der Stufe II bewertet.
- I Bei Grundwasserböden (reduzierender Bodenhorizont „Gr“, „Hr“ OTIEF ≤ 4 dm) wird die „Filterwirkung“ mit der Stufe I bewertet.
- I Böden und Gesteine vermögen Nitrate weder mechanisch noch chemisch zu filtern bzw. zu trennen. Für die spezielle Betrachtung der Nitratverlagerung - z. B. bei der Wasserschutzgebietsplanung - enthält die Fachliteratur entsprechende Verfahrensvorschläge (siehe z. B. SEIFFERT & TENHOLTERN, 1998).
- I Die Mobilität der einzelnen Schwermetalle und organischen Schadstoffe ist von weiteren unterschiedlichen Bodenparametern abhängig.

4.4 Einschätzung der Empfindlichkeit

Hier ist zu klären, gegenüber welchen Beeinträchtigungsfaktoren die Böden empfindlich reagieren. Diese sind z.B. Versiegelung, Bodenauf- und -abtrag, Änderungen der Wasserverhältnisse, Erosion durch Wind und Wasser sowie (Schad)Stoffeinträge.

Die Empfindlichkeit eines Bodens ist abhängig von seinen biologischen, physikalischen, chemischen und mineralogischen Eigenschaften. Auf Faktoren wie Versiegelung und Bodenauf- bzw. -abträge reagiert jeder Boden empfindlich; bei den anderen Beeinträchtigungsfaktoren kann zwischen Empfindlichkeitsstufen differenziert werden.

4.4.1 Erodierbarkeit durch Wasser

Der Bodenabtrag durch Erosion spielt im Rahmen des Bodenschutzes eine zentrale Rolle, denn der Bodenverlust überschreitet die Boden Neubildung bei weitem. Für eine genaue Beurteilung der Erosionsgefährdung sind neben Angaben zur Niederschlagsmenge und -intensität, zum Relief und zur Bewirtschaftungsart auch geeignete Bodenparameter erforderlich. Erosionsgefährdet sind Böden mit geringem Humusgehalt sowie Böden mit hohem Schluff- oder Feinsandanteilen, geringem Skelettgehalt, ungünstigem Bodengefüge sowie schlechter Wasserdurchlässigkeit. Der langfristige mittlere Bodenabtrag durch Wasser kann mit der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) beschrieben werden. Die Einzelfaktoren sind durch komplexe Gleichungen nach DIN 19708 zu ermitteln (s.u.).

Im Rahmen des Bewertungsverfahrens kann der sogenannte *K-Faktor* zur ersten Abschätzung der Erodierbarkeit in Abhängigkeit von der Bodenart herangezogen werden. Der K-Faktor enthält Bodeneigenschaften wie z.B. Durchlässigkeit, Infiltration, Körnung, Humusgehalt und Aggregatstabilität. Die Abschätzung mittels des K-Faktors liefert grobe Aussagen bezüglich der Erodierbarkeit des Bodens (siehe Tabelle 11 bzw. Tabelle 12). Bei der Durchführung der Bewertung wird jeweils die Bodenart des obersten Bodenhorizontes berücksichtigt. Die *Eb_Was_Stufe* beschreibt die Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser.

Während zwischen den Anteilsklassen des Skelettvolumens Stufen 1 und 2 (s.a. Tab. 30) kein wesentlicher Unterschied in der Erodierbarkeit der Böden besteht, nimmt mit jeder weiteren Erhöhung der *Skelett_Stufe* die Erodierbarkeit des Bodens um eine *Eb_Was_Stufe* ab, sofern er nicht schon in der niedrigsten *Eb_Was_Stufe* 1 ist.

Bodenflächen mit starken Hangneigungen ($\geq 18\%$) erhalten eine *Eb_Was_Stufe* Zuschlag.

Tabelle 11: Bewertung der Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser (Eb_Was_Stufe) in Abhängigkeit von der Bodenart nach KA 5 (DIN 19708, leicht geändert)

Bodenart	K-Faktor	Erodierbarkeit durch Wasser	Eb_Was_Stufe
gS, mS, Ts2, Ts3, Ts4, Tl, Tt	< 0,1	sehr gering	I
Ss, St2, St3, Lts, Tu2	0,1 – 0,2	gering	II
Su2, Sl2, Sl3, Sl4, Lt2, Lt3, Ls3, Ls4, Tu3	0,2 - 0,3	mittel	III
fS, Su3, Su4, Slu, Lu, Ls2, Tu4	0,3 - 0,5	hoch	IV
ffS, Uu, Us, Uls, Ut2, Ut3, Ut4	>= 0,5	sehr hoch	V

s.a. Modifikationen durch Skelettstufe.

Tabelle 12: Bewertung der Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser in Abhängigkeit von der Bodenart nach Bodenschätzung (Schwertmann, U. Vogel, W. und M. Kainz, 1990)

Bodenart	Entstehung	K-Faktor Zustandsstufe ≤ 4 ≥ 5	Eb_Stufe
S	D, Al, V	0,10	I
SI	D, Al, V	0,15	II
IS	D, Al, V	0,20	II
	Lö	0,25	III
	Vg	0,15	II
SL	D, Al, V	0,30 – 0,25	III
	Lö	0,35	IV
	Vg	0,15	II
sL	D, Al, V	0,40	IV
	Lö	0,50	IV
	V	0,30	III
	Vg	0,20	II
L	D, Al	0,50	IV
	Lö	0,55	V
	V	0,40 – 0,35	IV
	Vg	0,25 – 0,20	III
LT	D, Al	0,40 – 0,35	IV
	V	0,30 – 0,25	III
	Vg	0,20	II
T	D, Al	0,30	III
	V	0,25	III
	Vg	0,15	II

Für eine weiterführende Bewertung der „Natürlichen Erosionsgefährdung durch Wasser oder durch Wind“ sind zusätzliche Eingangsdaten erforderlich, s.a. <https://www.boden.sachsen.de/erosionsgefaehrungskarten-19346.html>. Eine wichtige Größe ist z.B. die Hangneigung (S-Faktor). Mit zunehmender Hangneigung kann der Bodenabtrag steigen, denn je schneller das Wasser hangabwärts fließen kann, umso so stärker wirken auch die Ablösungs- und Transportkräfte des Wassers. Der K-Faktor wird mit dem S-Faktor und R-Faktor (Erosivität durch Starkregen) zum Ergebniswert „Natürliche Erosionsgefährdung durch Wasser“ kombiniert und in 5 Stufen dargestellt.

4.4.2 Erodierbarkeit durch Wind

Die Anfälligkeit eines Standortes für die Erosion durch Wind ergibt sich aus der Erodierbarkeit der Böden und nimmt mit der Erosivität des Windes am Standort zu (zunehmendes Jahresmittel der Windgeschwindigkeit, DIN 19706).

Die Erodierbarkeit der Böden durch Wind nimmt vom Anteil an Ton über Lehm und Schluff zu Sand an der Bodenmatrix zu und wird zusätzlich von der organischen Substanz beeinflusst (Tab. 13).

Tabelle 13: Bewertung der Erodierbarkeit durch Wind (Eb_Wi_Stufe) in Abhängigkeit von der Bodenart und vom Gehalt an organischer Substanz.

Bodenart	Gehalt an organischer Substanz des trockenen Bodens		
	<1	1 bis 15	>15 bis 30
Tt, Tu4, Tu3, Tu2, Tl, Ts2, Ts3, Ts4	Eb_Wi_1	Eb_Wi_0	Eb_Wi_1
Lts, Ls4, Ls3, Ls2, Lt2, Lt3, Lu, Uu, Ut2, Ut3, Ut4, Sl4, St3	Eb_Wi_2	Eb_Wi_1	Eb_Wi_2
Us, Slu, Sl3, St2	Eb_Wi_3	Eb_Wi_2	Eb_Wi_3
Sl2, Su2, Su3, Su4 <i>feinsandarm</i>	Eb_Wi_4	Eb_Wi_3	Eb_Wi_4
Sl2, Su2, Su3, Su4 <i>feinsandreich</i>	Eb_Wi_5	Eb_Wi_4	Eb_Wi_5
mS, gS, mSgs, gSfs, gSms	Eb_Wi_5	Eb_Wi_4	Eb_Wi_5
fSgs, mSfs, fS, fSms	Eb_Wi_5	Eb_Wi_5	Eb_Wi_5
Tiefkulturen auf Sand und Sandmischkulturen			Eb_Wi_5
Ackerbaulich genutzte Moorböden			Eb_Wi_5

Tabelle 13a: Bewertung der Erodierbarkeit des Bodens durch Wind (Eb_Wi_Stufe)

Erodierbarkeit durch Wind	Eb_Wi_Stufe
sehr gering	I
gering	II
mittel	III
hoch	IV
sehr hoch	V

4.4.3 Änderungen der Wasserverhältnisse

Ausgehend von den Überlegungen zur Empfindlichkeit von Boden und Bodenfunktionen gegenüber Veränderungen der Wasserverhältnisse werden Informationen aus den bereits durchgeführten Bewertungsschritten abgeleitet. Hierzu können beispielsweise Böden mit besonderen Standorteigenschaften herangezogen werden, die bereits bei der Charakterisierung der Lebensraumfunktion zum Einsatz kamen. Die Einschätzung der Empfindlichkeit soll nicht über eine Stufenbewertung erfolgen, sondern besser in der Form „empfindlich“ bzw. „unempfindlich“ ausgewiesen werden.

4.4.3.1 Empfindlichkeit bei Trockenlegung, Austrocknung

Änderungen des Grundwasserstandes können mit z.T. irreversiblen Schäden für Böden und Ökosysteme verbunden sein. Gegenüber Grundwasserabsenkungen sind besonders solche Böden empfindlich, deren Funktionen von einem hohen Grundwasserstand abhängen, so z.B. Moore, Nass- und Auengleye, sowie grundwasserbeeinflusste Böden, z.B. Gleye und vergleyte Böden.

Böden mit nassen und extrem feuchten Eigenschaften werden aus den Bewertungen der Bodenteilfunktion Lebensraum und Lebensgrundlage gefiltert und als Böden mit „*Empfindlichkeit bei Trockenlegung*“ dargestellt.

4.4.3.2 Empfindlichkeit bei Bewässerungen

Andererseits können Grundwasseranstau- bzw. Bewässerungsmaßnahmen zur Vernässung von staunässeempfindlichen und natürlicherweise trockenen, terrestrischen Böden führen. Die Bodenfunktionen sind durch das Fehlen bzw. das Vorhandensein von Grund- und Stauwasser und durch ein sehr geringes Wasserspeichervermögen geprägt. Folglich reagieren natürlicherweise trockene Böden empfindlich auf Vernässung.

Böden mit extrem trockenen Eigenschaften werden aus den Bewertungen der Bodenteilfunktion Lebensraum und Lebensgrundlage gefiltert und als Böden mit „*Empfindlichkeit bei Bewässerung*“ dargestellt.

4.4.4 Empfindlichkeit bei Stoffeinträgen

Auf der Grundlage der Bewertungsergebnisse zum Filter- und Puffervermögen von Böden lassen sich analog zu Punkt 4.4.2 Aussagen zur Empfindlichkeit gegenüber möglichen (Schad-) Stoffeinträgen ableiten. Böden mit den Wertstufen I bis II (siehe Tabellen 8 und 9) sollten dabei generell als empfindlich eingestuft werden; Böden, die die Wertstufen III, IV und V erhielten, gelten als weniger empfindlich, dürfen aber - wie bereits erwähnt - in ihrer Regelungsfunktion keinesfalls überbeansprucht werden.

Böden mit den Wertstufen I bis II werden aus den Bewertungen der Bodenteilfunktion Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen gefiltert und als Böden mit „*Empfindlichkeit bei Stoffeintrag*“ dargestellt.

Literatur

- Ad-hoc-AG Boden des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA-GEO) (2007): Methodenkatalog. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Hrsg: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. verbesserte und erweiterte Auflage. (KA 5), Hannover (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2009): Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz. Hannover (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- Arbeitskreis Stadtböden (1996): Kartieranleitung Stadtböden - 4. Entwurf, Sekretariat Büro für Bodenbewertung Kiel, unveröffentlicht.
- Bodenkundlichen Kartieranleitung, Teil C (2015): Siehe Dehner et al. (2015)
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2021): Bodenfunktionen. INTERNET: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Informationsgrundlagen/Datenauswertung/Methodenbank/bodenfunktionen_mehr.html?nn=1958190. Abgriff Februar 2021.
- Bundesverband Boden e. V. Fachausschuss 3.1 Bewertung von Böden in der Bauleitplanung (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Vorsorgeorientierte Bodenbewertung, BVB-Materialien Band 6, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- Dehner, U., Renger, M., Bräunig, A., Lamparter, A., Bauriegel, A., Burbaum, B., Hartmann, K.-J., Hennings, V., Idler, F., Krone, F., Martin, W., Meyer, K. & F. Waldmann (2015): Neue Kennwerte für die Wasserbindung in Böden - Ergebnisse der Abstimmung zwischen dem Personenkreis Wasserhaushaltstabellen der Ad-hoc-AG Boden und dem DWA. Internet: http://eprints.dbges.de/1160/1/Neue_Kennwerte_f%C3%BCr_die_Wasserbindung_in__Boeden__DBG-Tagung_2015.pdf. Abgriff 17.07.2019.
- DIN 19706 (2013): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind.
- DIN 19708 (2017-08): Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. DIN NAW, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- DWA-A 920-1(2017): Bodenfunktionsansprache - Teil 1: Ableitung von Kennwerten des Bodenwasserhaushalts (Dezember 2016), (Stand: korrigierte Fassung Dezember 2017). Verlag: DWA. ISBN: 978-3-88721-381-7.
- HNLUG (2021): Kompensation von Eingriffen in das Schutzgut Boden, <https://www.hlnug.de/themen/boden/vorsorge/bodenschutz-in-der-planung/kompensation-schutzgut-boden>, Abgriff INTERNET 07.07.2021
- Klein, M.; Riecken, U.; Schröder, E. (1997): Begriffsdefinitionen im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Landwirtschaft, Naturschutz und Landschaftsplanung 29, (8), 1997, 229-237.
- Kuntze, H. [Hrsg.]; Roeschmann, G. [Hrsg.]; Schwerdtfeger, G. [Hrsg.] (1994): Bodenkunde, Stuttgart (Ulmer).
- LABO (2011): Archivböden. INTERNET https://www.labo-deutschland.de/documents/Leitfaden_Archivboeden_335.pdf, Zugriff 30.06.2020
- LfULG (2018): Bodenerosion. LfULG Internet. <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/12208.htm>
- Lynar, W.; Schneider, U.; Brahm, E.; Hübler, K.-H. [Hrsg.] (1989): Bodenschutz in Stadt- und Industrielandschaften, Taunusstein (Blottner).

- Rösch, A.; Kurandt, F. (1950): Bodenschätzung, 3. Aufl., Fotomechanischer Nachdruck 1991 (nur Teil „Bodenschätzung“) der Ausgabe 1950, Berlin (Carl-Heymann).
- RSU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1987): Umweltgutachten 1987, Stuttgart, Mainz (Kohlhammer).
- Sauer, S. (1999): Nutzung der Bodenschätzung zur Erstellung von Bodenfunktionskarten, dargestellt am Beispiel der nutzbaren Feldkapazität, DBG-Mitteilungen 1991, S, 1076-1079
- Schmidt, J.; v. Werner, M.; Michael, A.; Schmidt, W. (1996): Erosion 2D/3D - Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft und Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie [Hrsg.].
- Schwertmann, U.; Kogl, W.; Kainz, M (1990): Bodenerosion durch Wasser, Stuttgart (Ulmer)
- Seiffert, S.; Tenholtern R. (1998): Anwendungsbeispiele für das Fachkonzept der DBG zur Beurteilung des standörtlichen Nitratverlagerungsrisikos in Sachsen. Wasser und Boden 50/9, S. 41-46, Berlin
- Umweltbundesamt (2010): Die Böden Deutschlands. Ein Reiseführer. INTERNET 2021. Zugriff 0.03.2021.
- Umweltbundesamt [Hrsg.] (2001): Zu den Böden Deutschlands. 1. Auflage, Berlin

ANHANG

ANHANG 1

Tabelle 14: Übersicht der betrachteten Bodenfunktionen mit Zuordnung zu den Bodenfunktionen nach BBodSchG sowie für die Bewertung verwendete Parameter

Bodenfunktion nach BBodSchG	Bodenteilfunktion	Kriterium	Parameter	Datengrundlage	Maßstab / Planungsgebiet	Quellen
					Bemerkungen	
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen	Lebensraum	Natürliche Bodenfruchtbarkeit	Bodenwertzahl	Bodenschätzung	Parzellenscharf, nicht vollflächig >= 1:10.000, kaum aktualisiert Einfaches Verfahren auf Grundlage der Bodenschätzung.	Schmidt u. Heinze (1998) (-geänd.-)
			„Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum“ und ggf. „pflanzenverfügbares Bodenwasser“	Bodenkartierung	alle Maßstäbe Das Verfahren berücksichtigt alle Zu- und Abschlüge zur nFKWe infolge Humus- und Grobskelettgehalt, kapillarer Aufstieg, Bodenmächtigkeit	Ad hoc AG Boden (2009), LfULG (2009)
		Böden mit besonderen Eigenschaften	Bodenwertzahl Klassenzeichen	Bodenschätzung	Parzellenscharf, nicht vollflächig >= 1:10.000, kaum aktualisiert Einfaches Verfahren auf Grundlage der Bodenschätzung.	Umweltministerium Baden-Württemberg (1995)
			„Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum“, Kationenaustauschkapazität, Bodentyp	Bodenkartierung	alle Maßstäbe Die Basensättigung wird auf den amtlichen Bodenkarten des LfULG für jede Legendeneinheit geführt.	Ad hoc AG Boden (2009), LfULG (2009)

Fortsetzung Tabelle 14

Bodenfunktion nach BBodSchG	Bodenteilfunktion	Kriterium	Parameter	Datengrundlage	Maßstab / Planungsgebiet	Quellen
					Bemerkungen	
Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Bestandteil des Wasserkreislaufs	Wasserspeichervermögen des Bodens	Bodenzahl	Bodenschätzung	Parzellenscharf, nicht vollflächig $\geq 1:10.000$, kaum aktualisiert Geringe Aussageschärfe, da wesentliche Einflussfaktoren aus der Bodenschätzung nicht direkt abgeleitet werden können.	Umweltministerium Baden-Württemberg (1995)
			„Nutzbare Feldkapazität im potenziellen Wurzelraum“	Bodenkartierung	alle Maßstäbe Das Verfahren berücksichtigt alle Zu- und Abschlüge zur nFKWe infolge Humus- und Grobskelettgehalt. Die ermittelte Wertstufe ist durch vorhandene, die Wasserleitfähigkeit beeinträchtigende Flächennutzungen ggf. herabzusetzen.	
Abbau-, Ausgleichs- u. Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers	Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen	Filter und Puffer für Schadstoffe	Klassenzeichen	Bodenschätzung	Parzellenscharf, nicht vollflächig $\geq 1:10.000$, kaum aktualisiert Geringe Aussageschärfe, da wesentliche Einflussfaktoren aus der Bodenschätzung nicht direkt abgeleitet werden können.	Umweltministerium Baden-Württemberg (1995)
			Kationenaustauschkapazität und Luftkapazität	Bodenkartierung	alle Maßstäbe Ermittlung ausschließlich ordinal skalierten Kennwerte, verbunden mit einem begrenzten Aussagewert des Ergebnisses, vereinfachte Bewertung des Prozessgeschehens.	

Tabelle 15: Übersicht der betrachteten Bodenempfindlichkeiten mit Zuordnung der für die Bewertung verwendeten Parameter

Bodenempfindlichkeit	Kriterium	Parameter	Datengrundlage	Maßstab / Planungsgebiet	Quellen
Bodenerosion	Bodenerodierbarkeit durch Wasser	K-Faktor bzw. E2D/E3D – Parameter	Bodenkartierung, Bodenschätzung	K-Faktor: Übersichtsdarstellungen, E2D/E3D: große Maßstäbe	LFULG (2020) AD HOC AG BODEN (2020) LFL/LFUG, (1998) KUNTZE, H. ET AL. (1994)
	Bodenerodierbarkeit durch Wind	Bodenart, Organische Substanz	Bodenkartierung		
Änderungen der Wasserverhältnisse	extrem nasse oder trockene Böden	Wertstufen	Bodenkartierung / Bodenschätzung	alle Maßstäbe	AD HOC AG BODEN (2020), Umweltministerium Baden-Württemberg (1995)
Stoffeinträge	Filter- und Puffervermögen von Böden	Wertstufen	Bodenkartierung / Bodenschätzung	alle Maßstäbe	AD HOC AG BODEN (2020), Umweltministerium Baden-Württemberg (1995)

ANHANG 2: Auswahl möglicher Informationsgrundlagen

1. Bodenkundliche Informationen

Tabelle 16: Bodenkundliche Datengrundlagen

Information	Inhalt	Flächenabdeckung in 2008
Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK 200), KA 4/KA 5	generalisierte Altdatenbasis ergänzt durch Realprofile	100%
Bodenkarte 1:50.000 (BK50), KA 5 / KA 6	Systematische bodenkundliche Landesaufnahme	100 %
Stadtbodenkarten	für anthropogene Böden	einzelne kreisfreie Städte
Punktdaten KA 5 / KA6	Realprofile mit Punkt- und Ortsbezug	Analog systematische bodenkundliche Landesaufnahme
Bodenmessprogramm Totalgehalte / Königswasser- extrakte (BBodSchV)	Messnetze (Flächen- und Punktbezug)	Messraster 4*4 km, in Teilen 1*1km oder dichter
Bodenschätzung <ul style="list-style-type: none"> • Validierte Altdaten • Übersetzte Altdaten • Originaldaten 	Altdaten Reichsbodenschätzung - parzellenscharf - nicht vollflächig, da nur die historische LW-Fläche abgebildet wird.	Bodenschätzungsdaten in Originalform sind in digitaler Erfassung und bis ca. 2020 im Freistaat Sachsen vollständig verfügbar.

2. Sonstige Kartenwerke

- Topographische Karten
 - zur Erfassung der Flächennutzung, der Höhenlage, der Hangneigungsstufen, der Reliefformen (z.B. zur Beurteilung der Erosionsgefährdung durch Wasser), sämtliche veränderte Auflagen.
- Ergänzungen und Berichtigungen der Topographischen Karten
- Historische Karten
 - Die Nutzungsarten früherer Zeiten geben Hinweise auf natürliche Standorteigenschaften, z.B. auf Ackerstandorte (in der Regel nicht vernässte Flächen) oder podsolierte Böden (häufig ehemalige Heideflächen). Alte Ackerflächen deuten in Nordwest-Deutschland oft auf das Vorkommen von Plaggeneschen hin, Dauergrünland auf Moor und Anmoorgley. Heute nicht mehr vorhandene Gewässer können auf Aufschüttungen, wilde Deponien usw. hinweisen. Eine Überlagerung der Karten ergibt ein Bild der Nutzungsgeschichte. Folgende Informationen lassen sich beispielsweise ableiten:
 - * Ein wiederholter Wechsel von Wald- und Ackernutzung lässt auf Grenzertragsflächen schließen und eventuell auf bestimmte Böden bzw. Bodeneigenschaften.
 - * Durch den Vergleich von Karteninhalten lässt sich das ungefähre Alter der Nutzungstypen (Siedlungen, Gärten, Parks), anthropogene Einflüsse und die Bodenentwicklung abschätzen; z.B. ist in alten, intensiv genutzten Gärten (Schloss- und Klostergärten) eine Entwicklung bis hin zu Hortisolen zu erwarten.
 - * Ap-Horizonte von Grünanlagen heutiger Siedlungen lassen sich durch eine frühere landwirtschaftliche Nutzung erklären.
- Geologische Karten

- Erfassung der Substrate, insbesondere ihrer Petrographie; häufig sind auch geogenetische und stratigraphische Angaben von Bedeutung. Dadurch können Zusammenhänge über Eigenschaften, Verbreitung, Variationsbreite und Vergesellschaftung unterschiedlicher Böden besser erfasst werden. Die Karten liefern Angaben über Substrate (natürliche und z.T. künstliche) der Bodenbildung und dienen zur Abgrenzung von Böden und Bodengesellschaften. Zum Zeitpunkt der Kartenerstellung bekannte starke Bodenveränderungen und Aufschüttungen (Halden) ermöglichen die Abgrenzung junger Bodenbildungen.
- Grundwasserkarten
 - Aus Grundwasserpegelstandmessungen können die mittleren Grundwasserstände über den vorliegenden Zeitraum ermittelt werden. Durch Interpolation zwischen den Pegeln lässt sich unter Hinzuziehung von topographischen Karten der mittlere Grundwasserflurabstand abschätzen. Benötigt werden die Informationen, um grundwasserbeeinflusste Böden und Moore sowie Bereiche, in denen die Vegetation Anschluss an das Grundwasser hat, auszuweisen.
- Gewässerkarten
 - Lage der Gewässer und Ableitung von Grundwasserverhältnissen unter Beachtung von Geländehöhen.
- Pflanzensoziologische Karten
 - Die Standortansprüche der pflanzensoziologischen Einheiten geben Hinweise auf Bodeneigenschaften und zur Abgrenzung von Böden.
- Klimakarten
 - Verwendung finden die Angaben zur Temperatur- und Niederschlagsverteilung bei großräumigen Gliederungen der Bodenentwicklung, z.B. Schwarzerden in trocken-warmen, podsolige Böden in feuchtkühlen Bereichen.
- Agrargeognostische Karten
 - Ableiten lässt sich die Verbreitung von Bodenarten, Bodenartenschichtungen und Bodentypen.
- Biotoptypen
 - Karten der Biotoptypen sind gegenüber denen der Realnutzung im land- und forstwirtschaftlichen Bereich detaillierter und gehen z.B. auf die Bestandszusammensetzung in den Forsten ein. Dadurch lassen sich anthropogen bedingte Veränderungen innerhalb und zwischen den Nutzungstypen abschätzen.

3. Kartenwerke der Bodennutzung und der Bodennutzungseignung

- Baugrundkarten
 - Sie geben Hinweise auf Körnung, Humosität, Vorhandensein von Kalk und Grundwasser von Bodenlagen der oberen 1 bis 4 Meter sowie Auskunft über Aufschüttungen (> 2 m); für bodenökologische Interpretationen manchmal ungenügend.
- Landschaftspläne
 - Landschaftspläne liefern Hinweise auf ökologische Raumeinheiten und mögliche Typisierungen (Siedlung, Siedlungsentwicklung, Gewässer, Freiflächennutzung).

4. Karten der Bodennutzung

- ALKIS/ATKIS/RAPIS
- Nutzungstypenkarten
- Kanalisations- und Entsorgungsflächen
 - Beispielsweise trägt die Angabe zu klärschlammbeschickten Flächen zur Erfassung von Bodenverunreinigungen bei (Erhöhung des Gehalts an organischer Substanz, Schwermetallgehalte).
- Versorgungsleitungsarten
- Karten der Hochwassergefahrenflächen, Überschwemmungsgebiete
 - Aus alten Erhebungen lassen sich ursprüngliche Auenbereiche/Auenböden abgrenzen, die heute zum Großteil verändert (überschüttet) sind.
- Karten zur Straßennutzungsfrequenz
- Bebauungspläne
- Versiegelungskarten
- Fernerkundungspläne wie Luftbildpläne, Luftbilder (Infrarot, Schwarz-Weiß, usw.), Satelliten- und Radaraufnahmen
 - Unterschiedliche Feuchtezustände und wechselnde Bodenarten sind auf Luftbildern, die zu Beginn der Vegetationsperiode gemacht wurden, häufig gut erkennbar. Eine multi-temporale Auswertung ist möglich, da für einzelne Regionen bereits Schwarzweißbilder in den 20er Jahren angefertigt wurden und heute in Abständen von 2 bis 3 Jahren flächendeckend für das gesamte westliche Bundesgebiet in Auftrag gegeben werden (teilweise als Ortho-Luftbildpläne, d.h. vollkommen entzerrt).
 - Schwarzweißbilder der Alliierten werden zur Lokalisation von Bombentrichtern, Panzergräben, Bunkern und Flakstellungen von Kampfmittelräumdiensten ausgewertet. Trichter und Gräben wurden nach dem Krieg häufig mit Trümmerschutt und Müll verfüllt. Dann haben sich Böden aus einer Mischung von natürlichem und technogenem Substrat entwickelt, die nicht älter als 50 Jahre sind.
 - Infrarotbilder liegen für Städte vor, um den Schädigungsgrad von Straßenbäumen erfassen zu können. Aus ihnen lassen sich teilweise Versiegelungsgrade abschätzen.

5. Karten zur Bodenbelastung und Bodenempfindlichkeit

- Karten zu stofflichen Untersuchungen (https://www.boden.sachsen.de/download/42_SBV_Karte.JPG).

Die Karten kennzeichnen Gehalte und Konzentrationen verschiedener Elemente (BBodSchV) in unterschiedlichen Bodentiefen und geben Aufschluss über die stoffliche Bodenbelastung im Freistaat Sachsen.
- Versiegelungskarten (<https://www.boden.sachsen.de/bodenversiegelung-22516.html>).

Versiegelungskarten geben Aufschluss über den Versiegelungsgrad, evtl. auch über Versiegelungsarten sowie über freie Bodenoberflächen. Der Versiegelungsgrad dient zur Abschätzung des Anteils anthropogen veränderter Böden an der betrachteten Fläche (z.B. Baublock). Versiegelungskarten dienen der Erfassung des Bodenfunktionsverlustes und der Potenziale einer Wiederherstellung von natürlichen Bodenfunktionen.
- Bodenerosionskarten (<https://www.boden.sachsen.de/erosionsgefahrungskarten-19346.html>).

Sie geben Aufschluss über die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Bodenerosion. Informationen hierzu liegen vor als Übersichtskarten mit Kennzeichnung der Substratempfindlichkeit sowie einzelner Karten als Ergebnis einer Erosionsmodellierung mit hoher räumlicher Auflösung.
- Karten zur Bodenverdichtungsempfindlichkeit (<https://www.boden.sachsen.de/karten-der-verdichtungsempfindlichkeit-von-boden-19164.html>)

Die Karten zur Verdichtungsempfindlichkeit berücksichtigen Vernässungsmerkmale und die Häufigkeit des Auftretens von hohen Bodenfeuchten. Datengrundlagen sind die digBK50 und Datenreihen zur monatlichen klimatischen Wasserbilanz (KWB) von 1993/2013.
- Kriegsschadenskarten (2. Weltkrieg)

Die Karten finden Verwendung bei der Gliederung von städtischen Bereichen über das Ausmaß der Zerstörung von Gebäuden, insbesondere bei Innenstädten. Sie lassen Schlüsse auf oberflächennahe Anreicherungen von Trümmerschutt zu. Dies bedeutet eine anthropogene Kalkanreicherung der Böden über den Mörtelschutt und das Bodenskelett und somit eine Anhebung der pH-Werte auf schwach alkalisches Niveau. Die Karten gestatten eine weitere Differenzierung der Stadt; z.B. sind Unterschiede im Bodenaufbau und in den Bodeneigenschaften der Freiflächen der Wohnbebauung zwischen wenig und nicht zerstörten Bereichen einerseits und stark zerstörten Bereichen andererseits zu erwarten.
- Bodenbelastungskarten (<https://www.boden.sachsen.de/geochemische-ubersichtskarten-1-400-000-19275.html>).

Sie ermöglichen die Berücksichtigung der aktuellen Belastung zur regionalen Bewertung von Böden (z.B. Bergbaualtlastenkataster, Schwermetallbelastungen, klärschlammbeschickte Flächen).
- Altlastenverdachtsflächenkataster

Die Karten geben potenziell kontaminierte Bereiche wieder. Über die angegebene aktuelle Nutzung sowie über die Nutzungsgeschichte lässt sich abschätzen, in welchem Umfang der Bodenaufbau verändert worden ist und welche Böden sich seit den Eingriffen gebildet haben können. Aus den Altlastenver-

dachtsflächen können weiterhin über die branchentypische Inventarisierung Bodenkontaminationen und die von ihnen ausgehenden Gefahren abgeleitet werden.

6. Sonstige Quellen

- Regionale Fachliteratur
- Gutachten, Stellungnahmen, Nutzungspläne, Berichte
- Punktuelle Messergebnisse von Versuchsflächen, Beweissicherungsflächen, Grundwasser-, Klima- und Immissionsmessstellen u.a.

ANHANG 3: Bodenschätzungsdaten

Die Durchführung der landwirtschaftlichen Bodenschätzung erfolgt ab 1934 nach wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnissen jeweils für Acker- und Grünland. Die Bodenschätzung wird durch Geländebegehungen mit Bohrungen bis 1 m Tiefe im 50 m x 50 m - Gitternetz durchgeführt. Die Grablöcher werden in Schätzungsbüchern beschrieben und die abgegrenzten Klassenflächen in Schätzungskarten (ca. M. 1:2.000) eingetragen.

Die **Klassenzeichen** für Ackerland führen Informationen zur Bodenart, Zustandsstufe und Entstehungsart (z.B. L3Lö, S4D).

Die Klassenzeichen für Grünland führen Informationen zur Bodenart, Zustandsstufe, Klima- und Wasserstufe (z.B. SIIb3, Lla2).

Neben dem Klassenzeichen sind im Schätzungsbuch und der Schätzungskarte die **Wertzahlen** der Bodenschätzung aufgeführt.

Der Boden mit dem höchsten Reinertrag, eine Löß-Schwarzerde in der Magdeburger Börde, wurde mit dem Höchstwert 100 eingestuft. Alle übrigen Böden sind zu diesem Standort ins Verhältnis gesetzt.

Zum Ackerland gibt es die Bodenzahl (Wertzahl 1) und die Ackerzahl (Wertzahl 2). Die Bodenzahl bewertet den Boden ohne besondere Berücksichtigung von Klima, Relief etc.. Die Ackerzahl berücksichtigt hingegen diese Standortfaktoren, indem Zu- und Abschläge auf die Bodenzahl vergeben werden.

Zum Grünland gibt es die Grünlandgrundzahl (Wertzahl 1) und die Grünlandzahl (Wertzahl 2). Die beiden Wertzahlen unterscheiden sich selten, weil für Grünland nur in Ausnahmen Zu- und Abschläge vergeben werden.

Im sächsischen Bodenbewertungsinstrument wird die Wertzahl 1 für die Ableitungen der Bodenfunktionen verwendet.

Tabelle 17: Gliederung der Bodenart

Ackerland	Grünland	Bedeutung	abschlämmbare M.-% KornØ<0,01 mm
S	S=S+SI	Sand	< 10
SI		anlehmiger Sand	10-13
IS	IS=IS+SL	lehmiger Sand	14-18
SL		stark lehmiger Sand	19-23
sL	L=sL+L	sandiger Lehm	24-29
L		Lehm	30-44
LT	T=LT+T	lehmiger Ton, schwerer Lehm	45-60
T		Ton	> 60
Mo	Mo	Moor	> 15-20% Humus

Tabelle 18: Gliederung der Zustandsstufe

1	Ackerland Zustandsstufe 1, sehr hohe Leistungsfähigkeit
2	Übergang 1/3
3	Ackerland Zustandsstufe 3, hohe Leistungsfähigkeit
4	Übergang 3/5, mittlere Leistungsfähigkeit
5	Ackerland Zustandsstufe 5, geringe Leistungsfähigkeit
6	Übergang 5/7
7	Ackerland Zustandsstufe 7, sehr geringe Leistungsfähigkeit
I	Grünland Zustandsstufe I, hohe Leistungsfähigkeit (\cong Acker Zustandsstufe 2-3)
II	Grünland Zustandsstufe II, mittlere Leistungsfähigkeit (\cong Acker Zustandsstufe 4-5)
III	Grünland Zustandsstufe III, geringe Leistungsfähigkeit (\cong Acker Zustandsstufe 6-7)

Tabelle 19: Gliederung der Entstehungsart

Al	Schwemmland-, Alluvialboden (meist Holozän)
Alg	Schwemmland-, Alluvialboden, stark steinig
D	Diluvialboden (Pleistozän, Tertiär)
Dg	Diluvialboden, stark steinig
Lö	Lössboden (Lo)
V	Verwitterungsboden
Vg	Verwitterungsboden, stark steinig
Mo	Moorboden

Tabelle 20: Gliederung der Klimastufe (Jahreswärme)

A	$\geq 8^{\circ}\text{C}$ Jahresmitteltemperatur
B	$7,9 - 7^{\circ}\text{C}$ Jahresmitteltemperatur
C	$6,9 - 5,7^{\circ}\text{C}$ Jahresmitteltemperatur
D	$\leq 5,6^{\circ}\text{C}$ Jahresmitteltemperatur

Tabelle 21: Gliederung der Wasserstufe

1	besonders günstig: frisch (Süßgräser)
2	günstig: Übergang 1 zu 3
3	gut: feucht (Süßgräser vereinzelt Sauergräser) oder gut: mäßig trocken (vereinzelt Trockengräser)
4	ungünstig: nass, Übergang 3 zu 5
4̄	ungünstig: trocken, Übergang 3 zu 5
5	besonders ungünstig: sehr nass (Sauergräserbestand, Sumpfwiese)
5̄	besonders ungünstig: sehr trocken (harte Trockengräser)

Weiterführende Literatur:

Einen Überblick über die Entstehung und Durchführung der (Reichs)Bodenschätzung gibt das Buch von „RÖSCH, A. und KURANDT, F. (1991): Bodenschätzung: Gesetze mit amtlicher Begründung. Durchführungsbestimmungen und Verwaltungsvorschriften (ISBN 3-452-22086-9)“.

Arbeitsgruppe Bodenschätzung und Bodenbewertung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG): Publikationen zur Nutzung der Bodenschätzung zur Bewertung von Böden.

Tabelle 22: Ackerschätzungsrahmen (Bodenzahlen)

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
S Sand	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 (S/IS) anlehmiger Sand	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 lehmiger Sand	D	68 - 60	59 - 51	50 - 44	43 - 37	36 - 30	29 - 23	22 - 16
	Lö	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/sL) stark lehmiger Sand	D	75 - 68	67 - 60	59 - 52	51 - 45	41 - 38	37 - 31	30 - 23
	Lö	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 sandiger Lehm	D	84 - 76	75 - 68	67 - 60	59 - 53	52 - 46	45 - 39	38 - 30
	Lö	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 Lehm	D	90 - 82	81 - 74	73 - 66	65 - 58	57 - 50	49 - 43	42 - 34
	Lö	00 - 92	91 - 83	82 - 74	73 - 65	64 - 56	55 - 46	45 - 36
	Al	00 - 90	89 - 90	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 schwerer Lehm	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 Ton	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 Moor			54 - 46	45 - 37	36 - 29	28 - 22	21 - 16	15 - 10

Al = Alluvium (Holozän); D = Diluvium (Pleistozän), z.T. Tertiär; Lö = Löß; V = Verwitterungsboden; g = Gestein, steinig

Tabelle 23: Grünlandschätzungsrahmen (Grünlandgrundzahlen)

Bodenart	Bodenstufe	Klima	Wasserverhältnisse				
			1	2	3	4	5
S Sand	I (45 - 40)	a	60 - 51	50 - 43	42 - 35	34 - 28	27 - 20
		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 - 26	25 - 21	20 - 16	15 - 12	11 - 7
IS lehmiger Sand	I (60 - 55)	a	73 - 64	63 - 54	53 - 45	44 - 37	36 - 28
		b	65 - 56	55 - 47	46 - 39	38 - 31	30 - 23
		c	57 - 49	48 - 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 Lehm	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 Ton	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 - 60)	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 - 38	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 Moor	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

ANHANG 4

1. Ermittlung der nutzbaren Feldkapazität [Vol.-%]

Für die Berechnung der Natürlichen Bodenfruchtbarkeit werden die Eingangsdaten (siehe Kap. 4.3.1.2) über die nachfolgenden Tabellen miteinander verknüpft.

Aus den Tabellen 22 bis 27 wird der nFK-Wert abgelesen.

Zu diesem Wert wird der nFK-Zuschlag aufgrund der Humusstufe nach Tabelle 28 addiert.

Von dieser Summe wird bei erhöhtem Grobbodenanteil der aus Tabelle 28 ermittelte Prozentsatz abgezogen.

Ergebnis: „endgültiger“ nFK-Wert in mm/dm bzw. Vol.-%

Bei Nichtvorliegen von im Labor ermittelten Trockenrohdichtestufen wird eine Ableitung des jeweiligen nFK-Wertes für die Stufe TD3 empfohlen.

Tabelle 24: Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Bodenart, der Trockenrohdichte (TD), Bezugswerte pF 4,2 – 1,8, bei Humusgehalten < 1 Masse- % (Quelle: AG Boden, 2020)

Bodenart des Feinbodens			nutzbare Feldkapazität (nFK)				
Gruppe	Untergruppe		TD1	TD2	TD3	TD4	TD5
Bodenartenhauptgruppe Sand							
Reinsande							
	reiner Sand	Ss	9	10	11	12	13
Schluffsande							
	mittel schluffiger Sand	Su3	23	21	18	16	14
	stark schluffiger Sand	Su4	26	24	22	19	17
Lehmsande							
	schwach schluffiger Sand	Su2	17	16	15	14	13
	schwach toniger Sand	St2	12	12	12	12	11
	schwach lehmiger Sand	Sl2	17	16	15	14	13
	mittel lehmiger Sand	Sl3	20	18	16	14	12
Bodenartenhauptgruppe Schluff							
Sandschluffe							
	reiner Schluff	Uu	30	28	27	24	23
	sandiger Schluff	Us	29	27	24	21	18
Lehmschluffe							
	sandig-lehmiger Schluff	Uls	26	24	22	19	17
	schwach toniger Schluff	Ut2	28	26	25	23	21
	mittel toniger Schluff	Ut3	27	26	24	22	20
Tonschluffe							
	stark toniger Schluff	Ut4	25	23	21	19	17
	Schluffiger Lehm	Lu	24	21	18	15	12

Fortsetzung Tabelle 24

Bodenart des Feinbodens			nutzbare Feldkapazität				
Gruppe	Untergruppe		TD1	TD2	TD3	TD4	TD5
Bodenartenhauptgruppe Lehm							
Sandlehme							
	schluffig lehmiger Sand	Slu	25	23	21	18	16
	stark lehmiger Sand	Sl4	20	18	16	14	12
	mittel toniger Sand	St3	14	13	11	11	11
Normallehme							
	schwach sandiger Lehm	Ls2	23	21	19	16	13
	mittel sandiger Lehm	Ls3	21	19	17	14	12
	stark sandiger Lehm	Ls4	19	17	15	13	11
	schwach toniger Lehm	Lt2	21	18	15	12	9
Tonlehme							
	sandig toniger Lehm	Lts	19	16	13	10	7
	mittel sandiger Ton	Ts3	16	14	11	9	7
	stark sandiger Ton	Ts4	17	15	13	11	9
Bodenartenhauptgruppe Ton							
Schlufftone							
	mittel toniger Lehm	Lt3	20	17	13	10	8
	mittel schluffiger Ton	Tu3	21	18	14	10	6
	stark schluffiger Ton	Tu4	25	21	18	15	12
Lehmtone							
	schwach sandiger Ton	Ts2	16	14	11	9	7
	schwach schluffiger Ton	Tu2	19	16	12	9	6
	lehmiger Ton	Tl	18	15	11	9	7
	Ton	Tt	17	15	10	7	5

Tabelle 25: Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Bodenart Sand, der Trockenrohdichte (TD), Bezugswerte pF 4,2 – 1,8, bei Humusgehalten < 1 Masse- % (Quelle: AG Boden, 2020)

Bodenart des Feinbodens			nutzbare Feldkapazität				
Gruppe	Unterfraktion		TD1	TD2	TD3	TD4	TD5
Unterfraktionen der Bodenartenhauptgruppe Sand							
Reinsande							
	Feinsand	fS					
	mittelsandiger Feinsand	fSms	13	14	15	16	17
	grobsandiger Feinsand	fSgs					
	Mittelsand	mS					
	feinsandiger Mittelsand	mSfs	9	10	11	12	13
	Grobsandiger Mittelsand	mSgs					
	Grobsand	gS					
	feinsandiger Grobsand	gSfs	6	7	8	9	10
	mittelsandiger Grobsand	gSms					

Tabelle 26: Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von Torfartengruppe und Zersetzungsstufe, Mudde bzw. Horizont und Substanzvolumen (SV)

bodenkundliche Torfartengruppe, organische Horizonte, alle Torfarten		nutzbare Feldkapazität	
		SV 1-5	
Hochmoortorf (Hh)	hHz1	60	
	hHz2		
	hHz3		
	hHz4		
	hHz5		
	uHz2		
	uHz3		
	uHz4		
	uHz5		
Übergangsmoortorf (Hu)	uHz1	55	
	uHz2		
	uHz3		
	uHz4		
	uHz5		
Niedermoor- torf (Hn)	nHp	50	
	nHv		
	nHm		
	nHa		
	nHt		
	nHr		
	nHw		
a-Horizonte Anmoorböden		30	
O-Horizonte		40	
Mudden, F-Horizonte (organo - mineralische Mudden, werden nicht berücksichtigt)		60	

(AG Boden, 2020, Tab. 10+11, - interpoliert)

Tabelle 27: Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von Bodenart und Lagerungsdichte bei Humusgehalten zwischen 15 und 30%

Bodenart des Feinbodens		nutzbare Feldkapazität
Hauptgruppe		Lagerungsdichte TD 3
Sand s Schluff u Lehm l Ton t	extrem humose Profile (15- <30% organische Substanz)	40

(AG Boden, 2020 - interpoliert)

Tabelle 28: Untergliederung und Kornfraktionen des Grobbodens

kantige Grobbodenfraktionen		gerundete Grobbodenfraktionen		Durchmesser in mm
Bezeichnung	Kurzzeichen	Bezeichnung	Kurzzeichen	
Grus	Gr	Kies	G	2 bis < 63
Feingrus	fGR	Feinkies	fG	2 bis < 6,3
Mittelgrus	mGr	Mittelkies	mG	6,3 bis < 20
Grobgrus	gGR	Grobkies	gG	20 bis < 63
kantige Steine und Blöcke	X	gerundete Steine und Blöcke	O	>= 63
kantige Steine	fX	gerundete Steine	fO	63 bis < 200
kantige Blöcke	mX	gerundete Blöcke	mO	200 bis < 630
kantige Großblöcke	gX	gerundete Großblöcke	gO	>= 630

(AG Boden, 2020)

Tabelle 29: Nutzbare Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Grobbodenart

Bodenart des Grobbodens		nutzbare Feldkapazität Poren Ø 0,2 – 50 µm; pF 4,2 – 1,8
Hauptgruppe		
Kies G	Reiner Grobboden	6
Grus Gr		8
Geröll O		5
Steine X		7

(AG Boden, 2020)

Tabelle 30: Zuschläge zur nutzbaren Feldkapazität (nFK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Humusstufe und der Bodenart

Bodenart	h2	h3	h4	≥h5
Ss, O	2	3	6	13
SI2	1	3	6	11
SI3	1	3	6	11
SI4	1	3	5	10
Slu	1	3	5	10
St2	1	3	7	10
St3	1	3	6	10
Su2	1	3	7	12
Su3	1	3	6	11
Su4	1	3	6	10
Ls2	1	3	5	9
Ls3	1	3	5	10
Ls4	1	3	6	10
Lt2	2	2	4	8
Lt3	1	2	4	8
Lts	1	3	5	10
Lu	1	2	5	8
Uu	1	2	3	7
Uls	2	3	4	9
Us	2	3	4	8
Ut2	2	3	5	8
Ut3	2	3	5	8
Ut4	2	3	5	7
Tt	1	1	3	6
TI	1	1	3	6
Tu2	1	1	3	6
Tu3	1	2	5	8
Tu4	1	1	4	7
Ts2	1	2	5	9
Ts3	1	3	6	10
Ts4	1	3	6	10

(AG Boden, 2020, Tab. 6)

Tabelle 31: Abschläge [%] von der nFK aufgrund erhöhten Grobbodenanteils

Skelettvolumen (SKV) [Vol.-%]	SKV-Stufe	Abschlag [%]
0-1	1	–
>1 – 10	2	10
>10 – 25	3	20
>25 – 50	4	40
> 50 – 75	5	60
> 75 – 100	6	90

Anmerkung:

Das Skelettvolumen ist nach der Tab. 29 einzuordnen. Bsp.: Ein Skelettvolumen 15 % erhält einen Abschlag bei der Bodenfunktionsberechnung von 20%.

2. Durchwurzelungstiefe des Bodens

Die Durchwurzelungstiefe des Bodens grenzt die Erfassung der Bodeninformationen und die Bewertung der Bodenteilfunktionen nach „unten“ ab. Für die Bewertung der jeweiligen Kriterien werden 2 Fallstellungen unterschieden:

- „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“, „Böden mit besonderen Eigenschaften“ und „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen“ – Ableitung nach „We“
- „Bestandteil des Wasserkreislaufs“ – Ableitung nach „Wp“

2.1 Ermittlung der effektiven Durchwurzelungstiefe (We) [dm] (s. Tab. 32a)

Die effektive Durchwurzelungstiefe (We) kennzeichnet die potenzielle Ausschöpftiefe des Bodenwassers, welches durch einjährige landwirtschaftliche Pflanzenwurzeln in Trockenjahren dem Boden maximal entzogen werden kann.

Die Grundwerte der effektiven Durchwurzelungstiefe We sind horizont- und schichtbezogen auf der Basis der vorherrschenden Boden- bzw. Torfart festgesetzt. Sie können der Tabelle 30 entnommen werden. Bodentypologische Besonderheiten, die das Wurzelwachstum positiv oder negativ beeinflussen, werden durch folgende Modifikationen berücksichtigt:

- I We-Ableitung** nach Tab. 32a
- I Bei Grundwasserböden und Auenböden** endet We spätestens 1 dm oberhalb der Obergrenze des Gr- bzw. Hr-Horizontes.
- I Bei Podsolen** gilt:
 - We = Obergrenze Ortsteinhorizont (bei Verfestigungsgrad 4-5)
- I Bei Pseudogleyen oder pseudovergleyten Böden** gilt:
 - wenn Sd-Horizont $\geq 30\text{mm}$ und ≥ 4 Trockenrohdichte Stufe ≥ 4 dann We Ableitung nach Tabelle 30, Spalte „TD 4 - TD 5“

I Achtung: Geschichtete Profile

- Mächtigkeit von Schicht I (≥ 4 dm): We = Ableitung von Schicht I
- Mächtigkeit von Schicht I (< 4 dm): We = Ableitung von Schicht II

I Übersteigt die obere Schichtmächtigkeit 11 dm, so wird die Schichtung nicht mehr berücksichtigt.

I Bei **Grobböden** (Bodenarten G, Gr, O, X) wird We pauschal angenommen mit

- Gr, G: 7 dm
- O, X: 5 dm

I Bei **Forst- und Waldböden**:

We: erhöht um 1 dm (Untergrenze max. 1,5 m)

I Bei **Grünlandböden**:

We: reduziert um 1 dm

I Böden mit Horizonten **erhöhtem Grobbodenanteil** (Abschlag 90%): We endet an der Obergrenze des betreffenden Bodenhorizontes.

Tabelle 32a: Effektive Durchwurzelungstiefe (We) in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohdichte (TD) für Ackerkulturen (AG Boden, 2020)

Bodenart	Effektiver Wurzelraum (We) in dm		
	TD 1 - TD 2	TD 3	TD 4 - TD 5
gS, gSmS, gSfS	7	5	5
Ss, mS, fS fSms, mSgs, mSfs,	8	6	6
Sl2, Su2, Su3, Su4	9	7	6
Sl3, St2	10	8	7
Sl4, St3, Slu	13	9	8
Ls2, Ls3, Ls4, Lt2, Lt3, Lts, Uu, Us	13	10	8
Uls, Ut2, Ut3, Ut4, Lu, Tu3, Tu4, Ts3, Ts4	14	11	9
Tu2, Tl, Tt, Ts2	13	10	8
Hh (naturnah)	2		
Hu (naturnah)	3		
Hn (naturnah), F	4		
O	5		

2.2 Ermittlung der Bodentiefe Wasserspeichervermögen (Anlehnung potenzielle Durchwurzelungstiefe des Bodens (Wp)) [dm]

Die potenzielle Durchwurzelungstiefe (Wp) entspricht dem durchwurzelbaren Bodenraum und ist die Tiefe bis zu den Pflanzenwurzeln unter gegebenen Bodenverhältnissen tatsächlich in den Boden einzudringen vermögen.

Die Begrenzung erfolgt außer durch festes Gestein, verfestigte Bänke und Horizonte auch durch Reduktionshorizonte oder Horizonte mit schroffem Wechsel der chemischen Eigenschaften (z.B. Stadtböden), in dem die Wurzeln kaum eindringen können.

Die Bodentiefe Wasserspeichervermögen ist eine Größe die im Gelände am Profil bestimmt wird. Sie orientiert sich an den auf den Seiten 59/60 aufgeführten Punkten. Eine tabellarische Ableitungsregel gibt es hierzu nicht. Die maximal heranzuziehende potenzielle Bodentiefe beträgt 1,5 m.

Beschreibung der Wp nach KA6

Die Mächtigkeit des durchwurzelbaren Bodenraums wird mechanisch (z. B. durch zu hohen Eindringwiderstand, hohe Packungsdichte), physiologisch (z. B. durch Sauerstoffmangel als Folge von Vernässung) oder ökochemisch/ökotoxikologisch (z. B. durch Schadstoffe; hohe pH-Werte oder hohe Salzgehalte) begrenzt. Daneben unterscheiden sich Pflanzenarten und Vegetationsformen hinsichtlich ihres Wurzeltiefgangs und ihrer Wurzelverteilung im Boden. So finden sich bekanntermaßen unter Bäumen häufig noch Wurzeln in Horizonten (z. B. bei extrem hohen Grobbodengehalten), die von anderen Vegetationsformen nicht mehr erschlossen werden. Auch wurzeln mehrjährige Kulturen wie Spargel oder Weinreben in der Regel tiefer als einjährige Kulturen. Die folgende Auflistung führt beispielhaft Horizonteigenschaften bzw. Horizontobergrenzen auf, die auf eine Begrenzung des durchwurzelbaren Bodenraumes hinweisen.

Tabelle 32b: Limitierungen Bodentiefe Wasserspeichervermögen (in Anlehnung AG Boden, 2020)

Limitierungen der Bodentiefe Wasserspeichervermögen		
Mechanische Begrenzung der Durchwurzelbarkeit	Physiologische Begrenzung der Durchwurzelbarkeit (Luftmangel)	Ökochemische/ökotoxikologische Begrenzung der Durchwurzelbarkeit
mCn- und mCv-Horizonte • Gmco-Horizonte (sekundäre Anreicherung von in gebankter Form verfestigten Carbonaten) • Gmso-Horizonte (Raseneisenstein) • Bms-Horizonte (Ortstein) • Sd-Horizonte in Abhängigkeit von Substrat und Genese • Horizonte mit Bodenart „Ss“, wenn ein sehr deutlicher Bodenartensprung zum Hangenden vorliegt • Packungsdichte = 5	• Gr-Horizonte • Hr-Horizonte • Sd-Horizonte in Abhängigkeit von Substrat und Genese • Organische Horizonte, wenn durchwurzelbares mineralisches Substrat im Hangenden liegt	Schroffer Wechsel der chemischen Eigenschaften (z.B. pH-Wert, Salzgehalt)

Maximal heranzuziehende Bodentiefe Wasserspeichervermögen beträgt 1,5 m.

3. Bewertung der nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFKWe) und des potenziellen Wurzelraumes (nFKWp) [mm]

Die nFK-Werte der Horizonte gehen entsprechend der Horizontmächtigkeit in die Berechnung von nFKWe bzw. nFKWp ein. Die Berechnung wird bis zur effektiven Durchwurzelungstiefe (W_e) oder potenziellen Wurzelraumtiefe (W_p) durchgeführt (Beispielrechnungen s. Punkt 4).

Tabelle 33a: Bewertung der nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFKWe)

nFKWe in mm	Bewertungsstufe	
< 50	nFKWe I	sehr gering
50 bis < 90	nFKWe II	gering
90 bis < 140	nFKWe III	mittel
140 bis < 200	nFKWe IV	hoch
≥ 200	nFKWe V	sehr hoch

Tabelle 33b: Bewertung der nutzbaren Feldkapazität für Bodentiefe Wasserspeicher (nFKWp)

nFKWp in mm	Bewertungsstufe	
< 75	nFKWp I	sehr gering
75 bis < 150	nFKWp II	gering
150 bis < 225	nFKWp III	mittel
225 bis < 300	nFKWp IV	hoch
≥ 300	nFKWp V	sehr hoch

Hinweis: W_p ist eine Kenngröße der KA 6 und wird für die Berechnung der Bodenteilfunktion „Wasserspeichervermögen“ angewendet. Die maximal heranzuziehende Bodentiefe beträgt 1,5 m.

4. Beispielrechnungen

A) Natürliche Bodenfruchtbarkeit

Beispiel Leitprofil Nr. 68

Tabelle 34a: Berechnungsbeispiel für Kriterium „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“
Bodenparameter: nFKWe, Braunerde aus stark lehmigem Sand

	OTIEF (m)	UTIEF (m)	MAE (m)	BOART	HUMUS Stufe	Abschlag SKV auf nFK [%]	ROH- DICHT Stufe	Zuschlag HUMUS auf nFK [mm/dm]
Ah	0,00	0,11	0,11	Ls2	h3	20	td2	3
Bv	0,11	0,35	0,24	Sl4	h1	20	td3	
ilCv	0,35	1,20	0,85	Sl4	h0	60	td3	

Berechnung:

	nFK (Bodenart) (s. Tab. 22)		Humuszuschlag (s. Tab. 28)		SKV-Abschlag (s. Tab. 29)		nFK Ergebnis
Ah	21 mm/dm	+	3 mm/dm	-	20%	=	19,2 mm/dm
Bv	16 mm/dm				20%		12,8 mm/dm
ilCv	16 mm/dm				60%		6,4 mm/dm

Das nFK-Ergebnis ist mit der jeweiligen Horizontmächtigkeit (MAE) zu multiplizieren.

	nFK Ergebnis		Mächtigkeit (MAE dm)		Ergebnis nFK (HORIZ)	
Ah	19,2 mm/dm	*	1,1 dm	=	21,1 mm	MAE nach We anpassen
Bv	12,8 mm/dm		2,4 dm		30,7 mm	
ilCv	6,4 mm/dm		5,5 dm		35,2 mm	

Die mittlere effektive Durchwurzelungstiefe (We) beträgt 9 dm (s. Tabelle 32a).

Ergebnis: nFKWe = 87,0 mm = gering (Bodenfruchtbarkeit Stufe II)

Beispiel Leitprofil Nr. 510

Tabelle 34b: Berechnungsbeispiel für Kriterium „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“
Bodenparameter: nFKWe, Parabraunerde aus sandig lehmigen Schluff-Sand

Horizont/ Schicht	OTIEF	UTIEF (m)	MAE (m)	BOART	HU- MUS Stufe	Abschlag SKV auf nFK [%]	ROH- DICHT Stufe	Zuschlag HUMUS auf nFK [mm/dm]
Ap	0,00	0,20	0,20	Uls	h3	10	td2	4
Al	0,20	0,40	0,20	Uls	h1	10	td3	-
Bt	0,40	0,55	0,15	Ls2	h0	10	td3	-
fAel+Bt	0,55	0,65	0,10	Sl3	h0	10	td3	-
Bt	0,65	0,90	0,25	St2	h0	10	td3	-
Bt	0,90	1,10	0,20	St3	h0	10	td3	-
Bt-ilCv	1,10	1,50	0,40	St2	h0	10	td3	

Berechnung:

	nFK(Bodenart) (s. Tab. 22)		Humuszuschlag (s. Tab. 28)		SKV-Abschlag (s. Tab. 29)		nFK Ergebnis
Ap	24 mm/dm	+	4 mm/dm		10 %	=	25,2 mm/dm
Al	22 mm/dm		-	-	10 %		19,8 mm/dm
Bt	19 mm/dm		-		10 %		17,1 mm/dm
fAel+Bt	16 mm/dm		-		10 %		14,4 mm/dm
Bt	12 mm/dm		-		10 %		10,8 mm/dm
Bt	11 mm/dm		-		10 %		9,9 mm/dm
Bt-ilCv	12 mm/dm		-		10 %		10,8 mm/dm

Das nFK-Ergebnis ist mit der jeweiligen Horizontmächtigkeit (MAE) zu multiplizieren.

	nFK Ergebnis		Mächtigkeit (MAE dm)		Ergebnis nFK (HORIZ)
Ap	25,2 mm/dm	*	2,0 dm		50,4 mm
Al	19,8 mm/dm		2,0 dm	=	39,6 mm
Bt	17,1 mm/dm		1,5 dm		25,6 mm
fAel+Bt	14,4 mm/dm		1,0 dm		14,4 mm
Bt	10,8 mm/dm		2,5 dm		27,0 mm
Bt	9,9 mm/dm		2,0 dm		19,8 mm
Bt-ilCv	10,8 mm/dm		4,0 dm		43,2 mm

MAE nach We anpassen

Die effektive Durchwurzelungstiefe (We) beträgt 11 dm (s. Tabelle 32a).

Ergebnis: nFKWe = 177 mm = hoch (Bodenfruchtbarkeit Stufe IV)

Beispiel Leitprofil Nr. 923

Tabelle 34c: Berechnungsbeispiel für Kriterium „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“
Bodenparameter: nFKWe, Grobboden, Gley-Kollovisol über Auengley

Horizont/ Schicht	OTIEF (m)	UTIEF (m)	MAE (m)	BOART	Ab- schlag SKV auf nFK [%]	HUMUS Stufe	ROH- DICHT Stufe	Zuschlag HUMUS auf nFK [mm/dm]
ixC+O	0,00	0,60	0,6	O	90	h7		
ixC	0,60	1,00	0,4	SI2	90	h0	td3	-
imCn	1,00	1,30	0,3	SI2	90	h0	td3	-

Berechnung:

	nFK (Bodenart) (s. Tab. 22, 24)		Humuszuschlag (s. Tab. 28)		SKV-Abschlag (s. Tab. 29)		nFK Ergebnis
ixC+O	40 mm/dm	+		-	90%	=	4,0 mm/dm
ixC	15 mm/dm				90%		1,5 mm/dm
imCn	15 mm/dm				90%		1,5 mm/dm

Das nFK-Ergebnis ist mit der jeweiligen Horizontmächtigkeit (MAE) zu multiplizieren.

	nFK Ergebnis		Mächtigkeit (MAE dm)		Ergebnis nFK (HORIZ)	
ixC+O	4,0 mm/dm	*	6	=	24,0 mm	MAE nach We anpassen
ixC	0,5 mm/dm		4		2,0 mm	
imCn	0,5 mm/dm		3		1,5 mm	

Die mittlere effektive Durchwurzelungstiefe (We) beträgt 5 dm (s. Tabelle 30).

Ergebnis: nFKWe = 20,0 mm = sehr gering (Bodenfruchtbarkeit Stufe I)Achtung: hier Festlegung der We pauschal auf 5 dm (aufgrund Grobboden, s. S. 54).

B) Wasserspeichervermögen

Beispiel Leitprofil Nr. 68

Tabelle 35a: Berechnungsbeispiel für Kriterium „Wasserspeichervermögen“
Bodenparameter: nFKWe, Braunerde aus stark lehmigem Sand

	OTIEF (m)	UTIEF (m)	MAE (m)	BOART	HUMUS Stufe	Abschlag SKV auf nFK [%]	ROH- DICHTE Stufe	Zuschlag HUMUS auf nFK [mm/dm]
Ah	0,00	0,11	0,11	Ls2	h3	20	td2	
Bv	0,11	0,35	0,24	Sl4	h1	20	td3	
ilCv	0,35	1,20	0,85	Sl4	h0	60	td3	

Berechnung:

	nFK (Bodenart) (s. Tab. 22)		Humuszuschlag (s. Tab. 28)		SKV-Abschlag (s. Tab. 29)		nFK Ergebnis
Ah	21 mm/dm	+	3 mm/dm	-	20%	=	19,2 mm/dm
Bv	16 mm/dm				20%		12,8 mm/dm
ilCv	16 mm/dm				60%		6,4 mm/dm

Das nFK-Ergebnis ist mit der jeweiligen Horizontmächtigkeit (MAE) zu multiplizieren.

	nFK Ergebnis		Mächtigkeit (MAE dm)		Ergebnis nFK (HORIZ)
Ah	19,2 mm/dm	*	1,1 dm	=	21,1 mm
Bv	12,8 mm/dm		2,4 dm		30,7 mm
ilCv	6,4 mm/dm		8,5 dm		46,8 mm

Die potenzielle Durchwurzelungstiefe (Wp) beträgt 12 dm.

Ergebnis: nFKWp = 98,6 mm = mittel (Wasserspeichervermögen Stufe III)

Beispiel Leitprofil Nr. 510

Tabelle 35b: Berechnungsbeispiel für Kriterium „Wasserspeichervermögen“
Bodenparameter: nFKWp, Parabraunerde aus sandig lehmigen Schluff-Sand

Horizont/ Schicht	OTIEF	UTIEF (m)	MAE (m)	BOART	HU- MUS Stufe	Abschlag SKV auf nFK [%]	ROH- DICHTE Stufe	Zuschlag HUMUS auf nFK [mm/dm]
Ap	0,00	0,20	0,20	Uls	h3	10	td2	3
Al	0,20	0,40	0,20	Uls	h1	10	td3	-
Bt	0,40	0,55	0,15	Ls2	h0	10	td3	-
fAel+Bt	0,55	0,65	0,10	Sl3	h0	10	td3	-
Bt	0,65	0,90	0,25	St2	h0	10	td3	-
Bt	0,90	1,10	0,20	St3	h0	10	td3	-
Bt-ilCv	1,10	1,50	0,40	St2	h0	10	td3	-

Berechnung:

	nFK(Bodenart) (s. Tab. 22)		Humuszuschlag (s. Tab. 28)		SKV-Abschlag (s. Tab. 29)		nFK Ergebnis
Ap	24 mm/dm	+	3 mm/dm		10 %	=	24,3 mm/dm
Al	22 mm/dm		-	-	10 %		19,8 mm/dm
Bt	19 mm/dm		-		10 %		17,1 mm/dm
fAel+Bt	16 mm/dm		-		10 %		14,4 mm/dm
Bt	12 mm/dm		-		10 %		10,8 mm/dm
Bt	11 mm/dm		-		10 %		9,9 mm/dm
Bt-ilCv	12 mm/dm		-		10 %		10,8 mm/dm

Das nFK-Ergebnis ist mit der jeweiligen Horizontmächtigkeit (MAE) zu multiplizieren.

	nFK Ergebnis		Mächtigkeit (MAE dm)		Ergebnis nFK (HORIZ)	
Ap	24,3 mm/dm	*	2,0 dm		48,6 mm	
Al	19,8 mm/dm		2,0 dm	=	39,6 mm	
Bt	17,1 mm/dm		1,5 dm		25,6 mm	
fAel+Bt	14,4 mm/dm		1,0 dm		14,4 mm	
Bt	10,8 mm/dm		2,5 dm		27,0 mm	
Bt	9,9 mm/dm		2,0 dm		19,8 mm	
Bt-ilCv	10,8 mm/dm		4,0 dm		43,2 mm	MAE nach Wp anpassen

Die potenzielle Durchwurzelungstiefe (Wp) beträgt 15 dm.

Ergebnis: nFKWp = 218,2 mm = mittel (Wasserspeichervermögen Stufe III)

Beispiel Leitprofil Nr. 923

Tabelle 35c: Berechnungsbeispiel für Kriterium „Wasserspeichervermögen“
Bodenparameter: nFKWp, Grobboden

Hori- zont/ Schicht	OTIEF (m)	UTIEF (m)	MAE (m)	BOART	Ab- schlag SKV auf nFK [%]	HUMUS Stufe	ROH- DICHT Stufe	Zuschlag HUMUS auf nFK [mm/dm]
ixC+O	0,00	0,60	0,6	O	90	h7		
ixC	0,60	1,00	0,4	SI2	90	h0	td3	-
imCn	1,00	1,30	0,3	SI2	90	h0	td3	-

Berechnung:

	nFK (Bodenart) (s. Tab. 22, 24)		Humuszuschlag (s. Tab. 28)		SKV-Abschlag (s. Tab. 29)		nFK Ergebnis
ixC+O	40 mm/dm	+		-	90%	=	4,0 mm/dm
ixC	15 mm/dm				90%		1,5 mm/dm
imCn	15 mm/dm				90%		1,5 mm/dm

Das nFK-Ergebnis ist mit der jeweiligen Horizontmächtigkeit (MAE) zu multiplizieren.

	nFK Ergebnis		Mächtigkeit (MAE dm)		Ergebnis nFK (HORIZ)
ixC+O	4,0 mm/dm	*	6	=	24,0 mm
ixC	0,5 mm/dm		4		2,0 mm
imCn	0,5 mm/dm		3		1,5 mm

MAE nach Wp anpassen

Die potentielle Durchwurzelungstiefe (Wp) beträgt 10 dm.

Ergebnis: nFKWp = 26 mm = sehr gering (Wasserspeichervermögen Stufe I)

Tabelle 37: Mittlere kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes in Abhängigkeit von der Torfart (Zersetzungsstufe) und dem Substanzvolumen (Quelle: AG Boden, 2020, leicht verändert)

Torfart (Zersetzungsstufe) Kurzzeichen	Substanzvolumen in Stufen	kapillare Aufstiegsrate in mm/d											
		Abstand zwischen der Grundwasseroberfläche und der Untergrenze des effektiven Wurzelraumes in dm											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	17
Hh (z1+z2)	1 bis 2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	2,0	1,0	0,5	0,2	0,1
Hh (z1+z2)	3	5,0	5,0	5,0	4,5	2,5	1,5	1,0	0,5	0,3	0,1	0,1	-
Hh (z1+z2)	4 bis 5	4,0	2,0	1,0	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
Hh (z3)	3	5,0	3,0	2,0	1,3	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	-	-
Hh (z3)	5	2,0	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-
Hu (z1+z2)	1 bis 2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	2,0	1,0	0,5	0,2	0,1
Hu (z1+z2)	3	5,0	5,0	5,0	4,5	2,5	1,5	1,0	0,5	0,3	0,1	0,1	-
Hu (z1+z2)	4 bis 5	4,0	2,0	1,0	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
Hu (z3)	3	5,0	3,0	2,0	1,3	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	-	-
Hu (z3)	5	2,0	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-
Hu (z4+z5)	3	5,0	3,0	2,0	1,2	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-	-
Hn (z1+z2)	4	5,0	5,0	5,0	2,5	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-
Hn (z3)	3	5,0	5,0	3,0	1,5	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1	-	-	-
Hn (z3)	4	5,0	3,0	1,5	1,0	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-
Hn (z3)	5	3,5	2,0	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
Hn (z4+z5)	4 bis 5	4,0	2,2	1,1	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-

Die kapillare Aufstiegsrate wird über die Tabelle 36 und 37 ermittelt und anschließend mit 90 Tagen Vegetationszeit multipliziert. Der jeweilige Wert wird der nFKWe hinzu addiert.

Achtung: Die We muss oberhalb der oberen Tiefe des Bezugshorizontes (Gr, Gor, Gro) liegen. Für Grundwasserhorizonte innerhalb der We wird kein Zuschlag erhoben.

ANHANG 6**Ableitung der Filterwirkung des Bodens für mobile chemische Stoffgruppen auf Grundlage von Daten der bodenkundlichen Landesaufnahme (BK 50, Neukartierung)**

- Ermittlung der potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAKpot-Bodenart) aus der Bodenart nach Tabelle 38.

Tabelle 38: Potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAKpot) in Abhängigkeit von der Bodenart (AG Boden, 2020)

Bodenart bzw. Grobboden	KAKpot-Bodenart [cmol/kg]
Festgesteinszersatz	1
G, Ss, Su2	2
Su3, Su4, Sl2	4
Us	5
Sl3, St2, Uu	6
Uls, Slu, Sl4, Ut2	9
St3, Ut3	11
Ls3, Ls4	12
Ls2	13
Ut4	14
Lu, Ts4	15
Lt2, Tu4	17
Lts	19
Ts3	20
Tu3	21
Lt3	22
Ts2, Tu2	28
Tl	29
Tt	38

- Ermittlung der potenziellen Kationenaustauschkapazität aus dem Humusgehalt (KAKpot-Humus) nach Tabelle 39.

Tabelle 39: Potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAKpot) in Abhängigkeit vom Humusgehalt (AG Boden, 2005, verändert)

Humus [Stufen]	KAKpot-Humus [cmol/kg]
h1	1
h2	3
h3	6
h4	12
h5	23
h6, h7	45

- Ermittlung der (Gesamt-) potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAKpot-gesamt) durch Verknüpfung aus den Ergebnissen aus Tabelle 38 und 39.

Die potenzielle Kationenaustauschkapazität eines Mineralbodens ergibt sich aus der Summe der KAKpot der Bodenart und der KAKpot des Humusanteils. Die Berechnungen sind für jeden Horizont bzw. jede Schicht durchzuführen bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes (We).

Der KAKpot-gesamt-Wert eines Horizontes geht entsprechend der jeweiligen Horizontmächtigkeit in den KAKpot-gesamt-Wert des Bodenprofils ein.

- Die heranzuziehende Profiltiefe endet spätestens 1 dm oberhalb der Obergrenze des Gr- bzw. Hr-Horizontes.
 - Bei stark grobbodenhaltigen Böden wird die „Potenzielle Kationenaustauschkapazität“ mit der Stufe II bewertet, z.B., wenn das Skelettvolumen bis 5 dm Bodentiefe > 50% stark grobbodenhaltig ist.

Tabelle 40: Abschläge [%] von der „Potentiellen Kationenaustauschkapazität“ aufgrund erhöhten Grobbodenanteils

Skelettvolumen (SKV) [Vol.-%]	Abschlag [%]
1	–
>1 – 10	10
>10 – 25	20
>25 – 50	40
> 50 – 75	60
> 75 – 100	90

Anmerkung:

Das Skelettvolumen ist nach der Tab. 40 einzuordnen. Bsp.: Ein Skelettvolumen 15 % erhält einen Abschlag bei der KAK-Ableitung von 20%.

Verknüpfungsregel: KAKpot-Bodenart + KAKpot-Humus = KAKpot-gesamt

Berechnung (We = 11 dm)

Horizont 1; 3 dm: KAKpot-ges = 12 cmol/kg

Horizont 2; 1 dm: KAKpot-ges = 9 cmol/kg

Horizont 3; 2 dm: KAKpot-ges = 9 cmol/kg

Horizont 4; 5 dm: KAKpot-ges = 15 cmol/kg

$$\text{KAKpot-gesamt} = \frac{(12 \cdot 3) + (9 \cdot 1) + (9 \cdot 2) + (15 \cdot 5)}{11 \text{ (We)}} = 12,5 = \text{hoch}$$

Im Anschluss an die Berechnung werden die KAK-Stufen aus Tabelle 41 abgelesen.

Tabelle 41: Einstufung der „Potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAKpot)“

KAKpot-gesamt [cmol./kg Boden]	Bezeichnung	KAK Stufe
< 4	sehr gering	KAK I
4 - <8	gering	KAK II
8 - <12	mittel	KAK III
12 - <20	hoch	KAK IV
≥ 20	sehr hoch	KAK V

I Ableitung der Luftkapazität (LK) [Vol.-%]

Tabelle 42: Luftkapazität bei Rohdichte, trocken (Quelle: AG Boden, 2020)

Bodenart des Feinbodens			Luftkapazität (LK) Poren $\varnothing > 50 \mu\text{m}$; $pF < 1,8$				
Gruppe	Untergruppe		TD1	TD2	TD3	TD4	TD5
Bodenartenhauptgruppe Sand							
Reinsande							
	reiner Sand	Ss	47	39	31	23	15
Schluffsande							
	mittel schluffiger Sand	Su3	28	23	18	13	8
	stark schluffiger Sand	Su4	24	19	14	9	4
Lehmsande							
	schwach schluffiger Sand	Su2	36	30	24	18	12
	schwach toniger Sand	St2	40	33	26	19	12
	schwach lehmiger Sand	Sl2	35	29	23	17	11
	mittel lehmiger Sand	Sl3	29	24	19	13	8
Bodenartenhauptgruppe Schluff							
Sandschluffe							
	reiner Schluff	Uu	20	14	8	3	2
	sandiger Schluff	Us	22	16	11	6	4
Lehmschluffe							
	sandig-lehmiger Schluff	Uls	21	15	10	5	3
	schwach toniger Schluff	Ut2	20	14	8	3	2
	mittel toniger Schluff	Ut3	19	13	7	2	1
Tonschluffe							
	stark toniger Schluff	Ut4	18	12	7	2	1
	schluffiger Lehm	Lu	17	12	8	4	3
Bodenartenhauptgruppe Lehm							
Sandlehme							
	schluffig lehmiger Sand	Slu	22	17	12	7	2
	stark lehmiger Sand	Sl4	27	22	17	12	6
	mittel toniger Sand	St3	32	27	22	15	9
Normallehme							
	schwach sandiger Lehm	Ls2	20	14	9	5	1
	mittel sandiger Lehm	Ls3	23	17	12	8	3
	stark sandiger Lehm	Ls4	27	21	16	11	6
	schwach toniger Lehm	Lt2	18	13	9	5	3
Tonlehme							
	sandig toniger Lehm	Lts	20	15	11	7	5
	mittel sandiger Ton	Ts3	20	17	13	9	5
	stark sandiger Ton	Ts4	24	21	16	11	6
Bodenartenhauptgruppe Ton							
Schlufftone							
	mittel toniger Lehm	Lt3	14	9	6	3	2
	mittel schluffiger Ton	Tu3	12	8	5	2	1
	stark schluffiger Ton	Tu4	14	10	6	2	1
Lehmtone							
	schwach sandiger Ton	Ts2	15	13	9	6	3
	schwach schluffiger Ton	Tu2	9	6	3	1	1
	lehmiger Ton	Tl	11	7	4	2	1
	Ton	Tt	6	4	2	1	1

Fortsetzung: Tabelle 42: Luftkapazität bei Rohdichte, trocken (Quelle: AG BODEN, 2020)

Sande					
	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5
fS, fSms, fSgs	42	34	26	18	12
mS, mSfs, mSgs	47	39	31	23	15
gS	50	42	34	26	18
Fm (Mudde)	15				

Tabelle 43: Zuschläge und Abschläge zur Luftkapazität zur Berücksichtigung des Humusgehaltes

Bodenart	h2	h3	h4	h5
Ss	1	2	3	8
Sl2	1	2	4	8
Sl3	1	3	5	10
Sl4	2	4	6	10
Slu	2	4	7	12
St2	1	2	5	7
St3	1	3	6	9
Su2	1	2	5	9
Su3	1	3	6	10
Su4	1	3	6	10
Ls2	2	5	7	12
Ls3	2	4	7	12
Ls4	2	4	7	11
Lt2	3	4	7	13
Lt3	3	4	8	14
Lts	2	5	8	14
Lu	3	4	8	13
Uu	1	3	5	11
Uls	3	5	7	13
Us	2	4	6	11
Ut2	3	5	8	13

Fortsetzung Tabelle 43: Zuschläge und Abschläge zur Luftkapazität zur Berücksichtigung des Humusgehaltes

Ut3	3	5	9	14
Ut4	3	6	9	13
Tt	4	5	8	13
Tl	3	5	8	12
Tu2	3	5	8	13
Tu3	3	3	8	13
Tu4	3	4	8	14
Ts2	3	3	9	14
Ts3	2	5	9	14
Ts4	2	5	8	13

Tabelle 44: Abschläge [%] von der „Luftkapazität (LK)“ aufgrund Grobbodenanteils

Skelettvolumen (SKV) [Vol.-%]	Abschlag [%]
1	–
>1 – 10	10
>10 – 25	20
>25 – 50	40
> 50 – 75	60
> 75 – 100	90

Anmerkung:

Das Skelettvolumen ist nach der Tab. 44 einzuordnen. Bsp.: Ein Skelettvolumen 15 % erhält einen Abschlag bei der LK-Ableitung von 20%.

Tabelle 45: Luftkapazität (LK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von der Grobbodenart

Bodenart des Grobbodens		Luftkapazität Poren > 50 µm; pF < 1,8
Hauptgruppe		
Kies	G	Reiner Grobboden
Grus	Gr	
Geröll	O	
Steine	X	
		40
		40
		40
		40

Tabelle 46: Luftkapazität organischer Böden in Abhängigkeit von Horizontausprägung und Zersetzungsstufe (Angaben in Vol.-%)

Horizont		Zersetzungsstufe	TRD	GPV	LK (Poren > 50 µm)
Hochmoortorfe	hHv	5	0,25	83	19
	hHw	4	0,11	94	10
	hHw	3	0,11	92	18
	hHw	2	0,09	91	22
	hHw	1	0,10	90	20
	hHr	2	0,11	92	22
	hHr	1	0,05	96	29
Niedermoortorfe	nHm	5	0,49	74	10
	nHv	5	0,40	79	11
	nHa	5	0,37	78	10
	nHa	4	0,25	83	10
	nHt	5	0,24	86	11
	nHt	4	0,18	88	9
	nHt	3	0,18	88	15
	nHw	4	0,23	86	7
	nHw	3	0,21	88	9
	nHw	2	0,14	90	14
	nHw	1	0,12	92	19
	nHr	4	0,24	88	15
	nHr	3	0,17	91	12
	nHr	2	0,14	90	13
	nHr	1	0,14	92	16

Tabelle 46a: Luftkapazität organischer Böden in Abhängigkeit von Torfart und Zersetzungsstufe (Angaben in Vol.-%)

Torfart	Zersetzungsstufe	TRD	GPV	LK (Poren > 50 µm)
amorphe Torfe (Ha)	5	0,38	79	12
sonstige Torfe (Hhs)	2	0,09	91	21
	3	0,11	92	17
	4	0,09	93	17
	5	0,09	93	17
Erlenwaldbruchtorf (Hnle)	3	0,20	88	12
	4	0,26	84	8
Schilftorf (Hnp)	2	0,13	91	20
	3	0,18	88	10
	4	0,20	88	9
Radzellentorf (Hnr)	1	0,14	92	13
	2	0,15	90	12
	3	0,20	89	10
	4	0,22	85	12

Tabelle 47: Luftkapazität (LK) [Vol.-%] in Abhängigkeit von Bodenart und Rohdichte bei Humusgehalten zwischen 15 und 30%

Bodenart des Feinbodens		Luftkapazität Poren $\varnothing > 50 \mu\text{m}$; $pF < 1,8$
Hauptgruppe		bei TD 3 (mittlere Rohdichte, trocken)
Sand s	extrem humose Profile (15-30% organische Substanz)	11
Schluff u		
Lehm l		6
Ton t		

Die Berechnung erfolgt horizont- bzw. schichtweise bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes unter Beachtung der folgenden Hinweise:

- Die heranzuziehende Profiltiefe endet spätestens 1 dm oberhalb der Obergrenze des Gr- bzw. Hr-Horizontes.
- Bei **Stagnogleyen** endet LK spätestens an der Obergrenze des Sd-Horizontes.
- Bei **Auenböden** endet LK spätestens an Obergrenze des Gr- bzw. Hr-Horizontes.
- Bei **Grobböden** (Bodenarten G, Gr, O, X) wird die Profiltiefe pauschal mit
 - O, X: 5 dm
 - Gr, G: 7 dm angenommen.

Die Berechnung der LK für das gesamte Bodenprofil erfolgt analog der KAKpot-Berechnung. Anschließend wird in Tabelle 48 die LK-Stufe abgelesen.

Tabelle 48: Einstufung der Luftkapazität (LK)

Grobporenanteil in Vol.-% (Poren $> 50 \mu\text{m}$)	Bezeichnung	LK Stufe
< 2	sehr gering	LK I
$2 - < 5$	gering	LK II
$5 - < 13$	mittel	LK III
$13 - < 26$	hoch	LK IV
≥ 26	sehr hoch	LK V

ANHANG 7**Ermittlung der Erosionsgefährdung des Bodens durch Wasser und Wind** (vgl. DIN 19708:2017-08)**Ermittlung der Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser**

(vgl. DIN 19708:2017-08)

K-Faktor: Für die Ermittlung des K-Faktors wird der oberste Mineralbodenhorizont bzw. die oberste Mineralbodenschicht herangezogen (mittlere Trockenrohdichte).

- Ermittlung des bodenartabhängigen Anteils am K-Faktor aus Tabelle 49.

Tabelle 49: Bodenartbedingter Anteil K_b am K-Faktor (Tabelle nach DIN 19708-2017-08)

Bodenart	K-Faktor
Ss	0,08
Sl2	0,18
Sl3	0,23
Sl4	0,24
Slu	0,39
St2	0,08
St3	0,12
Su2	0,16
Su3	0,32
Su4	0,45
Ls2	0,33
Ls3	0,27
Ls4	0,19
Lt2	0,26
Lt3	0,21
Lts	0,16
Lu	0,40
Uu	0,66
Uls	0,47
Us	0,55
Ut2	0,58
Ut3	0,55
Ut4	0,49

Tt	0,17
Tl	0,16
Tu2	0,19
Tu3	0,31
Tu4	0,42
Ts2	0,14
Ts3	0,11
Ts4	0,11
Sande	
fS	0,25
fSms	0,12
fSgs	0,04
mS	0,04
mSfs	0,05
mSgs	0,03
gS	0,04

(Kb für Hn, Hh, Hu = 0,1)

■ Ermittlung des humusgehaltsbedingter Anteil Kh am K-Faktor aus Tabelle 50

Tabelle 50: Humusgehaltsbedingter Anteil Kh am K-Faktor

Humusgehalt Massenanteil	Humusstufe Kurzzeichen	Kh
< 1	h1	1,15
1 bis < 2	h2	1,05
2 bis < 4	h3	0,90
4 bis < 15	h4 - h5	0,80
>= 15	h6 – h7	0,70

Anmerkung

Kh ist nicht definiert für Humusgehalte von > 15% (h6 und h7)

■ Ermittlung des grobbodenbedeckungsabhängigen Anteils Ks am K-Faktor

Tabelle 51: Grobbodenbedeckungsabhängiger Anteil Ks am K-Faktor

Skelettvolumen des Oberbodens (Grobbodenanteil)		Ks
Volumenanteil, Flächenanteil Bedeckung in %	Kurzzeichen	
< 2	X1, G1, Gr1, O1	1,00
2 bis < 10	X2, G2,, Gr2, O2	0,87
10 bis < 25	X3, G3, Gr3, O3	0,64
25 bis < 50	X4, G4, Gr4, O4	0,39
50 bis < 75	X5, G5, Gr5, O5	0,19
≥75	X, G, Gr, O	0,10

Anmerkung

Die Gleichsetzung von Volumenanteil und Flächenanteil Bedeckung kann in Abhängigkeit von Lagerungsverhältnissen der Grobbodenfraktionen zu falschen Ergebnissen führen. Maßgeblich ist der Flächenanteil des Grobbodens.

■ Berechnung des K-Faktors

Die Berechnung des K-Faktors erfolgt aus der Gleichung

$$K = (K_b * K_h) * K_s$$

Beispiel 1:

Der Oberboden einer zu bewertenden Fläche besteht aus schluffigem Lehm (Lu), schwach steinig, schwach humos (Lu, X2, h2).

Bodenart		Kb nach Tab. 46	Kh nach Tab. 47	Ks nach Tab. 48	K-Faktor
Kurzzeichen	Flächenanteil in %				
Lu, X2, h2	100	0,41	1,05	0,87	0,37

Beispiel 2:

Der Oberboden einer zu bewertenden Fläche besteht zu 30% Flächenanteil aus schluffigem Lehm (Lu), schwach steinig, schwach humos (Lu, X2, h2) und zu 70% Flächenanteil aus mittel toniger Schluff, schwach steinig, schwach humos (Ut3, X2, h2).

Bodenart		Kb nach Tab. 46	Kh nach Tab. 47	Ks nach Tab. 48	K-Faktor
Kurzzeichen	Flächenanteil in %				
Lu, X2, h2	30	0,41	1,05	0,87	0,11
Ut3, X2, h2	70	0,56	1,05	0,87	0,36
Ergebnis					0,47

Anmerkung

Das LfULG stellt unter <https://www.boden.sachsen.de/bodenerosion-19040.html> Informationen zur Bodenerosionsgefährdung landesweit zur Verfügung. Grundlage dieser Informationen ist ebenfalls die DIN 19708 (2017).

Für spezielle Anwendungsfragen müssen zusätzliche Parameter wie Nutzungsart, Niederschlagsintensität etc. berücksichtigt werden. Für sächsische Verhältnisse steht zur Erosionsprognose das Simulationsmodell „EROSION 2D/3D“ (J. SCHMIDT, M. V. WERNER, A. MICHAEL & W. SCHMIDT, 1996) zum Einsatz zur Verfügung.

Ermittlung der Erodierbarkeit des Bodens durch Wind (vgl. DIN 19706:2013)

Die Erodierbarkeit des Bodens durch Wind nimmt mit der Erosivität des Windes zu (vgl. DIN 19706, 2013). Die Empfindlichkeit der Böden nimmt vom Anteil an Ton über Lehm und Schluff zu Sand zu und ist zusätzlich von der organischen Substanz beeinflusst. Die Erosionsanfälligkeit der Böden wird durch den Bedeckungsgrad der Kulturen (Dauer und Dichte der Vegetation) und von Maßnahmen zum Schutz vor Winderosion vermindert.

Tabelle 52: Erodierbarkeitsklassen der Böden durch Winderosion

Bodenart nach KA 6	Gehalt an organischer Substanz des trockenen Bodens		
	<1 %	1 bis 15 %	>15 bis 30 %
Tt, Tu4, Tu3, Tu2, Tl, Ts2, Ts3, Ts4	Eb1	Eb0	Eb1
Lts, Ls4, Ls3, Ls2, Lt2, Lt3, Lu, Uu, Ut2, Ut3, Ut4, Uls, Sl4, St3	Eb2	Eb1	Eb2
Us, Slu, Su3, St2	Eb3	Eb2	Eb3
Sl2, Su2, Su3, Su4	feinsandarm*	Eb4	Eb3
	Feinsandreich*	Eb5	Eb4
mS, gS, mSgs, gSfs, gSms	Eb5	Eb4	Eb5
fSgs, mSfs, fS, fSms	Eb5	Eb5	Eb5
Tiefkulturen auf Sand und Sandmischkulturen			Eb5
Ackerbaulich genutzte Moorböden			Eb5

*feinsandarm: mS, gS, mSgs, gSfs, gSms // feinsandreich: fSgs, ,Sfs, fS, fSms