

Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Wintershall (Haldenerweiterung Wintershall)

Band 3.7 der Antragsunterlage

Bestandserfassung und Bewertung des Schutzgutes Boden im Umfeld der Halde IV am Standort Wintershall

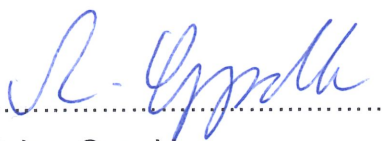
Vorhabenträger:

Standort Wintershall
Werk Werra
In der Aue
36266 Heringen



Gutachter:

regioplus Ingenieurgesellschaft GbR
Kafkaweg 37
D-55127 Mainz



Rainer Gryscho



Marc Murawski

Impressum

Fassung vom 16.10.2017

Ansprechpartner: Herr Rainer Gryscho

Telefon: +496131-9964875

Fax: +496131-9964878

e-Mail: info@regioplus-ingenieure.de

Web: <http://www.regioplus-ingenieure.de>



Ergebnisse im Überblick:

Bodeneigenschaften und Vorbelastungen

- Im Bergland sind überwiegend Braunerden und podsolige Braunerden aus Fließebden mit Sand- bis Tonsteinen des Mittleren Buntsandsteins vorzufinden. Nach Untersuchung der im Umfeld der Halde IV gelegenen Monitoringflächen liegen die Schadstoffgehalte und Versalzungsparameter der Böden im Allgemeinen im Hintergrundbereich. Lediglich für Hg wurde nur im Jahr 2017 bei der Monitoringfläche W1 der Vorsorgewert im Königswasserextrakt geringfügig überschritten. Auf der Ostseite der Rückstandshalde wurden in Haldennähe bei W3 (maximal 3,2 % (2012) und 3,7 % (2017)) sowie bei W6 (maximal 4,2 % in 2015) in Einzeljahren und in einzelnen Horizonten zeitweise schwache Überschreitungen der Hintergrundwerte für die Na-Sättigung gefunden. Dies weist auf leicht höhere Salzeinträge auf der Ostseite der Halde hin. Die übrigen Versalzungsparameter waren aber unauffällig. Schädliche Auswirkungen auf Schutzgüter sind bei diesen Gehalten nicht zu befürchten.
- In der Werraaue sind bei Tonen und seltener lehmigen Sedimenten Auengleye und Vega-Gleye anzutreffen. Bei Heringen stellt die Werraaue eine natürliche Entlastungszone für tiefere, salzhaltige Grundwässer dar, die aufsteigen und sich mit dem Grundwasser in den grundwasserführenden quartären Flussablagerungen (Sande und Kiese) vermischen. Aus diesem Grund findet sich in der Talaue Grundwasser mit lateral stark schwankender Gesamtmineralisation. Da die grundwasserführenden Schichten unter einer abdichtenden Tonschicht liegen, ist das Grundwasser innerhalb des Quartärs in der Regel gespannt. An Stellen mit durchlässiger bzw. fehlender Tonschicht gelangt das Grundwasser oberflächennah in die Böden.
- An der Böschung der Widdershäuser Straße trat im Bereich der sogenannten Märzenquellen nach Rammkernsondierungen zeitweilig salzhaltiges Wasser aus den Bohrlöchern aus. Das gespannte Grundwasser gelangte durch die Druckentlastung an die Oberfläche und stieg wahrscheinlich aus klüftigen Gesteinen des Unteren Buntsandsteins auf. Die Böschungsböden haben keine Grundwasser- oder Versalzungsmerkmale. Ein Einfluss von flächenhaft aufsteigendem oder an die Oberfläche austretendem Grundwasser auf die Böden ist nicht gegeben.

Bewertung der Bodenfunktionen

- Im Mittleren Buntsandstein dominiert ein geringes bis mittleres natürliches Ertragspotenzial. In Nebentälern und Unterhanglagen ist das Ertragspotenzial hoch bis sehr hoch und in der Werraaue in Abhängigkeit von Grundnässe, Bodenart und Versalzung gering bis hoch.
- Ein besonderes Biotopentwicklungspotenzial liegt verbreitet auf Nassstandorten in der Werraaue und vorallem im FFH-Gebiet „Rohrlache von Heringen“ vor. Hier finden sich Röhrichte, Hochstauden und Salzwiesen.
- Im Buntsandstein ist die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen meist gering und in der Werraaue gering bis sehr hoch.
- Im Untersuchungsgebiet liegen keine Bodeneinheiten, die eine besondere Bedeutung als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte erwarten lassen. Wegen des Informationswertes durch das Langfristmonitoring sind lediglich die Monitoringflächen der K+S KALI GmbH von hoher Bedeutung.
- Die zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen ist im Buntsandstein meist gering bis mittel und in der Werraaue mittel bis sehr hoch. Im vorgesehenen Haldenerweiterungsbereich ist die zusammenfassende Funktionsbewertung überwiegend gering und mittel.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Bestandserfassung.....	2
2.1	Bodenverbreitung	3
2.2	Vorbelastungen	7
2.3	Sonderuntersuchung an der Böschung der Widdershäuser Straße.....	10
3	Bewertung der Bodenfunktionen	13
3.1	Natürliches Ertragspotenzial.....	15
3.2	Biotopentwicklungspotenzial	17
3.3	Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	20
3.4	Archivfunktion	22
3.5	Zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen.....	24
4	Literaturverzeichnis	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Wasseraustritt am 24.06.2013 aus einem Bohrloch an der Widdershäuser Straße (Foto Artschwager, K+S KALI GmbH).....	10
--------------	--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Informationsgrundlagen und Parameter der Bestandserfassung.....	3
Tabelle 2:	Bodenverbreitung im thüringischen Teil des Untersuchungsraums nach bodengeologischer Konzeptkarte.....	5
Tabelle 3:	Bodenverbreitung im hessischen Teil des Untersuchungsraums nach BFD50 mit Zuordnung vergleichbarer thüringischer Leitbodenformen nach bodengeologischer Konzeptkarte.....	6
Tabelle 4:	Bodenaufnahme des Sonderuntersuchungsstandortes auf der Böschung an der Widdershäuser Straße.....	11
Tabelle 5:	Untersuchungsergebnisse auf Salzbelastung am Sonderuntersuchungs-standort 'Widdershäuser Straße'.....	12
Tabelle 6:	Kriterien und Datengrundlagen zur Bewertung der Bodenfunktionen.....	14
Tabelle 7:	Bewertungsmethodik 'natürliches Ertragspotenzial' auf Grundlage der BFD50 für Waldflächen (Methoden-ID 41).....	15
Tabelle 8:	Bestandsbewertung des natürlichen Ertragspotenzials.....	16
Tabelle 9:	Bewertung der Standorttypen für die Biotopentwicklung mit hoher bis sehr hoher Wertigkeit auf Grundlage der BFD50 (Nutzung Wald).....	18
Tabelle 10:	Bewertung der Standorttypen für die Biotopentwicklung mit hoher bis sehr hoher Wertigkeit auf Grundlage der BFD5L (Nutzung Acker und Grünland).....	18
Tabelle 11:	Bestandsbewertung des Biotopentwicklungspotenzials.....	19
Tabelle 12:	Bewertungsmethodik 'Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen' für landwirtschaftlich genutzte Flächen auf Grundlage der Bodenschätzung (BFD5L) (Methoden-ID 233, 234).....	20
Tabelle 13:	Bewertungsmethodik 'Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen' BFD50 (Methoden-ID=19).....	21
Tabelle 14:	Bewertung der Funktion als Abbau-, Ausgleichs und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen.....	21
Tabelle 15:	Wertgebende Eigenschaften von Archiven der Natur- und Kulturgeschichte (LABO, 2011).....	23

Kartenverzeichnis

Plan 1: Bestandserfassung und Bewertung der Bodenfunktionen

Plan 2: Zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen

1 Einleitung

Die pedologischen und geologischen Gegebenheiten sind für die Ausbildung von Vegetation und Wasserhaushalt maßgeblich und prägen damit die Nutzung durch den Menschen, seine Siedlungen und seine unterschiedlichen Lebensverhältnisse und Kulturen.

Böden erfüllen natürliche Funktionen

- als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
- als Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
- als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers.

Darüber hinaus erfüllen Böden Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie Nutzungsfunktionen, z.B. als Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung.

Im Rahmen des Vorhabens „Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Wintershall (Haldenerweiterung Wintershall)“ ist u.a. eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Deren Gegenstand, Umfang und Methoden wurden im Scoping-Termin vom 13.02.2013 zwischen der K+S KALI GmbH und dem Regierungspräsidium Kassel als genehmigende Behörde erörtert. Bestandteil der Umweltverträglichkeitsuntersuchung ist es u. a., den Ist-Zustand des Schutzgutes Boden zu erfassen und zu bewerten. Hierbei sollen die im BBodSchG beschriebenen Bodenfunktionen bewertet werden. Das Vorgehen bei der Erfassung und Bewertung des Ist-Zustands des Bodens wurde gemäß Scopingprotokoll vom 26.02.2014 in der vorliegenden Form vorgeschlagen und bei einem Besprechungstermin am 18.06.2014 mit dem RP Kassel Dez. 34 Bergaufsicht und Dez. 31.2 Grundwasserschutz, Wasserversorgung, Bodenschutz, Altlasten abgestimmt.

Der Ist-Zustand des Schutzgutes Boden wird in Anlehnung an der in der Arbeitshilfe „Bodenschutz in der Bauleitplanung“ (HMUELV, 2011) dargestellten Vorgehensweise und den vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) konzipierten Bewertungsmethoden erfasst und bewertet.

Zusätzlich berücksichtigt wurden die Ergebnisse der im Umfeld der Halde IV Wintershall von der K+S KALI GmbH eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen. Dort wird seit 2012 die Zustandsentwicklung der Schutzgüter Boden und Pflanze auf 5 Monitoringflächen untersucht. Im Jahr 2014 wurde die erste Wiederholungsuntersuchung zum Zustand des Schutzgutes Boden durchgeführt (REGIOPLUS, 2015). Außerdem wurde auf Hinweis des RP Kassel die mögliche Salzbelastung der Böden in einer Böschung unmittelbar nordwestlich der Widdershäuser Straße gegenüber dem Werk Wintershall untersucht. Grund

hierfür war das periodische Auftreten von Austritten salzhaltigen Wassers (Märzenquellen) in der Böschung.

2 Bestandserfassung

Die Bestandserfassung erfolgt mit Hilfe der in Tabelle 1 dargestellten Informationsgrundlagen. Das Untersuchungsgebiet umfasst hessisches und thüringisches Landesgebiet. Die Abgrenzung des Untersuchungsgebiets (s. Plan 1 und 2) orientiert sich an den nach Ausbreitungsberechnung von nennenswertem Staubbiederschlag durch die Kaliproduktion betroffenen Flächen (TÜV Nord, 2011) und wurde mit dem Regierungspräsidium Kassel, Bad Hersfeld, am 18.06.2014 abgestimmt. Für die Bundesländer liegen unterschiedliche Datengrundlagen vor. Für Waldflächen stellen in Thüringen die digitale bodengeologische Konzeptkarte (1 : 50.000) und in Hessen die Bodenflächendaten (BFD50, 1 : 50.000) die Hauptinformationsgrundlagen dar. Bei Acker- und Grünlandflächen sind dagegen für beide Bundesländer die auf der landwirtschaftlichen Bodenschätzung basierenden Informationen der BFD5L (Maßstab 1 : 5.000) maßgeblich.

Es werden die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Bodeneinheiten und Vorbelastungen der Böden dargestellt. Als maßgebliche Bodenfunktionen wurden das natürliche Ertragspotenzial, das Biotopentwicklungspotenzial, die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen sowie die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte beschrieben und bewertet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Informationsgrundlagen und Parameter der Bestandserfassung

Informationsgrundlagen	Erfassungsparameter
<p>Bodengeologische Konzeptkarte für Thüringen (1: 50.000) Bodenflächendaten (BFD50, 1 : 50.000) für Hessen Bodenschätzungsdaten für Thüringen und Hessen (BFD5L) Biotoptypenkartierung (WERKRAUM UMWELT, 2010) Altlastenkataster FIS Geotope Geologische Karten (1: 25.000) Topographische Karte (1: 25.000)</p>	<p>Rechts- und Planungskategorie: Ausweisung im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden</p> <p>Sachkategorie: Bodeneinheiten der bodengeologischen Konzeptkarte bzw. der Bodenflächendaten BFD50 und BFD5L</p> <p>Bodenfunktionen: Ertragspotenzial Biotopentwicklungspotenzial Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen Archiv der Natur- und Kulturgeschichte</p> <p>Vorbelastungen: Altlasten und Altlastenverdachtsflächen Standorte mit anthropogener Bodenversalzung</p> <p>Dauerbeobachtungsflächen: Bodendauerbeobachtungsflächen zum Monitoring Boden und Pflanzen der K+S KALI GmbH sonstige Bodendauerbeobachtungsflächen Geotope Musterstücke der Bodenschätzung</p>

2.1 Bodenverbreitung

Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Bodenformen sind für Hessen in Tabelle 3 auf Grundlage der Bodenflächendaten BFD50 und in Tabelle 2 auf Grundlage der bodengeologischen Konzeptkarte für Thüringen aufgeführt. Dabei sind den in der hessischen Bodenkarte ausgewiesenen Bodeneinheiten die Bodenformen mit ähnlichen Bodeneigenschaften nach bodengeologischer Konzeptkarte zugeordnet worden. Entsprechend der Bodenfunktionsbewertung der jeweils vergleichbaren hessischen Bodenformen erfolgt die Bewertung für die Waldflächen im thüringischen Teil des Untersuchungsgebiets.

Im Untersuchungsraum sind in den Höhenlagen Gesteine des Mittleren und Unteren Buntsandsteins bodenbildend. In den Nebentälern und Unterhanglagen sind die anstehenden Gesteine durch kolluviale Abschwemmmassen sowie löss- und damit schluffreichen solifluidalen Bildungen überlagert worden. Lokal sind südlich von Widdershausen am westlichen Talrand sandig kiesige Terrassenschotter der Elstereiszeit zu finden. In der Werraau sind im Holozön Auentone und Auenlehme abgelagert worden.

Im steileren westlich bis nordwestlich der Halde gelegenen Bergland überwiegt der Laubwald. Nördlich und östlich der Halde ist auf den flach nach Nordosten abfallenden Hang-

rücken landwirtschaftliche Nutzung mit Schwerpunkt Ackerbau vorzufinden. In diesem Bereich sind zumeist nur die steileren Taleinschnitte der Nebentäler bewaldet.

Im Bergland sind überwiegend Braunerden und podsolige Braunerden aus Fließerden über Fließschutt mit Sand- bis Tonsteinen des Mittleren und Unteren Buntsandsteins vorzufinden. In den Nebentälern sind Kolluvisole und Pseudogley-Kolluvisole verbreitet. Das Bodenartenspektrum der oberen Bodenhorizonte reicht im Allgemeinen von lehmigem Sand bis zu sandigem Lehm. Diese sandigen Bodenschichten sind häufig von sandig-tonigen Lehmen vereinzelt auch von Tonen unterlagert. Im Wald sind die Böden nährstoffarm und meist stark versauert. Dadurch ist die Tätigkeit der Bodenlebewesen beeinträchtigt, so dass sich wegen der gehemmten Zersetzung und mangelnden Einmischung der organischen Substanz in den Mineralboden mächtige Humusaufgaben ausgebildet haben.

Die Unterhanglagen sind wegen des höheren Schluffanteils weniger durchlässig und haben oft Hangwasserzuflüsse, so dass teils Staunässemerkmale auftreten. Es finden sich Braunerden und Pseudogley-Braunerden. Bei Bengendorf finden sich in den flacheren Tallagen und Unterhangbereichen teils auch Grundwasserböden (Gleye, Gley-Kolluvisole und Hanggleye) aus fluvialen, kolluvialen und/oder solifluidalen Sedimenten.

Die Werraue wird als Grünland genutzt. Auf Tonen und seltener lehmigen Sedimenten sind Auengleye und Vega-Gleye anzutreffen. Im Untersuchungsgebiet findet sich dort teils gespanntes Grundwasser mit lateral stark schwankender Gesamtmineralisation unter einer abdichtenden Tonschicht. An Stellen mit durchlässiger bzw. fehlender Tonschicht steigt das Grundwasser nahe an die Oberfläche. Lokal sind daher Versalzungen, Salzwiesen und Brackwasserröhrichte vorzufinden.

Tabelle 2: Bodenverbreitung im thüringischen Teil des Untersuchungsraums nach bodengeologischer Konzeptkarte.

Sym- bol	Leitboden- form	Bodenform nach KA5	Boden- verbreitung	Nutzung
Böden der Talauen und älteren Terrassen				
h1g	Lehm, tonig Schwargley (über Mergel, Ton, Torf)	Auengley, Humusgley, Kalkanmoorgley aus Fluvi-Lehm und -Sandlehm	Werraaue	Grünland, Acker
h2s	Sandiger Lehm - Vega (Auenlehm über Sand- Kies)	Vega, teils Gley-Vega aus Fluvi- Sandlehm, teils Fluvi-Lehmsand (Auenlehm) über z.T. tiefem Fluvi-Kies und -sand.	Werraaue	Acker, Grünland
h3s	Sand bis san- diger Lehm - Vega (Neben- täler)	Vega (Braunauenboden), Gley-Vega, teils Vega-Gley aus Fluvi-Sandlehm und - Lehmsand über z.T. tiefem Geröllsand, teils über sandig-lehmigem (Kryo-)Schutt	nördlich der Halde im Taleinschnitt	Wald, Acker
ds32	kiesiger Lehm - Staugley	Pararendzina, Braunerde-Pseudogley, teils Parabraunerde-Pseudogley aus z.T. mächtigem kiesarmem bis -führendem (Kryo-)Lehm, teils (Kryo-)Löss z.T. über tiefem, schluffig-tonigem, altquartärem Zersatzkies	im Norden des Untersuchungs- gebiets	Acker
Böden aus Löss und Lösslehm				
lö6	Löss, sandig – Braunerde/- Parabraun- erde	Braunerde und Parabraunerde aus Sandlöss und grusführendem (Kryo) Sandlöss, teils Hanglöss über tiefem san- digem und tonig-sandigem Buntsandstein	südwestlich von Dankmarshausen	Acker, Wald
Böden im Bergland des Mittleren und Unteren Buntsandstein				
lösslehmarme Fließerden				
s2	Lehmiger Sand (Bunt- sandstein)	Braunerde, Podsol-Braunerde und Podsol aus schuttarmem bis -führendem Verwit- terungssand und Lehmsand	nordöstlich im Untersuchungs- gebiet bei Dank- marshausen	Wald, Acker
lösslehmreiche Fließerden				
s1	Sandiger Lehm (Bunt- sandstein)	Braunerde und Podsol-Braunerde aus schuttarmem bis schuttführendem (Kryo-) Lehmsand und Sandlehm, teils flach- gründige Sandlössdecken	Großteil des Untersuchungs- gebiet nördlich der Halde	Wald, Acker

Tabelle 3: Bodenverbreitung im hessischen Teil des Untersuchungsraums nach BFD50 mit Zuordnung vergleichbarer thüringischer Leitbodenformen nach bodengeologischer Konzeptkarte.

Symbol der Bodeneinheit	Leitbodenform	Bodenform nach KA5 (Hessen)	Bodenverbreitung	Hauptnutzung	Symbol der Leitbodenform Thüringen
Böden der Talauen und älteren Terrassen					
38	Vega, Gley-Vega	Vega mit Gley-Vega aus Auen-schluff und/oder -ton über Auenlehm oder -ton	Werraue	Grünland Acker	h2s
42	Auengley, Vega-Gley	Auengleye mit Gleyen aus Auen-schluff, -lehm und/oder -ton, örtl. Kolluvialschluff	Tallagen bei Bengendorf	Grünland	nicht ausge-wiesen
51	Gleye, Gley-Kolluvisol, Hanggleye	Gleye mit Gley-Kolluvisolen und Hanggleyen aus fluviatilen, kolluvialen und/oder solifluidalen Sedimenten mit Sand- bis Tonstein	Tallagen bei Bengendorf	Grünland	h3s
109	Parabraunerden und Pseudogley-Parabraunerden	Parabraunerden und Pseudogley-Braunerden aus Fließerde (Hauptlage) über Fließerde (Mittellage) über Fliebschutt (Basislage) mit Terrassensediment (Pleistozän)	Tallage südlich des Verlade-bahnhofs am Standort Wintershall	Acker	ds32
Böden aus Löss und Lösslehm					
140	Pseudogley-Parabraunerden	Pseudogley-Parabraunerden mit Parabraunerden aus Löss	Unterhang-lagen westlich von Bengendorf	Grünland	lö6
Böden im Bergland des Mittleren und Unteren Buntsandstein					
lösslehmarme Fließerden					
222	Podsole, Podsol-Braunerden	Podsol und Podsol-Braunerden aus Fließerde über Fliebschutt mit Sandstein	südwestlich der Halden in einzelnen Hang-lagen	Wald	s2
224	Braunerden, podsolige Braunerden	Braunerden mit Podsol-Braun-erden aus Fließerde (Hauptlage) über Fliebschutt (Basislage) mit Sand- bis Tonstein	typische weit-verbreitete Bodeneinheit im Bereich des Mittleren Bunt-sandsteins	Wald	s1
lösslehmreiche Fließerden, Kolluvisole					
232	Pseudogley-Parabraun-erden	Pseudogley-Parabraunerden aus Fließerde (Hauptlage) über Fliebschutt (Basislage) mit Sand- bis Tonstein	einzelne Unterhanglagen beim Werks-gelände Stand-ort Wintershall	Acker teils Wald	s1

Symbol der Bodeneinheit	Leitbodenform	Bodenform nach KA5 (Hessen)	Bodenverbreitung	Hauptnutzung	Symbol der Leitbodenform Thüringen
244	Kolluvisol, Pseudogley-Kolluvisol	Kolluvisole mit Pseudogley-Kolluvisolen aus Kolluvialsand, -schluff oder -lehm über Fließerden und/oder Fließschutt (Basislage) mit siliziklastischem Sedimentgestein	In Unterhanglagen und bei Taleinschnitten	Wald, Acker	nicht ausgewiesen

2.2 Vorbelastungen

In den behördlichen Altlastenkatastern sind für das Untersuchungsgebiet 28 Altlastenverdachtsflächen eingetragen (Stand 2014). Die Mehrzahl der Verdachtsflächen ist noch nicht bewertet und liegt in den Siedlungsgebieten. In Nähe der Halde IV befinden sich zwei Altablagerungen, die 2014 im Rahmen der Umgestaltung bzw. des Neubaus des Haldenbeckens Heergrabens untersucht wurden (K+S KALI GmbH, 2014). Es handelt sich um eine ‚Bauschuttdeponie der Stadt Heringen‘ (ALTIS-Nr. 632.009.070-000.017) und einen ‚ehemaligen Müllplatz Widdershausen‘ (ALTIS-Nr. 632.009.070-000.012). Die Halden III und IV werden im Altflächen-Informationssystem als Altablagerung geführt, obwohl sie in Betrieb sind, unter Bergrecht stehen und somit keine Altflächen darstellen.

In der Umgebung der Halde IV wurden im Jahr 2012 5 Dauerbeobachtungsflächen auf grundwasserfernen Fließerden des Mittleren Buntsandsteins eingerichtet. Die Monitoringflächen wurden auf Grundlage der vorliegenden Ausbreitungsberechnung und Immissionsmessungen bevorzugt an Standorten mit den höchsten prognostizierten Immissionseinträgen angelegt. Auf diesen Flächen sind seit 2012 jährlich Vegetationsuntersuchungen und in den Jahren 2012, 2014 sowie 2017 Bodenuntersuchungen vorgenommen worden (REGIOPLUS, 2017).

Die Gehalte der untersuchten organischen und anorganischen Schadstoffe sind gering und liegen im Bereich der Hintergrundbelastung. Lediglich für Hg wurde erstmals im Jahr 2017 bei der Monitoringfläche W1 der Vorsorgewert im Königswasserextrakt geringfügig überschritten. Ob es sich hier tatsächlich um eine Schadstoffanreicherung handelt oder die Ergebnisse z.B. durch höhere räumliche Variabilität mit hot spot Beprobung handelt, ist erst mittels zukünftiger Untersuchungen zu klären. Polychlorierte Biphenyle (PCB₆) waren in keinem Fall nachzuweisen. Die Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK₁₆) sowie die Gesamtgehalte der Schwermetalle (Königswasserextrakt) sind nicht nachweisbar oder liegen im Hintergrundbereich.

Die Stoffgehalte der Versalzungsparameter (elektrische Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat im Eluat und austauschbare Kationen) sind ebenfalls gering und zeigen meist keine Salzanreicherungen an. Auf der Ostseite der Rückstandshalde in Haldennähe wurden aber bei W3 (maximal 3,2 % (2012) und 3,7 % (2017)) sowie bei W6 (maximal 4,2 % in 2015) in Einzeljahren und in einzelnen Horizonten zeitweise schwache Überschreitungen der Hintergrundwerte für die Na-Sättigung gefunden. Dies weist auf leicht höhere Salzeinträge auf der Ostseite der Halde hin. Schädliche Auswirkungen auf Schutzgüter sind bei den vorliegenden Gehalten aber nicht zu befürchten, so dass keine atmogenen schädlichen Salzanreicherungen in den Böden im Umfeld der Rückstandshalden vorliegen.

Die Werratalaue stellt bei Heringen eine natürliche Entlastungszone für tiefere Grundwässer dar. Im Untergrund besteht eine tiefreichende hydraulische Verbindung zwischen den quartären Lockergesteinen im Werratal und dem Plattendolomit, so dass in diesem Bereich ein Aufstieg der seit 1925 versenkten Salzabwässer, aber auch verdrängter Formationswässer aus dem Plattendolomit in den quartären Grundwasserleiter der Werratalaue erfolgt. Das Grundwasser in der Werratalaue – ein Mischwasser aus quartärem Süßwasser und salzhaltigem Wasser aus dem Plattendolomit – ist gespannt und steigt in Abhängigkeit von Niederschlägen und Jahreszeiten bis nahe an die Geländeoberfläche auf und verursacht lokal Vernässungen.

Im FFH-Gebiet ‚Rohrlache von Heringen‘ findet sich gespanntes salzhaltiges Grundwasser unter einer abdichtenden Tonschicht. An Stellen mit durchlässiger bzw. fehlender Tonschicht tritt das Grundwasser oberflächennah in den Boden. Dort sind flächenhafte Versalzungen vorzufinden. Im ufernahen Bereich wird das Grundwasser besonders von durch Querbauwerke verursachtem Rückstau mit ganzjährig influenten Bedingungen von der Werra beeinflusst (BIL, 2012), während der in mittlerer Entfernung zum Ufer gelegene Auebereich stark durch salzhaltige Wässer aus dem Plattendolomit beeinflusst ist. Zum östlichen Talrand hin erfolgt eine Vermischung mit gering mineralisierten Sickerwässern der angrenzenden Höhenzüge (KALWEIT, 1961 zitiert in BÖNSEL, 1989).

Seit Beginn der vierziger Jahre wandelten sich die Wiesen in minderwertiges Grünland um (BÖNSEL, 1989). Bei Vegetationsuntersuchungen wurde im FFH-Gebiet im Sommer 1958 an zahlreichen Stellen eine typische Salzvegetation vorgefunden. Dabei war bei den zwischen 1959 bis 1987 durchgeführten Vegetationsaufnahmen eine Ausbreitung von Salzzeigern erkennbar (BÖNSEL, 1989).

Im quartären Grundwasserleiter der Werratalaue ist die Versalzung seit Beobachtungsbeginn in den 1960er bis in die 1980er Jahre hinein angestiegen (KOORDINIERUNGS-AUSSCHUSS SALZABWASSER HESSEN / THÜRINGEN, 1994), so dass die Ausdehnung der Salzvegetation parallel zur Entwicklung der Salzgehalte des quartären

Grundwasserleiters verläuft. Seit Mitte der achtziger Jahre geht die Versalzung mit der erheblichen Reduzierung der Versenkmengen zurück (KOORDINIERUNGSAUSSCHUß SALZABWASSER HESSEN / THÜRINGEN, 1994). Die Beschaffenheitsentwicklung der quartären Werratalaue zeigt in den letzten Jahren überwiegend gleichbleibende bis leicht fallende Salzkonzentrationen. Insgesamt ist daher von einer Trendumkehr zu geringerer Salzabwasserbelastung auszugehen (HYDRO-/ ENVIRONMENTAL GEOLOGY DER K+S AKTIENGESELLSCHAFT, 2017). Der Rückgang größerer Halophytenbestände und die Besiedlung ehemals vegetationsloser stark versalzter Muldenlagen deutet ebenfalls auf eine Abnahme des Salzgehaltes hin (SCHMEISKY & PAPKE, 2011).

2.3 Sonderuntersuchung an der Böschung der Widdershäuser Straße



Im Rahmen von Baugrunduntersuchungen wurden nahe des Standortes Wintershall an der Böschung zur Widdershäuser Straße im Bereich der sogenannten Märzenquellen im September 2012 (s. Plan 1) 3 Transekte mit je 2 Rammkernsondierungen 4 m tief gebohrt und die Bodeneigenschaften nach DIN 4022 aufgenommen. Diese dienten als Vorbereitung zur Einrichtung einer Liniendrainage zur Fassung der Quellwässer. Die Maßnahme wurde 2013 realisiert. Die Drainage ist seit 2014 Bestandteil des Mess- und Beobachtungsplans Grundwasser im Umfeld der Halde IV Wintershall.

Abbildung 1: Wasseraustritt am 24.06.2013 aus einem Bohrloch an der Widdershäuser Straße (Foto Artschwager, K+S KALI GmbH).

Bei diesen Bohrungen wurde kein Grundwasser vorgefunden. Es wurden lediglich bei den beiden tiefstgelegenen Bohrpunkten in 92 cm bzw. 126 cm Tiefe geringmächtiges Stauwasser (4 cm bzw. 8 cm) vorgefunden. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, trat Monate später salzhaltiges Wasser aus diesen Bohrlöchern aus. Das Salzwasser stieg wahrscheinlich aus klüftigen Sand- und Schluffsteinen des Unteren Buntsandsteins auf. Der Untere Buntsandstein wird von einer geringmächtigen Schicht aus wenig durchlässigen, quartären Sedimenten überdeckt, wodurch das Grundwasser im Buntsandstein zeitweilig gespannt ist.

Im Bereich der ehemaligen Transekte wurden auf der Böschung in maximal 2-3 m Entfernung zum Straßenrand aus 25 Einstichen insgesamt zwei Bodenmischproben entnommen, eine aus 0-30 cm und eine aus 30-60 cm Tiefe. Es wurden die austauschbaren Ka-

tionen und die effektive Kationenaustauschkapazität nach Handbuch Forstliche Analytik (Ak_e EU1, A3.2.1.3) sowie die Stoffgehalte (pH, elektrische Leitfähigkeit, Cl, SO_4) nach DIN 38414-S4 im Eluat untersucht. Innerhalb der Beprobungsfläche erfolgte außerdem eine Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung KA5 (AG BODEN, 2005) bis 1 m Tiefe (Tabelle 4). Dabei wurde eine Braunerde aus Fließlehm mit Material des Unteren Buntsandsteins vorgefunden. Der Boden wies weder Merkmale von Stau- noch Grundwassereinfluss auf. Die Mineralisation des Eluats ist gering. Die Austauscherbelegung mit Natrium ist gering und liegt im Bereich des für mitteleuropäische Böden normalen Bereichs, so dass keine schädlichen Salzwirkungen vorliegen. Ein Einfluss von flächenhaft aufsteigendem oder an der Geländeoberfläche austretendem Grundwasser auf die Böden ist nicht gegeben.

Tabelle 4: Bodenaufnahme des Sonderuntersuchungsstandortes auf der Böschung an der Widdershäuser Straße.

B1	Bodenaufnahme nach KA5											
	Böschung an der Widdershäuser Straße gegenüber dem Standort Wintershall											
<u>Aufnahmedatum:</u> 17.09.2014					<u>Bodenform:</u> Braunerde aus schwach skelettführendem Fließtonschluff (Hauptlage) über stark skelettführendem Lehmsand (Hauptlage) über tiefem stark skelettführendem Schluffton (Basislage) mit Sandstein (Unterer Buntsandstein)							
					<u>Humusform:</u> F-Mull							
Tiefe cm	Horizont	Humus Gew. %	Bodenart	Grobboden Vol. %	Ausgangsgestein	Carbonat Gew. %	Farbe Munsell	Aktuelle Feuchte	Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %]			Sonstiges
									Mangan	Rost flecken	Bleich flecken	
20	Ah	2-4	Ut3	5 fG-gG	Hauptlage	0	10 YR2/2 stark dunkel- braun	schwach feucht	-	-	-	
40	AhBv	1-2	Ut3	5 fG-gG	Hauptlage	0	7,5 YR4/2 braun	schwach feucht				
70	ilCv	< 1	fSlu	20 fG-gG	Hauptlage	0	7,5 YR5/4 braun	schwach feucht	-	-	-	
100	ilCv	< 1	Lt3	10 fG-gG	Basislage	0	7,5 YR5/4 braun	feucht	-	-	-	

Tabelle 5: Untersuchungsergebnisse auf Salzbelastung am Sonderuntersuchungsstandort 'Widdershäuser Straße'.

B1	Analyseergebnisse														
	Böschung an der Widdershäuser Straße gegenüber dem Standort Wintershall														
Beprobungsdatum: 17.9.2014			Bodenform: Braunerde aus schwach skelettführendem Fließtonschluff über stark skelettführendem Lehmsand über tiefem stark skelettführendem Schluffton des Unteren Buntsandsteins Rechtswert: 3570373 3570403 Hochwert: 5640773 5640780												
Parameter Versalzung															
Tiefe	Horizont		pH BaCl ₂	KAK _{eff} BaCl ₂	KAK _{eff} ΣKationen	Ca	Mg	K	Na	Al	Mn	Fe	H ⁺		
[cm]															
- 30	Ah		5,50	13,50	15,71	9,63	4,18	1,59	0,25	0,02	0,04	0,00	0,00		
- 60	Bv		5,50	7,75	8,73	3,87	2,98	1,58	0,27	0,01	0,02	0,00	0,00		
			Eluat			Kationenbelegung									
		pH	el.Leitf	Cl	SO ₄	Bs. ¹	Ca	Mg	K	Na	Al	Mn	Fe	H ⁺	
			[µS/cm]	[mg/l]		%	[% von der Kationensumme]								
- 30	Ah	6,38	86,8	4,67	4,58	99,6	61,3	26,6	10,1	1,6	0,1	0,2	0,0	0,0	
- 60	Bv	6,53	82,9	9,12	8,26	99,6	44,3	34,1	18,1	3,1	0,1	0,2	0,0	0,0	
							sodic properties		6,0						
							natric		15,0						

¹ Basensättigung: $(Ca + Mg + K + Na) / \Sigma \text{ Kationen}$

3 Bewertung der Bodenfunktionen

Bewertet wurden das natürliche Ertrags- und das Biotopentwicklungspotential, die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einträge nach den Methoden der HLUG und die Archivfunktion. Die Böden der Siedlungsflächen wurden nicht bewertet. Die Vorbelastungen wurden bei der Bestandsbewertung nicht berücksichtigt.

Die Waldflächen wurden im hessischen Teil des Untersuchungsgebietes mit der auf Grundlage der BFD50 landesweit vorliegenden Bodenfunktionsbewertung bewertet. Für Thüringen sind den in der bodengeologischen Karte ausgewiesenen Bodeneinheiten die Bewertungen der ähnlichen Bodenformen der hessischen Bodeneinheiten nach BFD50 zugewiesen worden. Die jeweils zugeordneten Bodeneinheiten sind in Tabelle 3 dargestellt.

Für Acker- und Grünlandflächen wurde die Bewertung auf Grundlage der Bodenschätzungsdaten (BFD5L) im Maßstab 1:5.000 vorgenommen. Diese Daten lagen für beide Bundesländer vor.

Tabelle 6: Kriterien und Datengrundlagen zur Bewertung der Bodenfunktionen.

Bodenfunktion	Methodenbeschreibung (HLUG)	Kriterien	Datengrundlagen
Natürliches Ertragspotenzial	Waldflächen (Methoden-ID 41)	nutzbare Feldkapazität, Grundnässestufe, Nutzung	BFD50 und bodengeologische Konzeptkarte
	Acker, Grünland (Methoden-ID 182)	nutzbare Feldkapazität Grünlandklassenzeichen mit ungünstigen Wasserverhältnissen (4-, 5-)	Bodenschätzungskarte (BFD5L)
Biotopentwicklungspotenzial	Waldflächen (Methoden-ID 18)	nutzbare Feldkapazität Grund- und Stau-nässestufe Nährstoffe (Basen- und Carbonatgehalt)	BFD50, bodengeologische Konzeptkarte,
	Acker, Grünland (Methoden-ID 241)	nutzbare Feldkapazität Besonderheiten bei der Grünland-schätzung (Mo, Str, Hu, W)	Bodenschätzungskarte (BFD5L)
Archivfunktion		Besonderheit hinsichtlich Informationswert, Eigenart, Art und Ausprägung von Archiven der Natur- und Kulturgeschichte (z.B. Paläoböden, Böden mit Merkmalen historischer Landnutzungsformen sowie Standorten von Bodenmessnetzen, Leitprofilen und des Langfristmonitorings)	BFD50 und bodengeologische Konzeptkarte Webbasierte Landesinformationssysteme (Geotope, Bodendauerbeobachtungsflächen, Musterstücke der Bodenschätzung)
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	Methoden-ID 233, 234	Nitratrückhaltevermögen bestimmt aus Feldkapazität und Staunässestufe	BFD50 und bodengeologische Konzeptkarte
	Methoden-ID 19	Feldkapazität	Bodenschätzungskarte (BFD5L)

3.1 Natürliches Ertragspotenzial

Erläuterung zur Bestandsbewertung

Das natürliche Ertragspotenzial wurde für Waldflächen entsprechend der in der BFD50 für Hessen ausgewiesenen Methode (Methoden-ID 41) bewertet. Das wesentliche Bewertungskriterium ist die nutzbare Feldkapazität (Speichervermögen für das pflanzenverfügbare Wasser). Bei durch Grundwasser beeinflussten Böden wird die Bewertung in Abhängigkeit von der Grundnässestufe nach Tabelle 7 modifiziert.

Tabelle 7: Bewertungsmethodik 'natürliches Ertragspotenzial' auf Grundlage der BFD50 für Waldflächen (Methoden-ID 41).

nutzbare Feldkapazität im Hauptwurzelraum	Nutzung	Ertragspotenzial in Abhängigkeit der potenziellen Grundnässe		
		nicht bis schwach grundnass	grundnass bis stark grundnass	sehr stark bis äußerst grundnass
sehr gering	Wald	sehr gering	gering	sehr gering
gering	Wald	gering	gering	sehr gering
mittel	Wald	mittel	mittel	gering
hoch	Wald	hoch	hoch	mittel
sehr hoch	Wald	sehr hoch	sehr hoch	mittel

Für Acker- und Grünlandflächen erfolgte die Bewertung nach Methoden-ID 182, wobei ebenfalls die aus den Bodenschätzungsdaten abgeleitete nutzbare Feldkapazität (nFk) das wesentliche Kriterium darstellt. Die Bewertung des natürlichen Ertragspotenzials erfolgt entsprechend Tabelle 7 für nicht bis schwach grundnasse Böden. Bei dieser Bewertungsmethode wird bei Grünlandschätzungsklassen mit ungünstigen Wasserverhältnissen (4- und 5-) die Bewertung des Ertragspotenzials nach Einstufung auf Grundlage der nutzbaren Feldkapazität um eine Stufe verringert.

Bewertung

Im Untersuchungsraum dominiert im bewaldeten Buntsandstein ein geringes und auf den etwas lehmigeren landwirtschaftlich genutzten Flächen des Buntsandsteins ein mittleres Ertragspotential. In den durch Ablagerung von kolluvialem Bodenmaterial geprägten Nebentälern und Unterhanglagen mit schluffreichen solifluidalen Bildungen ist das Ertragspotenzial hoch bis sehr hoch.

In der Werraue findet sich ein geringes bis hohes Ertragspotenzial. Das Ertragspotenzial variiert hier in Abhängigkeit von Grundnässestufe, Bodenart und Versalzungseinfluss. Ein hohes Ertragspotenzial liegt vor allem in der Umgebung von Heringen und in Umgebung

des Kieseesees vor, während im FFH Gebiet ‚Rohrlache von Heringen‘ das Ertragspotenzial oft nur gering ist.

Tabelle 8: Bestandsbewertung des natürlichen Ertragspotenzials.

Bewertung	Bodeneinheiten	Lage im Untersuchungsraum
sehr hoch	Braunerden und Parabraunerden aus Löss loe 6	Taleinschnitte im Buntsandstein und Unterhang zur Werraau Lössböden südwestlich von Dankmarshausen
hoch	Kolluvisole und Auenböden Hessen: SS-LL (140), YKn (147), große Teile der Werraau mit GG-AB (38) oder ABn (38), GGa (42) Thüringen: ds32	Tallagen bei Bengendorf und Werraau pleistozäne stark lösshaltige Fließerden und ältere Terrassen
mittel	lehmreichere Böden des Mittleren Buntsandsteins und Böden auf älteren Terrassen GGa (42, GGYK (51) h3s h2s Hessen: SS-LL (232), teils auf ABn (38) und den landwirtschaftlich genutzten Flächen der Bodeneinheit BBn (224)	Unterhanglagen zur Werra, landwirtschaftlich genutzte Flächen im Mittleren Buntsandstein nordöstlich der Halde IV
gering	Braunerden und podsolige Braunerden des Mittleren Buntsandsteins und stark vernässte Auenböden, ältere Terrassen Hessen: Waldflächen der Bodeneinheit BBn (224) Thüringen: s1, ds32	im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes verbreitet auf Buntsandsteinhängen und auf älteren Terrassen
sehr gering	Podsole und Podsol-Braunerden im Mittleren Buntsandstein Hessen: BB-PP (222) Thüringen: -	vereinzelt südwestlich der Halde IV in bewaldeten Lagen

3.2 Biotopentwicklungspotenzial

Erläuterung zur Bestandsbewertung

Geschützte Biotope stellen entweder keine besonderen Ansprüche an die Standorteigenschaften von Böden (z.B. Feldgehölze, Streuwiesen) oder sind an extreme und damit meist seltene Standorteigenschaften gebunden. Letztere sind besonders schützenswert. Solche Biotope sind insbesondere auf trockenen bis sehr trockenen Standorten (z.B. Trockenrasen) und auf feuchten bis nassen Böden (z.B. Erlen(bruch)wälder, Feuchtwiesen, Seggen- und Röhrichtbestände) sowie auf besonderen Substraten mit ungewöhnlichen Nährstoffverhältnissen anzutreffen.

Das Biotopentwicklungspotenzial kennzeichnet besondere Standorteigenschaften von Böden. Ob sich bei hohem Biotopentwicklungspotenzial schützenswerte Vegetationsbestände ausbilden, hängt im Wesentlichen von der Bodennutzung ab. Acker- und Grünlandflächen wurden mit den Daten der BFD5L und damit flächenscharf bewertet. Dagegen erfolgt die Standorttypisierung der Waldflächen auf Grundlage der BFD50 in Hessen bzw. der bodengeologischen Konzeptkarte in Thüringen im Maßstab 1 : 50.000. Bei diesem Maßstab wird stark generalisiert. Es werden Bodengesellschaften ausgewiesen, die sich teils aus Bodenformen unterschiedlicher Standorteigenschaften zusammensetzen. Mit dieser Kartengrundlage können daher nur Räume ausgewiesen werden, die Böden mit besonderem Biotopentwicklungspotenzial beinhalten.

Für Ackerflächen erfolgt die Standorttypisierung auf Grundlage der nutzbaren Feldkapazität (Speichervermögen für pflanzenverfügbares Wasser). Beträgt die nutzbare Feldkapazität weniger als 60 l/m² werden Trockenstandorte mit hohem Biotopentwicklungspotenzial ausgewiesen. Auf Grünlandstandorten erfolgt die Bewertung nach dem Klassenzeichen der Bodenschätzung über die Berücksichtigung der Wasserstufen, der Bodenart bei Moor und den Zusätzen zum Klassenzeichen. Der Zusatz "W" kennzeichnet dabei Dauergrasflächen, die infolge ihrer feuchten Lage nur gemäht werden können. "Str" sind typische feuchte Streuwiesen.

Das Biotopentwicklungspotenzial wurde für Waldflächen mittels der nutzbaren Feldkapazität (Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Wasser), der Bodenvernässung (Grund- bzw. Staunässestufen) und dem Nährstoffhaushalt (Basen- und Carbonatgehalt) ermittelt.

Beim Biotopentwicklungspotenzial werden nur besondere Eigenschaften mit hohen oder sehr hohen Wertigkeiten ausgewiesen (Tabelle 9).

Tabelle 9: Bewertung der Standorttypen für die Biotopentwicklung mit hoher bis sehr hoher Wertigkeit auf Grundlage der BFD50 (Nutzung Wald).

Bewertung	Standorttypisierung von Bodenformen
sehr hoch	Standorte mit extremem Nässeeinfluss und Torfbildung Standorte mit potenzieller Auendynamik und oberflächennahem Grundwassereinfluss physiologisch extreme und sehr trockene Standorte
hoch	sonstige Standorte mit oberflächennahem Grundwassereinfluss Standorte mit potenziell sehr starkem Stauwassereinfluss physiologisch sehr trockene Standorte mit schlechtem bis mittlerem natürlichem Basenhaushalt

Tabelle 10: Bewertung der Standorttypen für die Biotopentwicklung mit hoher bis sehr hoher Wertigkeit auf Grundlage der BFD5L (Nutzung Acker und Grünland).

Bewertung	Standorttypisierung von Bodenformen	
sehr hoch	Trockenstandort Grünland	Grünlandschätzung mit Wasserstufe 4- oder 5-
	Nassstandort Moorsubstrat	Grünlandschätzung mit Bodenart "Mo" und "Str" (Streuwiese) bzw. "W" (Dauergasfläche)
	Nassstandort Grünland	Grünlandschätzung mit "W" (Dauergasfläche) bzw. "Str" (Streuwiese) bzw. Wasserstufe 5
hoch	Trockenstandort Acker	nFk < 60 mm
	potentieller Nassstandort	Grünlandschätzung mit Bodenart "Mo" aber kein "Str" (Streuwiese) oder "W" (Dauergasfläche)
	Hutung mit potenziell extensiver Nutzung	Grünlandschätzung mit Zusatz "Hu"

Bestandsbewertung

Ein sehr hohes Biotopentwicklungspotenzial mit Feuchtbiotopen liegt verbreitet in der Werraue vor und zwar vor allem im FFH-Gebiet 'Rohrlache von Heringen'.

Nordöstlich der Rückstandshalde sind vereinzelt potenziell extensive Grünlandnutzungen zu finden. Die Bewertung ist hier wegen fehlender Bodendaten unsicher, so dass diese Flächen als Suchräume für hochwertige Standorteigenschaften mit potenziell extensiver Nutzung anzusehen sind. Des Weiteren sind südöstlich der Halde auf stark sandigen Substraten (lössarmer Schuttsand über Lehmschutt) Podsole und Podsol-Braunerden mit

hohem Biotopentwicklungspotenzial zu finden. Diese Böden sind sehr trocken, stark sauer und basenarm.

In der Werraue sind auf Nassstandorten mit hohem bis sehr hohem Biotopentwicklungspotenzial verbreitet Röhrichte, Hochstauden und teils Salzwiesen zu finden. In den übrigen Landschaftsräumen sind lediglich südwestlich von Dankmarshausen in einem kleineren Bereich Mager- und Halbtrockenrasen auf Braunerden und podsoligen Braunerden (Bodenform s1) vorzufinden. Ansonsten fehlen schützenswerte Biotope, die an besondere Standorteigenschaften der Böden angepasst sind. Hierfür kann die überformende Nutzung durch Ackerbau und Wald verantwortlich sein. Andererseits ist die Aussagefähigkeit der bodenkundlichen Daten vor allem im Wald wegen des kleinen Kartenmaßstabs (1:50.000) begrenzt.

Tabelle 11: Bestandsbewertung des Biotopentwicklungspotenzials.

Standorttypisierung für die Biotopentwicklung	Bodeneinheit	in den Bodenformen vorkommende Nutzungstypen	Lage im Untersuchungsraum
Bodengesellschaften mit sehr hohem Biotopentwicklungspotenzial			
Nassstandort Grünland	Vega, Gley-Vega ABn (38)	Röhrichte, Salzwiesen, Hochstauden	Werraue insbesondere im FFH-Gebiet ‚Rohrlache von Heringen‘
Standorte mit potenzieller Auendynamik und oberflächennahem Grundwassereinfluss	stark grundnasse Auengleye GGa (42)	keine	Tallagen bei Bengendorf
Bodengesellschaften mit hohem Biotopentwicklungspotenzial			
physiologisch sehr trockene Standorte mit schlechtem natürlichen Basenhaushalt	Podsole und Podsol-Braunerden BB-PP (222)	keine	südwestlich der Rückstandshalde im Wald
potenziell extensive Grünlandnutzung	Braunerden mit Podsol-Braunerden aus Fließerde über Fließschutt BBn (224)	unspezifisch, oft Ruderalflächen	nordöstlich der Halde IV

3.3 Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen

Erläuterung zur Bestandsbewertung

Als Maß für die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium wird das Nitratrückhaltevermögen der Böden bewertet. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage der Feldkapazität und des Staunäseeinflusses wie in Tabelle 12 dargestellt. In der Originalmethode wird zusätzlich die Neigung zur Trockenrissbildung berücksichtigt. Dies ist jedoch im Untersuchungsraum nicht relevant, da hier keine Böden mit Neigung zur Trockenrissbildung vorkommen.

Die Feldkapazität ist die Wassermenge, die ein Boden gegen die Schwerkraft zurückhalten kann. In dieser Wassermenge sind Nähr- und Schadstoffe gelöst. Mit steigender Feldkapazität und zunehmendem Staunäseeinfluss sinkt die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers, so dass die beiden Kriterien als ein Maß für die Rückhaltefähigkeit von Schad- und Nährstoffen im Wurzelraum angesehen werden können.

Tabelle 12: Bewertungsmethodik 'Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen' für landwirtschaftlich genutzte Flächen auf Grundlage der Bodenschätzung (BFD5L) (Methoden-ID 233, 234).

Feldkapazität im Hauptwurzelraum	potenzielle Nitrataustragsgefährdung
sehr gering oder Bodenart = Mo	sehr hoch
gering	hoch
mittel	mittel
hoch	gering
sehr hoch	sehr gering
Böden mit hohem Humusgehalt (Kolluvisole, Auenlehme, Hortisole und anmoorige Böden mit Aa- Horizont) sehr tonreiche Böden	Zuschlag um eine Stufe wegen höherer Mineralisation bzw. Trockenrissbildung

Tabelle 13: Bewertungsmethodik 'Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen' BFD50 (Methoden-ID=19) .

Feldkapazität im Hauptwurzelraum	Nitratrückhaltevermögen	
	kein bis mittlerer Staunäseeinfluss	stark bis äußerst starker Staunäseeinfluss
sehr gering	sehr gering	gering
gering	gering	mittel
mittel	mittel	hoch
hoch	hoch	sehr hoch
sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch

Bestandsbewertung

Die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen ist bei Böden auf Buntsandstein im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets überwiegend gering. Auf den lösslehmreicheren Böden ist die Funktionserfüllung in den Tal- sowie Unterhanglagen mittel bis sehr hoch, während in der Werraue zumeist geringe bis mittlere Wertigkeiten vorzufinden sind.

Tabelle 14: Bewertung der Funktion als Abbau-, Ausgleichs und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen.

Bewertung	Bodenformen	Lage im Untersuchungsraum
sehr hoch	teils auf Parabraunerden und Braunerden auf Löss (lÖ6) und vereinzelt auf Vegen ABn (38)	vereinzelt in der Werraue sowie südwestlich von Dankmarshausen
hoch	Kolluvisol, Pseudogley-Kolluvisole Y-Kn (244), SS-YK (244)	in Unterhanglagen und Taleinschnitten des Buntsandsteins
mittel	Pseudogley-Parabraunerden aus Löss SS-LL (140) Auengley, Vega-Gley GGa (42), Gleye, Gley-Kolluvisol, Hanggleye GG-YK (51) und Vegen: ABn (38)	verbreitet in der Werraue und in Tal- sowie Unterhanglagen bei Bengendorf
gering	Braunerden und podsolige Braunerden des Mittleren Buntsandsteins BBn (224), s1 teils auf Vegen: ABn (38)	im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes verbreitet auf Buntsandsteinhängen, teils in der Werraue
sehr gering	Podsole und Podsol-Braunerden BB-PP (222)	südwestlich der Rückstandshalde vereinzelt im Wald

3.4 Archivfunktion

Erläuterung zur Bestandsbewertung

Böden konservieren Spuren der Naturgeschichte sowie des historischen anthropogenen Wirkens in Landschaften.

Böden mit besonderer Bedeutung als Archiv der Naturgeschichte zeigen besondere Einblicke in die Boden- und/oder Landschaftsentwicklung und tragen somit zum besseren Verständnis der Natur- und Landschaftsgeschichte und der aktuellen Prozesse in Landschaften bei. Zu den naturgeschichtlich bedeutsamen Böden zählen auch Böden, die als typische Leitprofile repräsentativ für eine Landschaft sind und dem Vergleich von Böden und Bodeneigenschaften dienen (Referenzböden). Hierzu zählen z.B. die Musterstücke der Bodenschätzung und Bodendauerbeobachtungsflächen. Letztere tragen zudem durch Dokumentation langjähriger Untersuchungsergebnisse zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn bei.

Archive der Kulturgeschichte sind durch historische Siedlungstätigkeit sowie land- und forstwirtschaftliche Arbeits- und Produktionsverfahren und deren ökologische Wirkungen geprägt.

In Tabelle 15 sind wertgebende Eigenschaften von Archivböden dargestellt. Im Rahmen einer Einzelfallbetrachtung wird die Besonderheit der wertgebenden Eigenschaften hinsichtlich des Informationswertes, der Eigenart, der Art bzw. Ausprägung bewertet, wobei ausschließlich hohe oder sehr hohe Wertigkeiten betrachtet werden.

Tabelle 15: Wertgebende Eigenschaften von Archiven der Natur- und Kulturgeschichte (LABO, 2011).

Archive der Naturgeschichte Besonderheit hinsichtlich Informationswert, Eigenart, Art und Ausprägung von	Archive der Kulturgeschichte Besonderheit hinsichtlich Informationswert, Eigenart, Art und Ausprägung von
rezenten Bodenbildungsprozessen	pedogenen Archiven der Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte (Kultosole) und historische Landnutzungsformen
pedogenen Prozessen aus vergangenen geologischen und klimatischen Zeitabschnitten (Paläoböden)	Relikten der Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte (Bodendenkmäler, Archäologische Fundstellen)
Standorten von Bodenmessnetzen, Leitprofilen und Langfristmonitorings	Standorten von Bodenmessnetzen, Leitprofilen und Langfristmonitorings
(Peri-)glazialprozessen in Böden und morphologischen Elementen bzw. Landschaftsformen	
Ausgangsmaterialien der Bodenbildung	
erdgeschichtlichen Bildungen und Strukturen (Geotope)	
Prozessen in Mooren zu historischen Klima- und Vegetationsverhältnissen	

Bestandsbewertung

Im Untersuchungsgebiet sind keine Bodeneinheiten vorhanden, die besondere Bedeutung hinsichtlich der in Tabelle 15 genannten Kriterien als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte erwarten lassen. Vielfach können auch Auen als Bodenarchive zur Rekonstruktion von Landschaft, Flora, Fauna und Klimaentwicklung dienen. Bau- und Bodendenkmäler liegen häufig unmittelbar oder nahe an bestehenden oder ehemaligen Gewässern, da hier oft bevorzugte Siedlungsräume lagen. Von besonderem Interesse sind dabei die in Auenlagen vorzufindenden Feuchtböden mit moorigen und anmoorigen Böden mit günstigen Konservierungsbedingungen für organisches Material. Im Untersuchungsgebiet wurden auch innerhalb der Werraau keine moorigen und anmoorigen Böden vorgefunden, so dass hier keine Ausweisung als besonders schützenswerte Fläche erfolgte.

Im Untersuchungsgebiet liegen keine ausgewiesenen Geotope, Musterstücke der Bodenschätzung und Bodendauerbeobachtungsflächen. Hinsichtlich des Langfristmonitorings haben jedoch die Dauerbeobachtungsflächen der K+S KALI GmbH eine hohe Bedeutung als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Wegen der geringen Flächengröße sind die Standorte mit besonderer Archivfunktion in den beiliegenden Plänen in Punktsignatur dargestellt.

3.5 Zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen

Erläuterung zur Bestandsbewertung

Die in Plan 2 dargestellte zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen erfolgt, indem der Mittelwert zwischen der Bewertung als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen und der Bodenfunktion für das natürliche Ertragspotenzial gebildet wird (sehr gering = 1, gering = 2, mittel = 3, hoch = 4, sehr hoch = 5). Bei Böden mit hohem natürlichem Ertragspotenzial ist wegen der dort oft vorhandenen intensiven Nutzung die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen besonders bedeutsam. Durch aggregierende Betrachtung der beiden Bodenfunktionen wird diesem Sachverhalt Rechnung getragen.

Böden mit hohem bzw. sehr hohem Biotopentwicklungspotenzial bzw. besonderer Archivfunktion sind unabhängig von der Bewertung der anderen Teilfunktionen besonders schutzwürdig. Bei der Gesamtbewertung wird daher die höchste vorliegende Bewertungsstufe aus Biotopentwicklungspotenzial oder dem Mittelwert zwischen dem natürlichen Ertragspotenzial und der Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium berücksichtigt.

Bestandsbewertung

Die zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen zeigt in der Werraau meist mittlere bis sehr hohe Wertigkeiten. Sehr hohe Wertigkeiten sind dort insbesondere im FFH-Gebiet Rohrlache auf ein besonderes Biotopentwicklungspotenzial zurückzuführen.

Im Buntsandstein hat die zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen auf Waldflächen meist eine geringe und bei landwirtschaftlicher Nutzung eine mittlere Wertigkeit. Dabei sind südwestlich der Rückstandshalde geringe und östlich der Halde IV mittlere Funktionsbewertungen vorherrschend. Hohe bis sehr hohe Wertungen sind im Buntsandstein lediglich in Unterhang- und Tallagen auf lehmigen solifluidal und kolluvial verlagerten Böden mit höherem Lösslehmanteil sowie auf alten Terrassen zu finden.

Im Bereich der vorgesehenen Haldenerweiterungsfläche liegt überwiegend eine geringe und mittlere Wertigkeit vor.

4 Literaturverzeichnis

AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. verbesserte und erweiterte Auflage (KA5), 438 S., Hannover.

BIL - BÜRO FÜR INGENIEURBIOLOGIE UND LANDSCHAFTSPLANUNG (2012): Untersuchung zum Einfluss der Salzfracht der Werra auf Böden, Vegetation und Stillgewässer der Werraau von Merkers bis Gerstungen; erstellt im Auftrag der K+S KALI GmbH.

BÖNSEL, D. (1989): Entstehung und Vegetation des Salzquellgebietes NSG 'Rohrlache von Heringen', Beitr. Naturkde. Osthessen Nr. 25 S.31-103.

HMUELV - HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2011): Bodenschutz in der Bauleitplanung - Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen.

HYDRO- / ENVIRONMENTAL GEOLOGY DER K+S AKTIENGESELLSCHAFT (2017): Jahresbericht 2016 – Eigenüberwachung der Salzabwasserversenkung, Werk Werra, K+S KALI GmbH, Teil 2 Auswertung der geochemischen und geohydraulischen Daten zur Grundwasserüberwachung.

KALWEIT, H. (1961): Gutachten über die Ursachen und die Beseitigung von Vernässungs- und Versalzungsschäden in der Werraau bei Widdershausen, Krs. Hersfeld - Unveröffentl. Gutachten, 29 S.

K+S KALI GMBH (2014): Schreiben vom 16.05.2014 an das Regierungspräsidium Kassel Dez. 34 Bergaufsicht und Dez. 31.2 Wasserversorgung, Grundwasserschutz, Bodenschutz, Altlasten zum Sonderbetriebsplan WI-19/13, DVS-Nr. 3002884 „Umgestaltung / Neubau Haldenbecken Heergraben“.

KOORDINIERUNGSAUSSCHUß SALZABWASSER HESSEN / THÜRINGEN (1994): Diffuse Einträge von Salzwasser in die Werra, Kurzfassung des Berichts.

LABO - LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODEN (2011): Archivböden - Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte, 160 S.

REGIOPLUS INGENIEURGESELLSCHAFT (2017): Bestandserfassung der Schutzgüter Boden und Pflanzen auf Dauerbeobachtungsflächen im Umfeld der Halde IV am Standort Wintershall des Werkes Werra - Ergebnisse der Untersuchungen von 2012 bis 2017, im Auftrag der K+S KALI GmbH.

SCHMEISKY, H. & G. PAPKE (2011): Vegetationsentwicklung in salzbeeinflussten Bereichen nahe der Breitzbachsmühle und in Salzpfannen der Heringer Aue - unveröffentlichter Bericht im Auftrag der K+S KALI GmbH.

TÜV NORD UMWELTSCHUTZ GMBH & CO. KG (2011): Ausbreitungsberechnung zur Festlegung von Messpunkten im Bereich des Werkes Werra der K+S KALI GmbH auf Grundlage prognostischer Windfeldberechnungen zur Erstellung und Durchführung eines Immissionsmessplans.

WERKRAUM UMWELT (2010): Biotoptypenkartierung in Umgebung der Halde Hattorf, im Auftrag der K+S KALI GmbH.