

Sanierung des Rheinhochwasserdammes RHWD XXXIX

Bodenschutzkonzept

Anlage 3.3 zum Planfeststellungsantrag



Februar 2022



Antragsteller:
Regierungspräsidium Karlsruhe
Landesbetrieb Gewässer, Referat 53.1



Auftragnehmer:
IUS Institut für Umweltstudien
Weibel & Ness GmbH
Heidelberg · Potsdam · Kandel



Bearbeiter:
solum, büro für boden + geologie
Freiburg i.Br.

- Projekt:** Bodenschutzkonzept zur Sanierung des
Rheinhochwasserdammes RHWD XXXIX
- Nummer:** 2021_176
- Arbeitsbereich:** Bodenkunde/ Bodenkundliche Baubegleitung
- Auftraggeber:** Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 5 – Umwelt; Referat 53.1
Gewässer I. Ordnung, Hochwasserschutz, Planung
Markgrafenstraße 46
76133 Karlsruhe
- Auftragnehmer:** solum, büro für boden + geologie
Basler Str. 19
79100 Freiburg i.Br.
Tel. 0761/70319-0
- Bearbeitung:** Dipl.-Geologe P. Spatz (Projektleitung)
Dipl.-Umweltwissenschaftler Johannes Mohr
- Stand:** 25.02.2022
- Seitenzahl:** Dieser Bericht enthält 32 Seiten (ohne Anlagen)

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	5
1.1	Vorbemerkung	5
1.2	Vorhabensbeschreibung	6
1.3	Begriffe.....	8
2	Grundlagen.....	9
2.1	Planungs- und Genehmigungsgrundlagen	9
2.1.1	<i>Datengrundlagen</i>	9
2.1.2	<i>Gesetzliche Bestimmungen</i>	9
2.2	Geologie und Bodenkunde.....	10
2.2.1	<i>Bodenkunde</i>	10
2.2.2	<i>Geotechnische Erkundung</i>	10
2.2.3	<i>Grundwasser</i>	11
2.2.4	<i>Daten der Bodenschätzung und der forstlichen Standortkartierung</i>	11
2.2.5	<i>Bodenkunde (Geländeaufnahme)</i>	12
2.3	Klima.....	14
2.4	Sonstiges	14
2.4.1	<i>Verdachtsflächen</i>	14
2.4.2	<i>Kampfmittel</i>	14
2.4.3	<i>Dammkronenwege</i>	15
2.4.4	<i>Überflutungsgebiete</i>	15
2.4.5	<i>Biotope, Tabuflächen</i>	15
3	Bodenschutzkonzept.....	16
3.1	Allgemeines	16
3.2	Bodenschutzrelevante Eingriffe im Rahmen der Baumaßnahme	16
3.2.1	<i>Natürliche Böden</i>	16
3.3	Bodenschutzplan	18
3.3.1	<i>Bodenbezogene Grundlagen</i>	18
3.3.1.1	Bodenarten/ Verdichtungsneigung	18
3.3.1.2	Grundwasserböden	18
3.3.1.3	Druckwasserbereiche/ Überflutungsgebiete.....	19
3.3.1.4	Schadstoffe.....	19
3.3.2	<i>Gesamtrisikobewertung</i>	20
3.3.3	<i>Massenbilanz natürliche Böden</i>	21
3.3.3.1	Grundlagen	21
3.3.3.2	Massenbilanz Oberboden.....	22
3.3.4	<i>Zwischenlagerung</i>	24
3.3.5	<i>Rekultivierung ehemal. Dammaufstandsfläche in Bauabschnitt 3</i>	24
3.4	Bodenschutzmaßnahmen	25
3.4.1	<i>Allgemeine Vorgaben</i>	25
3.4.2	<i>Bodenschonender Bauzeitenplan</i>	25
3.4.3	<i>Baustellenlogistik</i>	25
3.4.4	<i>Beweissicherung</i>	26
3.4.5	<i>Fäll- und Rodungsarbeiten</i>	26
3.4.6	<i>Flächige Kampfmittelsondierung</i>	27
3.4.7	<i>Bodenabtrag</i>	27
3.4.8	<i>Zwischenlagerung/ Bodenmieten</i>	28
3.4.9	<i>Baustelleneinrichtungsflächen</i>	30
3.4.10	<i>Bodenauftrag und Rekultivierung</i>	30
3.4.11	<i>Anforderungen an zugeführtes Bodenmaterial</i>	31
3.4.12	<i>Begleitung, Kontrolle und Abnahme rekultivierter Flächen</i>	31
4	Anlagen	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bau- und anlagenbedingte Eingriffe und Rekultivierungsmaßnahmen	7
Tabelle 2: Vorkommen Bodentypen und Eigenschaften [6]	10
Tabelle 3: Klimawerte Mannheim Neckarau [4]	14
Tabelle 4: Einstufung der Klimaverhältnisse	14
Tabelle 5: Massenbilanz Abtrag Oberboden in [m ³] nach Baulosen und Eingriffsflächen (geschätzt)	22
Tabelle 6: Massenbilanz Auftrag Oberboden in [m ³] (geschätzt)	23

Anlage 1.1: Übersichtskarte Gesamtmaßnahme 1: 5.000

Anlage 1.2: Übersichtskarte mit Bodeneinheiten nach BK50

Anlagen 2.1 -2.8: Bodenschutzpläne BA 1- BA 8 (1.1.500)

Anlage 3: Datenblätter Bodentypen (BK 50, LGRB)

Anlage 4: Tabelle Befahrbarkeit in Abhängigkeit der Bodenfeuchte (DIN 19639)

1 Einführung

1.1 Vorbemerkung

Der Rheinhochwasserdamm (RHWD) XXXIX im Südwesten von Mannheim entspricht nicht mehr den aktuellen technischen Regeln für Hochwasserschutzdämme. Im Herbst 2015 wurde er im „Dammertüchtigungsprogramm des Landes Baden-Württemberg“ hinsichtlich seines Sanierungsbedarfs in die höchste Priorität eingestuft und ist somit umgehend zu überplanen.

Wesentliche Aspekte der Sanierung sind die Anpassung der Sicherheitsanforderungen entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik, insbesondere die Gewährleistung der Standsicherheit, die Schaffung eines durchgängigen Dammverteidigungsweges (DVW) zur Sicherung der Zugänglichkeit im Hochwasserfall und die Herstellung und Sicherung von Dammschutzstreifen (DSS) und baumfreien Zonen (BfZ). Im Zuge der Ertüchtigung werden auch Fehlhöhen ausgeglichen, die sich im Laufe der Jahre durch Setzungen ergeben haben, und kleinräumige Begradigungen vorgenommen.

Seit Januar 2021 hat gemäß § 2 Abs. 3 Landesbodenschutzgesetz (LBodSchG) der Vorhabenträger für die Planung und Ausführung des Vorhabens zur Gewährleistung eines sparsamen, schonenden und haushälterischen Umgangs mit dem Boden ein Bodenschutzkonzept zu erstellen. Das RP Karlsruhe als Vorhabenträger hat entschieden, dass das erforderliche Bodenschutzkonzept (BSK) bereits in den Planfeststellungsunterlagen enthalten sein soll.

Ziel des BSK ist es, einen sparsamen, schonenden und haushälterischen Umgang mit dem Boden zu gewährleisten. Insbesondere sind die Eingriffe in natürliche Böden zu minimieren und die Bodenfunktionen in den aufzufüllenden sowie in temporär genutzten Bereichen (Baustelleneinrichtungsflächen) zu erhalten, bzw. nach der Baumaßnahme im Zuge der Rekultivierung wiederherzustellen.

Ein BSK ist Teil der Bodenkundlichen Baubegleitung, die gemäß der DIN 19639 "Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben" folgende grundsätzliche Leistungsphasen umfasst:

Phase 1: Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes (BSK) inkl. Massenbilanz und Bodenschutzplan

Phase 2: Beteiligung an Ausführungsplanung und Ausschreibung

Phase 3: Bauausführung; Begleiten der Umsetzung von Schutzmaßnahmen

Phase 4: Nachsorgemaßnahmen, Vorgaben für bodenschonende Folgebewirtschaftung

Das vorliegende Gesamtbodenschutzkonzept beschreibt die erforderlichen Bodenschutzmaßnahmen für die gesamte Baumaßnahme auf der Ebene der Planfeststellung (Phase 1). Für die einzelnen Bauabschnitte sind im Zuge der Ausführungsplanungen (Phase 2) weitere Spezifizierungen bzw. Anpassungen erforderlich (insb. im Rahmen der Ausschreibungsphase), die in baulospezifischen Konzepten dargestellt werden (u.a. separate Bodenschutzpläne).

1.2 Vorhabensbeschreibung

Die Dammsanierung umfasst 6 Planungsabschnitte von insgesamt 3.940m Länge. Diese erstrecken sich vom Großkraftwerk Mannheim über die drei Mannheimer Stadtteile Neckarau, Niederfeld und Lindenhof bis an die Schwarzwaldstraße.

- Abschnitt 1 „GKM“ von Damm-km 0+000 bis 0+350, entlang des Großkraftwerks Mannheim (GKM); landseitig befinden sich Kleingärten und Sportanlagen
- Abschnitt 2 „Sportanlagen“ von Damm-km 0+350 bis 1+250; hier befinden sich Sportanlagen auf der Landseite, zum Teil bewaldetes Dammvorland auf der Wasserseite
- Abschnitt 3 „Dammbegradigung“ von Damm-km 1+250 bis 1+850, Dammbegradigungsabschnitt; der Damm verläuft durch ein Waldgebiet
- Abschnitt 4 „Kleingärten“ von Damm-km 1+850 bis 3+000; hier befinden sich landseitig Kleingärten und Privatgrundstücke. Der wasserseitig bestehende Auwaldsaum reicht bis zum Dammfuß
- Abschnitt 5 „Wohnbebauung“ von Damm-km 3+000 bis 3+650; der Abschnitt verläuft entlang eines Wohngebietes an der Schwarzwaldstraße. Wasserseitig befinden sich Auwälder
- Abschnitt 6 „Stadt Mannheim“ bis Damm-km 3+650 bis 3+938,23; Wohnbebauung und Wald wie im Abschnitt 5. Der Abschnitt ist in der Unterhaltungs- und Ausbaulast der Stadt Mannheim [1]

Dort wo es die Platzverhältnisse zulassen, soll der Damm als Erdkörper hergestellt werden, wie es der in Baden-Württemberg üblichen Bauweise entspricht. Dies ist in den Abschnitten 3 und 4 Nord der Fall. Das Regelprofil wird mit flachen Böschungsneigungen und einer landseitigen Auflastberme, die den Dammverteidigungsweg aufnimmt, entwickelt. In den Abschnitten 1, 2, 4 (teilweise), 5 und 6 des Dammes XXXIX, in denen aufgrund der unmittelbar landseitig angrenzenden Nutzungen (Sportanlagen, Einzelhäuser, durchgängige Wohnbebauung, Waldgebiet) weniger Fläche für den Damm zur Verfügung steht, werden Sonderprofile überwiegend mit Spundwandverstärkung eingesetzt [1].

In allen Abschnitten werden wasser- und landseitig je 10 m breite baumfreie Zonen – einschl. der jeweils 4 m breiten Dammschutzstreifen (DSS) - eingerichtet. Bei angrenzenden Waldbereichen kann auf den 6 m der baumfreien Zone außerhalb der DSS nach Abschluss der Sanierungsmaßnahme ein Waldsaum aus Büschen und jungen Bäumen bis zu einer Wuchshöhe von 2,5 m entwickelt werden. Der Dammverteidigungsweg wird durchgängig über die gesamte Dammtrasse geführt, um die Dammunterhaltung und im Hochwasserfall die Dammverteidigung gewährleisten zu können [1].

Insgesamt sollen 6 temporäre Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) eingerichtet werden. Die Flächen BE3 und BE4 sind auf natürlichen Böden geplant, die übrigen Flächen sind bereits zum überwiegenden Teil befestigt (Parkplatz) bzw. liegen auf bauschutthaltigen Auffüllungen (BE1).

Abgesehen vom Abschnitt 3 wird die Sanierung im Bereich des bestehenden Damms durchgeführt und nur geringfügig in angrenzende natürliche Böden eingegriffen. Im Abschnitt 3 werden durch die Dammbegradigung luftseitig natürliche Böden überbaut. Der dann nicht mehr benötigte Altdamm wird zurückgebaut und die frei werdende Fläche für die Aufforstung von Auwald rekultiviert.

Für den Bodenschutz relevant sind neben den Baumaßnahmen zur Dammbegradigung (Verlust von natürlichen Böden), die Anlage der BE-Flächen sowie der Umgang mit den Oberböden im gesamten Baufeld. Die Qualität und Vitalität der Oberböden ist zu erhalten und eine möglichst vollständige, hochwertige Verwertung der Abtragsmassen im Rahmen des Bauvorhabens sicherzustellen.

Tabelle 1: Bau- und anlagenbedingte Eingriffe und Rekultivierungsmaßnahmen

Flächen	Geplanter Eingriff	Gefährdung Boden	Vermeidung/ Schutzmaßnahmen	Rekultivierung
bestehender Damm (BA1-6)	Abtrag Oberboden	Oberboden: unsachgemäßer Abtrag und Lagerung, Verunreinigung, Vermischung unterschiedlicher Qualitäten	Oberboden: sachgemäßer Abtrag und Zwischenlagerung, Trennung nach Ausbauorten (u.a. luft- wasserseitige Böschungen, belastet/ unbelastet)	Fachgerechter Bodenauftrag auf neuen/ sanierten Damm
Dammbegradigung (Neubau, BA3)	Rodung, Abtrag Oberboden Wald, Einrichtung BE3	Großflächig irreversible Bodeninanspruchnahme Oberboden: Verdichtung, unsachgemäßer Abtrag und Lagerung, Verunreinigung Unterboden: Verdichtung	Eingriff nicht vermeidbar Oberboden: fachgerechter Abtrag und Zwischenlagerung, Unterboden: Schutz vor Verdichtung Anmerk. Verdichtung ggf. tolerierbar wegen späterer Überbauung evtl. Sicherung von kulturfähigem Unterboden für die Rekultivierung	Fachgerechter Bodenauftrag im Bereich „Rückbau Damm“ sowie auf neuen/ sanierten Damm
Dammbegradigung (Rückbau, BA3)	Abtrag Oberboden, Herstellung Aufforstungsfläche	Oberboden: Verdichtung, unsachgemäßer Abtrag und Lagerung, Verunreinigung Unterboden: Verdichtung	Oberboden: fachgerechter Abtrag und Zwischenlagerung Vermeidung von Verdichtungen	Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (Tiefenlockerung ehem. Aufstandsfläche, Auftrag Waldoberboden, ggf. auch Unterboden)
BE-Flächen 1,2,4, 5,6	Temporäre Nutzung Oberbodenabtrag, Unterbodenschutz	Oberboden: Verdichtung, unsachgemäßer Abtrag und Lagerung, Verunreinigung, Unterboden: Verdichtung	Oberboden: fachgerechter Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden: Schutzmaßnahmen durch fachgerechten Aufbau der BE-Flächen	Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (Tiefenlockerung, Oberbodenauftrag)
Lagerflächen 1-3	Dauerhafte Nutzung, keine Arbeiten geplant	---	---	---
Baustraßen	Temporäre Nutzung Oberbodenabtrag, Unterbodenschutz	Oberboden: Verdichtung, unsachgemäßer Abtrag und Lagerung, Verunreinigung Unterboden: Verdichtung	Oberboden: fachgerechter Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden: Schutzmaßnahmen durch fachgerechten Aufbau der Baustraßen	Rückbau, Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (Tiefenlockerung, Oberbodenauftrag)

1.3 Begriffe

Um Missverständnisse in Planungs- und Ausführungsstadien zu vermeiden, werden im Folgenden wesentliche bodenkundliche Begriffe definiert.

Natürlicher Boden: Zu den natürlichen Böden werden Böden in ungestörter Lagerung gezählt, die einen unveränderten, dem jeweiligen Bodentyp entsprechenden Schichtaufbau besitzen.

„**Technischer Boden**“: Unter dem Begriff „technischer Boden“ werden natürliche Bodensubstrate (ohne Fremdbestandteile) technischer Bauwerke (u.a. Unterbau befestigter Flächen, Lärmschutzwälle etc.) verstanden, die überwiegend nur geotechnische Eigenschaften besitzen und/oder durch Zusatzstoffe bautechnisch verbessert werden.

Oberboden: Als Oberboden wird die oberste humose, belebte Bodenschicht des Mineralbodens verstanden, die sich meist durch eine dunklere Bodenfarbe vom Unterboden abhebt. Sie weist einen der jeweiligen Bodenbildung entsprechenden Anteil an Humusgehalt und Bodenorganismen auf. In der Regel handelt es sich um den Ah-Horizont, Aa-Horizont, Ap-Horizont die O-Horizonte (unter Wald) sowie auch humose M-Horizonte von Auenböden. Bei Acker werden i.d.R. pauschal 0,30m angenommen, bei Grünland ca. 0,10m- 0,20m. Unter Wald beträgt die Mächtigkeit des Ah-Horizontes i.d.R. ca. 10cm. Im Untersuchungsgebiet wurde bei der Kartierung eine größere Mächtigkeit festgestellt, was wahrscheinlich auf die Auenlage zurückzuführen ist

Unterboden, kulturfähig: Aus bodenkundlicher Sicht bezieht sich der Begriff „Unterboden“ ausschließlich auf den verwitterten Unterboden (i.d.R. B-Horizont) und ist von dem darunterliegenden, unverwitterten Untergrund (C-Horizont) zu unterscheiden. Der Begriff „kulturfähiger Unterboden“ (kUB) wird im Plangebiet für als Unterboden für land- bzw. forstwirtschaftliche Flächen geeignete Feinböden verwendet. Hinweis: vernässte Schichten (Grund- oder Stauwasserböden) sind ohne evtl. Aufbereitung (Trocknung) für Rekultivierungen nicht geeignet.

Untergrund: Aus bodenkundlicher Sicht bezieht sich der Begriff „Untergrund“ auf den unverwitterten C-Horizont, der im Plangebiet hauptsächlich aus sandigem Kies besteht. Solches Material eignet sich i.d.R. nicht als kulturfähiger Boden. Ggf. ist eine Verwendung als Füllboden unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht möglich.

Verdichtungsempfindlichkeit: Die Empfindlichkeit von Böden gegenüber Umlagerung und Verdichtung hängt vorrangig von der Bodenart und Bodenfeuchte ab (DIN 19369). Böden der Hauptbodenart Sand weisen eine geringe, Böden der Hauptbodenart Schluff und Lehm eine mittlere und Böden der Hauptbodenart Ton eine hohe Umlagerungs- und Verdichtungsgefährdung auf (vgl. auch Anlage 4). Im Plangebiet sind die natürlichen Böden mittel bis stark verdichtungsempfindlich.

Risikobereiche: Auf Grundlage der Auswertung der Bodeneigenschaften (Bodenarten/ Grundwassereinfluss etc.) werden Risikobereiche ermittelt, in denen ein Risiko hinsichtlich Verdichtungsgefährdung und/ oder Beeinträchtigung durch Grundwasser besteht, und ggf. Maßnahmen zum Schutz des Bodens erforderlich werden (z.B. Einsatz von Baggermatratzen, Arbeiten mit Langstielbagger). Zudem sind im Plangebiet die wasserseitigen Flächen hochwassergefährdet und bei HQ10-Ereignissen 1-2m überflutet.

2 Grundlagen

2.1 Planungs- und Genehmigungsgrundlagen

2.1.1 Datengrundlagen

Zur Erstellung des Bodenschutzkonzeptes wurden folgende Grundlagen ausgewertet:

- [1] Sanierung der Rheinhochwasserdamms RHWD XXXIX, Anlage 2.1 zum Planfeststellungsantrag, Erläuterungsbericht zur technischen Planung, Arbeitsgemeinschaft A25.2, icon-Pecher-Gewecke, (Stand 12.02.2021)
- [2] Geotechnische Gutachten, Ausbau RHWD XXXIX, Mannheim Kraftwerk GKM bis Speyerer Straße, Ingenieurgesellschaft Kärcher, Weingarten, 15.02.2021
- [3] Sanierung der Rheinhochwasserdamms RHWD XXXIX, Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Bericht), Anlage 3 zum Planfeststellungsantrag, IUS Institut für Umweltstudien Weibel & Ness GmbH, Heidelberg
- [4] Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg (WaBoA, vierte Ausgabe 2012, Ministerium für Umwelt, Klima Energiewirtschaft, 2012)
- [5] LGRB Datenviewer <http://maps.lgrb-bw.de/?app=lgrb&lang=de>, Link aktiv am 31.01.2022
- [6] Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:50.000 (BK50), Blattschnittfreie Geodaten des GeoLa, RP Freiburg, LGRB, 2013
- [7] Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:50.000 (GK50), Blattschnittfreie Geodaten des GeoLa, RP Freiburg, LGRB, 2013
- [8] Forstliche Standortskarten (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (<http://www.fva-bw.de>))

2.1.2 Gesetzliche Bestimmungen

Die Anforderungen an eine ordnungsgemäße Abtragung, Lagerung und Wiederverwendung von Ober- und Unterboden sind u.a. in folgenden Gesetzen und Verordnungen sowie DIN- Normen und Arbeitshilfen formuliert:

Folgende Gesetze/ Normen und Schriften werden vereinbart und sind anzuwenden:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Bonn, 1999
- Bund-Länderarbeitsgemeinschaft LABO 2002: Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden gemäß §12 BBodSchV
- Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz – LBodSchAG; 2004, geändert Dezember 2020 (GBl. S. 1233, 1247)
- Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg): Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden), Stuttgart, 2007
- DIN 19639 (2019-09) – Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben
- DIN 19731 (Ausgabe 5/98) – Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial
- DIN 18915 (2018-06) - Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten
- Erhaltung fruchtbaren und kulturfähigen Bodens bei Flächeninanspruchnahmen – Luft, Boden, Abfall, Heft 10, Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), Stuttgart 1991
- Bodenkundliche Baubegleitung BBB, Leitfaden für die Praxis; BVB Merkblatt Band 2, 2013

2.2 Geologie und Bodenkunde

2.2.1 Bodenkunde

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der holozänen Rheinaue, mit einem Bodenaufbau aus schluffig- (fein)sandigen bis schluffig- tonigen Auensedimenten über Rheinsanden und -schottern.

Die Bodenlandschaft ist gekennzeichnet durch einen kleinräumigen Wechsel unterschiedlicher Bodeneinheiten. Die häufigsten Bodeneinheiten des Untersuchungsgebiets sind Brauner Auenboden und Auengley. Die Böden sind durchgängig kalkhaltig [6]. Eine Übersicht zu den bodenkundlichen Verhältnissen findet sich in Anlage 1.2, detaillierte Beschreibungen der Einheiten sind in Anlage 3 beigefügt.

Tabelle 2: Vorkommen Bodentypen und Eigenschaften [6]

KE-LGRB	Bodentypen	Ausgangsmaterial	Bodenartenprofil (KA5) mit Schichtmächtigkeiten	mit
w124	kalkhaltiger Brauner Auenboden, mit Vergleyung im nahen Untergrund	Auensand über Rheinschottern	SI2-3, G0-2 S, G2-6	5-12 dm -
w127	kalkhaltiger Brauner Auenboden, häufig mit Vergleyung im nahen Untergrund	feinsandig-schluffiges Auensediment, z. T. über Auensand, auf Terrassensand und -kies	Su3-Uls-Lu, G0-2 (fS-Su3) S, G4-6	4-8 dm >10 dm -
w138	Kalkhaltiger Auengley und kalkhaltiger Brauner Auenboden-Auengley	feinsandig-schluffiges Auensediment über Terrassensand und -kies	Ut3-Uls fS-Uls S, G2-6	4-8 dm 8-12 dm -

* Angaben in Klammern: Schicht nicht überall vorhanden

Die Böden des Untersuchungsgebiets haben eine hohe bis sehr hohe Bedeutung für jeweils mindestens eine Bodenfunktion, überwiegend sogar für zwei bis drei Bodenfunktionen. Trotz ihres anthropogenen Ursprungs sind auch die Dämme abschnittsweise als „Standorte für die natürliche Vegetation“, als „Ausgleichskörper im Wasserkreislauf“ bzw. als „Filter und Puffer für Schadstoffe“ bedeutsam.

2.2.2 Geotechnische Erkundung

Die geotechnischen Erkundungen erfolgten im April 2017 [2]. Insgesamt wurden ca. 112 Erkundungsbohrungen durchgeführt. Diese wurden im Dammkörper, in den luft- und wasserseitigen Böschungen sowie im Hinterland abgeteuft. Auch der Bereich der Dammbegradigung, bzw. der neuen Dammaufstandsfläche wurde erfasst. Die Bohrungen werden als punktuelle Informationen zum Bodenaufbau und Grundwasserstand herangezogen.

Die natürlichen Böden längs des Damms sind überwiegend aus schluffig-tonigen Substraten aufgebaut. Die bindige Deckschicht weist hier Mächtigkeiten von zumeist ca. 1-2m auf, in rinnenartigen Vertiefungen werden auch bis zu 4m erreicht. Darunter folgen Sande und Kiese des Rheins. Die Mächtigkeit der humosen Oberböden variiert überwiegend zwischen 0,20 und 0,30m, stellenweise wurden auentypische Humusgehalte auch im Unterboden beobachtet.

Die geotechnisch als mittel- und leichtplastisch angesprochenen Bodenarten sind stark/extrem wasserempfindlich und neigen bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung zum Aufweichen bzw. Verbreiten. Zudem ist die Durchlässigkeit sehr gering. Aus bodenkundlicher Sicht sind die Böden als mittel bis stark verdichtungsgefährdet einzustufen [2].

Der Dammkörper (Kerndamm) ist überwiegend aus bindigen bzw. schluffig-tonigen Substraten aufgebaut. Das Material entspricht hinsichtlich seiner Zusammensetzung dem bindigen Deckschichtmaterial aus der Umgebung. In insgesamt 11 Bohrungen wurden jedoch organoleptische Auffälligkeiten festgestellt. Orientierende Schadstoffanalysen ergaben für diese Bereiche Einstufungen von Z2 und >Z2 nach VwV-Boden. Der Hauptteil des Dammkörpers weist jedoch keine Auffälligkeiten auf. Hier wurden die Z0-Werte in den orientierenden Untersuchungen eingehalten [2].

Luftseitig finden sich in verschiedenen Bauabschnitten schutthaltige Dammschüttungen. Diese wurden großflächig im Bereich von km 1+900 bis 3+900 sowie zwischen km0+300 und 0+450, 0+600 bis 0+800, 0+950 bis 1+150 und 1+300 bis 1+500 nachgewiesen. Es handelt sich häufig um Schutt-Bodengemische bis hin zu Anschüttungen aus grobem Schutt mit wechselndem Sand-/Kies-/Stein-Gemischen (km 2+000, 2+510, 2+720). Hier wurden auch Kantenlängen (bei Betonblöcken) von über einem Meter nachgewiesen. Orientierende Schadstoffuntersuchungen ergaben in diesem Bereich Einstufung von Z1.2 bis >Z2 nach VwV-Boden. Für die Einstufung relevant waren die Parameter PAK und Schwermetalle [2].

2.2.3 Grundwasser

Der Grundwasserspiegel wird maßgebend durch den Gewässerspiegel beeinflusst. Bei Hochwasser infiltriert das Flusswasser in den Kiessandaquifer, der Wasserspiegel steigt dadurch an. Unter den bindigen Deckschichten kann sich ein gespannter Grundwasserspiegel einstellen [2].

Luftseitig des Damms können bei hohen Pegelständen des Rheins Druckwasserflächen entstehen. Genaue Flächen sind nicht bekannt, bzw. können nicht angegeben werden.

Die ausgeprägte Rheinschleife verursacht vermutlich eine Ablenkung der Grundwasserfließrichtung. Es muss davon ausgegangen werden, dass die generelle Fließrichtung des Grundwassers bei Normalwasserständen von Süd nach Nord verläuft und die Flussschleife abschneidet. Hinzu kommt der Einfluss des Neckars, der eine zusätzliche Ablenkung nach Westen verursachen kann. Bei einem Rheinhochwasser ist aber dennoch davon auszugehen, dass ein Potentialabbau zwischen Gewässer und Hinterland stattfindet [2].

Der Grundwasserspiegel in der Dammachse lag i.d.R. zwischen 6,7m (BK1+500) bis ca. 9,9m (BK2+800) unter der Dammkrone. Für Vor- und Hinterland kann daraus ein Grundwasserabstand von 3-4m zur GOF abgeleitet werden. Die im Frühjahr/Sommer 2017 gemessenen Grundwasserstände liegen am Losanfang bei 88,2 m (BK 0+000) und 87,1 m+NN am Losende (BK 3+800). Zum Vergleich wurden Pegelmessreihen der Grundwassermessstellen 105/255-0 (Waldpark) und 109/255-9 (Lindenhof) ausgewertet. Demnach lagen die Pegel zur Zeit der Beprobung wenige Dezimeter unterhalb des Mittelwasserstands.

2.2.4 Daten der Bodenschätzung und der forstlichen Standortkartierung

Zur Verbesserung der Datengrundlage (u.a. Mächtigkeit Oberboden, Verdichtungsgefährdung) werden i.d.R. auch die Daten der Bodenschätzung ausgewertet. Diese beinhalten jedoch nur Acker und Grünlandflächen. Die durch die Baumaßnahme beeinträchtigten natürlichen Böden liegen jedoch fast ausschließlich unter Wald.

Für diese forstlich genutzten Gebiete werden die Forstlichen Standortskarten herangezogen. Diese geben Hinweise auf Bodenart und Wasserverhältnisse und können bei Detailfragen ausgewertet werden. Als Hauptbodentypen werden hier im Gegensatz zur BK50 des LGRB (Gley-) Auenpararendzina und Gley-Kalkpaternia angegeben. Die vorherrschende Humusform ist Mull.

2.2.5 Bodenkunde (Geländeaufnahme)

Von besonderem bodenkundlichem Interesse bzgl. der Baumaßnahme sind sämtliche Oberböden im Baufeld sowie die temporär in Anspruch genommenen Flächen auf natürlichen Böden (z.B. BE-Flächen). Zur Ergänzung der vorhandenen Daten erfolgte daher am 17.01.2022 eine bodenkundliche Geländeaufnahme.

Da das gesamte Baufeld als Kampfmittelverdachtsfläche zu betrachten ist, konnten ohne entsprechende Freimessung keine Pürkhauersondierungen vorgenommen werden. Es wurden bei der Geländeaufnahme daher nur die Oberböden erfasst.

Über den gesamten Dammverlauf wurden zur Erkundung der Oberböden Kleinschürfe mittels Spaten angelegt. Es wurde jeweils die Substratzusammensetzung (Bodenart, Grobbodenanteil, bodenfremde Bestandteile), Humusgehalt und die Mächtigkeit aufgenommen.

Folgende Bereiche lassen sich bzgl. der Oberböden im Baufeld festlegen:

- Wasserseitige Dammböschung: Die Oberböden sind hier sehr einheitlich aus schluffbetonten Substraten (Uls, Ut3, Lu) aufgebaut und weisen i.d.R. keinen Grobboden oder bodenfremde Bestandteile auf. Die Mächtigkeiten liegen hier bei ca. 0,30m. Lediglich im Abschnitt 5 und 6 wurden stellenweise, insb. im Bereich der Abfahrten, auch sandig-kiesige Beimengung festgestellt. Die Böschungen ab km 3+700 weisen auch höhere Kiesgehalte und teils feine bodenfremde Beimengungen (Splitt, feiner Schwarzdeckenbruch) auf.
- Luftseitige Dammböschung (0+000 bis 3+050): Die Oberböden sind hier bzgl. ihrer Zusammensetzung sehr heterogen. Es wurden häufig sandbetonte Substrate (Su, Sl), aber auch sandige Lehme (Ls) und untergeordnet schluffbetonte Substrate (Uls, Ut3) angetroffen. Die Kiesgehalte variieren, liegen aber überwiegend im mittleren Bereich. Neben dem Kies wurden auch häufig grobe, bodenfremde Bestandteile/Schutt (Backstein, Beton, Sandstein etc.) mit Kantenlängen >100mm festgestellt. Abgesehen von wenigen Teilflächen ist auf der gesamten luftseitigen Böschung mit Grobbestandteilen im Oberboden zu rechnen. Im Abschnitt 1 und 2 wurden zudem verschiedenkörnige Schlacken im Oberboden festgestellt. Die Schichtmächtigkeit schwankt über das gesamte Baufeld zwischen 0,15-0,30cm, überwiegend wurden jedoch 0,20-0,25m festgestellt.
- Dammkrone: Zwischen den beiden Wegen auf der Dammkrone in den Abschnitten 1 und 2 befindet sich lediglich mit Gras bewachsenes Tragschichtmaterial. Der humose Horizont ist nur flach ausgeprägt (0,05-0,10m) und stark mit Schotter/Kies durchsetzt. Lediglich die Grasnarbe sollte hier entfernt und dem Oberboden der luftseitigen Dammböschung beigefügt werden. Die Oberböden der Dammkrone luftseitig der Wege sind mit denen der luftseitigen Böschungen vergleichbar und weisen überwiegend sandbetonte Bodenarten sowie wechselnde Anteile an Grobboden und groben, bodenfremden Bestandteilen (Schutt) auf. In

den Abschnitten 1-3 ist der Schuttanteil stellenweise sehr hoch, auch sind die Mächtigkeiten mit 0,10-0,20m eher gering. Im Abschnitt 4 ist der Oberboden der breiten Dammkrone in Zusammensetzung und Mächtigkeit vergleichbar mit dem der Böschung.

- Vorland: Die natürlichen Oberböden auf der Wasserseite sind überwiegend aus schluffbetonten Substraten (Uls, Ut3, Lu) aufgebaut, lediglich im Abschnitt 5 sind die Substrate sandiger ausgeprägt (Sl, Slu, Uls). Die Substrate weisen i.d.R. keinen Grobboden oder bodenfremde Bestandteile auf. Die Mächtigkeit liegt bei ca. 0,30m, stellenweise auch bis 50cm mit nach unten abnehmenden Humusgehalt.
- Hinterland: Natürliche Böden sind hier nur in den Abschnitten 3 und 4 betroffen. Als Bodenart herrscht Lu vor, untergeordnet auch Uls und Ut3. Die Substrate weisen auch hier i.d.R. keinen Grobboden oder bodenfremde Bestandteile auf. Die Mächtigkeiten des Oberbodens liegen überwiegend bei 0,25-0,30m.

Die Begutachtung der vorgesehenen BE-Flächen brachte folgende Ergebnisse:

- BE1: verbuscht, eingezäunt, unzugänglich, vermutlich flachgründiger Oberboden auf schutthaltiger Auffüllung/Dammanschüttung
- BE2: Parkplatz, geschottert, Randbereich mit Oberboden: Ls, g3-4, 0,20m mächtig
- BE3: zukünftige Dammaufstandsfläche Dammbegradigung, natürlicher Oberboden unter Wald: Lu, g1, 0,25-0,30m mächtig
- BE4: Pferdekoppel, westliche Hälfte mit bewachsener Kiessandschüttung anstelle des Oberbodens, östliche Hälfte natürlicher Oberboden: Lu, g1, 0,30m mächtig
- BE5: Befestigter Weg vorhanden, Randlich Oberboden: Sl, g2-3, mit Schutt, 0,20m mächtig
- BE6: Parkplatz, befestigt, seitlich Streifen mit Oberboden: Sl, g3, wenig Schutt, ca. 0,30m mächtig

2.3 Klima

Das Vorhaben liegt auf der Gemarkung Mannheim. Tabelle 3 zeigt durchschnittliche lokale Klimadaten, die aus dem Wasser- und Bodentlas Baden-Württemberg (Stuttgart 2007) entnommen wurden. Das lokale Klima weist geringe Jahresniederschläge und eine hohe mittlere Jahrestemperatur auf [4].

Tabelle 3: Klimawerte Mannheim Neckarau [4]

Parameter	Wert
Mittlerer korrigierte jährl. Niederschlagshöhen	<700 mm
Mittlere wirkliche jährliche Lufttemperatur	10-11 °C
Mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe	550-650 mm
Mittlere klimatische Wasserbilanz	<100 mm
Mittlere jährliche Grundwasserneubildung	50-100 mm

Der Regenfaktor nach LANG (Quotient Jahresniederschlag: Jahresmitteltemperatur) dient zur Charakterisierung der Klimaverhältnisse. Er wird für Rekultivierungsplanungen herangezogen, da er die Durchfeuchtung und damit die klimaabhängige Vernässungsgefahr von Böden beschreibt (UMWELTMINISTERIUM BW 1991). Der Untersuchungsraum ist mit Werten ca. 60 als "trocken" zu bezeichnen.

Tabelle 4: Einstufung der Klimaverhältnisse

Bezeichnung	Regenfaktor nach LANG
Trocken	Ca. 60-80
Mäßig trocken	Ca. 80-100
Mäßig feucht	Ca. 100-120
Feucht	Ca. 120-160
Sehr feucht	>160

2.4 Sonstiges

2.4.1 Verdachtsflächen

Im Bereich der wasserseitigen Schüttung im Bereich GKM und Schindkauth (km0+000 bis 0+350) wurde das Vorland zwischen Rhein und dem Damm großflächig aufgeschüttet. Die Schüttung erfolgte gemäß den hier niedergebrachten Bohrungen BK 0+200D und BS 0+200E aus im Kraftwerk anfallender Schlacke mit eingelagertem Schutt (Ziegel- und Betonreste, Holz). Bodenmechanisch betrachtet besteht die Schlacke aus einem schluffigem, schwach kiesigem Sand. Diese Schüttung wurde mit teils bindigem, teils grobkörnigem, schutthaltigen Boden abgedeckt. Am Ufer ist die Schüttung mit Steinblöcken gesichert [2].

Es erfolgte bisher keine flächige Erkundung der Schüttung. Es muss davon ausgegangen werden, dass hier die unterschiedlichsten Böden abgelagert sind. Bodenproben aus der Bohrung BK 0+200B wurden nach Vorgabe der Stadt Mannheim chemisch untersucht (s. Anlage 4.1). Ein etwaiger Altlastenverdacht konnte nicht bestätigt werden. Vorbehaltlich einer vollständigen abfalltechnischen Deklaration ist der Boden der Qualitätsstufe Z 0*IIIa gemäß VwV-Boden zuzuweisen.

2.4.2 Kampfmittel

Die Luftbildauswertung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes (KBD) vom 18.10.2016 (Az.: 16-1115.8/MA-3154) für den kompletten Untersuchungsbereich bestätigt, dass „Teile des

Untersuchungsgebietes stark bombardiert wurden und mehrere Blindgängerverdachtspunkte lokalisiert werden konnten. Weitere Maßnahmen sind erforderlich.“ [1]

Der KBD empfiehlt daher „in bombardierten Bereichen und Kampfmittelverdachtsflächen... flächenhafte Vorortüberprüfungen“ durchzuführen [1].

Gemäß den Empfehlungen des Kampfmittelbeseitigungsdienstes sind - vor der eigentlichen Bauausführung - die erforderlichen vorbereitenden Arbeiten zur Überprüfung der konkreten Verdachtspunkte sowie der zu überbauenden Fläche auf Kampfmittel im land- und wasserseitigen Baufeldes einschließlich des Dammbereiches durchzuführen [1].

Nach erfolgter Planfeststellung werden im Rahmen der Ausführungsplanung ggf. ergänzende Untersuchungen auf Kampfmittel vorgenommen, um eine weitestgehende Kampfmittelfreiheit bereits vor Bauausführung gewährleisten zu können. [1]

Bei flächenhaften Vorortprüfungen und insb. bei den Geländearbeiten zur Prüfung der Verdachtspunkte vor Bauausführung sind die Vorgaben des Bodenschutzes zu beachten. Ein profilgerechtes Arbeiten ist hier zum Schutz des Oberbodens notwendig.

2.4.3 Dammkronenwege

Die Schwarzdeckenbeläge der vorhandenen Dammkronenwege wurden im Rahmen der gentechnischen Untersuchungen auf teerhaltige Bestandteile hin untersucht.

Der Kronenweg besteht aus einer nur dünnen Asphaltdecke von 2 bis 6 cm Stärke. Lediglich im Bereich Kraftwerk (km 0+000) und am Dammente (3+900) wurden 10 cm erbohrt. Der Asphalt wurde auf Teerstämmigkeit untersucht (s. Bericht in Anlage 4.1). Im Bereich der zweigeteilten Wegführung von km 0+400 bis 1+250 wurden keine relevanten Gehalte an PAK angetroffen. In den übrigen Abschnitten liegt der PAK-Gehalt zwischen 31,6 mg/kg und 14.077mg/kg. Das Material ist als teerhaltiger Straßenaufbruch einzustufen [2].

Eine Tragschicht ist nur teilweise vorhanden. Diese ist dann zumeist verlehmt. In Bereichen mit teerhaltigem Asphalt erwies sich auch die Tragschicht als PAK-belastet [2].

2.4.4 Überflutungsgebiete

Die wasserseitigen Flächen liegen im Überflutungsbereich des Rheines. Bei entsprechenden Hochwasserereignissen können diese Flächen überschwemmt werden (z.B. bei HQ10 erreichen die Überflutungshöhen am Damm ca. 1-2m). Hinsichtlich des Bodenschutzes ist darauf zu achten, dass in diesen Bereichen keine Bodenmieten (Zwischenlager) für Oberboden angelegt werden. Die Befahr- und Bearbeitbarkeit der Böden ist dadurch ebenfalls eingeschränkt. Mit Vorzug werden die Bauarbeiten so geplant, dass diese Bereiche möglichst nicht mit Baumaschinen befahren werden müssen.

2.4.5 Biotope, Tabuflächen

Gemäß der vorliegenden Planung sind keine besonders schützenswerte Flächen bekannt.

3 Bodenschutzkonzept

3.1 Allgemeines

Im Zuge der Baumaßnahmen sind umfangreiche Eingriffe in natürliche Böden vorgesehen. Hauptziel des Bodenschutzkonzeptes dabei ist es, die natürlichen Bodenfunktionen vor allem in den temporär genutzten Bereichen soweit möglich zu erhalten, bzw. nach der Baumaßnahme im Zuge der Rekultivierung wiederherzustellen. Hierzu gilt es grundsätzlich, den kulturfähigen Ober- und Unterboden durch Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen zu schützen und den fachgerechten Abtrag, die Zwischenlagerung und den Wiedereinbau (Rekultivierung) gemäß den Vorgaben des Bodenschutzes zu koordinieren. Auch ein ggf. notwendiger Neuaufbau von Böden in Abhängigkeit des Rekultivierungsziels wird geregelt.

Als Grundlage für die bodenkundlichen Auswertungen werden die durch das LGRB abgegrenzten Bodeneinheiten (BK 50) verwendet. Darauf aufbauend werden die Ergebnisse der geotechnischen Erkundungsbohrungen, die Bodenschätzungsdaten und die forstliche Standortkartierung im Zuge der Planungen ausgewertet. Durch bodenkundliche Geländeaufnahmen werden weitere Erkenntnisse, insb. zu den bodenkundlich besonders relevanten Flächen gewonnen.

Die Flächenabgrenzungen der Eingriffsflächen basieren auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Pläne der Anlagen 2.2.1-2.2.39 zum Planfeststellungsantrag.

In der vorliegenden Fassung wird eine übergreifende Auswertung der Grundlagendaten für die gesamte Maßnahme durchgeführt und ein Bodenschutzplan sowie die allgemeinen Grundsätze des Qualitätssicherungsplans dargelegt. Im Zuge der Ausführungsplanung werden für die Bauabschnitte separate Bodenschutzpläne erstellt und spezifische Bodenschutzmaßnahmen beschrieben.

3.2 Bodenschutzrelevante Eingriffe im Rahmen der Baumaßnahme

3.2.1 Natürliche Böden

In weiten Teilen findet die Sanierung des RHWD XXXIX auf dem bestehenden Dammbauwerk statt. Abgesehen der Oberböden betreffen die Arbeiten hier „technische Böden“, die überwiegend technische Anforderungen (z.B. Standsicherheit) zu erfüllen haben und somit nicht in die Zuständigkeit des Bodenschutzes fallen.

Dammverbreiterung: Natürliche Böden sind randlich des bestehenden Damms im Zuge einer Dammverbreiterung/Anlage von Bermen-/Dammverteidigungswegen sowie der Dammbegradigung/-rückverlegung in Bauabschnitt 3 betroffen. Dabei findet aber eine dauerhafte Überbauung der Flächen statt, sie werden Teil des technischen Bauwerks. Bodenschutztechnisch relevant ist hier lediglich die Sicherung und Verwertung des Oberbodens, der Unterboden verbleibt und eine Rekultivierung der Flächen findet nicht statt.

Baustraßen: Gemäß UVP [3] ist geplant, den Baustellenverkehr über Baustraßen zu organisieren, die temporär im Bereich des Dammschutzstreifens angelegt werden. Mit einer Breite von 4 m sollen sie unmittelbar am Böschungsfuß liegen. Sie werden somit auf natürlichen Böden gebaut, welche entsprechend zu schützen und später zu rekultivieren sind.

Grundsätzlich ist der Oberboden schonend abzutragen und möglichst randlich gemäß der Vorgaben zur Lagerung von Oberboden (Kap. 3.4.8) zwischenzulagern. Der Unterboden ist durch eine Schutzschicht vor vermeidbaren Verdichtungen und Verunreinigung zu schützen. Die Baustraße wird

dazu i.d.R. aus einer Schotterlage aufgebaut, welche durch eine ca.0,10m mächtigen Sandschicht (alt. Geotextilvlies) als Trennlage vom Unterboden getrennt wird. Der Aufbau sollte mind. 0,50m betragen. Nach dem Rückbau der Baustraße ist nach Vorgabe der BBB der verdichtete Unterboden tiefenzulockern und der Oberboden wieder aufzutragen.

Der genaue Verlauf der Baustraßen liegt noch nicht vor bzw. wird erst im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt. Liegt die Baustraße in Abschnitten innerhalb des Dammbauwerks, kann ggf. auf einen Rückbau verzichtet werden. In den Bodenschutzkonzepten zu den einzelnen Bauabschnitten sind dann die konkret erforderlichen Bodenschutzmaßnahmen festzulegen.

Baustelleneinrichtungsflächen: Nach aktueller Planung sind 6 Baustelleneinrichtungsflächen vorgesehen. Davon befinden sich nur die BE3 und BE4 auf natürlichen Böden, wobei die BE3 (Wald) im Bereich der späteren Dammaufstandsfläche liegt und dauerhaft überbaut werden wird. Die BE4 (Grünland/Pferdekoppel) wird temporär genutzt und somit sind die natürlichen Bodenfunktionen zu schützen, bzw. im Zuge der Rekultivierung wiederherzustellen.

Die Einrichtung von BE-Flächen ist in Kap 3.4.9 ausführlich beschrieben. Grundsätzlich ist zur Einrichtung von BE-Flächen ist der Oberboden abzutragen und randlich aufzusetzen. Zum Schutz des Unterbodens ist eine Schutzschicht aufzutragen, die eine Mächtigkeit von mind. 50cm aufzuweisen hat. Nach dem Rückbau der Schutzschicht wird im Rahmen der Rekultivierung nach Vorgabe der BBB eine Tiefenlockerung des Unterbodens durchgeführt der Oberboden aufgetragen. Im Zuge der Ausführungsplanung sind die Flächen bodenkundlich zu erkunden und der Ist-Zustand festzuhalten. Besonderheiten können zur Anpassung der Einrichtungs-/Rekultivierungsmaßnahmen führen.

Die BE-Flächen BE2, BE5 und BE6 sind bereits teilweise/überwiegend befestigt und weisen nur in Randbereichen Grünflächen auf, die entsprechend der Vorgaben einzurichten sind. Es handelt sich um überprägte Siedlungsböden. Die Teilbereiche sind entsprechend des Ausgangszustands zu rekultivieren.

Die BE1 liegt auf einer Dammschüttung/Altablagerung. Die Fläche ist bisher unzugänglich, es ist aber von schutthaltigen Auffüllungen auszugehen. Schützenswerter Unterboden ist nicht zu erwarten. Es besteht grundsätzlich Schadstoffverdacht.

Rekultivierung Dammrückverlegung: Mit dem Rückbau des Altdamms wird die darunter gemäß geotechnischer Erkundung vorhandene natürliche Decklage freigelegt. Hier ist von starken Verdichtungen auszugehen. Entsprechend des Rekultivierungsziels (Wald) werden durch Tiefenlockerung und Auftrag von Waldoberboden aus der Dammbegradigung die natürlichen Bodenfunktionen wiederhergestellt.

Oberböden im Baufeld: Die Oberböden im Baufeld sind gemäß der Vorgaben (Kap. 3.4.7) abzutragen, zwischenzulagern und aufzutragen. Eine strikte Trennung nach Abtragsorten ist einzuhalten. Zu unterscheiden sind Oberböden aus der wasserseitigen Böschung, der luftseitigen Böschung/Dammkrone, landwirtschaftlich genutzte Böden (hier: Grünland/Gartenböden) und Waldböden.

Angestrebt wird eine ausgeglichene Bilanz bzgl. Ab- und Auftrag und eine vollständige Wiederverwertung der Oberböden im Baufeld. Der Wiedereinbau erfolgt dabei grundsätzlich in Vergleichslage. Um lokale Defizite/Überschüsse auszugleichen, können in Absprache mit der BBB und der UBB auch Böden in anderer Lage eingebaut werden.

Für die Zwischenlagerung von Oberboden wird durch die geringe zulässige Mietenhöhe von max. 2m viel Lagerfläche benötigt. Daher sind im Rahmen der Ausführungsplanung entsprechende Flächen auszuweisen, bzw. Maßnahmen zur Einsparung nötiger Lagerflächen wie z.B. eine bodenschonende Direktumlagerung auf bereits fertig gestellt Abschnitte zu planen. Je nach Platzverhältnissen ist eine Lagerung vor Ort (z.B. am Baufeldrand) zu bevorzugen.

3.3 Bodenschutzplan

Als Grundlage für den Bodenschutzplan werden auf Grundlage der Bodeneigenschaften im Plangebiet Flächen identifiziert, die ein Risikopotenzial hinsichtlich der Bearbeitbarkeit, der Befahrbarkeit und der Gefährdung des Bodengefüges aufweisen.

Auf Grundlage dieser Auswertung werden im Rahmen der Ausführungsplanung baulosspezifische Bodenschutzpläne erstellt. Dazu sind ggf. weitere bodenkundliche Geländeaufnahmen wie Bohrstocksondierungen nötig.

3.3.1 Bodenbezogene Grundlagen

3.3.1.1 Bodenarten/ Verdichtungsneigung

Die Verdichtungsneigung (bzw. Gefährdung des Bodengefüges) von Böden ist abhängig von der Bodenart (Tongehalt) und der Bodenfeuchte. Die Bodenfeuchte ist bei terrestrischen Böden vorwiegend witterungsabhängig. Bei Grund- und Stauwasserböden ist - in Abhängigkeit der Jahreszeit - grundsätzlich mit erhöhter Bodenfeuchte zu rechnen.

In den natürlichen Böden im Plangebiet, luft- und wasserseitig des Damms, sind im Oberboden die Bodenarten Uls bis Lu vorherrschend. Der Tongehalt wird mit maximal 25% angenommen. Somit ist das Gefährdungspotential hinsichtlich Verdichtung und Gefährdung des Bodengefüges als mittel-hoch einzustufen.

Gemäß der Geotechnischen Erkundung weisen die Unterböden z.T. auch höhere Tongehalte auf. Das Gefährdungspotential hinsichtlich Verdichtung und Gefährdung des Bodengefüges ist demnach als hoch einzustufen. Diese Gefährdungsstufe wird für Unterböden im gesamten Plangebiet angewendet.

Die Oberböden des bestehenden Damms sind grundsätzlich nach Luft- und Wasserseite zu unterscheiden. Wasserseitig herrschen die Bodenarten Uls, Ut3 und Lu vor, Das Gefährdungspotential ist hier als mittel bis hoch zu beurteilen. Die Oberböden sind vom Substrat her denen im angrenzenden Vorland sehr ähnlich.

Die Oberböden der Dammkrone und luftseitigen Böschung weisen wechselnde Bodenarte auf, wobei sandbetonte Bodenarten überwiegen (Su/SI). Das Gefährdungspotential hinsichtlich Verdichtung und Gefährdung des Bodengefüges sind hier als mittel-gering einzustufen. Im Zuge der Ausführungsplanung ist hier baulosspezifisch die Einschätzung erneut zu prüfen.

3.3.1.2 Grundwasserböden

Hierzu zählen die im Plangebiet häufig vorkommenden Einheiten Auengley und Brauner Auenboden-Auengley (w138). Innerhalb des Baufeldes kommen diese Böden wasserseitig in BA3 und BA6 sowie luftseitig im Übergang von BA4 und BA5 vor.

Da die Grundwasserverhältnisse vor Ort stark mit den Wasserständen des Rheins korrespondieren, ist hier insb. bei hohen Wasserständen mit feuchten Bodenverhältnissen zu rechnen, die ein Abtragen/ Umlagern zwischenzeitlich nicht zulassen.

Unabhängig von der Bodenart werden diese Flächen hinsichtlich der potentiellen Verdichtungsgefährdung mit hoch eingestuft.

Arbeiten an natürlichen Böden in diesen Bereichen sollten möglichst in der trockenen Jahreszeit und somit bei niedrigen Grundwasserständen durchgeführt werden.

Für diese sind im Vorfeld ergänzende punktuelle Untersuchungen notwendig um entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen. Gesonderte Hinweise für den Umgang mit diesen Bodenmaterialien werden in den baulosspezifischen Auswertungen erarbeitet.

3.3.1.3 Druckwasserbereiche/ Überflutungsgebiete

Druckwasserbereiche können sich bei langanhaltenden Rheinhochwässern luftseits des Damms durch ansteigendes Grundwasser bilden. Es kann so, vornehmlich in Niederungen mit geringmächtigen bindigen Deckschichten, zur Bildung von Druckwasserseen an der Oberfläche kommen. Es liegen keine konkreten Daten zu bekannten Druckwasserflächen im Baufeld vor. Grundsätzlich ist die Bildung bei den entsprechenden Hochwasserlagen und Witterungsverhältnissen aber möglich. Wie in 4.2.1.2 beschrieben, sind bei erhöhten Grundwasserständen feuchte Bodenverhältnisse im Bereich der Auengleye zu erwarten. Im Falle eines Druckwasseraustritts im Baufeld führt dies zu wesentlichen Beeinträchtigungen des Bauablaufs.

Die wasserseitigen Flächen liegen im Überflutungsbereich des Rheines. Bei entsprechenden Hochwasserereignissen können diese Flächen überschwemmt werden (z.B. bei HQ10 erreichen die Überflutungshöhen am Damm ca. 1-2m).

3.3.1.4 Schadstoffe

Hinweise auf erhöhte Schadstoffgehalte in den natürlichen Böden (Vor- und Hinterland) liegen nicht vor. Auch für die Böschungsoberböden der Wasserseite besteht nach der bodenkundlichen Geländeaufnahme kein besonderer Schadstoffverdacht.

Im Bereich der Dammkrone und der luftseitigen Dammböschungen sowie im Bereich der luftseitigen Anschüttungen und Altablagerungen wurden in organoleptisch auffälligen Bodenproben der geotechnischen Erkundung abfallrechtlich relevante Schadstoffkonzentrationen für PAK und Schwermetalle in orientierenden Schadstoffuntersuchungen nachgewiesen. Diese führten zur Einstufungen von Z1.2 bis >Z2 nach VwV-Boden [2].

Die Analyse organoleptisch unauffälliger Bereiche zeigte hingegen keine Auffälligkeiten. Die Z0-Werte werden eingehalten. Die Verteilung der Belastung in den Anschüttungen ist inhomogen und kann anhand der vorliegenden Unterlagen nur begrenzt räumlich verortet werden.

Die Oberböden wurden bisher nicht gesondert beprobt. Da die auf den schutthaltigen, luftseitigen Anschüttungen liegenden Oberböden ebenfalls teils schuttführend sind, besteht hier analog zu den Anschüttungen selbst ein grundsätzlicher Schadstoffverdacht. Dies gilt auch für Oberböden der Dammkrone (auf schutthaltiger Auffüllung), insbesondere im Bereich der teerhaltigen Schwarzdecken (Dammkronenwege BA3-6).

Anzustreben ist eine vollständige Verwertung der abzutragenden Oberböden innerhalb des Baufeldes. In den Bereichen mit Schadstoffverdacht sollten jedoch im Zuge der Ausführungsplanung orientierende Schadstoffuntersuchungen der luftseitigen Böschungsböden durchgeführt werden.

Ein Wiedereinbau der potentiell belasteten Oberböden in Vergleichslage (z.B. luftseitige Böschung im Bereich schutthaltiger Anschüttung) ist möglich, sofern eine Umweltgefährdung auszuschließen ist. Die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Park und Freizeitflächen) nach BBodSchV sind dabei einzuhalten. Bei einer Überschreitung der Prüfwerte ist ein Wiedereinbau nur mit Zustimmung der zuständigen Behörde möglich. Hinweis: Die Schadstoffgehalte der Oberböden sind nach BBodSchV zu bewerten, nicht nach VwV-Boden.

Organoleptisch auffällige Böden sind grundsätzlich zu separieren, gesondert zwischenzulagern und entsprechende Untersuchungen zur Ermittlung der Schadstoffbelastung zu veranlassen.

Wichtig sind in diesem Zusammenhang der separate Ausbau und die getrennte Zwischenlagerung der mit Bauschutt versetzten, luftseitigen Dammoberböden. Eine Vermischung mit wasserseitigem Dammoberboden oder Oberboden natürlicher Flächen ist auszuschließen. Der Wiedereinbau hat möglichst am Ausbauort, bzw. in Vergleichslage zu erfolgen.

3.3.2 Gesamtrisikobewertung

In den Bodenschutzplänen werden die Risikoflächen gekennzeichnet, auf denen aufgrund der o.g. Eigenschaften ggf. besondere Maßnahmen zum Schutz der Böden zu ergreifen sind, die über die normalen Schutzmaßnahmen hinausgehen.

Im Untersuchungsgebiet ist das Gefährdungsrisiko der natürlichen Böden bei Einhaltung der grundlegenden Bodenschutzmaßnahmen als mittel einzustufen. Die klimaabhängige Vernässungsgefahr im Planungsgebiet wird mit gering- mittel eingestuft (vgl. Kap. 3.1).

Im vorliegenden Falle handelt es sich überwiegend um die Flächen der Grundwasserböden, bei denen infolge von hoch anstehendem Grundwasser und/oder Überflutungen (z.B. bei HQ10 erreichen die Überflutungshöhen am Damm ca. 1-2m) zu Beeinträchtigungen der Befahrbarkeit bzw. Bearbeitbarkeit der Böden während der Baumaßnahme kommen kann.

Die Oberböden verschiedener Abtragsbereiche sind separat zu lagern und in Vergleichslage wieder einzubauen. Dies gilt insb. für die potentiell schadstoffbelasteten Oberböden der Dammkrone und luftseitigen Böschung, sofern hier keine Entsorgung aufgrund nicht hinnehmbarer Schadstoffkonzentrationen erforderlich wird.

Im Bodenschutzplan sind Informationen zu den Oberbodenabtragsflächen sowie den Risikobereichen zusammenfassend dargestellt (Anlagen 2.1-2.8). Im Zuge der Ausführungsplanung werden ggf. baulosspezifische Bodenschutzpläne erstellt.

3.3.3 Massenbilanz natürliche Böden

3.3.3.1 Grundlagen

Die Eingriffe in die natürlichen Böden beschränken sich im Wesentlichen auf den Abtrag von Oberboden im Bereich der zukünftigen Dammaufstandsfläche (incl. BE3) sowie Herstellung der temporären Baustraßen im Dammschutzstreifen und der Einrichtung der BE-Flächen, wobei hier die BE4 die einzig natürliche Fläche ist. Weiteres Oberbodenmaterial fällt bei den Dammböschungen an.

Nach dem derzeitigen Stand der Planung fällt kein kulturfähiges Unterbodenmaterial an. Eine Bilanzierung entfällt deshalb. Ggf. kann im Zuge der Ausführungsplanung im Bereich der zukünftigen Aufstandsfläche kulturfähiger Unterboden für die spätere Rekultivierung gewonnen werden.

Es wird grundsätzlich angestrebt, dass sämtliches Oberbodenmaterial im Plangebiet wiederverwendet wird. Eine externe Verwendung ist nicht vorgesehen.

Der humose Oberboden ist auf der gesamten Eingriffsfläche in vorhandener Stärke abzutragen und zu sichern. Ausnahme sind die Flächen, die zur Lagerung der Oberbodenmieten vorgesehen werden. Dort kann der Oberboden verbleiben. Das gesamte abgetragene Oberbodenmaterial ist zu sichern und später zu Rekultivierungszwecken zu nutzen.

Das Oberbodenmaterial ist entsprechend seiner Herkunft getrennt auszubauen und wiederzuverwenden. Es werden insgesamt 4 Typen von Oberböden nach ihrer Herkunft unterschieden:

- Dammböschungen wasserseitig
- Dammböschung luftseitig (potentiell belastet)
- landwirtschaftliche Nutzung (Acker/ Grünland/ Garten)
- Forstnutzung (Wald)

Die Mächtigkeit der Oberböden wurde orientierend in der bodenkundlichen Geländebegehung erfasst und ergänzend aus den geotechnischen Erkundungen abgeleitet.

Im Bereich der wasserseitigen Böschung wurden Mächtigkeiten von 0,20-0,30m festgestellt. Das Substrat ist in den Bauabschnitten 1-4 sehr homogen, frei von Grobboden und bodenfremden Bestandteilen und von guter Qualität. Lediglich in BA5 und BA6 weisen die Böden abschnittsweise auch Beimengungen und Grobboden auf. Für die Bilanz wird hier von 0,25m ausgegangen.

Die Mächtigkeit und die Substratzusammensetzung der luftseitigen Dammoberböden variiert stark innerhalb des Baufeldes und der Bauabschnitte. Im Bereich der Dammkrone und auf stark schutthaltigen Flächen wurden stellenweise nur 0,10m verwertbarer Oberboden festgestellt, an anderen Stellen auch bis zu 0,30m guter Oberboden ohne Grobbestandteile. In der Regel liegen die Mächtigkeiten hier jedoch zwischen 0,15 und 0,25m, weshalb für die Bilanz von 0,20m ausgegangen wird.

Die Oberböden im Vor- und Hinterland entlang des Damms weisen überwiegend Mächtigkeiten von 0,25-30m auf. Stellenweise wurden auch mächtigere humose Schichten festgestellt. Es handelt sich dabei i.d.R. um weniger humose auentypische M-Horizonte. Die Substrate sind i.d.R. frei von Grobboden und bodenfremden Bestandteilen und von guter Qualität. Dies gilt sowohl für die Grünlandbereiche, als auch für das Waldstück im Bereich der Dammbegradigung (BA3). Die Oberböden sind hier nicht wie für Wald typisch flachgründiger. Für die Bilanz kann somit auf den natürlichen Böden von einer Mächtigkeit von 0,30m ausgegangen werden.

Die Oberbodenandeckung der sanierten Dämme erfolgt - mit Ausnahme der befestigten Wegeflächen – mit Oberbodenmaterial der bestehenden Dämme, in der Regel in einer Mächtigkeit von 0,20 m. Im Bereich der Rekultivierung von natürlichen Böden, auch im Bereich des Dammrückbaus, ist eine Oberbodenmächtigkeit von 0,30m vorzusehen.

3.3.3.2 Massenbilanz Oberboden

Von den im Eingriffsbereich vorhandenen Dammböschungen und natürlichen Böden ist das gesamte humose Oberbodenmaterial auszubauen, zwischenzulagern und nach Möglichkeit wieder vollständig einzubauen. Die Mächtigkeiten können örtlich von den oben festgelegten Durchschnittsmächtigkeiten in den Bereichen abweichen, insb. bei den luftseitigen Oberböden sollte im Rahmen der Ausführungsplanung für die einzelnen Bauabschnitte die genaue Mächtigkeit und eventuelle Belastungen ermittelt und die Bilanz falls nötig angepasst werden.

Die Flächenermittlung erfolgte auf Grundlage der vorliegenden Bestands- und Genehmigungspläne (2021). Es wird davon ausgegangen, dass die Oberböden im gesamten Eingriffsbereich vor den Bautätigkeiten abgetragen werden. Von der Gesamteingriffsfläche wurden die Flächen ohne Oberbodenabtrag (baumfreie Zone außerhalb Dammschutzstreifen) bzw. die Bereiche ohne natürlichen Oberboden (z.B. Dammkronenweg, Straßen, Schotterflächen) abgezogen.

Die zu erwartenden Kubaturen sowie die im Falle einer vollständigen Zwischenlagerung benötigten Flächen sind in der Massenbilanz in den Tabelle 5 aufgeführt (entsprechende Lagerflächen sind in der Ausführungsplanung einzuplanen). Tabelle 6 zeigt den Bedarf an Oberboden entsprechend der vorliegenden Planung.

Hinweis: Der Bedarf an Zwischenlagerflächen fällt bei entsprechender Planung geringer aus. Es wird empfohlen, Oberboden möglichst ohne Zwischenlagerung direkt umzulagern bzw. vor Ort im Baufeld temporär zu lagern, um eine Zwischenlagerung auf externen Lagerflächen (BE-Flächen) zu reduzieren. Bei einer abschnittswisen Direktumlagerung im Bereich der Dammböschungen muss z.B. nur der Oberboden des ersten Abschnitts zwischengelagert werden, der Oberboden der weiteren Abschnitte wird jeweils auf den fertiggestellten vorangehenden Abschnitt umgelagert. Der letzte Abschnitt wird dann mit dem zwischengelagerten Oberboden des ersten Abschnitts abgedeckt. Dies erfordert eine detaillierte Planung, die auf die spezifischen Verhältnisse in den einzelnen Baulosen abgestellt ist. Diese Planung erfolgt im Rahmen der baulosspezifischen Ausführungsplanung.

Tabelle 5: Massenbilanz Abtrag Oberboden in [m³] nach Baulosen und Eingriffsflächen (geschätzt)

Baulos	Dammböschungen *		natürliche Böden*		Summe	Lagerfläche **[m ²] bei max.2m Schütthöhe
	Luftseite	Wasserseite	Luftseite	Wasserseite		
BA1	600	40	90	0	730	365
BA2	1.600	2000	110	1050	4.760	2.380
BA3	2.250	1.350	4.800	150	8.550	4.275
BA 4.1	3.450	250	220	1.600	5.520	2.760
BA 4.2	2.200	1.350	450	470	4.470	2.235
BL 5	500	1.600	0	920	3.020	1.510
BL 6	150	600	0	130	880	440
Summen	10.750	7.190	5.670	4.320	27.930	13.965

* Oberbodenmächtigkeit nach Abtragsbereichen geschätzt (vgl. 3.3.3.1)/ Oberböden der BE-Flächen sind nicht berücksichtigt, diese werden vor Ort randlich gelagert; ** rechnerischer Bedarf bei Lagerung auf Mieten ohne Böschung und Baustrassen

Tabelle 6: Massenbilanz Auftrag Oberboden in [m³] (geschätzt)

Baulos	Dammböschungen *		natürliche Böden*		Summe	Defizit/ Überschuss ggü. OB-Abtrag
	Luftseite	Wasserseite	Luftseite	Wasserseite		
BA1	560	60	360	0	980	-250
BA2	1.850	1830	170	0	3.850	910
BA3	2.620	1.390	30	2.110	6.150	2.400
BA 4.1	3.840	270	500	0	4.610	910
BA 4.2	1.800	1.560	140	0	3.500	970
BL 5	770	1.620	0	0	2.390	630
BL 6	390	530	0	260	1.180	-300
Summen	11.830	7.260	1.200	2.370	22.660	5.270
Differenz z. OB-Abtrag	-1.080	-70	4.470	1.950	5.270	

* Mächtigkeit Oberbodenauftrag 0,2m auf Dammlächen und 0,3m auf natürlichen Böden

Da in der Planung im Dammbereich nur ein Auftrag von 0,2m vorgesehen ist, die Oberbodenmächtigkeit im Bestand, insb. auf der wasserseitigen Böschung und auf natürlichen Böden, aber meist höher ist, resultiert daraus Oberbodenüberschuss für die Gesamtmaßnahme. Mit den oben getroffenen pauschalen Annahmen zur Oberbodenmächtigkeit ergibt sich ein Oberbodenüberschuss von ca. 5.000m³ über das gesamte Baufeld.

Überschüsse fallen in allen Bauabschnitten an, nur in BA1 und BA6 ergibt sich den Schätzungen nach ein Defizit von ca. 250 bzw. 300m³. Dieses kann aber problemlos durch Überschüsse der anderen Bauabschnitte ausgeglichen werden.

Das größte Defizit ergibt sich rechnerisch auf den luftseitigen Böschungen (ca. 1.000m³). Dieses kann allerdings mit Oberboden aus anderen Bereichen ausgeglichen werden.

Weiter zeigt sich, dass die Bilanz bei den Dammböden relativ ausgeglichen ist, der Bedarf liegt hier nur moderat über dem Abtragsvolumen. Bei der Überschussmasse handelt es sich um natürliche Böden, die dann auch für die Fehlmengen in den Böschungen verwendet werden können.

Da nach der Schätzung mit einem Überschuss an Oberboden zu rechnen ist, kann auf der luftseitigen Böschung die Abtragsstärke bei Oberboden schlechter und minderer Qualität ggf. reduziert werden. Ein Belassen und späteres Überbauen ist z.B. bei schwach humosen oder mit groben Bauschutt belasteten Oberböden denkbar. Auch organoleptisch auffällige bzw. schadstoffbelastete Oberböden auf entsprechend belasteten Auffüllungen können ggf., sofern eine Umweltgefährdung nicht anzunehmen ist, zumindest teilweise (ohne Grasnarbe) belassen und überbaut werden. Eine genaue Prüfung der Optionen ist im Rahmen der Ausführungsplanung notwendig.

Bei einem Überschuss an Oberboden zum Ende der Bauabschnitte handelt es sich voraussichtlich um hochwertigen Oberboden aus den zuvor natürlichen Bereichen (Vor-, Hinterland). Dieser kann, sofern sich keine bessere Verwendung findet, im Bereich der baumfreien Zone flächig, als zusätzlichen Auftrag verteilt werden. Auch für die Rekultivierung im Bereich des Dammrückbaus kann zusätzlicher Oberboden aufgetragen werden, wobei hier vornehmlich der Waldoberboden aus der Dammrückverlegung zu verwenden ist. Die gesamte Oberbodenmächtigkeit sollte dabei 0,5m nicht überschreiten.

3.3.4 Zwischenlagerung

Für die Zwischenlagerung des für die Rekultivierung vorzuhaltenden Oberbodenmaterials sind ausreichend dimensionierte Flächen einzuplanen und auszuweisen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass OB- Mieten eine maximale Höhe von 2,0m nicht überschreiten dürfen.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass Oberbodenmaterial verschiedener Herkunft getrennt gelagert wird. Hierbei ist vor allem auf die separate Lagerung des luftseitigen Dammoberbodens zu achten.

Insgesamt sollte eine direkte Umlagerung angestrebt werden, damit möglichst wenig Bodenmaterial zwischengelagert werden muss. In Abstimmung mit den Technischen Planern wird nach Möglichkeiten gesucht, bei abschnittsweiser Bearbeitung der Dammschnitte direkte Umlagerungen in den Bauablauf zu integrieren.

Je nach Platzverhältnissen kann Oberboden im Bereich der baumfreien Zone zwischengelagert werden. Dies gilt jedoch nur für die Luftseite, da auf der Wasserseite mit Hochwasser zu rechnen ist. Eine Lagerung von Oberboden im Überflutungsbereich ist grundsätzlich nicht zulässig. Als einzige Ausnahme wird hier der Oberbodenaushub der geplanten Baustraße im Bereich der baumfreien Zone gesehen. Hier handelt es sich um geringe Massen, die so unmittelbar am Ort des Aushubs verbleiben und nach dem Rückbau der Baustraße an gleicher Stelle wieder eingebaut werden können.

Die in Tabelle 5 angegebenen Lagerflächen ergeben sich rein rechnerisch. Bei abschnittsweiser Zwischenlagerung ergibt sich ggf. ein abweichender Flächenbedarf, der je nach Bauabschnitt zu ermitteln ist.

3.3.5 Rekultivierung ehem. Dammaufstandsfläche in Bauabschnitt 3

In Bauabschnitt 3 soll nach Rückbau die ehemalige Dammaufstandsfläche wieder rekultiviert werden. Nach Rückbau des Dammbaumaterials ist die Fläche von der Bodenkundlichen Baubegleitung zu begutachten und entsprechende Maßnahmen für den Aufbau eines natürlichen Bodens festzulegen. Evtl. vorhandene Verdichtungen sind zu beseitigen und geeignetes Oberboden- bzw. auch Unterbodenmaterial (aus Abtrag für die neue Dammaufstandsfläche) fachgerecht aufzutragen. Hierzu sind im Zuge der Ausführungsplanung detailliertere Vorgaben zu machen. Grundsätzlich gelten für die Bodenarbeiten auch hier die allgemeinen Vorgaben gem. der DIN 19639.

3.4 Bodenschutzmaßnahmen

3.4.1 Allgemeine Vorgaben

Grundsätzliche Angaben zum Umgang mit dem Oberboden werden in den Allgemeinen und Technischen Vorbemerkungen verankert:

- Der humose Oberboden (gemäß DIN 18915, BauG §202) wird innerhalb des Baufeldes und aller sonstigen Flächen, die zur Baudurchführung vorübergehend benötigt werden, im notwendigen Umfang abgetragen, sach- und fachgerecht zwischengelagert und später wieder eingebaut.
- Der ursprüngliche Zustand der temporär in Anspruch genommenen Flächen wird wieder hergestellt und die Flächen rekultiviert. Im Bereich von landwirtschaftlich genutzten Böden wird eine ggf. baubedingte Verdichtung nach Abschluss der Baumaßnahme durch Auflockerung des Bodens beseitigt. Evtl. betroffene Felddrainagen werden wieder in einen funktionsfähigen Zustand versetzt.
- Grundsätzlich gilt: alle Bodenarbeiten dürfen nur bei ausreichend abgetrockneten Böden erfolgen (vgl. Anlage 4, DIN 19639). Bei zu hoher Bodenfeuchte ist zur Vermeidung von Bodenverdichtungen die Bautätigkeit einzustellen. Witterungsbedingte Baustillstandszeiten zur Vermeidung schädlicher Bodenverdichtungen sind daher einzuplanen. Bei kritischen Wetterlagen (insbes. Regen und Tauwetter) ist der Bauablauf im Voraus arbeitstäglich mit der Bauleitung/ Fachbauleitung (BBB) abzustimmen. *Hinweis: Folgende Faustregel kann angewandt werden: Nach Niederschlägen von >10mm innerhalb 24h sind die Arbeiten mindestens für 1 Tag auszusetzen.*
- Alternativ sind lastverteilende Maßnahmen zu ergreifen: z. B. Einsatz von Baggermatratzen oder Einrichtung von temporären Baupisten.

3.4.2 Bodenschonender Bauzeitenplan

Im Zuge der Ausführungsplanung sind die Bodenarbeiten mit anderen Gewerken zu koordinieren, um z.B. mehrfaches Umlagern von Oberboden zu vermeiden.

Zudem sollten die Oberbodenarbeiten möglichst in witterungstechnisch günstige Zeiten gelegt werden (Sommer oder Frühherbst). D.h. sie werden bereits bei der Planung ggf. zeitlich vorgezogen.

3.4.3 Baustellenlogistik

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass sämtlicher Baustellenverkehr nur auf den dafür vorgesehenen Zufahrtstraßen erfolgt. Ein Befahren von ungeschützten Flächen ist nicht erlaubt. Evtl. entstandene Schäden (Verdichtungen) sind umgehend wieder zu beseitigen.

Zur Gewährleistung eines reibungslosen Baustellenablaufs werden die Anforderungen an den schonenden Umgang mit Oberboden und kulturfähigen Unterboden rechtzeitig in die Baustellenlogistik eingeplant.

Zur Vermeidung witterungsbedingter Baustillstandszeiten wird in Kooperation mit der technischen Planung eine Baustellenlogistik erarbeitet um ggf. auch bei kritischen Wetterlagen Bodenarbeiten durchführen zu können. Als Ausführungszeitraum sind aus klimatischen Gründen grundsätzlich Sommer und Frühherbst zu bevorzugen.

Unter Berücksichtigung der im Bodenschutzkonzept identifizierten Risikobereiche (z.B. Grundwasserböden/ Überflutungsflächen) werden Maßnahmen entwickelt, die einen möglichst reibungslosen Bauablauf gewährleisten. Diese Maßnahmen umfassen z.B.:

- Anlage von temporären Baustraßen
- Prüfung der direkten Umlagerung von Oberbodenmaterial, Lagerung vor Ort, Minimierung von Zwischenlagerflächen
- Umgang mit nassen Böden: ggf. werden nasse Böden zur Austrocknung auf den Oberbodenbereitstellungsflächen zwischengelagert und in trockenem Zustand weiter bearbeitet.

Wichtig: Alle Maßnahmen sind im Zuge der Ausschreibung in entsprechenden LV-Positionen zu berücksichtigen.

Im Bereich der neuen Dammaufstandsflächen (BA3) kann nach Abtrag des Oberbodens der Unterboden befahren werden, da hier ohnehin eine Bodenverbesserung und Verdichtung aus geotechnischen Gründen erfolgen wird.

Im Bereich BE-Flächen sowie der geplanten Baustraßen im Bereich des Dammschutzstreifens dagegen ist ein Befahren des Unterbodens sowie der Flächen außerhalb der ausgewiesenen Baustraßen nicht erlaubt.

Weitere Ausführungen zum Arbeitsablauf und Zwischenlagerung des Oberbodens erfolgen in den baulospezifischen Bodenschutzplänen.

3.4.4 Beweissicherung

Vor dem Hintergrund der Wiederherstellung des ursprünglichen Bodenaufbaus und -zustandes bei temporär in Anspruch genommenen Böden (BE-Flächen) ist eine Dokumentation des Istzustands vor den Eingriffen erforderlich. Die Dokumentation erfolgt i.d.R. vor dem Bodenabtrag. Baubegleitend erfolgt eine Verifizierung. Sie beinhaltet folgende Punkte:

- Bodenkundliche Profilaufnahme (Pürkhauersondierung)
- ggf. Probennahme zur Beweissicherung (z.B. Bestimmung der Rohdichte)
- Fotodokumentation

Anmerkung: Etwaige spezifische vertragliche Vereinbarungen mit Grundstückseigentümern werden, soweit bekannt, berücksichtigt.

3.4.5 Fäll- und Rodungsarbeiten

Aus Gründen des Bodenschutzes sind auch für die Fäll- und Rodungsarbeiten die allgemeinen Vorgaben aus dem Bodenschutzkonzept zu beachten.

Hinweis: Bei Rodungsflächen die in den ausgewiesenen Risikogebieten mit jahreszeitlich hohen Grundwasserständen liegen, ist u.U. auch unabhängig von der tatsächlichen Witterung, mit Einschränkungen der Befahrbarkeit infolge zu feuchter Bodenverhältnisse zu rechnen.

Folgende zusätzliche spezifische Rahmenbedingungen sind für die Fäll- und Rodungsarbeiten zu berücksichtigen:

- Vor den Fäll- und Rodungsarbeiten erfolgt eine gemeinsame Begehung mit der BBB zur Festlegung einer bodenschonenden Arbeitsweise (z.B. Festlegung von Fahrkorridoren)
- Die grundsätzliche Befahrbarkeit in Abhängigkeit der Bodenfeuchte ist mit der Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) vor den Fäll- oder Rodungsarbeiten abzustimmen
- Flächiges Befahren der Waldbestände ist zu unterlassen

- Unvermeidbare Befahrung ist auf vorhandene Wege, Maschinenwege oder permanente Rückegassen zu beschränken
- Ab Fahrspurtiefen von 10cm sind lastverteilende Maßnahmen zu ergreifen (z.B. Reisigmatten, mindestens 25 cm dick) und/oder das Lastgewicht zu reduzieren
- Bei nasser Witterung (>10mm Niederschlag in 24h) sind die Arbeiten mindestens für 1 Tag auszusetzen
- Auf Flächen mit hoch anstehendem Grundwasser oder an Gewässerrändern ist ein Befahren mit Maschinen gänzlich untersagt
- Bodenschonende Holzrückeverfahren sind zu bevorzugen (z.B. Seilkransysteme)
- Bei den Rodungsarbeiten ist darauf zu achten, Ober- und Unterboden möglichst nicht zu vermischen, bzw. nach der Rodung die Horizontierung wieder herzustellen. Neben den Wurzelstöcken sind auch große Wurzeln und Astwerk zu entfernen.

3.4.6 Flächige Kampfmittelsondierung

Aus Gründen des Bodenschutzes sind auch für die flächigen Kampfmittelsondierungen im Vorfeld der Bauarbeiten die allgemeinen Vorgaben aus dem Bodenschutzkonzept zu beachten.

- Vor den Sondierungen erfolgt eine gemeinsame Begehung mit der BBB zur Festlegung einer bodenschonenden Arbeitsweise
- Die grundsätzliche Befahrbarkeit in Abhängigkeit der Bodenfeuchte ist mit der Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) vor den Arbeiten abzustimmen
- Bei nasser Witterung (>10mm Niederschlag in 24h) sind die Arbeiten mindestens für 1 Tag auszusetzen
- Bei Suchschachtungen sind Oberboden, Unterboden und ggf. Untergrundmaterialien so auszubauen, dass beim Wiedereinbau die ursprüngliche Horizontierung wiederhergestellt werden kann. Eine Vermischung der Substrate, insb. des Oberbodens, ist zu vermeiden.

3.4.7 Bodenabtrag

Folgende allgemeine Vorgaben sind so oder sinngemäß in die jeweiligen Leistungsverzeichnisse zu übernehmen:

- Vor dem Abtrag des humosen Oberbodens werden oberirdische Pflanzenteile gemäht/ gehäckselt und das Mähgut entfernt. Die Grasnarbe wird mit dem Oberboden abgetragen und ist als solcher zu behandeln. Im Vorfeld ist die Grasnarbe so zu zerkleinern, dass diese keine Probleme beim Wiedereinbau verursacht (z.B. Scheibenegge). In Waldbereichen werden Astwerk, Stubben und grobe Wurzeln entfernt (Rodung). Bei hohem Anfall von Ast- und Wurzelwerk ist ggf. ein Mulchgang (Forstmulcher) vorzusehen (ca. 20cm Tiefe)
- Einweisung des Gerätepersonals hinsichtlich eines schonenden Umgangs mit Boden durch die bodenkundliche Fachkraft (Bodenkundliche Baubegleitung)
- Der Abtrag der Böden im Baufeld hat rückschreitend bevorzugt mit Raupenbaggern zu erfolgen, wobei der Oberboden grundsätzlich mit Raupenbaggern abzuheben ist. Reicht die Arbeitsbreite der Raupenbagger nicht aus, um den Boden in einem Arbeitsschritt abzutragen und seitlich zwischenzulagern, erfolgt der Abtrag in parallel versetzten Befahrungslinien. Rangierfahrten und mehrmaliges Befahren derselben Stellen sind zu vermeiden.
- Der Einsatz von Schubraupen ist nur für den Unterbodenabtrag bei vollständig abgetrockneten Bodenverhältnissen und in Absprache mit der BBB zulässig. Das Aufsetzen der Bodenmieten hat immer mittels Raupenbaggern zu erfolgen.
- Die jeweiligen Abtragstiefen, insb. der Oberböden, werden von einer bodenkundlichen Fachkraft vorgegeben und überprüft.

- Befahrungen von Oberböden und kulturfähigen Unterböden sind zu vermeiden und auf ein notwendiges Minimum zu reduzieren. Der Baustellenverkehr hat ausschließlich über die ausgewiesenen Baustraßen zu erfolgen. Ausnahme: Im Bereich einer späteren Überbauung (z.B. Dammaufstandsflächen) kann der Unterboden befahren werden, da hier ohnehin eine Verdichtung aus geotechnischen Gründen erfolgt.
- Der Oberboden wird in Mieten zu max. 2m Höhe gelagert. Im Bereich der Oberbodenmieten ist i.d.R. kein Oberbodenabtrag erforderlich (vorgängige Grünlandansaat zur Entwicklung einer stabilen Grasnarbe wird empfohlen)

Ergänzend zu den o.g. Ausführungen ergeben sich aus den Bestimmungen der DIN 19639 in Kombination mit der DIN 19731 weitere Vorgaben, die die Umlagerungseignung des Bodens in Abhängigkeit der Bodenfeuchte betreffen. Vor Beginn des Bodenabtrags in den jeweiligen Bereichen muss der Feuchtezustand des Bodens ermittelt werden (Konsistenzbestimmung mittels Fingerprobe nach DIN19639 oder durch Ermittlung der Saugspannung mittels Tensiometer).

Als Ausführungszeitraum sind aus klimatischen Gründen Sommer und Frühherbst zu bevorzugen.

Ggf. empfiehlt es sich, Ackerflächen, die erst später in Anspruch genommen werden, mit einer Raseneinsaat voreinzusäen um, die Verdunstung zu fördern (schnelleres Abtrocknen der Böden) und die Befahrbarkeit zu verbessern.

3.4.8 Zwischenlagerung/ Bodenmieten

Die Oberbodenmieten werden so angelegt, dass die biologische Aktivität des Oberbodens erhalten bleibt. Die Mieten werden entsprechend der DIN 19639 angelegt. Insbesondere sind folgende Eckpunkte bei der Zwischenlagerung des Oberbodens zu beachten:

- Der Oberboden wird in regelmäßig geformten, trapezförmigen Mieten locker aufgesetzt.
- Die zulässige Schütthöhe von Oberbodenmieten beträgt maximal 2 m. Sehr humose und/oder tonreiche Oberböden sind in geringerer Mächtigkeit zu lagern.
- Der gelagerte Oberboden ist vor Vernässung und Verdichtung zu schützen. Stark feuchte und nasse Bodenschichten sind erst nach Austrocknung zur Lagerung bzw. zum Wiedereinbau verwendungsfähig. Mienenaufstandsflächen müssen wasserdurchlässig sein und dürfen sich nicht in einer Mudelage befinden. Die Aufstandsflächen dürfen nicht mit Radfahrzeugen befahren werden. Bei Verdichtungen ist eine Lockerung erforderlich. Es darf sich kein Stauwasser im Bereich der Miete bilden.
- Die Mieten sind locker mittels Raupenbagger aufzusetzen, zu profilieren und äußerlich leicht anzudrücken, ohne die Oberfläche zu verschmieren. Eine Befahrung der Miete ist nicht zulässig.
- Die Profilierung der Mieten ist so anzulegen, dass Oberflächenwasser nach außen abfließen kann (Außengefälle mind. 2 %).
- Mieten müssen zugänglich sein, ggf. sind zwischen den Mieten entsprechende dimensionierte temporäre Baustraßen für den An-/ Abtransport sowie für den Unterhalt (Mähen) vorzusehen (Ringverkehr).
- Ein Umsetzen der Mieten ist möglichst zu vermeiden und erfolgt nur In Ausnahmefällen in Abstimmung mit dem AG und der BBB.
- Beträgt die vorgesehene Liegedauer der Mieten mehr als 2 Monate, sind diese während der Vegetationszeit zum Schutz gegen Vernässung, Erosion und zum Schutz gegen unerwünschten Aufwuchs umgehend mit einer vorgegebenen Saatmischung gemäß DIN 18917 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Rasen- und Saatarbeiten) anzusäen. Empfohlen wird eine Handansaat unmittelbar nach dem Aufsetzen der Miete vor der Profilierung (leichtes Andrücken).

- Die Ansaat ist, soweit erforderlich, bis zum vollständigen Austreiben täglich zu bewässern.
- Die Ansaat ist mind. 2 x jährlich zu mähen. Die Mahd wird aus artenschutzrechtlichen Gründen in den Vegetationsperioden Mai/ Juni und August/ September durchgeführt. Beim verstärkten Auftreten von Ackerunkräutern ist der Aufwuchs spätestens zu Beginn der Blüte zu mähen, um ein Aussamen zu verhindern. Diese Vorgabe gilt auch, wenn nicht angesät wurde und sich Spontanvegetation eingestellt hat.

3.4.9 Baustelleneinrichtungsflächen

Für die einzelnen BE- und Lagerflächen werden Baustelleneinrichtungspläne und -falls erforderlich - auch Mietenpläne erstellt und fortgeschrieben. Die Mieten erhalten dauerhafte Kennzeichnungen mit der Herkunft des Materials. Bei größeren Lagerflächen sind zwischen den Mieten entsprechende dimensionierte temporäre Baustraßen für den An-/ Abtransport vorzusehen (Ringverkehr).

Zur Einrichtung der Fläche ist der humose Oberboden entsprechend der Vorgaben abzutragen und möglichst seitlich am Baufeldrand aufzusetzen. Im Bereich von Oberbodenmieten muss der Oberboden nicht abgeschoben werden. Es wird jedoch empfohlen, zur besseren Tragfähigkeit die Flächen im Vorfeld mit einer Raseneinsaat zu versehen.

Lagerflächen für Füllmaterial und Baustelleneinrichtungsflächen werden so angelegt, dass eine Bewirtschaftung der Fläche ohne direktes Befahren des natürlichen Unterbodens möglich ist. Im Bereich der Fahrwege und Umschlagplätze wird der Unterboden mit einer ausreichend mächtigen und breiten Deckschicht (mind. 0,4-0,5m) aus kiesigem Füllboden oder Schotter (Vor-Kopf-Einbau) geschützt. Alternativ können bei Baustraßen auch andere Lastverteilende Systeme verwendet werden (z.B. Baggermatratzen).

Auf Lagerflächen und Baustraßen ist zwischen Unterboden und Lagermaterial bzw. Baustraße eine ca. 0,10m mächtige Sandlage als Trennschicht (alt. Trennvlies) aufzubringen.

Die Lagerflächen und Baustraßen sind so einzurichten, dass Oberflächenwasser unschädlich abgeleitet wird und nicht zu Stauwasser auf den Flächen oder im gelagerten Bodenmaterial führt.

3.4.10 Bodenauftrag und Rekultivierung

Für den Bodenauftrag und Rekultivierung gelten hinsichtlich der Umlagerbarkeit und Befahrbarkeit der Böden die gleichen Grundsätze wie beim Bodenabtrag. Generell hat der Einbau unter Vermeidung von Verdichtungen und Staunässe zu erfolgen. Im Einzelnen werden folgende Punkte berücksichtigt:

- Einweisung des Gerätepersonals hinsichtlich eines schonenden Umgangs mit Boden durch die bodenkundliche Fachkraft (Bodenkundliche Baubegleitung)
- Die zuvor abgetragenen Böden werden möglichst wieder am Ort der Entnahme verwertet, damit soll die ursprüngliche Leistungsfähigkeit in den Bodenfunktionen weitestgehend wieder hergestellt werden.
- Der Oberboden wird „sortenrein“ wiederverwendet und in der ursprünglichen Stärke bzw. laut Angaben der Planung wieder angedeckt (u.a. Trennung von luft- und wasserseitiger Oberboden aus Böschungsbereichen).
- Der Oberbodenauftrag erfolgt rückschreitend mittels Kettenbagger. Der Einsatz der Schubraupe ist nicht zulässig.
- Für die Rekultivierung temporär in Anspruch genommener Flächen (BE-Flächen) wird nach dem Rückbau der Oberflächenbefestigung anhand von Baggerschürfen die Schwere der Bodenverdichtung durch die BBB festgestellt und die notwendigen Lockerungsmaßnahmen festgelegt. Vor dem Auftrag der Rekultivierungsschichten wird das Planum entsprechend (tiefen)gelockert, um Schadverdichtungen und potentielle Stauhorizonte zu beseitigen und eine gute Verzahnung mit dem aufgetragenen Material zu erreichen. Die Flächen sind entsprechend des Ausgangszustandes, bzw. des Rekultivierungsziels wiederherzustellen.
- Die Rekultivierung des Bodens und Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen im Bereich des zurückgebauten Damms in BA3 wird analog zur Rekultivierung der BE Flächen der Unterboden tiefengelockert und dann entsprechend des Rekultivierungsziels zwischengelagerter Waldoberboden aufgetragen.

- Aufgetragener und gelockerter Boden darf nicht mehr mit Baumaschinen oder Transportfahrzeugen befahren werden.
- Staunässe in Mulden soll vermieden und die Gefällesituation beachtet werden.
- Evtl. aufgetretene Schadverdichtungen werden durch eine Tiefenlockerung beseitigt.

3.4.11 Anforderungen an zugeführtes Bodenmaterial

Nach den vorliegenden Schätzungen ist im Plangebiet nicht mit Defiziten an Oberboden bzw. kulturfähigen Unterboden zu rechnen.

Grundsätzlich sind bei einer Zufuhr von Oberboden bzw. kulturfähigen Unterboden bzgl. der grundlegenden Eigenschaften die BBodSchV, DIN 19731 (Ausgabe 5/98) sowie DIN 18915 (2002-08) heranzuziehen. Ggf. erforderliche spezifische Vorgaben sind in der Ausführungsplanung zu berücksichtigen.

3.4.12 Begleitung, Kontrolle und Abnahme rekultivierter Flächen

Die gesamte Maßnahme wird durch die BBB begleitet.

Die Befahr- und Bearbeitbarkeit der natürlichen Böden wird durch die BBB gem. Anlage 4 festgelegt und die Einhaltung kontrolliert.

Die BBB nimmt in regelmäßigen Abständen, insbesondere aber während der Bodenarbeiten im Bereich der natürlichen Böden an den Baustellenbesprechungen teil.

Die Rekultivierung temporär in Anspruch genommener land- oder forstwirtschaftlicher Flächen (z.B. BE-Flächen) wird durch die BBB begleitet. Die fertiggestellten Flächen werden durch die BBB geprüft und die sachgemäße Durchführung bestätigt. Anschließend erfolgt die offizielle Rückgabe an die Pächter/Eigentümer. Dabei werden durch die BBB Hinweise und Empfehlungen zur fachgerechten Nachsorge (Anbau-, Bewirtschaftungsempfehlungen) der rekultivierten Flächen erläutert und überreicht. Die Abnahme und Übergabe werden protokolliert.

4 Anlagen

Anlage 1.1: Übersichtskarte Gesamtmaßnahme mit Bauabschnitten

Anlage 1.2: Übersichtskarte mit Bodeneinheiten nach BK50

Anlage 2.1: Bodenschutzpläne BA1

Anlage 2.2: Bodenschutzpläne BA2/1

Anlage 2.3: Bodenschutzpläne BA2/2

Anlage 2.4: Bodenschutzpläne BA3

Anlage 2.5: Bodenschutzpläne BA4 Süd

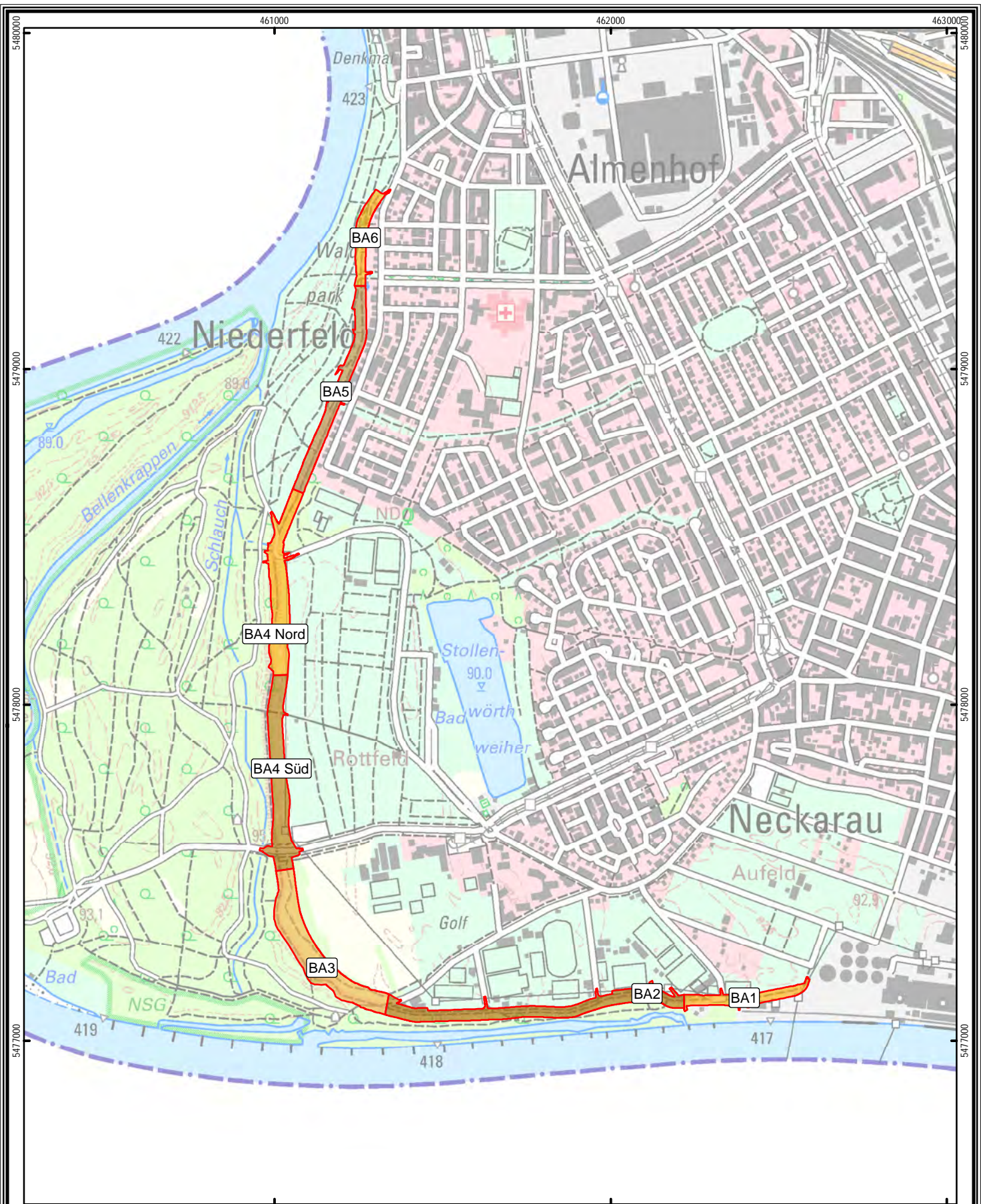
Anlage 2.6: Bodenschutzpläne BA4 Nord

Anlage 2.7: Bodenschutzpläne BA5

Anlage 2.8: Bodenschutzpläne BA6

Anlage 3: Datenblätter Bodentypen (BK 50, LGRB)

Anlage 4: Befahrbarkeit_DIN_19369



Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Übersicht

Geltungsbereich Bauabschnitte (BA)

Projekt: Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr: 2021_176
Planinhalt: Übersicht
Auftraggeber: RP Karlsruhe
Maßstab: 1.500



Anlage: 1.1
Bearbeiter: Mohr
Datum: 08.05.2019



Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenkarte (BK50, LGRB)

- w124: kalkhaltiger Brauner Auenboden, mit Vergleyung im nahen Untergrund
- w127: kalkhaltiger Brauner Auenboden, häufig mit Vergleyung im nahen Untergrund
- w138: Kalkhaltiger Auengley und kalkhaltiger Brauner Auenboden-Auengley
- 3: Siedlungsbereich (keine Angaben zu Böden in BK50); 500: Gewässer
- Geltungsbereich Bauabschnitte (BA)

Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenkarte (BK50 LGRB)
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1.500



Anlage:	1.2
Bearbeiter:	Mohr
Datum:	08.05.2019

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA1

Planung

- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

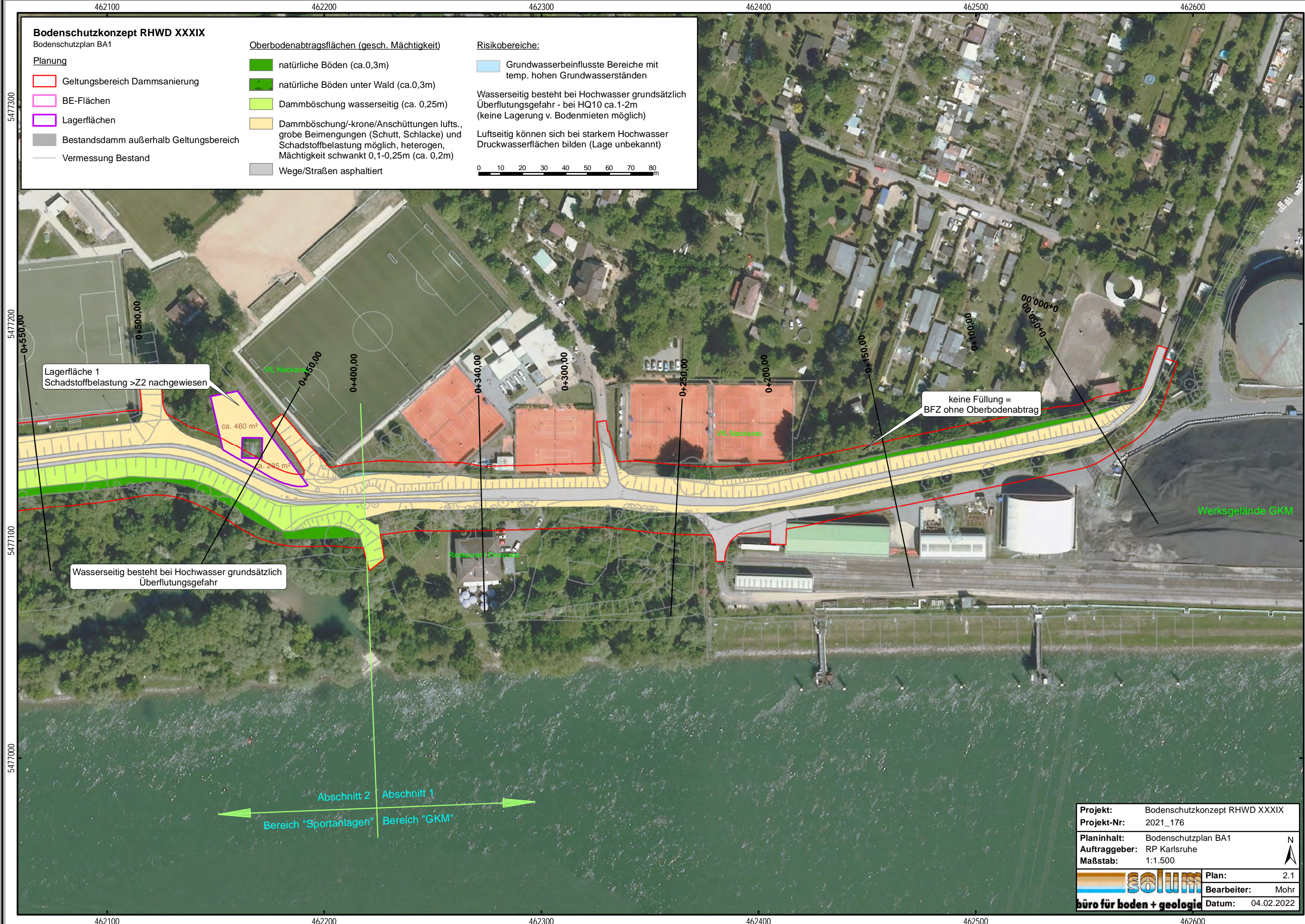
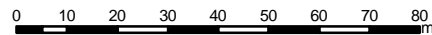
Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschantungen lufts., grobe Beimengungen (Schutt, Schlacke) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)

Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)



Lagerfläche 1
Schadstoffbelastung >Z2 nachgewiesen

ca. 460 m²
ca. 285 m²

Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr

keine Füllung =
BFZ ohne Oberbodenabtrag

Werksgelände GKM

Abschnitt 2 Abschnitt 1
Bereich "Sportanlagen" Bereich "GKM"

Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA1
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500



Plan:	2.1
Bearbeiter:	Mohr
Datum:	04.02.2022



461700

461800

461900

462000

462100

462200

5477300

5477200

5477100

5477000

5477300

5477200

5477100

5477000

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA1

Planung

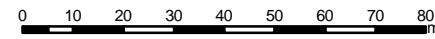
- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschüttungen lufts., grobe Beimengungen (Schutt, Schlacke) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)
- Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)



Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA2
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500

Plan: 2.2

Bearbeiter: Mohr

Datum: 04.02.2022

Abschnitt 2
Bereich "Sportanlagen"



461700

461800

461900

462000

462100

462200

461200 461300 461400 461500 461600 461700

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA2

Planung

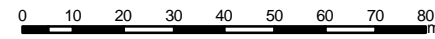
- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschüttungen lufts., grobe Beimengungen (Schutt, Schlacke) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)
- Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)



5477300

5477200

5477100

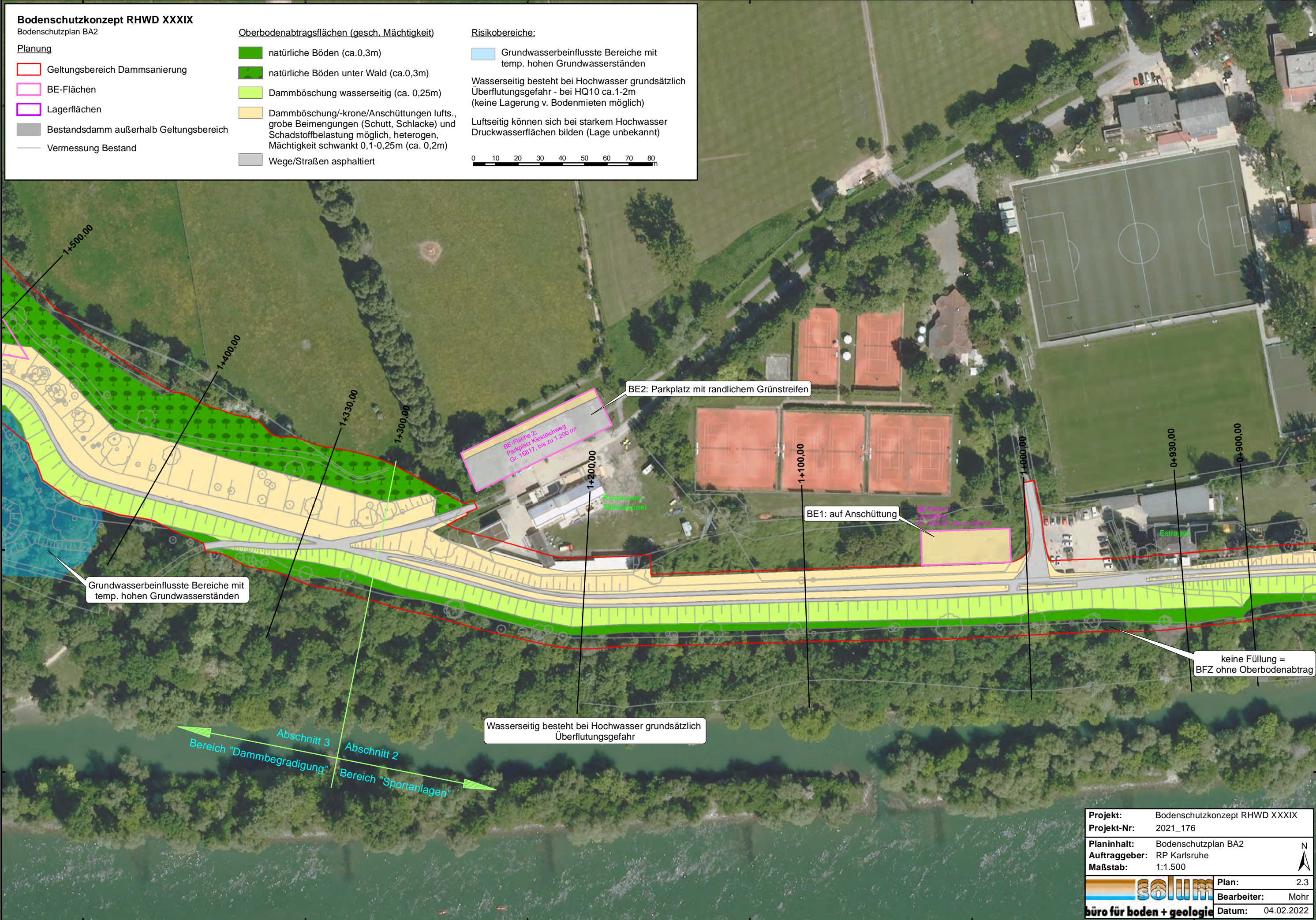
5477000

5477300

5477200

5477100

5477000



Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA2
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500

Plan:	2.3
Bearbeiter:	Mohr
Datum:	04.02.2022

büro für boden + geologie

461200 461300 461400 461500 461600 461700

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA3

Planung

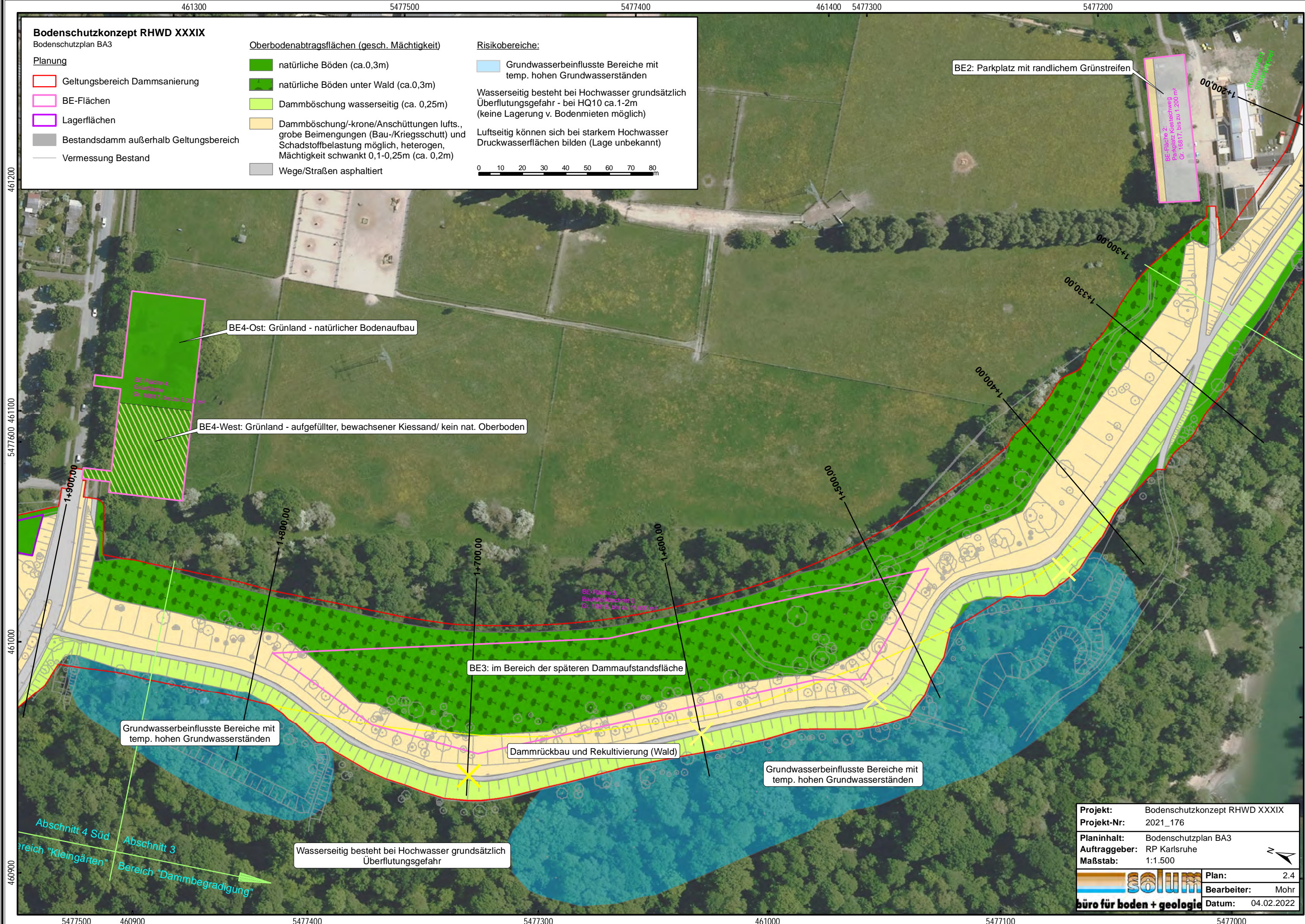
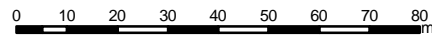
- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschüttungen lufts., grobe Beimengungen (Bau-/Kriegsschutt) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)
- Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)



BE4-Ost: Grünland - natürlicher Bodenaufbau

BE4-West: Grünland - aufgefüllter, bewachsener Kiessand/ kein nat. Oberboden

BE3: im Bereich der späteren Dammaufstandsfläche

BE2: Parkplatz mit randlichem Grünstreifen

Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen

Dammrückbau und Rekultivierung (Wald)

Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen

Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr

Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA3
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500

	Plan:	2.4
	Bearbeiter:	Mohr
	Datum:	04.02.2022

Abschnitt 4 Süd
Bereich "Kleingärten"
Abschnitt 3
Bereich "Dammbegradigung"

5478100 461200 5478000 5477900 5477800 5477700 5477600

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA4 Süd

Planung

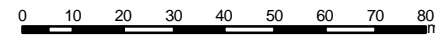
- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschüttungen lufts., grobe Beimengungen (Bau-/Kriegsschutt) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)
- Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)



461100
461000
460900
460800



461200
461100
461000
460900
460800

Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA4 Süd
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500

solum
büro für boden + geologie

Plan: 2.5

Bearbeiter: Mohr

Datum: 04.02.2022

5478000 5477900 460800 5477800 5477700 5477600 5477500

5478600 5478500 5478400 5478300 5478200 5478100

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA4 Nord

Planung

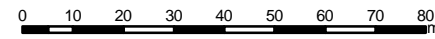
- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschüttungen luftss., grobe Beimengungen (Bau-/Kriegsschutt) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)
- Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)



461200

461100

461000

460900

461200

461100

461000

460900



Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA4 Nord
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500

solum
büro für boden + geologie

Plan: 2.6

Bearbeiter: Mohr

Datum: 04.02.2022

5478600 5478500 5478400 5478300 5478200 5478100

5479200

5479100

5479000

5478900

5478800

461400

5478700

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA5

Planung

- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

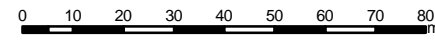
Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschüttungen lufts., grobe Beimengungen (Bau-/Kriegsschutt) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)

Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)

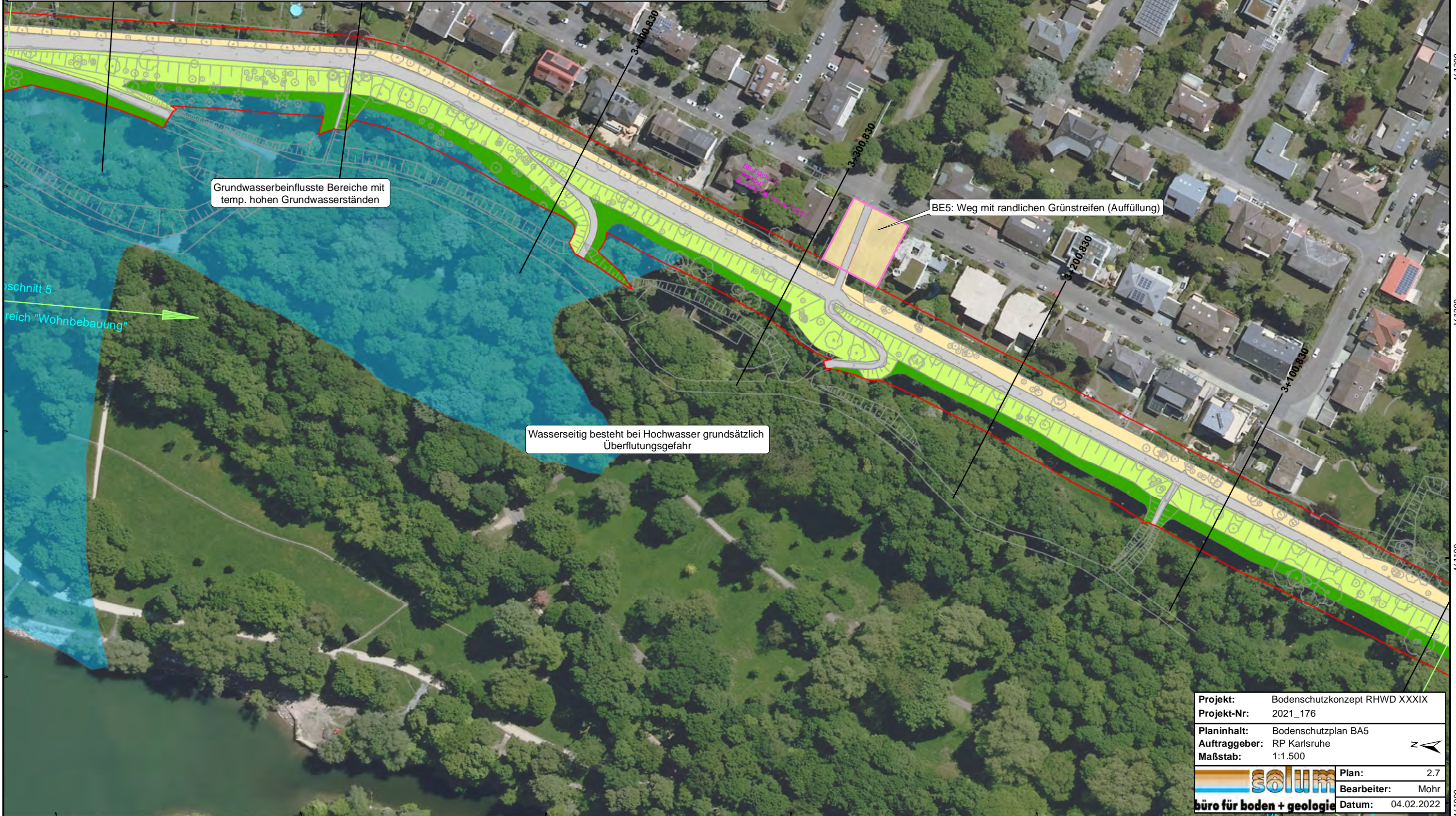


461300

461200

461100

461000



461300

461200

461100

461000

Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA5
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500



solum	Plan:	2.7
büro für boden + geologie	Bearbeiter:	Mohr
	Datum:	04.02.2022

5479200

5479100

5479000

5478900

5478800

5478700

5479600 5479500 5479400 5479300 5479200 5479100 461500

Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX

Bodenschutzplan BA6

Planung

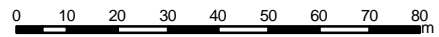
- Geltungsbereich Dammsanierung
- BE-Flächen
- Lagerflächen
- Bestandsdamm außerhalb Geltungsbereich
- Vermessung Bestand

Oberbodenabtragsflächen (gesch. Mächtigkeit)

- natürliche Böden (ca.0,3m)
- natürliche Böden unter Wald (ca.0,3m)
- Dammböschung wasserseitig (ca. 0,25m)
- Dammböschung/-krone/Anschüttungen lufts., grobe Beimengungen (Bau-/Kriegsschutt) und Schadstoffbelastung möglich, heterogen, Mächtigkeit schwankt 0,1-0,25m (ca. 0,2m)
- Wege/Straßen asphaltiert

Risikobereiche:

- Grundwasserbeeinflusste Bereiche mit temp. hohen Grundwasserständen
- Wasserseitig besteht bei Hochwasser grundsätzlich Überflutungsgefahr - bei HQ10 ca.1-2m (keine Lagerung v. Bodenmieten möglich)
- Luftseitig können sich bei starkem Hochwasser Druckwasserflächen bilden (Lage unbekannt)



461400

461300

461200

461100

461100

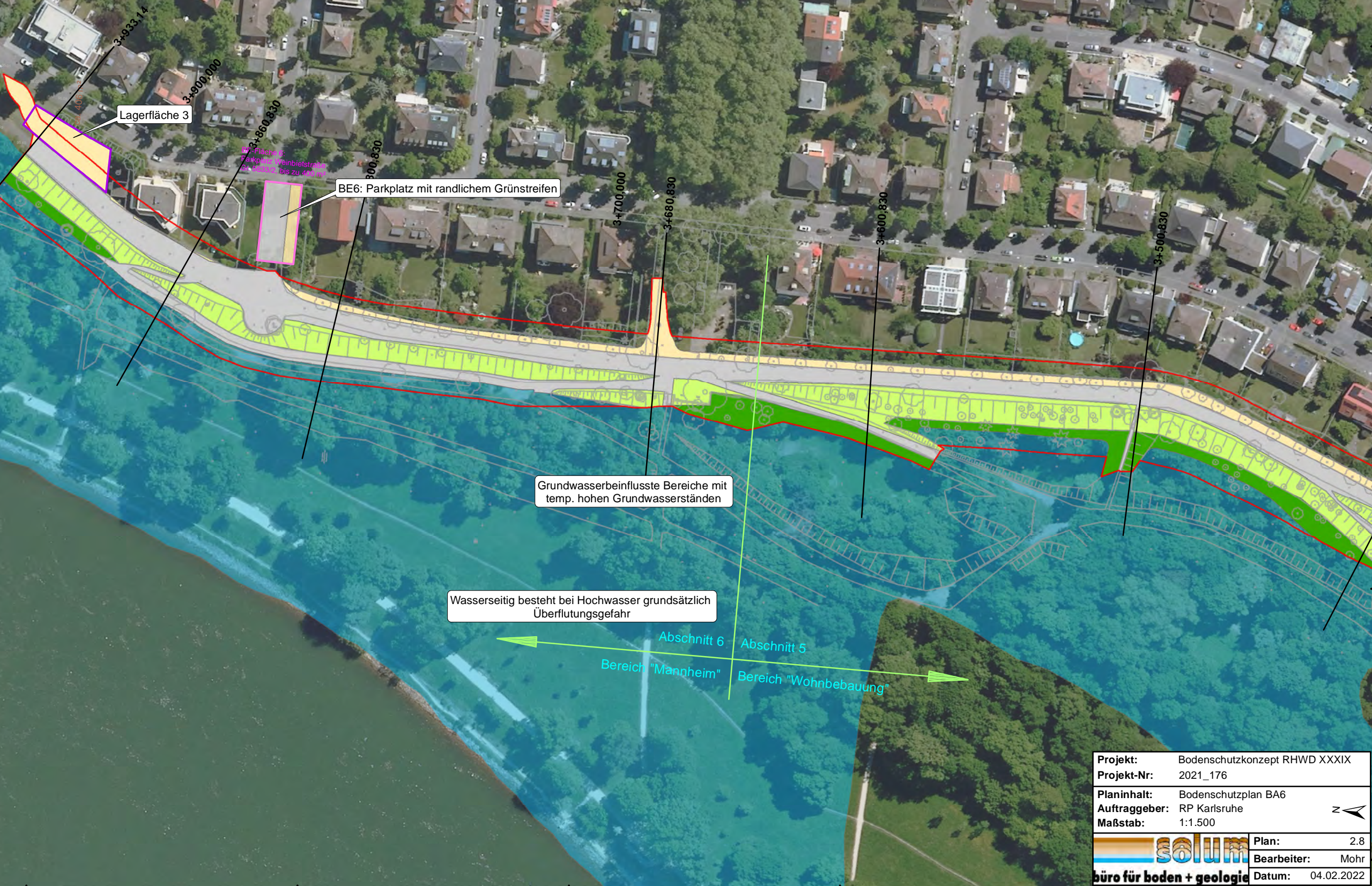
461500

461400

461300

461200

461100



Projekt:	Bodenschutzkonzept RHWD XXXIX
Projekt-Nr:	2021_176
Planinhalt:	Bodenschutzplan BA6
Auftraggeber:	RP Karlsruhe
Maßstab:	1:1.500

Plan:	2.8
Bearbeiter:	Mohr
Datum:	04.02.2022

5479500 5479400 5479300 5479200 5479100

w124 Kalkhaltiger Brauner Auenboden mit Vergleyung im nahen Untergrund aus Auensand über Rheinschottern
Verbreitet auftretende Böden

Bodenformgruppe	w-A24	
Flächenanteil	75–90 %	
Nutzung	Wald, LN	
Relief	höher gelegene ältere Auenflächen	
Bodentyp	kalkhaltiger Brauner Auenboden mit Vergleyung im nahen Untergrund	
Ausgangsmaterial	Auensand über Rheinschottern	
Bodenartenprofil	SI2–3,G0–2	5–12 dm
	S,G2–6	
Karbonatführung	meist karbonathaltig ab Bodenoberfläche, häufig beginnende Entkalkung im Oberboden	
Gründigkeit	tief, stellenweise mäßig tief, Durchwurzelbarkeit nicht eingeschränkt	
Waldhumusform	typischer und moderartiger Mull	
Humusgehalt	Oberbod. LN	mittel humos
	Unterboden	sehr schwach humos bis schwach humos
Bodenreaktion	LN	schwach sauer bis schwach alkalisch
	Wald	schwach sauer bis schwach alkalisch
Bodenschätzung	keine Angabe	
Musterprofile	keine Angabe	

Begleitböden

untergeordnet kalkhaltiger Auengley-Brauner Auenboden

Kennwerte

Feldkapazität	gering (200–250 mm)
Nutzbare Feldkapazität	mittel (90–140 mm)
Luftkapazität	hoch bis sehr hoch
Wasserdurchlässigkeit	hoch bis sehr hoch
Sorptionskapazität	gering bis mittel (90–120 mol/z/m ²)
Erodierbarkeit	gering

Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)

Standort für naturnahe Vegetation	hoch	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit	mittel (2.0)	
Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	LN: sehr hoch (4.0)	Wald: sehr hoch (4.0)
Filter und Puffer für Schadstoffe	LN: mittel (2.0)	Wald: mittel (2.0)
Gesamtbewertung	LN: 2.67	Wald: 2.67

Verbreitung und Besonderheiten

w127 Kalkhaltiger Brauner Auenboden, häufig mit Vergleyung im nahen Untergrund, aus feinsandig-schluffigem Auensediment
Verbreitet auftretende Böden

Bodenformgruppe	w-A27	
Flächenanteil	60–90 %	
Nutzung	Wald, (Grünland)	
Relief	wellige, junge Rheinaue	
Bodentyp	kalkhaltiger Brauner Auenboden, häufig mit Vergleyung im nahen Untergrund	
Ausgangsmaterial	feinsandig-schluffiges Auensediment, z. T. über Auensand, auf Terrassensand und -kies	
Bodenartenprofil	Su3-Uls-Lu,G0-2	4–8 dm
	(fS-Su3)	>10 dm
	S,G4-6	
Karbonatführung	karbonathaltig häufig ab Bodenoberfläche, im Oberboden meist beginnende Entkalkung, z. T. karbonatfrei	
Gründigkeit	tief, stellenweise mäßig tief, Durchwurzelbarkeit nicht eingeschränkt	
Waldhumusform	typischer und moderartiger Mull	
Humusgehalt	Oberbod. LN	schwach humos bis mittel humos
	Unterboden	sehr schwach humos bis schwach humos
Bodenreaktion	LN	schwach sauer bis schwach alkalisch
	Wald	schwach sauer bis schwach alkalisch
Bodenschätzung	LIIa2, LIIa3, LIIa2	
Musterprofile	6916.6	

Begleitböden

untergeordnet kalkhaltiger Auengley-Brauner Auenboden, vereinzelt kalkhaltiger Auengley

Kennwerte

Feldkapazität	gering bis mittel (240–350 mm)
Nutzbare Feldkapazität	hoch bis sehr hoch (160–220 mm)
Luftkapazität	mittel bis hoch
Wasserdurchlässigkeit	mittel bis hoch, stellenweise sehr hoch
Sorptionskapazität	gering bis mittel (80–200 mol/z/m ²)
Erodierbarkeit	hoch

Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)

Standort für naturnahe Vegetation	keine hohe oder sehr hohe Bewertung	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit	hoch bis sehr hoch (3.5)	
Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	LN: sehr hoch (4.0)	Wald: sehr hoch (4.0)
Filter und Puffer für Schadstoffe	LN: mittel bis hoch (2.5)	Wald: mittel bis hoch (2.5)
Gesamtbewertung	LN: 3.33	Wald: 3.33

Verbreitung und Besonderheiten

w138 Auengley und Brauner Auenboden-Auengley, beide kalkhaltig, aus feinsandig-schluffigem Auensediment
Verbreitet auftretende Böden

Bodenformgruppe	w-AG23	
Flächenanteil	75–90 %	
Nutzung	Wald, LN	
Relief	wellige Altarme und Rinnen in den Umlaufflächen junger Rheinmäander	
Bodentyp	Auengley und Brauner Auenboden-Auengley, beide kalkhaltig	
Ausgangsmaterial	feinsandig-schluffiges Auensediment über Terrasensand und -kies (Flussbetfazies)	
Bodenartenprofil	Ut3–Uls	4–8 dm
	fS–Uls	8–12 dm
	S,G2–6	
Karbonatführung	karbonathaltig ab Bodenoberfläche	
Gründigkeit	tief, stellenweise mäßig tief, Unterboden stellenweise schlecht durchwurzelbar	
Waldhumusform	typischer und moderartiger Mull	
Humusgehalt	Oberbod. LN	schwach humos bis mittel humos
	Unterboden	schwach humos
Bodenreaktion	LN	schwach alkalisch
	Wald	schwach alkalisch
Bodenschätzung	LIIa2, LIIa3, LIIa2	
Musterprofile	keine Angabe	

Begleitböden

untergeordnet kalkhaltiger Auengley aus schwach sandigem bis schluffigem Lehm über Sand

Kennwerte

Feldkapazität	mittel (290–330 mm)
Nutzbare Feldkapazität	sehr hoch (210–230 mm)
Luftkapazität	mittel
Wasserdurchlässigkeit	mittel
Sorptionskapazität	mittel (130–150 mol/z/m ²)
Erodierbarkeit	hoch

Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)

Standort für naturnahe Vegetation	hoch	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit	mittel (2.0)	
Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	LN: hoch (3.0)	Wald: sehr hoch (4.0)
Filter und Puffer für Schadstoffe	LN: mittel bis hoch (2.5)	Wald: mittel bis hoch (2.5)
Gesamtbewertung	LN: 2.50	Wald: 2.83

Verbreitung und Besonderheiten

Altarm des Rheins sowie Rinnen in zugehöriger Umlauffläche westlich von Ketsch ("Ketscher Rheinwald-Rheininsel"); Altrheinarm mit regelmäßiger Überflutung durch Rheinhochwässer

Anlage 4: Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte (aus DIN 19639)
Tabelle 2 — Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte (siehe DIN 18915; adaptiert aus DIN 19682-5 und DIN EN ISO 14688-1; siehe Anhang A)

Konsistenzbereich	Bezeichnung	Bodenmerkmale bei geringer und mittlerer effektiver Lagerungsdichte		Bodenfeuchtezustand		Befahrbarkeit	Bearbeitbarkeit	Verdichtungsempfindlichkeit (bodenartenabhängig)
		Zustand bindiger Böden (Tongehalt > 17 %)	Zustand nicht bindiger Böden (Tongehalt ≤ 17 %)	Wasserspannung pF-Bereich lg hPa	Feuchtestufe Bezeichnung			
ko1	fest (hart)	nicht ausrollbar und knetbar, da brechend; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	staubig; helle Bodenfarbe, dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	> 4,0	trocken	optimal	Bindige Böden: mittel bis ungünstig ^b Nicht bindige Böden: optimal	gering
Schrumpfgrenze								
ko2	halbfest (bröckelig)	noch ausrollbar, aber nicht knetbar, da bröckelnd beim Ausrollen auf 3 mm Dicke; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch nach	Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch etwas nach	4,0 bis > 2,7	schwach feucht	gegeben	optimal	mittel
Ausrollgrenze								
ko3	steif (-plastisch)	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln, schwer knetbar und eindrückbar, dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	Finger werden etwas feucht, auch durch Klopfen am Bohrer kein Wasseraustritt aus den Poren; dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	2,7 bis > 2,1	feucht	eingeschränkt, nach Nomogramm	eingeschränkt (ja, wenn im Löffel rieselfähig)	hoch
ko4	weich (-plastisch)	ausrollbar auf < 3 mm Dicke, leicht eindrückbar; optimal knetbar	Finger werden deutlich feucht, durch Klopfen am Bohrer wahrnehmbarer Wasseraustritt aus den Poren	2,1 bis > 1,4	sehr feucht	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	hoch
ko5	breiig (-plastisch)	ausrollbar, kaum knetbar, da zu weich, quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch	durch Klopfen am Bohrer deutlicher Wasseraustritt aus den Poren, Probe zerfließt, oft Kernverlust	≤ 1,4	nass	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem
Fließgrenze								
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und knetbar, da fließend	Kernverlust	0	sehr nass	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem

^a Die Einheit Centibar wird hier in Anlehnung an das Schweizer Nomogramm verwendet. Die Umrechnung in den pF-Wert erfolgt über eine Multiplikation mit 10 und einer anschließenden Logarithmierung zur Basis 10 (log10).

^b Die Bearbeitbarkeit stark bindiger Böden (> 25 % Ton) ist bei sehr starker Austrocknung nur bedingt möglich, weil starke Klutenbildung die Bearbeitungsqualität — insbesondere im Hinblick auf die Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten — vermindert.