

Sachverständiger Dr. Knittel

Von der Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz öffentlich bestellt und vereidigt



Bestellungsgebiete:

Landwirtschaft: Ackerbau, Grünland

Weinbau: Außenwirtschaft

Umweltschutz in Landwirtschaft und Weinbau

Bodenkunde und Bodenschutz

Bewertung von unbebauten Grundstücken

Anschrift:

Dr. Harry Knittel,
Raiffeisenstr. 28
67435 Neustadt/W.

Tel. 06321/ 69 98 4

Fax. 06321/ 60 04 10

E-Mail: knittel-neustadt@t-online.de

Neustadt, 20. 09. 2019

Sachverständigengutachten

Landwirtschaftliche Bewertung von Oberboden zur Prüfung der Einbaueignung in benachbarte Ackerflächen

Zweck des Gutachtens:

Vorlage bei der Kreisverwaltung Rhein-Pfalz-Kreis zum Nachweis der Unbedenklichkeit der Auffüllung von Boden.

Auftraggeber

ISP Industrie-Sandwerke Pfalz GmbH & Co. KG

Mittelpart-Straße 1

67071 Ludwigshafen am Rhein

In der Gemarkung Bobenheim im Rhein-Pfalz-Kreis werden Sand und Kies bereits abgebaut. Jetzt soll die Fläche für den Abbau ausgedehnt werden. Hierzu wird die oberste Schicht des Ackerbodens abgeschoben.

Es ist vorgesehen, den anfallenden Ackerboden im Zuge der Maßnahmen in einen benachbarten Acker Schlag einzubauen. Die Einbaueignung ist zu prüfen.

Abkürzungen

Abkürzungen

| | |
|----------|--|
| A | Ackernutzung |
| BBodSchV | Bundes-Bodenschutz- und Altlasten Verordnung |
| DGM | Digitales Gelände-Modell |
| DLR | Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum |
| MwSt. | Mehrwertsteuer |
| LAGA | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall |
| LK | Landwirtschaftskammern (LK) |
| LUFA | Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalten |
| NHN | Normalhöhenull (Höhe auf Seehöhe) |
| öbv | öffentlich bestellt und vereidigter Sachverständiger |
| ÖbVI | Öffentlich bestellter Vermessungs-Ingenieur |
| TR Boden | Technische Regeln für die Bodenverwertung |

Abkürzung der angetroffenen Bodenarten

| | |
|----|------------------|
| S | Sand |
| L | Lehm |
| sL | sandiger Lehm |
| uL | schluffiger Lehm |
| IU | lehmiger Schluff |
| tL | toniger Lehm |
| T | Ton |

Das Gutachten besteht aus 23 Seiten, davon 2 Seite als Anlage.

Das Gutachten wurde ein Original und drei Kopien erstellt.

1 Original und 2 Kopien für den Auftraggeber
Kopie für den Sachverständigen

1

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-------|
| Abkürzungen | 2 |
| Inhaltsverzeichnis | 3 |
| 1. Situationsbeschreibung | 4 |
| 1.1 Sachverhalt | 4 |
| 1.2 Rechtliche Lage | 5 |
| 1.3 Auftrag | 6 |
| 1.4 Ortstermin | 6 |
| 2. Methodisches Vorgehen | 8 |
| 2.1 Verwendete Unterlagen | 8 |
| 2.2 Informationen aus dem Geobasis-Informationen-System | 8 |
| 2.3 Bodenuntersuchung nach LUFA | 8 |
| 2.4 Nivellement auf den Zielflächen | 8 |
| 3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial | 10 |
| 3.1 Bodenherkunft, Bodenart und Zustandsstufe | 10 |
| 3.2 Bodentyp | 10 |
| 3.3 Humusgehalt | 11 |
| 3.4 Korngrößenverteilung der Böden (Bodenart) | 12 |
| 3.5 Bewertung der physikalischen Bodeneigenschaften | 15 |
| 3.6 Nährstoffgehalte und pH-Wert in den Böden | 16 |
| 3.7 Nivellement | 17 |
| 3.8 Maßnahmen zum Einbau von Boden | 18 |
| 4. Bewertung des Bodenauftrags | 19 |
| 1. Unbedenklichkeit | 19 |
| 2. Verbesserung der Bodenfunktion | 19 |
| 3. Auswirkung auf die benachbarten Flächen | 19 |
| 5. Zusammenfassung | 20 |
| 6. Literaturverzeichnis | 21 |
| 7. Anlagen | 22 |

1 Situationsbeschreibung

1. Situationsbeschreibung

1.1 Sachverhalt

Die Firma ISP plant, den Abbau von Sand und Kies auszuweiten. Hierzu soll der Oberboden auf der Betriebsfläche „Heiligen Sand“ abgetragen und auf eine nahe liegende Ackerfläche aufgebracht werden.

Betroffen sind folgende Flurstücke in der Gemarkung Bobenheim (s. Abb.1.):

Abtrag: Flurstück-Nr. 1197/4-6, 1198/1-6, 1200/1 bis 3 und 1200/6

Auffüllung: Flurstücks-Nr. 1231, 1232, 1233, 1234, 1235

Von der Fläche von 72.478 m² sollen etwa 40.900 m² aufgefüllt werden.

Beide Schläge liegen auf Schwemmlandböden des Rheines (Alluvium) und haben immer wieder Mulden mit einer flachen Krume, wo sich das Druckwasser nach starken Niederschlägen sammelt. Ziel ist es, in der Mulde des Auffüllschlages (Flurstücke 2131 bis 1235) den Boden aufzufüllen und durch die erhöhte Krume die Wasserspeicherkapazität sowie den Wurzelraum für die Pflanzen zu vergrößern. Durch die Anhebung der Bodenoberfläche sollen die Wachstumsbedingungen für die Anbauprüchte verbessert werden.

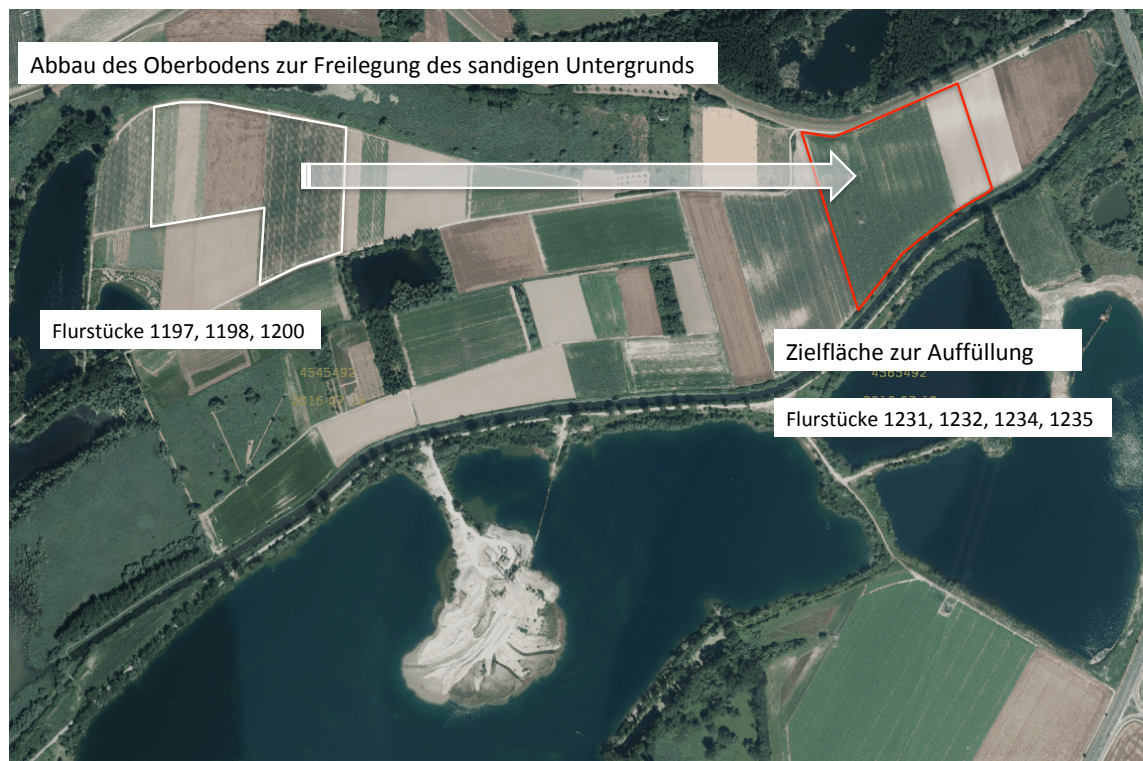


Abb. 1: Abbau und Verlagerung von Oberboden beim Abbau von Sand im Unterboden

Quelle: Geoportal

Hierbei sind folgende Aspekte zu beachten

1. Die Schadlosgkeit der Maßnahme

Der Nachweis der Schadlosgkeit erfolgt durch das Prüfen von Art, Menge, Schadstoffgehalten und physikalischen Eigenschaften des Materials unter Berücksichtigung der Schadstoffgehalte der Böden vor Ort.

Eine schädliche Bodenveränderung ist zu erwarten, wenn die Vorsorgewerte gemäß Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV überschritten werden oder andere Schadstoffe mit toxischen Eigenschaften (§ 9 Abs.1 Satz1 Nr.2 BBodSchV) eingebacht werden.

2. Nützlichkeit der Maßnahme

Der Nachweis der Nützlichkeit zielt auf die Wiederherstellung oder Sicherung natürlicher Bodenfunktionen in der Land-/Forstwirtschaft oder der Nutzungsfunktionen Siedlung/Erholung.

Die Nützlichkeit einer Maßnahme schließt eine Verschlechterung vorhandener Bodenfunktionen aus. Die Sicherung oder Wiederherstellung von Bodenfunktionen lässt Maßnahmen zu, die besondere Bodenfunktionen unterstützen. Dies schließt eine Verschlechterung der benachbarten Flächen aus.

Die Bodenschutztechnische Begutachtung des Oberbodens ist nicht notwendig, wenn ein natürlich anstehender Oberboden ausgebaut werden soll. Nach ALEX¹ ist „eine analytische Überprüfung auf Schadstoffgehalte ist nur dann **nicht** erforderlich, wenn das Bodenmaterial aus nachweislich natürlich anstehenden Schichten stammt, bei denen schädliche Kontaminationen aus anthropogenen Einflüssen oder aus erhöhter geogener Hintergrundbelastung nicht zu erwarten sind.“

Bei der Kreisverwaltung Rhein-Pfalz-Kreis wird daher ein Antrag zur Auffüllung unter dem Aspekt der landwirtschaftlichen Folgenutzung gestellt. Ziel dieses Gutachtens ist es, die Unbedenklichkeit der Auffüllung, bzw. die Verbesserung der aufgefüllten Flächen zu bewerten.

1.2 Rechtliche Lage

Das Bundes-Bodenschutz- und Altlastengesetz (BBodSchG) regelt die Behandlung und Eingriffe in den Boden (§1), das Auf- und Einbringen von Materialien in den Boden (§6) sowie die Einhaltung der guten fachlichen Praxis (§17):

§ 1: „Zweck dieses Gesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen.

- Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren,
- der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerunreinigungen zu sanieren oder
- Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen.

Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden.“

§ 6: Untersuchungen der Materialien oder des Bodens, Maßnahmen zur Vorbehandlung dieser Materialien oder geeignete andere Maßnahmen.“

§17: Grundsätze der guten fachlichen Praxis bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung sind die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürlicher Ressource. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gehört insbesondere, dass die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird.

Da es sich Boden vornehmlich um landwirtschaftlich genutzten Oberboden handelt, erfolgt die Bewertung gemäß dem ALEX Infoblatt 24, „Anforderungen des §12 BBodSchV an die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (DB)“, Anlage 2, Tabelle 1.3.2.1 und Tabelle 1.3.2.2 sowie Anlage 3, Tabelle 1.3.2.1 und Tabelle 1.3.2.2

Bei Auffüllung von Ackerflächen ist zu achten

- dass keine schädlichen Stoffe eingebracht werden,
- dass die Eigenschaften des eingebrachten Bodens (Aushub) und des vorhandenen Bodens auf der Zielfläche ähnlich sind,
- dass die natürliche Luft- Wasser- und Nährstofffunktionen erhalten bleiben oder verbessert werden und
- dass die benachbarten Grundstücke nicht nachteilig beeinflusst werden.

¹ ALEX Infoblatt 24, „Anforderungen des §12 BBodSchV an die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (DB)“
§1.2.10 Seite 3

1.3 Auftrag

Am 27. Juni 2018 erteilte die Firma ISP den Auftrag an den Sachverständiger Dr. Harry Knittel um folgenden Nachweis zu führen:

- Bewertung der Bodeneigenschaften unter dem Aspekt des Einbaus in landwirtschaftlich genutzte Flächen
- Verbesserung Bodenfunktion durch Erhöhung der Wasserkapazität und des Wurzelraumes
- Empfehlung von ackerbauliche Maßnahmen zu Stabilisierung des Bodengefüges nach der Auffüllung

1.4 Ortstermin

Für den 27. Juni 2018 und am 19. August wurden die Ortstermine vereinbart.

Beginn: jeweils 10.00 Uhr

Teilnehmer: 27. Juni: Herr Hans-Peter Boehn, Rechtsanwalt Ralf Neumann, Frau Susanne Mayrhofer und Sachverständiger Dr. Harry Knittel.

19. August: Frau Susanne Mayrhofer, Frau Schmidt ICP und Sachverständiger Dr. Harry Knittel.

Ende: 12.30 Uhr, bzw. 13.00 Uhr am 19. August

Bei der Besichtigung der betroffenen Flächen wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- Die Abbauf Flächen lagen brach, der Boden war ziemlich trocken. Die Rissbildung an der Oberfläche deutet auf einen mittleren Tongehalt.
- Die Flächen, die aufgefüllt werden sollen, liegen in der Nähe Abbauf läche. Sie sind etwa 1.200 m entfernt
- Auf den Zielflächen wird aktuell Mais angebaut. Aufwuchsschäden sind deutlich zu erkennen.
- Auf Grund der Bodenentwicklung hat sich eine Mulde im Acker gebildet. Gerade in den Mulden sammelt das Druckwasser auf Grund der geringeren Höhe der Auftragsfläche (88,3 bis 89,2 NN +m). Zu anderen Zeitpunkten war die Mulde mit Wasser gefüllt (Abb. 3).



Abb. 2: Schwaches Wachstum von Mais in der Mulde der Zielflächen (Flurstück 1231) auf Grund zeitweiser Staunässe.

Foto: Harry Knittel, 27.06. 2018

1 Situationsbeschreibung

- Im Frühjahr 2018 führte der Wasserstau zu einem schwächeren Wachstum der Pflanzen (Abb. 2).
- Es wurden Bodenproben mit dem Pürckhauer-Bohrer bis aus einer Tiefe von 100 cm gezogen. 12 Einschlüsse diagonal über das Feld.



Abb. 3: Ansammlung von Druckwasser in der Mulde der Zielfläche (Flurstück 1231), die aufgefüllt werden soll.

Foto: Udo Kobilka

Nach Aussage des Bewirtschafters ist die Wasseransammlung auf der Ackerfläche nahezu jedes zweite Jahr zu beobachten. Bestätigt wird diese Beobachtung durch die Messungen an der Grundwasser-Mess-Stelle 1362 ganz in der Nähe der Auffüll-Fläche (Luftlinie ca. 720 m). Die Mess-Stelle liegt auf gleicher Höhe von 89,2 m NHN wie die Auffüll-Fläche, die eine Höhe zwischen 88,3 und 89,2 m NHN hat. Die Aufzeichnungen wurden über die Jahre 1981 bis 2005 durchgeführt (siehe Anlage, Abb. 1).

Bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (DB)“ sind zwei Dinge zu prüfen:

1. Schadlosigkeit der Maßnahme

Der Nachweis der Schadlosigkeit erfolgt durch das Prüfen von Art, Menge, Schadstoffgehalten und physikalischen Eigenschaften des Materials unter Berücksichtigung der Schadstoffgehalte der Böden vor Ort.

Diese Prüfung entfällt, wenn landwirtschaftlich genutzter, natürlicher Boden ausgebaut wird.

2. Nützlichkeit der Maßnahme

Der Nachweis der Nützlichkeit zielt auf die Wiederherstellung natürlicher Bodenfunktionen oder der Nutzungsfunktionen Siedlung/Erholung oder Land-/Forstwirtschaft.

Die Nützlichkeit einer Maßnahme schließt eine Verschlechterung vorhandener Bodenfunktionen aus.

2. Methodisches Vorgehen

2. Methodisches Vorgehen

2.1 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden in dem Gutachten verwendet:

- Auszug aus den topografischen Karten des Geo-Portals für Rheinland-Pfalz
- Geobasisinformations-System vom Katasteramt Neustadt
- Basisdaten zum Höhenverlauf aus dem DGM durch das Vermessungstechnisches Büro Arnold Monz ÖbVI, Kaiserslautern
- Analysenbericht über das aufgefüllte Bodenmaterial durch das Labor BOLAP in Speyer
- Analysenbericht nach LAGA durch ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
- Kartenmaterial des Büros „Natur und Raum“ Landschaftsarchitektur und Umweltplanung Dipl.-Biologin Susanne Mayrhofer
- Eigene Fotos und Fotos der Firma Willersinn
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) Stand 27. Sept. 2017

2.2 Informationen aus dem Geobasis-Informations-System

Bodenart, Bodentyp, Herkunft und Entwicklungszustand, sowie die Boden- und Ackerzahlen nach der Reichsbodenschätzung können beim Katasteramt abgerufen werden. Damit werden die natürlichen Bodeneigenschaften erfasst.

2.3 Bodenuntersuchung nach LUFA

Die Bodenproben von den Bauflächen und den Zielflächen werden durch die Firma ICP genommen. Die Böden werden auf den Parameterumfang gem. ALEX-Informationsblatt 24 untersucht, um die Schadlosgkeit der Maßnahme bewerten zu können².

Das Bodenmaterial wurde auf Arsen und Schwefel untersucht und die Unbedenklichkeit festgestellt. Es bestehen keine Bedenken, das anfallende Bodenmaterial in den Zielflächen einzubauen.

Zur landwirtschaftlichen Bewertung der Böden werden der Gehalt der Nährstoffe (P, K, Mg und pH) sowie der N- und C-Gehalt analysiert (BOLAP, Speyer).

Um die Horizontbildung im Boden und dann die Auffüllhöhe zu bestimmen, wird mit dem Pürckhauer-Bohrstock (Tiefe 100 cm) der Bodenkern gewonnen, um Bodentyp und Bodenart der betroffenen Böden zu erfassen.

2.4 Nivellement auf den Zielflächen

Zur Darstellung der Auffüllung auf den Flächen wird der Höhenverlauf durch das Digitale Gelände-Modell (DGM) für die Zielflächen erstellt. Die Digitale Geländemodelle (DGM) beschreiben die räumlichen Formen der Erdoberfläche (Geländeerelief) in 3-D-Koordinaten. Die Höhenangaben beziehen sich auf Normalhöhe Null (NHN). Abgeleitet werden sie aus Laserscandaten, die von einer Drohne mit einem Laserstrahl auf der Erdoberfläche abgetastet werden³.

Die Basisdaten werden vom Vermessungsbüro Monz⁴ zur Verfügung gestellt. Es gibt eine Zielfläche aus vier Flurstücken, von der das Höhenrelief vorliegt (Abb. 4).

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| Flurstück-Nr. 1231,1232,1233,1234: | West/Ost | A |
| | Nord/Süd | B |

² ALEX-Informationsblatt 24, Anlage 2, Vorsorgewert für die durch wurzelbare Bodenschicht mit landwirtschaftlicher Folge Nutzung

³ Landesamt für Vermessung und Geobasisdateninformationen, Rheinland Pfalz.

⁴ Vermessungstechnisches Büro Monz, Kaiserslautern

2. Methodisches Vorgehen

Vorsorgewerte für die durchwurzelbare Bodenschicht mit landwirtschaftlicher Folgenutzung)

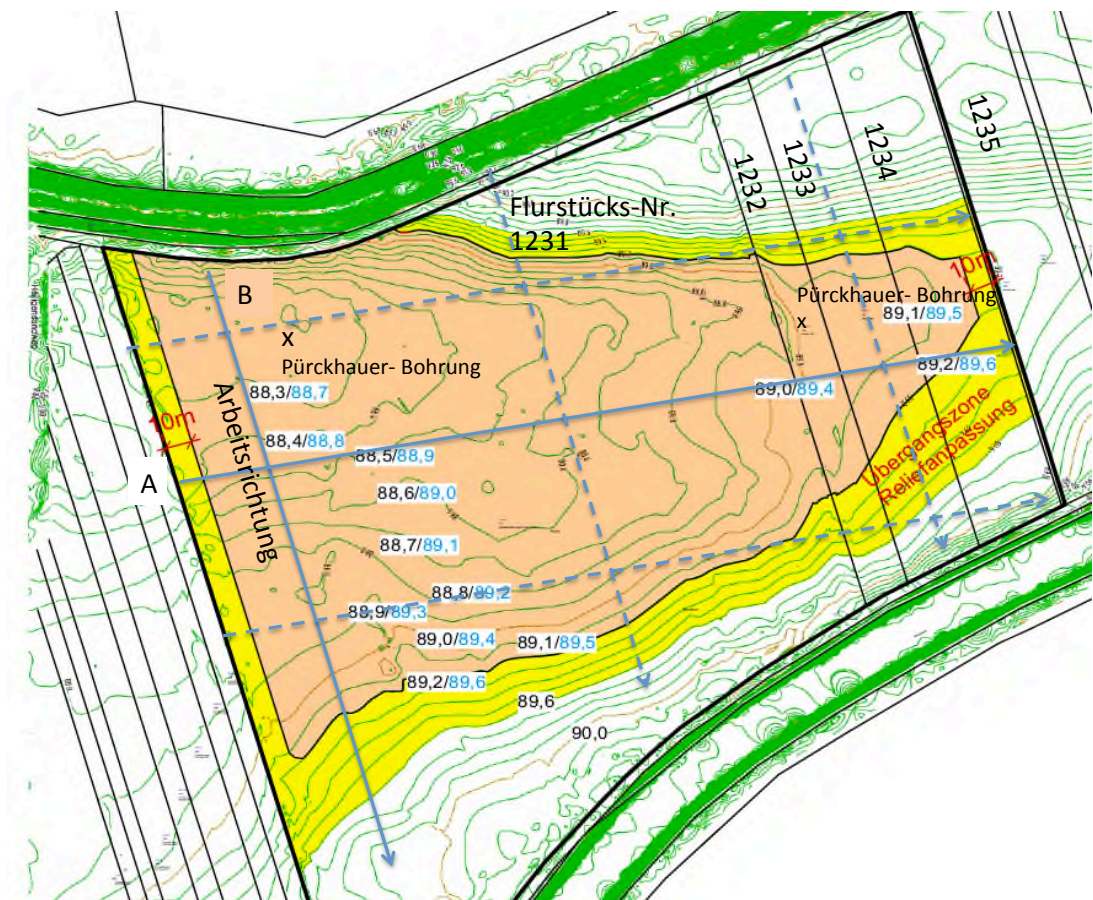


Abb. 4: Auftragsfläche (braun) für die Auffüllung mit Höhenlinien und Linien für den Relief-Schnitt (A und B)

Quelle: Vermessungstechnisches Büro Arnold Monz ÖbVI, Kaiserslautern

Auf der Zielfläche ist der Auffüllbereich braun dargestellt (Abb. 4). Der Auffüllbereich erstreckt sich vom Weg östliche Richtung etwa 350 m und in südlicher Richtung etwa 220 m. Der Übergangsbereich von der Auffüllung bis zur natürlichen Oberfläche ist mit 10 vorgesehen.

Die Bohrungen mit dem Pürckhauer-Bohrstock wurden in zwei Bereichen durchgeführt:

1. Tiefste Stelle im Bereich der Wasseransammlung (NHN 88,3 m)
2. Mittlere Oberflächenhöhe ohne Wasserstau (HNH 90,0 m)

Es wurden jeweils 12 Einschläge mit dem Pürckhauer-Bohrstock im Umkreis von 30 m gemacht.

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

3.1 Bodenherkunft, Bodenart und Zustandsstufe

Der Aushub besteht aus einem sandigen Lehm alluvialer Herkunft und ist in einer mittleren Entwicklung (Zustandsstufe 4) bei guter Durchwurzelbarkeit. Die Bodenzahl wird auf 58 Punkte geschätzt.

Für die Zielflächen wurden die Werte für jedes Flurstück vom Geobasisinformations-System abgerufen. Sie zeigen eine geringe Variabilität und sind insgesamt als einheitlicher Boden zu einstufen. Ausgenommen ist die tiefer liegende Mulde, die eine flache Krume und einen leicht erhöhten Tongehalt hat. Die Luftkapazität ist in diesem Bereich vermindert.

Die Standorte sind in der gleichen Zustandsstufe. Sie werden 62 bis 69 Bodenpunkten etwas höher eingestuft als der Aushub-Boden.

Tab. 1: Bodenbewertung nach der Reichsbodenschätzung⁵ für die Böden der Zielflächen und dem Aushub-Flächen

Quelle: Geobasis-Informationen Vermessung und Katasteramt Rheinland Pfalz

| Planung Fläche für | Flurstücks-Nr. | Nutzung | Bodenart | Zustandsstufe | Ausgangsgestein | Bodenzahl |
|--------------------|----------------|---------|----------|---------------|-----------------|-----------|
| Aushub | 1199/4 | A | sL | 4 | Alluvium | 58 |
| | 1197/4 bis 6 | A | sL | 4 | Alluvium | 58 |
| | 1198/1 bis 6 | A | sL | 4 | Alluvium | 52 bis 58 |
| | 1200/1 bis 3 | A | sL | 4 bis 5 | Alluvium | 52 bis 64 |
| | 1200/6 | A | sL | 4 bis 5 | Alluvium | 52 bis 64 |
| | Mittelwert | A | sL | 4 | Alluvium | 58 |
| Eintrag | 1231 | A | L | 3 bis 4 | Alluvium | 62 bis 69 |
| | 1232 | A | sL | 3 | Alluvium | 65 bis 69 |
| | 1233 | A | sL | 3 | Alluvium | 66 bis 69 |
| | 1234 | A | sL | 3 | Alluvium | 65 bis 69 |
| | 1235 | A | sL | 3 | Alluvium | 65 bis 69 |
| | Mittelwert | A | sL | 3 | Alluvium | 62 bis 69 |

3.2 Bodentyp

Neben den Angaben aus dem Geobasisinformation werden eigene Daten zur Definition des Bodentyps und der Bodenart ermittelt. Mit dem Pürckhauer-Bohrstock wurden Bodenkerne gewonnen, die durch ihre Horizontausprägung gute Erkenntnisse bringen (Abb.5).

Es ist vorgesehen, den Boden in der Gewanne „Heiligen Sand“ abzubauen und an anderer Stelle einzubauen. Der Boden der Aushubfläche besteht aus schluff-haltigem Ausgangsmaterial. Unter dem Pflughorizont hat sich eine leicht verdichtete Pflugsohle gebildet. Ab 60 cm Tiefe findet man einen wechselfeuchten Grundwasser-Horizont mit roten Rostflecken. Es ist ein typischer Aueboden.

Der Boden der Einbaufäche besteht ebenfalls aus schluff-haltigem Ausgangsmaterial. In der Mulde hat sich jedoch ein tonangereicherter B-Horizont ausgebildet. Er ist mächtiger als in den leicht höher gelegenen Flächen des Schlages, z. B. Flurstück 1232. Der Grundwasserhorizont beginnt unter 70 cm.

Auf Grund der Herkunft und Entwicklung konnten sich auf den Aushubflächen und den Zielflächen vergleichbare Bodentypen entwickeln. Man spricht hier von Aueböden mit einer Tendenz zur Braunerde, die eine natürliche Varianz haben. Die Bodenart ist ein sandiger bis lehmiger Schluffboden.

⁵ Scheffer/ Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Auflage 2002, Seite 550

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

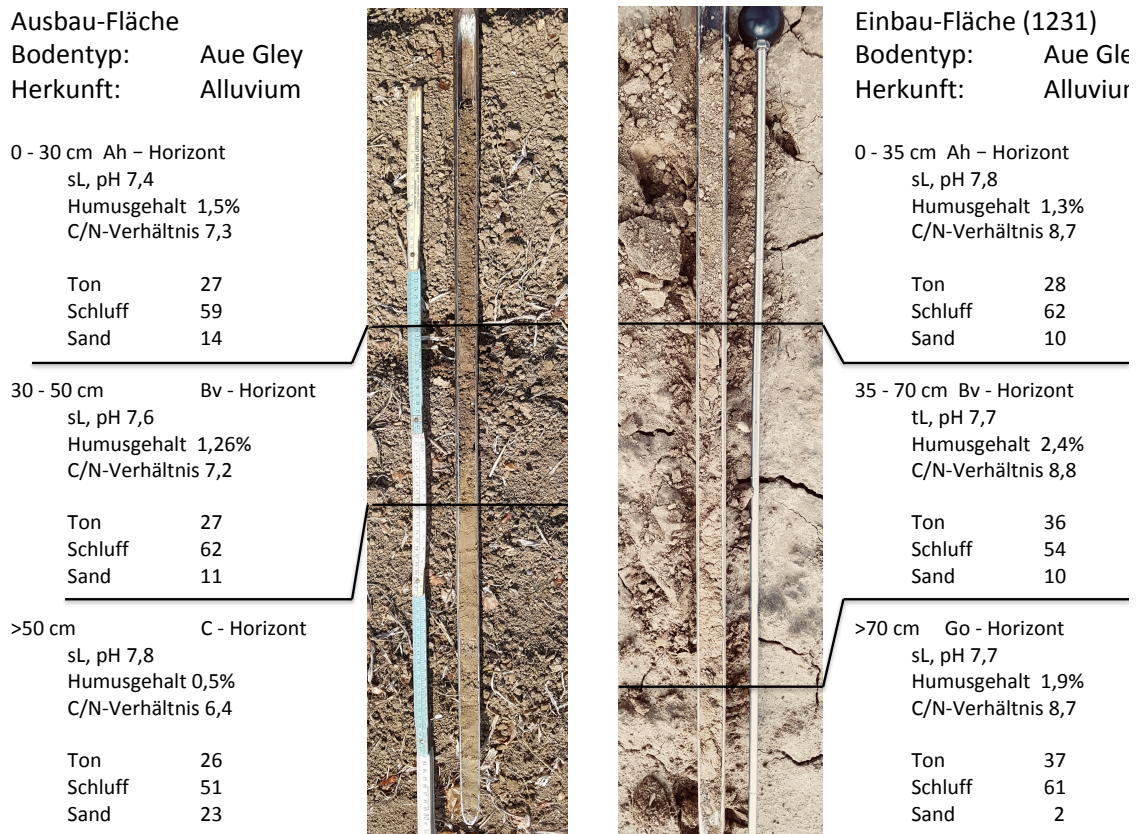


Abb. 5: Bodenprofile der Ausbau- und Einbauflächen.

Fotos: Dr. Harry Knittel, 19. 08. 0219 und 27.07. 2018

Das Bodenmaterial der Aushub- und Einbauflächen ist Alluvium, Schwemmlandboden des Rheins. Es sind typische Aueböden und haben einen ähnlichen Profilaufbau, wobei in der Mulde mit der Ansammlung von Niederschlags- und Druckwasser der Tongehalt angestiegen ist und somit den Stau auf der Fläche verstärkt. Beides sind landwirtschaftlich genutzte Flächen.

3.3 Humusgehalt

Aushubfläche

Die Humusgehalte im Boden der Aushubflächen sind mit 0,9 bis 2,5 relativ gering. Sie liegen damit in einem schwach humosen Bereich. Bodenmaterial mit Humusgehalten zwischen 1 und 2 % dürfen nach ALEX 24 bis zu einer Mächtigkeit von 50 cm in die Bodenoberschicht aufgefüllt werden. Auch Gemische mit höheren Nährstoffgehalten sind zulässig.

Nach Düngeverordnung (DüV 2017) müssen bei der Ermittlung des Stickstoffbedarfs zu den Hauptkulturen hohe Bodenumusgehalte > 4% auf Grund der Stickstoffnachlieferung berücksichtigt werden. Der für die Auffüllung vorgesehene Boden mit Humusgehalten von max. 0,9 bis 2,4% wird keine zusätzlichen N-Mengen nachliefern.

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

Tab. 2: C- und N-Gehalt, sowie das C/N-Verhältnis im Aushub-Boden

Quelle: Bodenanalyse von BOLAP

Standort: Heiligen Sand

| Flurstücks-Nr. | Horizont cm | C-Gehalt % | N-Gehalt % | C/N Verhältnis | Humusgehalt % |
|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|------------------|
| 1197 1198 1200 | 0-30 | 1,47 | 0,20 | 7,3 | 2,5 |
| | 30-60 | 1,22 | 0,17 | 7,2 | 2,1 |
| | >60 | 0,53 | 0,08 | 6,4 | 0,9 |
| | Mittelwert | 1,07 | 0,15 | 7,0 | 1,83 |

Einbaufäche

Von der Einbaufäche wurden Bodenproben von zwei Bereichen gewonnen:

- Der Bereich mit dem Druckwasser (Flurstück 1231)
- Der Bereich ohne Druckwasser (Flurstück 1232)

Der Humusgehalt mit 1,3% auf dem Einbaustandort liegt im gleichen Bereich wie der Humusgehalt im Ausbauboden. Erhöht ist der Tongehalt in der Schicht 35 bis 45 cm. Da Ton und Humus Komplexe miteinander bilden, steigt mit höherem Tongehalt auch der Humusgehalt.

Tab. 3: C- und N-Gehalt, sowie das C/N-Verhältnis im Eintrags-Boden

Quelle: Bodenanalyse von BOLAP

| Flurstücks-Nr. | Horizont cm | C-Gehalt % | N-Gehalt % | C/N Verhältnis | Humusgehalt % |
|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|------------------|
| 1231 | 0-35 | 0,78 | 0,09 | 8,7 | 1,3 |
| | 35-70 | 1,40 | 0,16 | 8,8 | 2,4 |
| | >70 | 1,13 | 0,13 | 8,7 | 1,9 |
| | Mittelwert | 1,10 | 0,13 | 8,7 | 1,9 |
| 1232 | 0-35 | 0,91 | 0,12 | 7,6 | 1,6 |
| | 35-75 | 0,89 | 0,11 | 8,1 | 1,5 |
| | >75 | 0,68 | 0,09 | 7,6 | 1,2 |
| | Mittelwert | 0,83 | 0,11 | 7,8 | 1,4 |

Der Humusgehalt entwickelt sich je nach Standort zu einem stabilen Gleichgewicht, das durch Klima, Bodenherkunft und Bewirtschaftung beeinflusst wird. Das C/N-Verhältnis ist ein Maß für das Gleichgewicht. In Ackerböden hat sich ein Wert zwischen 8 und 12 als optimal erwiesen. Bei höheren Werten fixiert der Boden Stickstoff, bei kleinerem C/N wird Stickstoff mineralisiert.

Der Humusgehalt und das C/N-Verhältnis der Böden sind als gleichwertig einzustufen. Das C/N-Verhältnis liegt unter 10. Er hat damit eine ähnliche Nitratschließung wie die Böden des Aushubs (Tab.2). Auffallend ist der höhere Humusgehalt der Flurstücke 1197, 1198 und 1200, der damit zu einer Verbesserung der Krume beiträgt.

3.4 Korngrößenverteilung der Böden

Nach der Reichsbodenschätzung ist die Einteilung der Bodenart etwas vereinfacht dargestellt. Deshalb werden die Körnungsfractionen gern im Dreiecksdiagramm mit den Angaben von Ton, Schluff und Sand dargestellt. Die Aussagekraft der drei Fractionen ist besser als die einfache Angabe der Reichsbodenschätzung. Je nach Anteil der Fractionen spricht man von einem schweren (tonhaltigen) oder leichten (sandhaltigen) Boden mit den Auswirkungen auf den Wasser und Lufthaushalt, bzw. Nährstoffverfügbarkeit.

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

Aushubfläche

Der Boden hat einen typischen Profilaufbau eines Ackerbodens

O bis 35 cm Tiefe: A_p Horizont Der Ausbauboden und der Boden im Auffüllbereich ohne Wasseransammlung sind sehr ähnlich. Sie werden nach der deutschen Klassifizierung der Bodenkunde als sandiger bzw. schluffiger Lehmböden eingestuft (Abb. 5, Basisdaten in Anlage, Tab. 1 und 2,)

Tab. 4: Korngrößenverteilung (%) im Boden der Aushubflächen

Quelle: Bodenanalyse von BOLAP

| Flurstücks-Nr. | Horizont cm | Ton <0,002 mm | Schluff 0,002-0,063 mm | Sand >0.63 - 2mm | Bodenart nach Abb. 6 |
|------------------|----------------|------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|
| Heiligen Sand | | % | % | % | |
| 1197, 1198, 1200 | 0-30 | 32 | 53 | 15 | Lu |
| | 35-50 | 27 | 54 | 19 | Ls2 |
| | >50 | 17 | 53 | 30 | Uls |
| | Mittelwert | 25 | 53 | 21 | Lu |

Einbauffläche

Die Einbauffläche unterscheidet sich in den Bereich mit Wasseransammlung und in einen etwas höheren Bereich ohne Wasseransammlung.

Der Boden in der Wassermulde (Flurstück 1231) fällt bei hohem Schluff-Anteil durch seinen hohen Tonanteil auf (Tab. 5). Als Ursache ist die Wasseransammlung anzusprechen. Mit dem Druckwasser werden nämlich feine Tonteilchen im Bereich der Mulde eingeschwemmt und verdichten das Bodengefüge. Man hat hier einen schluffigen Ton-Boden. Eine tiefe Lockerung und das Einarbeiten von leichteren Böden wirken sich positiv auf das Bodengefüge aus.

Tab. 5: Korngrößenverteilung (%) im Boden der Einbaufflächen

Quelle: Bodenanalyse durch BOLAP, Klassifizierung nach KA 5

| Flurstücks-Nr. | Horizont cm | Ton <0,002 mm | Schluff 0,002-0,063 mm | Sand >0.63 - 2mm | Bodenart nach Abb. 6 |
|---|----------------|------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|
| | | % | % | % | |
| Flurstück 1231 Mulde mit Wasseransammlung | 0-35 | 28 | 62 | 10 | L |
| | 35-70 | 36 | 54 | 10 | Tu 3 |
| | >70 | 37 | 61 | 2 | Tu 3 |
| | Mittelwert | 34 | 59 | 7 | Lu |
| | | % | % | % | |
| Flurstück 1232 Mulde ohne Wasseransammlung | 0-35 | 23 | 47 | 30 | Ls 2 |
| | 35-70 | 25 | 49 | 26 | Ls 2 |
| | >70 | 24 | 58 | 18 | Lu |
| | Mittelwert | 24 | 51 | 25 | Lu |

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

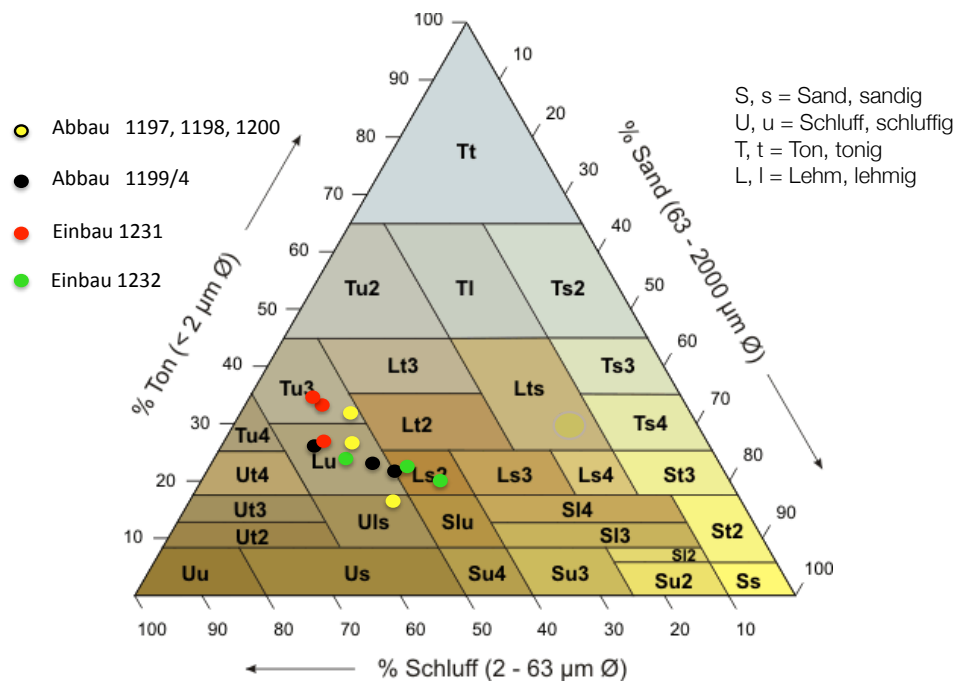


Abb. 6: Zuordnung der Bodenarten auf den Flächen für den Ausbau und Einbau

Quelle: KA 5, Online-Bibliothek⁶

Die Zuordnung der Bodenarten lässt sich in dem Dreiecksdiagramm sehr deutlich darstellen. So sind die drei Horizonte des Abbau-Bodens (schwarze und gelbe Kreise) als schluffiger Lehm einzustufen. Der Einbau-Boden in der Mulde ist bereits als schluffiger Ton anzusprechen. Er ist deutlich schwerer als die beiden andern Böden. Diese auf dem Tongehalt beruhende Verdichtung lässt das Wasser nicht versickern und führt auch zum Wasserstau.

Der Boden im höher gelegenen Bereich des Flurstücks 1232 ist dem Ausbauboden sehr ähnlich.

Alle Böden haben einen hohen Schluff-Anteil zwischen 50 und 60%. Der Tonanteil liegt bei zwei Böden zwischen 25 und 30%, lediglich im Stauwasserbereich hat sich der Ton auf 36% angereichert. Die Auffüllung und Vermischung eines tonhaltigen Bodens mit einem sandigen bis schluff-haltigem Lehm-Boden bringt Vorteile für den Bodenstruktur auf den Zielflächen. Das Grobporenvolumen wird erhöht und damit die Durchlässigkeit für Luft und Wasser. Die Feldkapazität wird durch Lockerung der Tonschicht und durch ein zusätzliches Bodenvolumen angehoben.

Auf Grund der Bodenarten passen die Böden gut zueinander und ergänzen sich positiv bei der Auffüllung.

⁶ <http://www.obib.de/Archaeologie/3eks.html#Abb2>

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

3.5 Bewertung der physikalischen Bodeneigenschaften

Die Bodenart des Flurstücks 1231 ist ein schluffiger Ton-Boden. Bei einem mittleren Tongehalt von etwa 34% neigt er bei Nässe zur Verschlemmung und Verdichtung. Dadurch vermindert sich in der durchwurzelbaren Schicht der Anteil der luftführenden Poren ($>10\ \mu\text{m}$), in denen sich die Wurzeln ausbreiten und der Luftaustausch stattfindet. Eine Erhöhung der Grobporen fördert einerseits die Wasserinfiltration, andererseits die Durchlüftung und die Ausbreitung der Wurzeln. Bei der Auffüllung des Bodens sollte ein Boden ausgesucht werden, der den Anteil von Grobporen erhöht. Im vorliegenden Fall stehen relativ ähnliche Böden zur Verfügung:

- lehmiger Schluff-Boden: Er stammt von den Flurstück 1197 bis 1200. Er wird bei der Kiesgewinnung abgeräumt. Die Flächen sind in der Vergangenheit landwirtschaftlich genutzt worden.

Tab. 6: Physikalische Bodeneigenschaften des Bodenmaterials nach Herkunft.

Quelle: Katier-Anleitung KA 5, Tab.70

| Bodeneigenschaften | Einbau-Boden Tu3 | Auffüll-Boden Lu | Nach Auffüllung Lu |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Porenvolumen | 41 | 53 | 48 |
| Luftkapazität | 6 | 13 | 10 |
| nutzbare Feldkapazität | 10 | 21 | 16 |
| Restwasser $pF > 4,2$ | 25 | 19 | 22 |
| Durchwurzelbare Schicht cm | 75 | | 115 |
| Speichermenge an pflanzenverfügbaren Wasser in l/m^2 | 75 | | 184 |

Der Schluffgehalt im Auffüllboden ist mit 40% relativ hoch und stellt für den zur Verdichtung neigenden Schluff-Boden in der Senke eine gute Ergänzung dar, da die Luftkapazität in der Senke für ein gutes Wachstum im Grenzbereich liegt. Durch die Mischung des Ton-Bodens mit dem Schluff-Boden werden sich die physikalischen Bodeneigenschaften auf einen mittleren Wert der beiden Böden einstellen (Tab.2).

Das Einmischen von Bodenmaterial ist unter folgenden Aspekten zu betrachten: Auswirkungen auf die durchwurzelbare Bodenschicht, Beeinflussung der natürlichen Bodenfunktionen (Luft- und Wasserhaushalt), sowie die Auswirkungen auf die Nährstoffversorgung.

Durchwurzelbare Bodenschicht

In der Mulde ist die Wurzeltiefe mit 60/75 cm relativ gering. Braunerden können bis zu zwei m Tiefe durchwurzelt werden. Auch der hohe pH-Wert im Unterboden verhindert einen tieferen Wurzelgang. Durch die Eimischung von Bodenmaterial wird die durchwurzelbare Bodenschicht über dem C-Horizont erhöht. Nach der Auffüllung steht den Wurzeln ein größerer Raum zum Wachsen zur Verfügung, da die Mächtigkeit und der Anteil der luftführenden Poren, in denen die Wurzeln sich ausbreiten, in der durchwurzelbaren Schicht zugenommen haben. Es werden gleichzeitig Luft- und Wasserkapazität erhöht, während der Anteil der Feinporen zurückgeht.

Die physikalischen Bodeneigenschaften werden wie folgt verändert:

Luftkapazität

- Luftkapazität wird auf etwa 10% erhöht.
- Die Durchlässigkeit wird verbessert. Damit kann das Niederschlagswasser besser versickern und in tieferen Schichten gespeichert werden.
- Die biologische Aktivität - speziell Regenwürmer – wird durch die bessere Durchlüftung verbessert.

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

Wasserkapazität

- Die Wasserkapazität des pflanzenverfügbaren Wassers – man spricht auch von der Feldkapazität - wird in der durchwurzelbaren Bodenschicht auf 16 % erhöht.
- Bei der ursprünglichen Tiefe von 75 cm kann der lehmige Schluff-Boden 75 l/m² speichern. Nach der Erhöhung der durchwurzelbaren Bodenschicht um 40 cm wird das Speichervermögen auf 184 l/m² vergrößert.
- Den Trockenstreß können Anbaufrüchte besser überstehen.

3.6 Nährstoffgehalte und pH-Wert in den Böden

Die Nährstoffgehalte aller Böden liegen im niedrigen bis sehr niedrigen Versorgungsbereich der Klasse A/B. Dies gilt sowohl für die Aushub-Böden als auch für die Zielflächen.

Die Gehalte an Phosphat und Kali sind in beiden Aushub-Böden leicht erhöht und bringen etwas höhere Menge an Nährstoffen in die Eintragsfläche mit.

Bei relativ hohem pH-Wert von 7,7 sind die Böden als „sehr gut versorgt“ in Klasse D einzustufen. Die Böden unterscheiden sich nicht wesentlich und können aus Sicht der Pflanzenernährung vermischt werden.

Tab. 5: Nährstoff-Gehalt (mg/100 g Boden) und pH-Wert in den Böden der Einbaufäche und der Aushub-Fläche

Quelle: Bolap Speyer

| Flurstücks-Nr. | Horizont cm | pH Wert | Phosphor mg/100 g | Kalium mg/100 g | Magnesium mg/100 g |
|---------------------------|-------------------|------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| Aushub 1197,1198, 1200 | 0-35 | 7,4 | 18 | 15 | 12 |
| | 35-70 | 7,6 | 14 | 9 | 11 |
| | >70 | 7,7 | 4 | 3 | 8 |
| <i>Aushubfläche</i> | <i>Mittelwert</i> | <i>7,6</i> | <i>12</i> | <i>9</i> | <i>12</i> |
| | Versorgungsstufe | E | B | A/B | C |
| Eintrag | cm | | | | |
| 1231 | 0-35 | 7,8 | 2 | 4 | 11 |
| 1232 | 0-35 | 7,7 | 7 | 14 | 11 |
| <i>Eintragsfläche</i> | <i>Mittelwert</i> | <i>7,7</i> | <i>5</i> | <i>9</i> | <i>11</i> |
| | Versorgungsstufe | E | A/B | A/B | C |

Für die Nährstoffgehalte von Phosphat, Kalium und Magnesium im Boden gibt es eine Einteilung von fünf Versorgungsstufen:

A = sehr niedrig

B = niedrig

C = anzustreben, optimal

D = hoch

E = sehr hoch

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

3.7 Einbaufläche: Flurstück 1231 bis 1235

Die Flurstücke 1231 bis 1235 sollen auf einer Fläche von 40.900 m² um durchschnittlich 40 cm aufgefüllt werden. Das entspricht einem Bodenvolumen von etwa 16.500 m³.

Ausgehend von einem Null-Punkt der Stationierung im Norden am Weg – das ist bei 88,6 m NHN - fällt die Fläche in Richtung Süd leicht ab. In diesem Bereich drückt dann das Wasser nach oben. Durch die häufige Vernässung wird auch Ton in tiefere Schichten eingetragen. Der Boden verdichtet langsam und verstärkt den Rückstau des Wassers in diesem Bereich (Abb. 7).

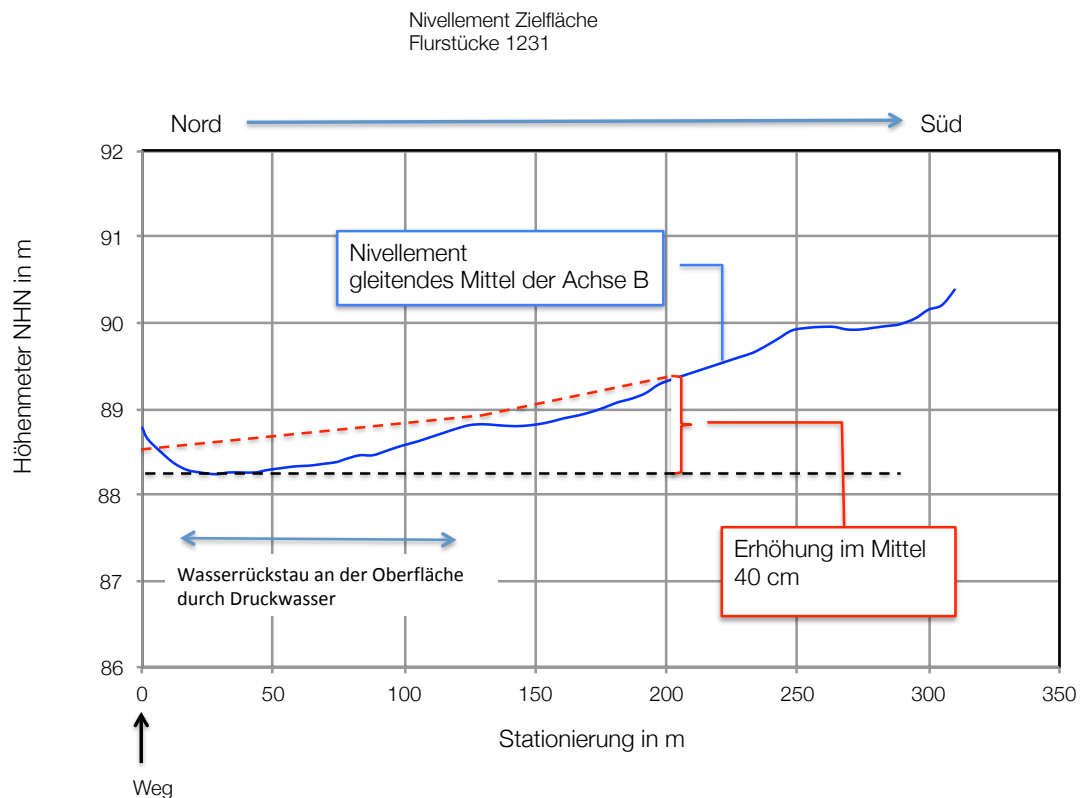


Abb. 7: Höhenprofil des Auffüllbereichs in Nord-Süd Richtung (Schlag 1231 bis 1235)

Der Geländeschnitt erfolgt in Arbeitsrichtung der Fläche.

Der Schlag wird vom Feldweg auf einer Länge von etwa 210 m in Richtung Süd aufgefüllt werden. Die Geländehöhe liegt zwischen 88,3 und 90,3 m. Vornehmlich in der nördlichen Hälfte, wo sich das Druckwasser sammelt, wird durch die Auffüllung des Bodens die Wasser- und Luftkapazität erhöht.

In der West-Ost-Richtung ist vorgesehen, den Boden über die Länge von 300 m aufzufüllen (Anlage, Abb.2).

3. Unbedenklichkeit der Auffüllung mit Bodenmaterial

3.8 Maßnahmen zum Einbau von Bodenmaterial

Oberboden („Mutterboden“) mit seinen natürlichen Funktionen ist die Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen. Die Erhaltung seiner positiven Eigenschaften steht im Vordergrund. Geregelt wird der Umgang mit Oberboden vorrangig durch die §§ 9 und 12 der BBodSchV und der DIN 19731.

Die durchwurzelbare Bodenschicht ist unter Beachtung der DIN 19731 herzustellen.

Oberboden muss beim Ausbau getrennt abgetragen und möglichst sofort wiedereingebaut werden. Beim Einbau von Oberboden sind die Vorsorgewerte des § 9 der BBodSchV einzuhalten (Anlage 1). Es muss auf die Wiederherstellung oder Bewahrung der natürlichen Bodenfunktionen (§ 12 BBodSchV) geachtet werden.

Um Verdichtungen im Boden zu vermeiden, sollte der Boden nur bei einem tragfähigen Bodenzustand eingebaut werden. Bei trockenem oder auch gefrorenem Bodenzustand ist eine gute Tragfähigkeit vorhanden. Der Boden darf nicht nass sein.

Nach der Auffüllung der Fläche werden folgende Arbeitsgänge empfohlen:

1. Spatenpflug: Voraussetzung für einen Neuaufbau des Wurzelbereiches ist eine Mischung des aufgetragenen Bodens mit dem vorhandenen Krumenboden. Bewährt hat sich hierfür der Spatenpflug.
2. Kreiselege: Anschließend sollte der Boden für die Aussaat einer Zwischenfrucht hergerichtet werden. Bewährt hat sich hierfür der Einsatz einer Kreiselege.
3. Aussaat der Zwischenfrucht: Vorteilhaft ist der Anbau einer tiefwurzelnden Zwischenfrucht, wie z. B. Luzerne, Ölrettich, Malven oder Raps. Der Aufwuchs sollte als organische Düngung in den Boden eingebracht werden.

Bei Anbau einer Zwischenfrucht kann der Landwirt keine Erntefrucht anbauen. Neben den Kosten für den Anbau der Gründüngung ist gegebenenfalls der Erwerbsverlust in der Höhe des Deckungsbeitrags der Anbaufrucht zu berücksichtigen.

Auf der anderen Seite ist zu beachten, dass die Zielflächen für die landwirtschaftliche Nutzung verbessert werden. Eigentümer und Bewirtschafter haben einen Vorteil durch die Auffüllung der tiefer liegenden Flächen (Mulden).



Abb. 8: Mulde im Auffüllbereich des Flurstücks 1231 am südlichen Rand.

Foto: Harry Knittel, 19.08. 2019

4. Bewertung des Bodenauftrags

4. Bewertung des Bodenauftrags

Mit dem abgebauten Oberboden soll ein Schlag in der Nähe aufgefüllt werden, auf dem Probleme mit Druckwasser auftreten. Der geringe Grundwasser-Flurabstand führt bei höheren Niederschlägen zur Ansammlung von Druckwasser in tieferen Bereichen der Ackerfläche. Das verzögert die Bewirtschaftung beginnend bei der Bodenbearbeitung über die Pflanzung bis zur Ernte, und führt zu schlechteren Qualitäten des Erntegutes und im Extremfall bis hin zum totalen Ausfall. Eine Verbesserung der Standorteigenschaften aus Sicht der landwirtschaftlichen Nutzung ist von Vorteil.

Die Abbaufäche und die Auftragsfläche werden landwirtschaftlich genutzt.

Zur Auffüllung der Zielflächen kann man folgende Aussagen machen:

1. Unbedenklichkeit der Bodenqualität

Die Fläche des abgetragenen Bodens liegt in der Nähe der Auftragsflächen. Beide entstanden im Alluvium und befinden sich in der gleichen Zustand-Stufe der Entwicklung. Die Bodenart des Aushubs ist ein schluffiger Lehm, die Bodenart der Eintragsfläche ist ebenfalls ein toniger bis schluffiger Lehm.

2. Verbesserung der Bodenfunktionen

Die Mulde im Flurstück 1231 ist ein großer Nachteil für den Anbau von Ackerkulturen. Der Einbau von einem schluffigen Lehm in einen schluffigen Ton verbessert die Bodenstruktur vor allem hinsichtlich Wasserkapazität und Durchlässigkeit.

Durch die Erhöhung der Krume wird ein zusätzliches Bodenvolumen geschaffen und damit die Luft- und Wasserkapazität vergrößert. Der Boden kann mehr Wasser speichern. Die bisher nasse Mulde, die auf Grund der geringeren Krume auch häufig Trockenschäden verursacht, kann Trocken- und Regen-Phasen besser ausgleichen.

Ein größeres Bodenvolumen mit höherer Feldkapazität bedeutet auch einen größeren Wurzelraum. Es fördert somit die Ausbreitung der Wurzeln und das Wachstum der Pflanzen.

3. Auswirkungen auf die benachbarten Flächen

Die geplante Auffüll-Fläche ist relativ eben. Eine Erhöhung um bis zu 40 cm hat auf den Fluss von Kaltluft keine nachteilige Wirkung auf angrenzende Flächen, zumal der Randbereich höher liegt als der mittlere Teil. Die gilt auch für Niederschlagswasser.

Die benachbarten Ackerflächen werden durch die Maßnahme nicht nachteilig beeinflusst.

Die geplante Maßnahme führt nach den vorliegenden Analyseergebnissen zu einer Verbesserung der Standortsituation. Nach den Befunden ist davon auszugehen, dass die Schutzgüter, Mensch, Tiere, Pflanzen und Gewässer nicht nachteilig beeinträchtigt werden. Im Gegenteil die Anbauwürdigkeit des gesamten Schlages wird verbessert.

Die Bodenverbesserung im vorgesehenen Umfang entspricht der guten fachlichen Praxis.

Aus gutachterlicher Sicht bestehen keine Bedenken gegen die geplante Maßnahme.

5. Zusammenfassung

In der Gemarkung Bobenheim soll im Zuge des Sandabbaus der Oberboden abgetragen und auf eine nahe liegende Fläche aufgefüllt werden. Hierbei sind die Auswirkungen auf die Bodenfunktionen zu prüfen.

Durch das Auffüllen des tiefer liegenden Bereiches einer Ackerfläche werden die Bodeneigenschaften des Ackers verbessert. Wasserkapazität, Luftvolumen und durchwurzelbare Schicht werden vergrößert.

Die meliorativen Maßnahmen wie z. B. der Anbau von Pflanzen mit Pfahlwurzeln sollten den Aufbau einer homogenen und durchlässigen Krume ergänzen.

Neustadt a. W., 20. September 2019



Dr. Harry Knittel

Von der Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

Das vorliegende Gutachten wurde vom Unterzeichner als öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

6. Literaturverzeichnis

Bodenkundliche Kartieranleitung K5, Eckelmann und a., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung 2005

Bundes-Bodenschutz- und Altlastengesetz (BBodSchG) Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten) Artikel 1 des Gesetzes vom 17.03.1998 (BGBl. I S. 502), in Kraft getreten am 01.03.1999
zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.07.2017 (BGBl. I S. 2808) m. W. v. 29.07.2017

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen
Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305)"
Düngeverordnung 2017 (DüV 2017)

Geoportal: <http://www.geoportal.rlp.de/portal/karten.html?WMC=2511>

Vermessungstechnisches Büro Arnold Monz ÖbVI, Kaiserslautern

Scheffer, Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Auflage Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg Berlin, 2002.

7. Anlagen

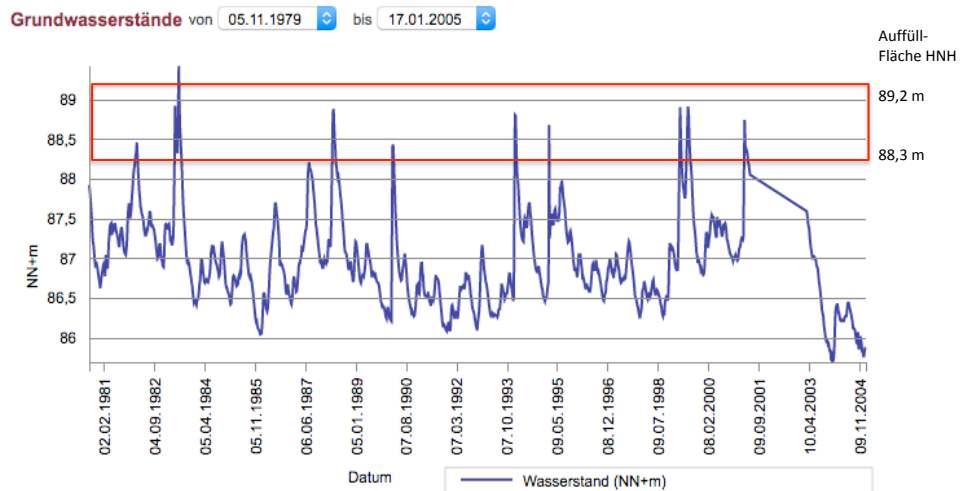
7. Anlagen

7.1 Abbildungen

Abb.1: Messung der Grundwasser-Stände in den Jahren 1981 bis 2005 an Mess-Stelle 1362 in Bobenheim-Roxheim

Quelle: Landesamt für Umwelt RLP.

Standort: Grundwasser-Mess-Stelle 1362 in Bobenheim-Roxheim



Grundwasserstand > 88,0 NHN m: 11 x in 24 Jahren

2013 Landesamt für Umwelt (LfU). Alle Angaben ohne Gewähr.

Abb. 2: Ost - West Schnitt für den Schlag der Auffüll-Fläche (Flurstücke 1231 bis 1235)

Quelle: Vermessungstechnisches Büro Arnold Monz ÖbVI, Kaiserslautern

