

Sitzung des Umweltausschusses der Stadt
Wuppertal am 11.09.2018

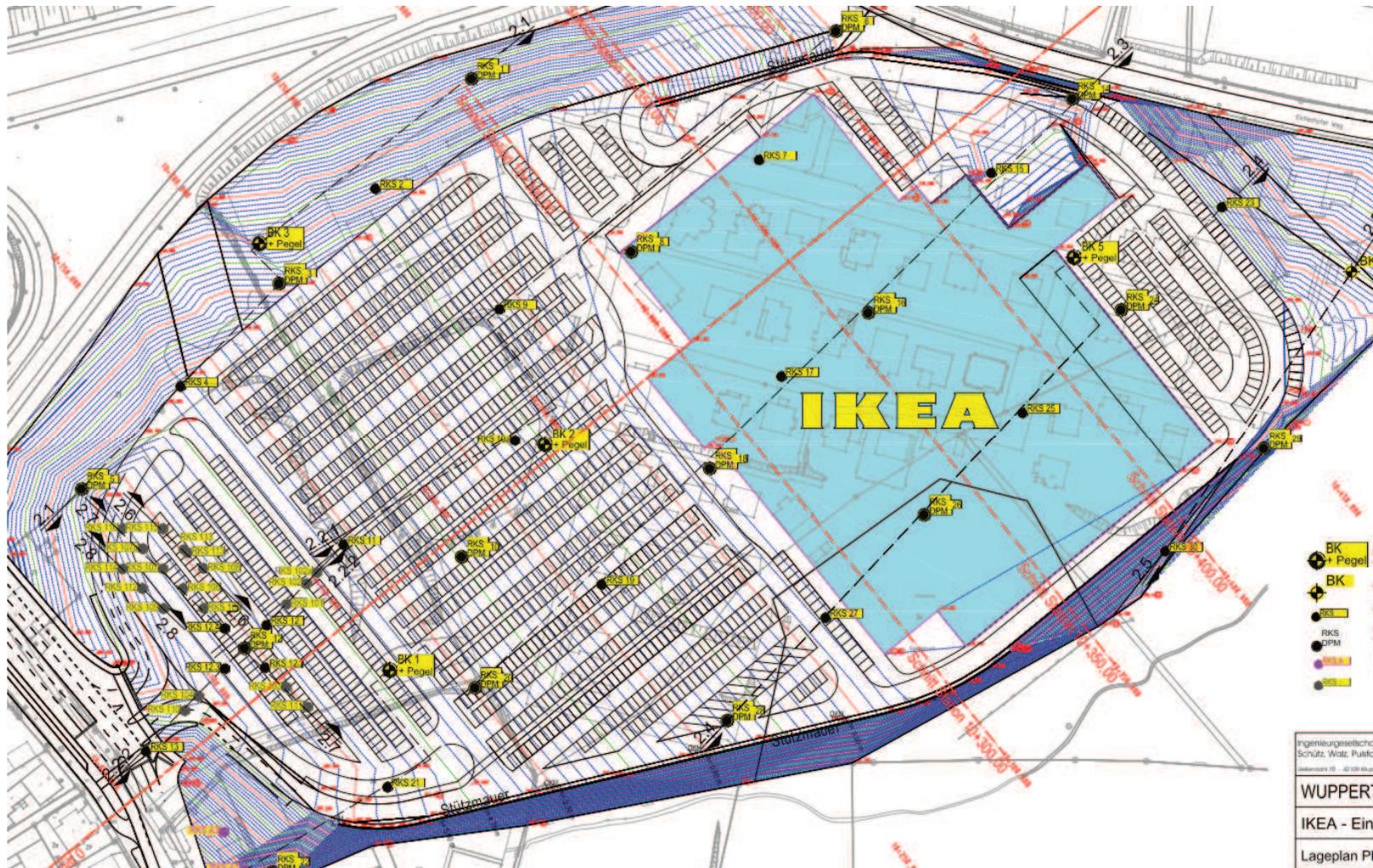
**Ergebnisse der Untersuchungen
an Bodenproben aus dem
Grundstück des IKEA
Möbelhauses in Wuppertal**

- Gekürzte Fassung -

Dr.-Ing. Karsten Dörendahl

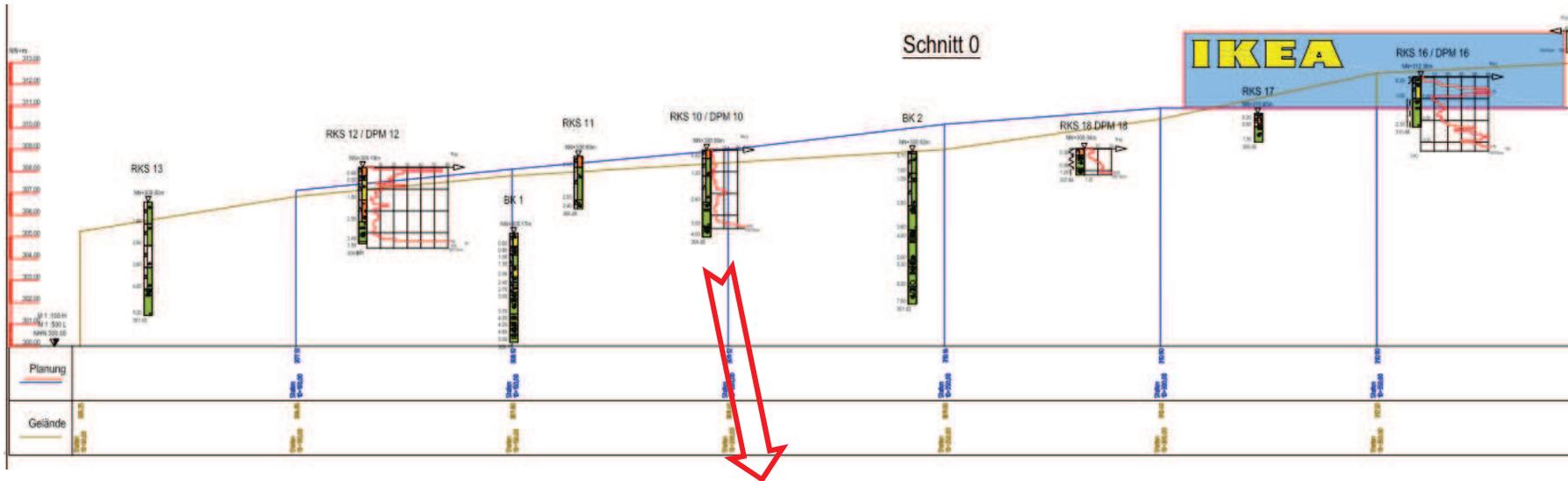
Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

1. Bauphase

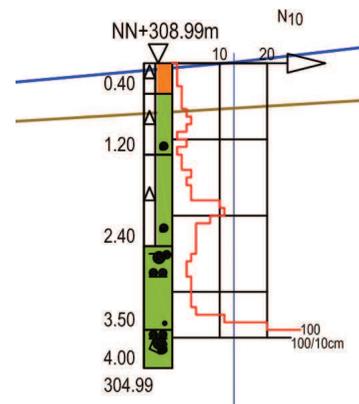


Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

1. Bauphase



RKS 10 / DPM 10



Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

1. Bauphase

Bodenverbesserung mittels Einbau eines Mischbindemittels



Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

1. Bauphase

Bodenverbesserung mittels Einbau eines Mischbindemittels

- lt. Ausschreibung: „3 - 5 Massen-%, bezogen auf die feuchte Bodenmasse“

Produktdatenblatt
GeoSol® RD
Spezialbindemittel

Produkt:

GeoSol® RD ist ein werkmäßig hergestelltes, staubreduziertes Spezialbindemittel zur Verbesserung und Verfestigung bindiger Böden.

GeoSol® RD wird aus genormtem Kalk nach DIN EN 459-1, genormtem Zement nach DIN EN 197-1 und genormtem Tragschichtbinder nach DIN EN 13282 sowie deren Haupt- und Nebenbestandteilen hergestellt und speziell behandelt, sodass Materialverluste während und nach dem Ausstreuen des Materials, bspw. durch Verwehungen, minimiert werden. Im direkten Vergleich zu nicht staubreduzierten Bindemitteln ergibt sich so eine signifikante Staubreduktion und damit einhergehend eine gesteigerte Arbeitssicherheit bei der Verarbeitung des Materials sowie geringere Beeinträchtigungen durch Staubbildung im direkten Umfeld des Bauvorhabens.

Anwendung:

GeoSol® RD wird im Grund- und Straßenbau zur Bodenbehandlung in besonders sensiblen Bereichen eingesetzt.

Eigenschaften:

GeoSol® RD erzeugt eine verdichtungswillige Bodenstruktur und ermöglicht dadurch eine dauerhafte Erhöhung der Tragfähigkeit und Scherfestigkeit.

Der Anteil an reaktivem Feinkalk bewirkt eine schnelle Wasserreduktion und damit einhergehend eine Verbesserung der Bodenstruktur und der Verdichtungseigenschaften.

Der hydraulische Anteil sorgt für eine Verfestigung und dauerhafte Zunahme der Tragfähigkeit des Bodens.

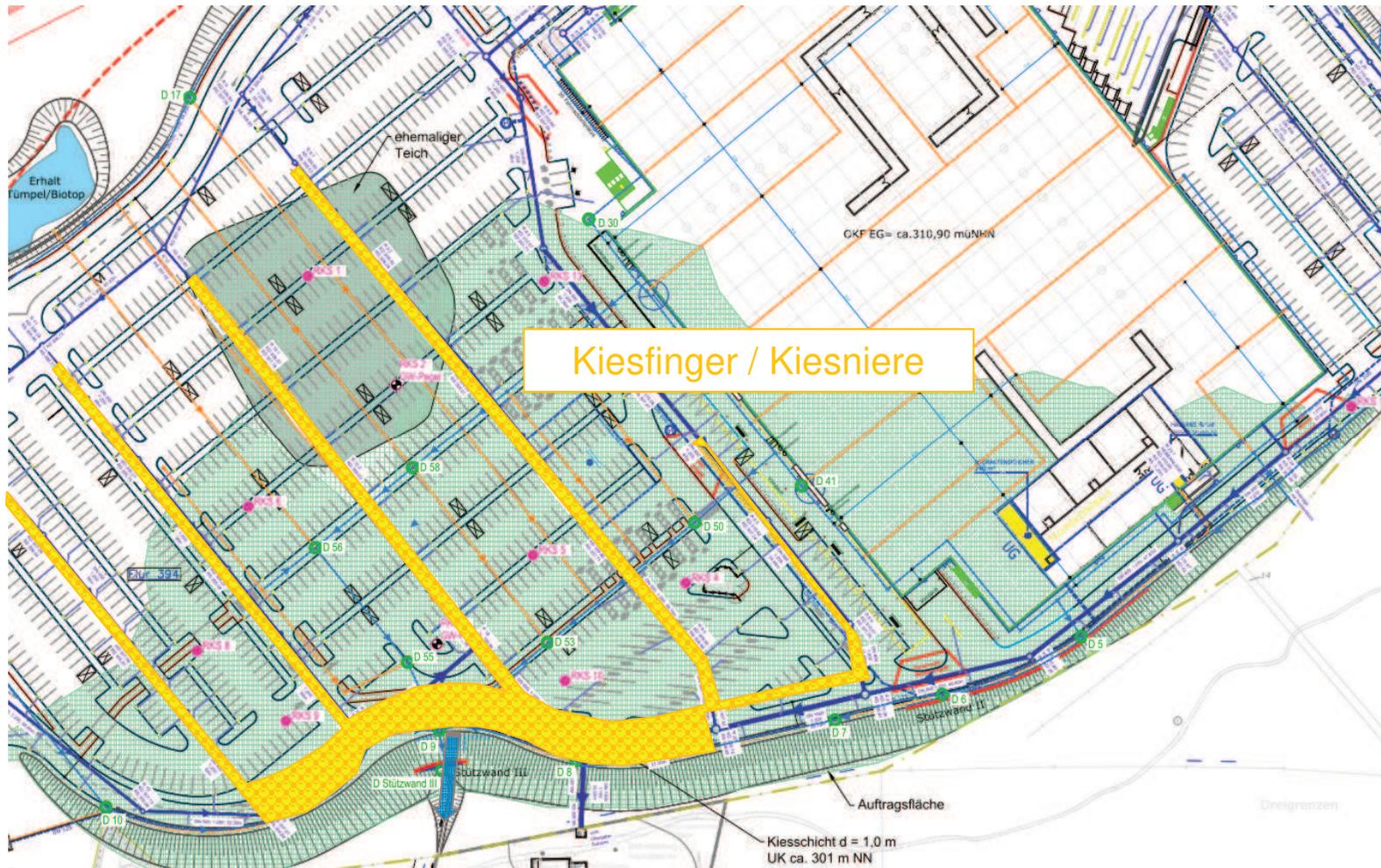
GeoSol® RD ist in den folgenden Standardgütern lieferbar:

- **GeoSol® 30 RD**
- **GeoSol® 50 RD**
- **GeoSol® 70 RD**

Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

1. Bauphase

Entwässerungsanlagen



Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

1. Bauphase

Einbau Kiesniere



Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

2. Umbauten während der Betriebsphase

seit März 2018: fester baulicher Anschluss an das RRB



Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

3. pH-Wert-Messungen durch das Büro D. Liebert, Alsdorf

M 1

Mulde an Spedition



M 2

Gabionwand (bis März 2018)



M 3

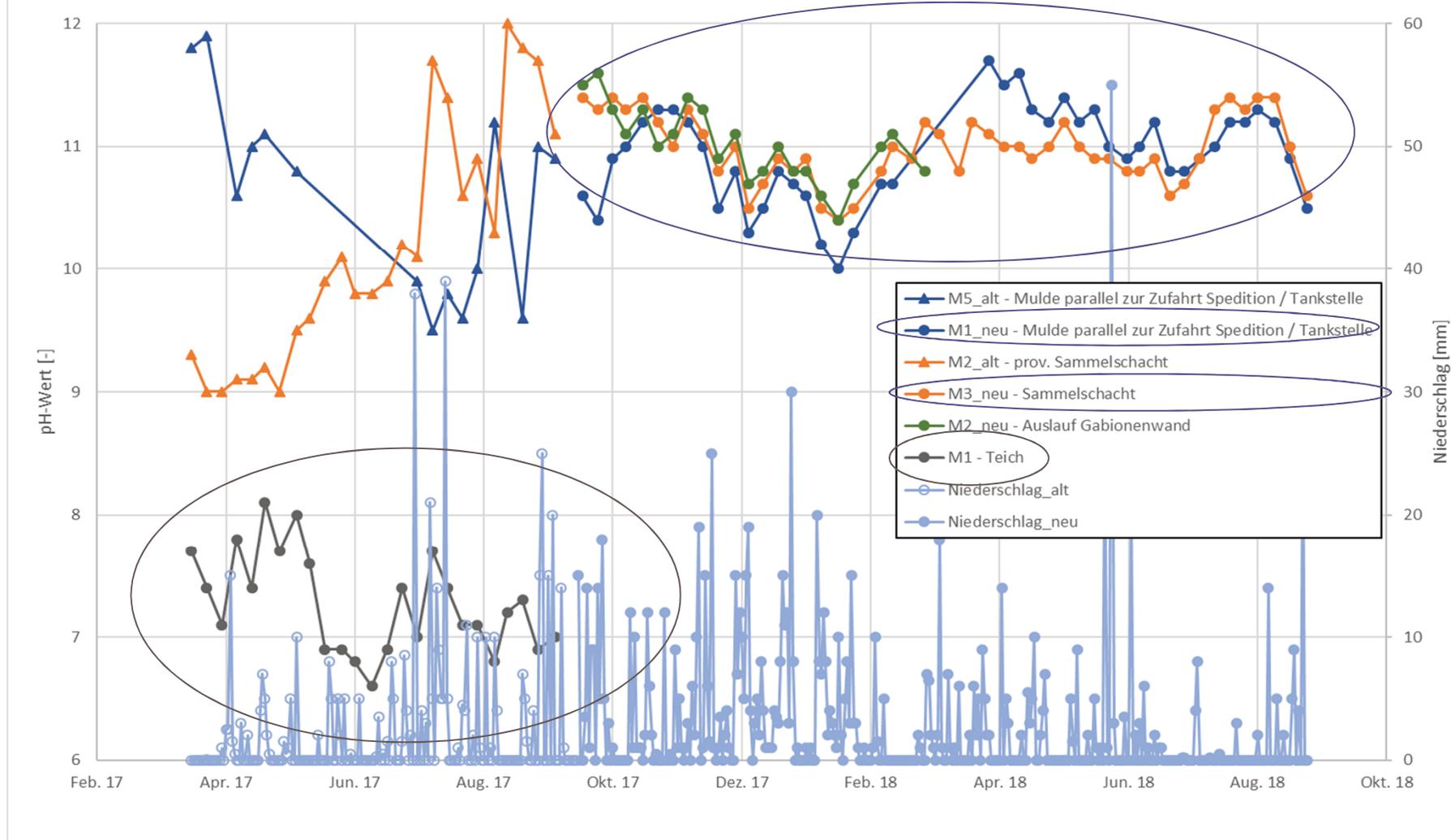
Sammelschacht



Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

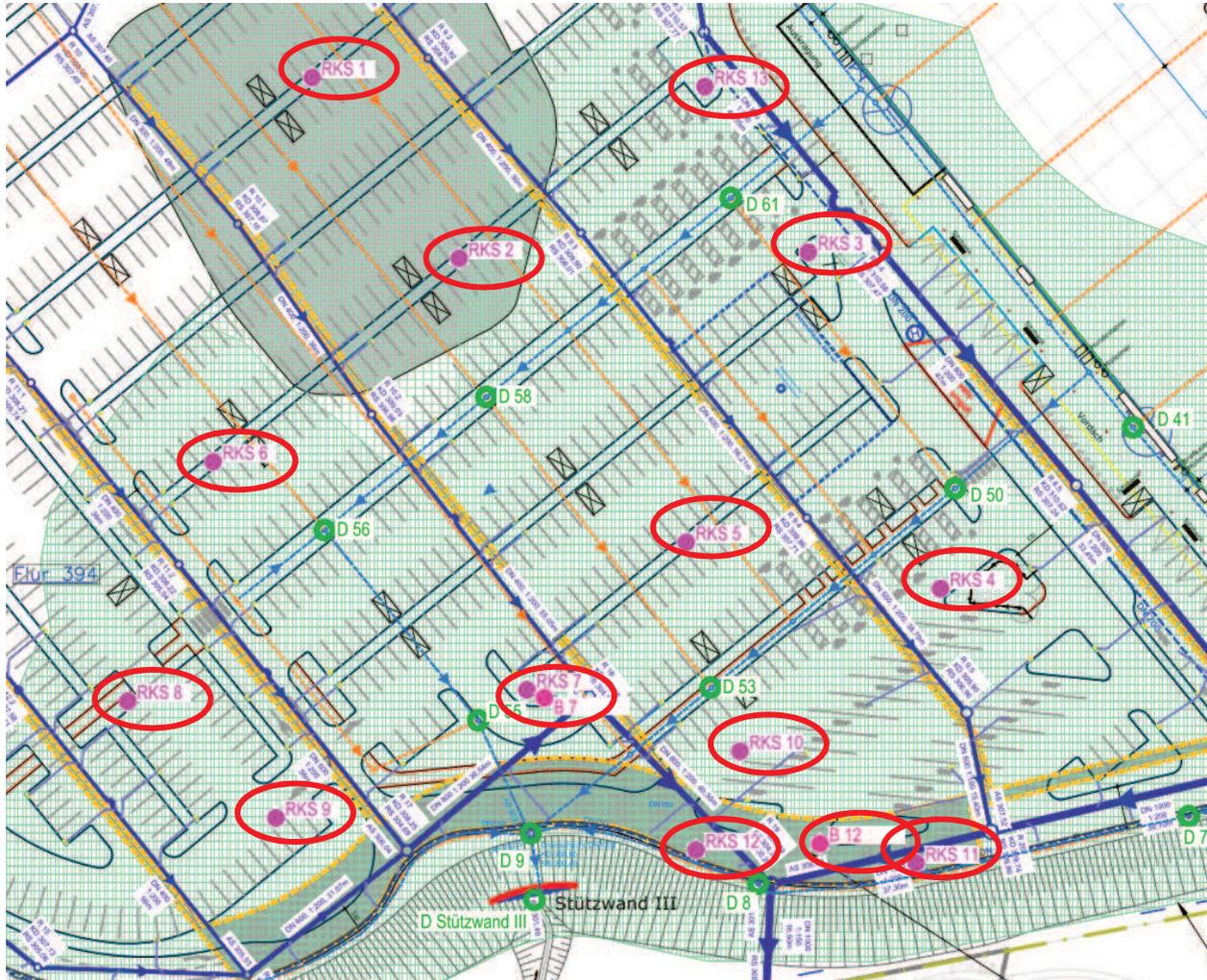
3. pH-Wert-Messungen durch das Büro D. Liebert, Alsdorf

Kontrollmessungen des Büros D. Liebert, Alsdorf (Stand: 31.08.2018)



4. Untersuchungen von Bodenproben

4.1 Entnahme von Bodenproben



Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

4. Untersuchungen von Bodenproben

4.2 Ergebnisse der chemischen Analysen

Feldproben mit hohem Kalkanteil (k+):

Bezeichnung	Bodenprobe	Entnahmetiefe	pH-Wert (Eluat)	Anteil Freikalk
RKS 1.1	RKS 1	0,9 – 1,35 m	11,4	10,0 g/kg, _{trocken} = 0,8 M.-%, _{feucht}
RKS 3.1	RKS 3	1,2 – 2,0 m	12,3	23,0 g/kg, _{trocken} = 1,9 M.-%, _{feucht}
RKS 5.1	RKS 5	1,0 – 2,0 m	12,2	20,0 g/kg, _{trocken} = 1,7 M.-%, _{feucht}
RKS 6.1	RKS 6	1,0 – 3,0 m	12,5	23,0 g/kg, _{trocken} = 1,9 M.-%, _{feucht}
RKS 7a.1	RKS 7a	1,0 – 4,0 m	11,9	11,0 g/kg, _{trocken} = 0,9 M.-%, _{feucht}
RKS 9.1	RKS 9	1,3 – 4,3 m	11,9	13,0 g/kg, _{trocken} = 1,1 M.-%, _{feucht}
RKS 10.1	RKS 10	0,5 – 3,5 m	11,3	6,8 g/kg, _{trocken} = 0,6 M.-%, _{feucht}
RKS 11.1	RKS 11	1,0 – 5,8 m	12,2	18,0 g/kg, _{trocken} = 1,5 M.-%, _{feucht}
RKS 12.1	RKS 12	0,8 – 3,1 m	12,1	16,0 g/kg, _{trocken} = 1,3 M.-%, _{feucht}
RKS 15.1	RKS 15	0,18 – 2,20 m	10,4	5,7 g/kg, _{trocken} = 0,5 M.-%, _{feucht}
RKS 16.1	RKS 16	0,24 – 1,7 m	11,6	11,0 g/kg, _{trocken} = 0,9 M.-%, _{feucht}
B 12.1	B12	1,00 – 5,50 m	11,1	52,0 g/kg, _{trocken} = 4,2 M.-%, _{feucht}

Im Labor hergestellte Proben:

Bezeichnung	Bodenprobe	Entnahmetiefe	pH-Wert	Anteil Freikalk nach 28 Tagen
D-3.2	Lehm + 3 Gew.-% Dorosol C 50		12,3	26,0 g/kg, _{trocken} = 2,1 M.-%, _{feucht}
G-3.2	Lehm + 3 Gew.-% GeoSol 50 RD		12,5	24,0 g/kg, _{trocken} = 1,9 M.-%, _{feucht}
D-5.2	Lehm + 5 Gew.-% Dorosol C 50		12,4	38,0 g/kg, _{trocken} = 3,0 M.-%, _{feucht}
G-5.2	Lehm + 5 Gew.-% GeoSol 50 RD		12,4	27,0 g/kg, _{trocken} = 2,2 M.-%, _{feucht}
D-7.2	Lehm + 7 Gew.-% Dorosol C 50		12,5	59,0 g/kg, _{trocken} = 4,7 M.-%, _{feucht}
G-7.2	Lehm + 7 Gew.-% GeoSol 50 RD		12,5	73,0 g/kg, _{trocken} = 5,8 M.-%, _{feucht}

} 1,9 - 3,0 M.-%

Massenanteil gemäß Ausschreibung:

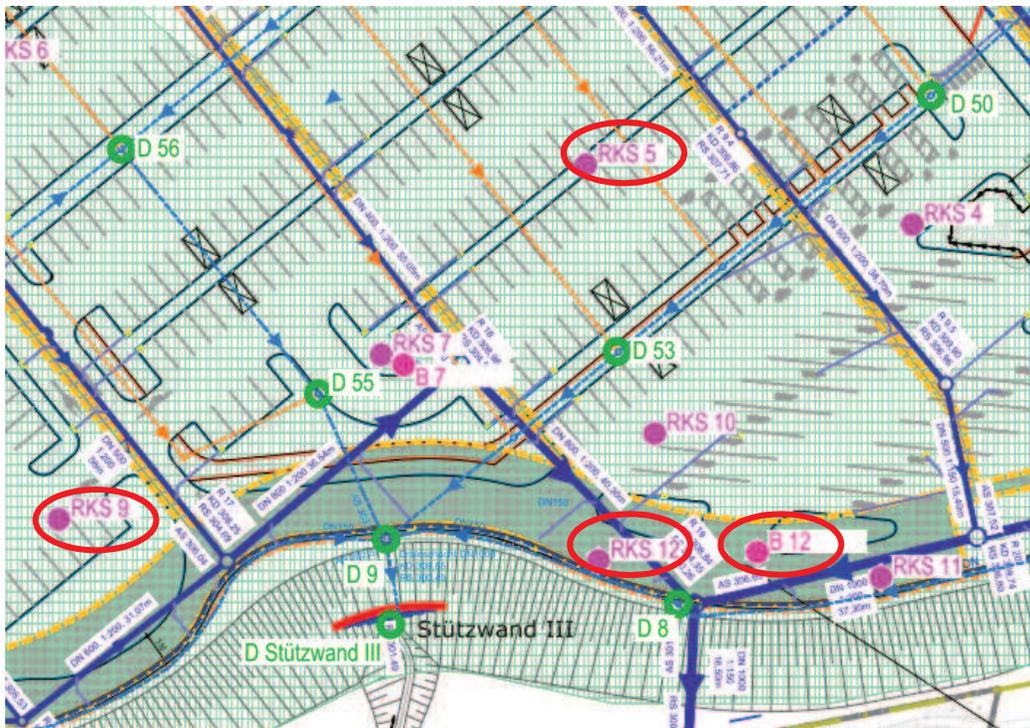
„3 - 5 Massen-%, bezogen auf die feuchte Bodenmasse“

Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

4. Untersuchungen von Bodenproben

4.3 Durchströmung mit Wasser und Messung des pH-Werts

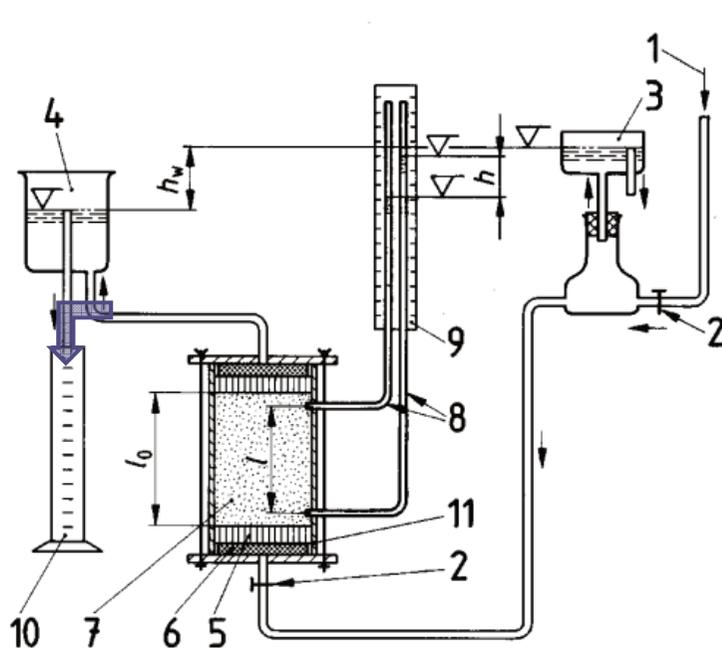
Bezeichnung	Bodenprobe aus Erkundung	Bezeichnung	im Labor hergestellte Probe
B 1 - RKS 12	Rammkernsondierung RKS 12	B 4 (D-3.1)	Lehm + 3 Gew.-% Dorosol C 50
B 2 - RKS 9	Rammkernsondierung RKS 9	B 5 (G-3.1)	Lehm + 3 Gew.-% GeoSol 50 RD
B 3 - RKS 5	Rammkernsondierung RKS 5	B 6 (D-5.1)	Lehm + 5 Gew.-% Dorosol C 50
B 10 - RKS 12 (2)	Bohrung B 12	B 7 (G-5.1)	Lehm + 5 Gew.-% GeoSol 50 RD
		B 8 (D-7.1)	Lehm + 7 Gew.-% Dorosol C 50
		B 9 (G-7.1)	Lehm + 7 Gew.-% GeoSol 50 RD



4. Untersuchungen von Bodenproben

4.3 Durchströmung mit Wasser und Messung des pH-Werts

Seite 11
DIN 18130-1 : 1998-05



- 1 Zuführung von entlüftetem Wasser
 - 2 Schlauchklemme oder Kugelventil
 - 3 Überlauf O (Oberwasser)
 - 4 Überlauf U (Unterwasser)
 - 5 Filter
 - 6 Lochplatte mit Drahtgewebe
 - 7 Probekörper
 - 8 Standrohre (Piezometer)
 - 9 Meßstab
 - 10 Meßzylinder
 - 11 Versuchszylinder
- h Differenz der Standrohrspiegelhöhen
 h_w Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasser-
spiegel
 l durchströmte Länge
 l_0 Höhe des Probekörpers
Versuchsklasse 3

ANMERKUNG: Bei Nachweis stationärer Strömung darf der Versuch der Versuchsklasse 2 zugeordnet werden.

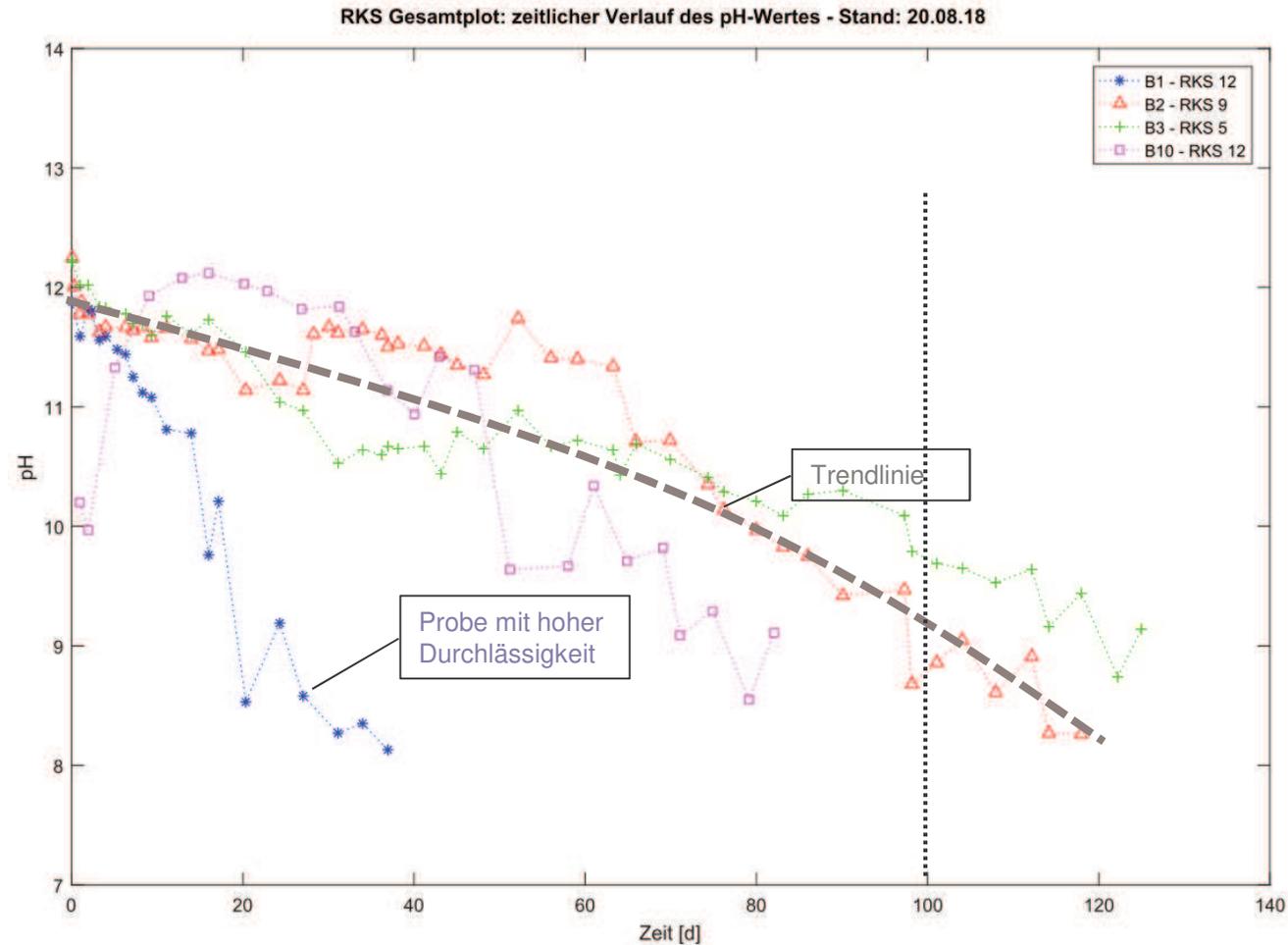
Bild 6: Versuchsanordnung für Versuch mit Standrohren, konstantem hydraulischen Gefälle und Messung des Wasservolumens im Meßzylinder, Versuchsklasse 3

Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

4. Untersuchungen von Bodenproben

4.3 Durchströmung mit Wasser und Messung des pH-Werts

Ergebnisse der **Proben aus den Bodenerkundungen**:

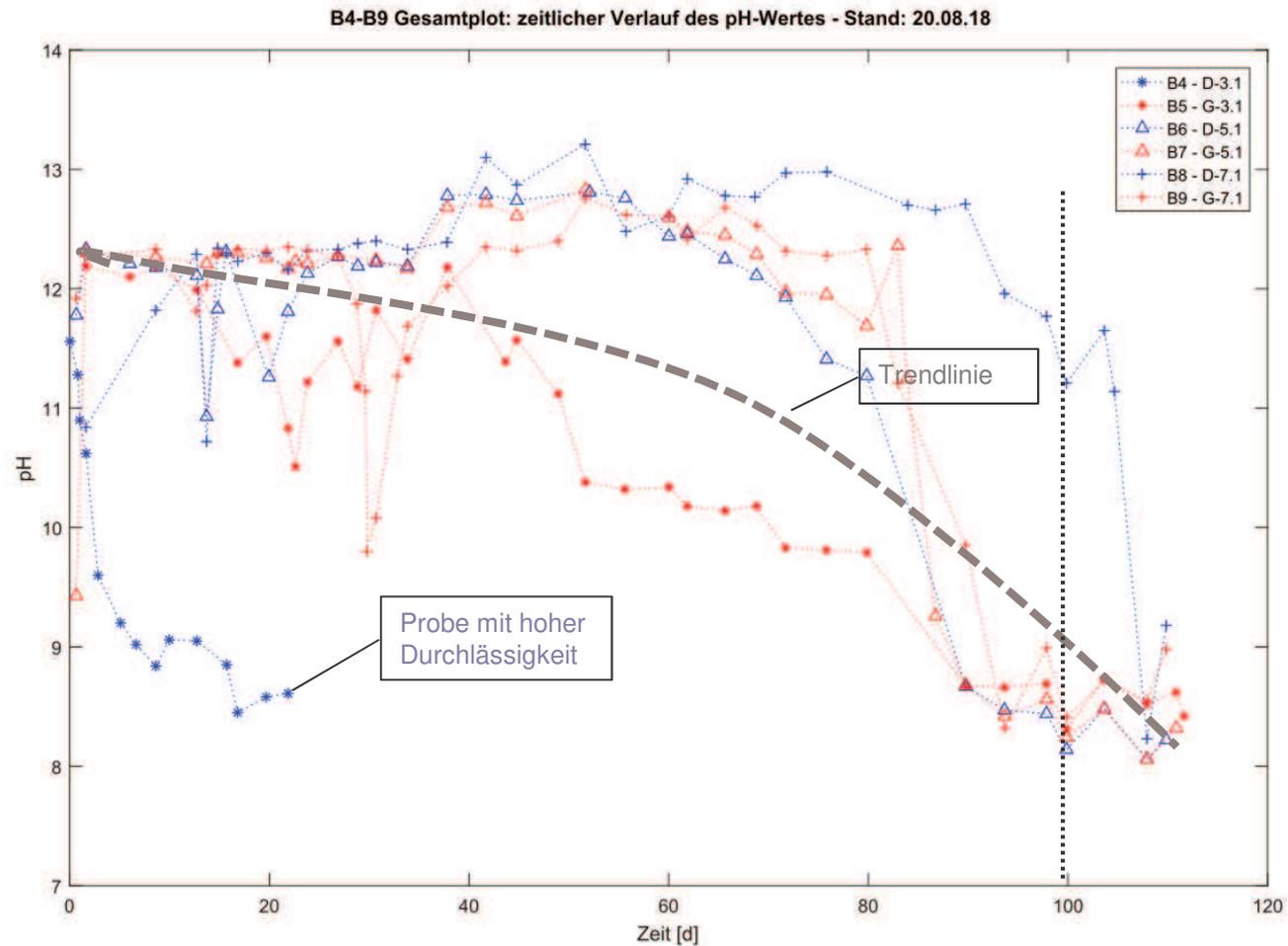


Untersuchungsergebnisse von Bodenproben IKEA Wuppertal

4. Untersuchungen von Bodenproben

4.3 Durchströmung mit Wasser und Messung des pH-Werts

Ergebnisse der **im Labor hergestellten Proben**:



5. Zusammenfassung der Ergebnisse

- Die auf dem IKEA-Gelände in der Mulde und im Sammelschacht gefassten Sickerwässer weisen auch ca. 2 Jahre nach Fertigstellung pH-Werte im Bereich von $\text{pH} \approx 10,5$ bis $11,5$ auf
- Im Labor sind die pH-Werte des durchströmten Wassers bei allen Proben nach ca. 4 Monaten auf ein Niveau von $\text{pH} \approx 8$ bis 9 gefallen (Auswaschungseffekt)
- Ursache für die schnellere Auswaschung im Labor ist die deutlich geringere Durchströmungslänge und die kontinuierliche Durchströmung
- Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Auswaschungseffekt auch bei dem Boden auf dem IKEA-Gelände auftritt
- Der hierfür erforderliche Zeitraum ist jedoch nicht aus den Laborergebnissen ableitbar. Für das Absinken auf einen normalen pH-Wert könnten im ungünstigsten Fall auch mehrere Jahre erforderlich sein.

6. Ersteinschätzung der Sanierungsoptionen

- Bodenwäsche „*in situ*“: nicht geeignet, da Durchlässigkeit des Bodens zu ungleichförmig und zu gering
-> keine gleichmäßige Behandlung aller Bodenbereiche gewährleistet
- Bodenwäsche /-austausch: nicht geeignet, da Boden wegen des hohen Feinkornanteils nicht „waschbar“ ist bzw. die gesamte angeschüttete Kubatur ausgetauscht werden müsste
-> sehr hohe zusätzliche Umweltbelastung durch Erdbau, Transport und Entsorgung
- Neutralisationsanlage: sehr bedingt geeignet, da
 - zusätzliche Umweltbelastung durch Betrieb der Anlage und Entsorgung des ausgefällten Materials
 - sehr kostenaufwändig
 - selbst bei hohem technischen Aufwand ein Restrisiko einer Funktionsstörung verbleibt
 - > laufende Umweltbelastung durch Betrieb + ggf. Störfälle

7. Empfehlung zum weiteren Vorgehen:

Fortführung der Ableitung des Sickerwassers in das Kanalnetz der WSW

d.h. das Ziel der „**Minimierung schädlicher Umwelteinwirkungen durch den Anteil ungebundenen Kalk im Boden**“ wird erreicht, da durch die vorhandenen Drainageanlagen (z.B. Kiesniere) eine vollständige Fassung des Sickerwassers gewährleistet ist.

weitere Vorteile:

- Die baulichen Anlagen sind bereits vorhanden
- Die Abstimmung und Genehmigung bis 2019 durch die WSW ist bereits erfolgt
- Die Umwelteinwirkungen werden minimiert durch Vermeidung von Erdbau, Transport, Entsorgung und/oder Bau und Betrieb von weiteren technischen Anlagen
- Kostenminimierung
- Keine Einschränkungen für den weiteren Betrieb der IKEA-Filliale

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit