

Umweltunbedenklichkeitsuntersuchungen

Untersuchung der Produkte Bento X und Bento X Plus aus umweltchemischer Sicht

Produkte: Bento X, Bento X Plus

Untersuchtes

Leitprodukt: Bento X

Hersteller: Sirius-ES Deutschland GmbH
Grafftring 7
29227 Celle
Deutschland

Tel.: +49 5141 9748446

Wenden-Hünsborn, den 26. Januar 2024

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage	3
2 Konzipierung und Ziel der Prüfung	3
3 Probenbezeichnung	5
4 Prüfergebnisse	5
5 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse	6
5.1 Beurteilungskriterien	6
5.2 Untersuchungsergebnisse - Ausgangsmaterial	13
5.3 Untersuchungsergebnisse - Auslaugprüfung	18
6 Bewertung	23
7 Anhang	24
8 Literatur	24

1 Ausgangslage

Die Produkte **Bento X** und **Bento X Plus** der Fa. der **Sirius-ES Deutschland GmbH** werden in Bohrspülungen für HDD-Verfahren angewendet. Das Ausgangsmaterial wird aus natürlichen mineralischen Rohstoffen auf Bentonitbasis hergestellt. Bento X und Bento X Plus erhöhen die Viskosität, verbessern die Bohrlochstabilität und bewirken eine effektive Stabilisierung der umgebenden Formationen. Die Einsatzkonzentration der Produkte liegt bei bis zu 4 %. Zur Prüfung, ob trotz der geogenen Ausgangsmaterialien eine negative Beeinträchtigung der Umweltkompartimente Boden und Grundwasser durch die Produkte stattfinden könnte, wurde **Bento X** repräsentativ umweltchemisch analysiert.

2 Konzipierung und Ziel der Prüfung

Durch den Anwendungsbereich der Bohrspülung, z. B. bei Horizontalspülungen, ist zu erwarten, dass die Materialien über lange Zeiträume mit den Schutzgütern Boden und Grundwasser in Kontakt stehen. In der vorliegenden Untersuchung sollen die Gehalte an Schwermetallen und anderen Kontaminationen überprüft werden, die bei einer möglichen Langzeitmobilisierung freigesetzt werden könnten.

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat „Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ zusammengestellt. Innerhalb dieses Dokuments wird beschrieben, wie die Bewertung von Bauprodukten ablaufen kann. Abbildung 1 zeigt ein entsprechendes Fließschema, welches die einzelnen Schritte dieser Bewertung zusammenfasst. Die erste Stufe besteht aus der Bestimmung der Zusammensetzung des Bauprodukts selbst. Die zweite Stufe besteht aus der Ermittlung und Bewertung mobilisierbarer Inhaltsstoffe nach praxisnaher Eluatherstellung. Diese zweite Stufe wird wiederum in drei Schritte aufgeteilt: der erste Schritt besteht aus der Ermittlung allgemeiner Parameter, der zweite Schritt aus der Ermittlung stofflicher Parameter und der gegebenenfalls anzuwendende dritte Schritt besteht aus der Ermittlung und Bewertung biologischer Parameter.

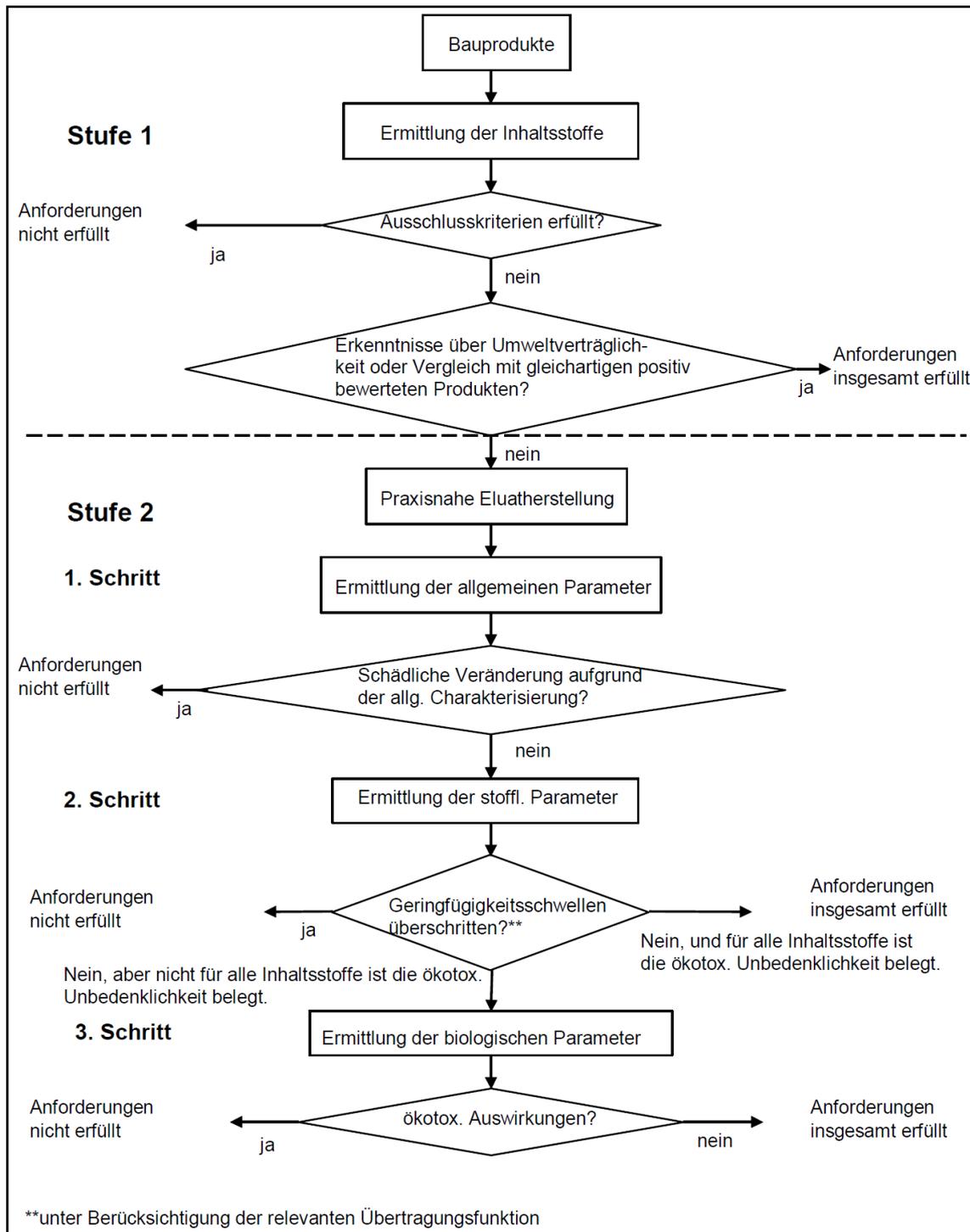


Abbildung 1: Ablaufschema zur Bewertung Bauprodukten bezüglich Boden- und Grundwasserschutz (Quelle: Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Teil I, Fassung Mai 2009, Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt).

Die vorliegende Prüfung wurde in Anlehnung an das beschriebene Fließschema konzipiert: Die Hauptbestandteile der Produkte wurden mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), der Röntgenbeugungsanalyse (RBA) und der Elementaranalyse bestimmt. Die Spurenbestandteile wurden mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie in Verbindung mit einem induktiv gekoppelten Plasma (ICP-OES) und Massenspektrometrie nach Aufschluss des Materials mit Königswasser untersucht. Weiterhin wurden organische Summenparameter, wie beispielsweise polychlorierte Biphenyle (PCB), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), gesamter organischer Kohlenstoff (*total organic carbon*, TOC) sowie mögliche anthropogene Kontaminationen durch Mineralöl-Kohlenwasserstoffe untersucht.

Der Gehalt an mobilisierbaren Inhaltsstoffen wurde nach praxisnaher Eluatherstellung mittels ICP-OES/MS (Schwermetalle), IC (Anionen) sowie *Continuous-Flow Analysis* (CFA) und Verbrennung gekoppelt mit Infrarotdetektion und photometrischen Verfahren bestimmt. Die in Abbildung 1 unter Stufe 2, Schritt 3 genannten biologischen Parameter wurden nicht explizit ermittelt, da es für das untersuchte Produkt keine Anhaltspunkte auf eine ökotoxikologische Bedenklichkeit gab.

3 Probenbezeichnung

Probennummer	Bezeichnung
P202343826	Bento X

4 Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse der chemischen Analyse der Probe, wurden mit Hilfe der Elementaranalyse, der ICP-OES/MS, RFA, der Gaschromatographie in Verbindung mit der Massenspektrometrie (HS-GC-MS) sowie ausgewählter photometrischer, physikalischer und optischer Methoden ermittelt und sind in dem Prüfbericht B2327293 (s. Anhang) wiedergegeben.

5 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

5.1 Beurteilungskriterien

Zur Bewertung der Analysenergebnisse werden folgende Beurteilungsmaßstäbe herangezogen:

- Artikel 1 der Mantelverordnung vom 16.07.2021
Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV (**Tab. 1**))
- Artikel 2 der Mantelverordnung vom 16.07.2021
Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV n. F.), (**Tab. 2–4**)
- Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser nach Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA – Stand Januar 2017 (**Tab. 4 + 5**)
- Einstufung WGK-AwSV: Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (**s. Anhang**)
- Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Teil I, Fassung Mai 2009, Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt
- Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Teil II, Fassung September 2011, DIBt
- Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Teil III, Fassung Mai 2009, DIBt
- Österreichische Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – QZV Chemie GW, Fassung vom 19.09.2018 (**Tab. 6**)
- Österreichische Trinkwasserverordnung, Fassung vom 19.09.2018 (**Tab. 7**)

Tabelle 1: Zulässige Materialwerte für Bodenmaterial nach Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV).

Prüfmethode / Parameter	Einheit	BM-0	BM-0	BM-0*
		Lehm, Schluff	Ton	
Untersuchung bez. auf Trockenrückstand				
EOX als Chlorid	mg/kg	1	1	1
Mineralöl – Kohlenwasserstoffe C10 – C22	mg/kg			300
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	
Summe PAK nach EPA	mg/kg	3	3	
Summe PCB nach DIN und PCB-118	mg/kg	0,05	0,05	
TOC	%	1	1	1
Königswasseraufschluss				
Arsen bez. auf TS	mg/kg	20	20	20
Blei bez. auf TS	mg/kg	70	100	140
Cadmium bez. auf TS	mg/kg	1	1,5	1
Chrom bez. auf TS	mg/kg	60	100	120
Kupfer bez. auf TS	mg/kg	40	60	80
Nickel bez. auf TS	mg/kg	50	70	100
Quecksilber bez. auf TS	mg/kg	0,3	0,3	0,6
Thallium bez. auf TS	mg/kg	1,0	1,0	1,0
Zink bez. auf TS	mg/kg	150	200	300
Elution mit destilliertem Wasser				
pH-Wert				
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm			350
Sulfat	mg/L	250	250	250
Arsen	µg/L			8
Blei	µg/L			23
Cadmium	µg/L			2
Chrom, gesamt	µg/L			10
Kupfer	µg/L			20
Nickel	µg/L			20
Quecksilber	µg/L			0,1
Thallium	µg/L			0,2
Zink	µg/L			100
Summe 15 PAK	µg/L			0,2
Naphthalin und Methylnaphthaline	µg/L			2
Summe 6 PCB und PCB-118	µg/L			0,01

Tabelle 2: Feststoffwerte der Bundes-Bodenschutzverordnung zur Beurteilung von Materialien für das Auf- und Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht (in mg/kg Trockenmasse).

Stoff	Feststoffwert	Eluatwert	
		Bei TOC-Gehalt	Bei TOC-Gehalt
		< 0,5 %	≥ 0,5 %
	[mg/kg TS]	[µg/l]	[µg/l]
Anorganische Stoffe			
Arsen	20	8	13
Blei	140	23	43
Cadmium	1	2	4
Chrom, gesamt	120	10	19
Kupfer	80	20	41
Nickel	100	20	31
Quecksilber	0,6	0,1	0,1
Thallium	1	0,2	0,3
Zink	300	100	210
Sulfat		250000	250000
Organische Stoffe			
Summe 6 PCB und PCB-118	0,1	0,01	0,01
Summe PAK n. EPA	6		
Summe 15 PAK ²⁾		0,2 ¹⁾	0,2 ¹⁾
Naphthalin und Methylnaphthaline		2 ¹⁾	2 ¹⁾
EOX als Chlor	1		

Legende:

¹⁾ Eluatwert ist maßgeblich, wenn der Vorsorgewert von PAK n. EPA überschritten

²⁾ 15 PAK = Summe PAK n. EPA ohne Naphthalin und Methylnaphthaline

Tabelle 3: Werte der Bundes-Bodenschutzverordnung für zusätzlich zu untersuchende Stoffe beim Auf- oder Einbringen von Materialien mit mehr als 10 % Volumenprozent mineralischer Fremdbestandteile unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht.

Stoff	Feststoffwert		Eluatwert
	[mg/kg TM]	Bei TOC-Gehalt < 0,5 %	Bei TOC-Gehalt ≥ 0,5 %
		[µg/l]	[µg/l]
Antimon	4	5	5
Kobalt	50	26	62
Molybdän	4	35	35
Selen	3	5	5
Vanadium	200	20	35

Tabelle 4: Prüfwerte für anorganische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probenahme sowie Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA.

Parameter	Einheit	Prüfwert		GFS
		TOC-Gehalt < 0,5 %	TOC-Gehalt ≥ 0,5 %	
Antimon	µg/L	10	10	5
Arsen	µg/L	15	25	3,2
Blei	µg/L	45	85	1,2
Bor	µg/L	1000	1000	180
Cadmium	µg/L	4	7,5	0,3
Chrom, gesamt	µg/L	50	50	3,4
Chrom(VI)	µg/L	8	8	
Kobalt	µg/L	50	125	2
Kupfer	µg/L	50	80	5,4
Molybdän	µg/L	70	70	35
Nickel	µg/L	40	60	7
Quecksilber	µg/L	1	1	0,1
Selen	µg/L	10	10	3
Thallium	µg/L			0,2
Vanadium	µg/L			4
Zink	µg/L	600	600	60
Cyanid, gesamt	µg/L	50	50	50
Cyanid, leicht freisetzbar	µg/L	10	10	10
Fluorid	µg/L	1500	1500	900
Chlorid	mg/L			250
Sulfat	mg/L			250

Tabelle 5: Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA, Anhang 2, Teil 2 – organische Parameter*¹

Parameter	Einheit	GFS
Summe PAK	µg/L	0,2
Anthracen	µg/L	0,1
Benzo(a)pyren	µg/L	0,01
Benzo(b)+(k)fluoranthen	µg/L	0,03
Benzo(ghi)perylen + Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	0,002
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	0,01
Fluoranthen	µg/L	0,1
Naphthalin + Methylnaphthaline	µg/L	2
LHKW, gesamt	µg/L	20
Summe Tri- und Tetrachlorethen	µg/L	10
1,2-Dichlorethan	µg/L	3
Chlorethen (Vinylchlorid)	µg/L	0,5
Summe PCB, gesamt	µg/L	0,01
Kohlenwasserstoffe	µg/L	100
Summe BTEX	µg/L	20
Benzol	µg/L	1
Phenol	µg/L	8
Hexachlorbenzol	µg/L	0,01

*1: Der Untersuchungsumfang zur Feststellung der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen für organischen Parameter wurde auf typische Kontaminanten anthropogenen Ursprungs beschränkt, da es sich bei dem Ausgangsmaterial nicht um z. B. Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Biozidprodukte, Zinnorganische Verbindungen sowie Sprengstofftypische Verbindungen handelt

Tabelle 6: Schwellenwerte nach österreichischer Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – QZV Chemie GW.

Parameter	Einheit	Schwellenwerte
Arsen	µg/L	9
Benzol	µg/L	0,9
Blei	µg/L	9
Bor	mg/L	0,9
Cadmium	µg/L	4,5
Chrom (gesamt)	µg/L	45
1,2-Dichlorethan	µg/L	2,7
Kupfer	µg/L	1800
Nickel	µg/L	18
Nitrat	mg/L	45
Nitrit	mg/L	0,09
Quecksilber	µg/L	0,9
Summe der polycycl. aromat. KW	µg/L	0,09
Kohlenwasserstoff-Index	µg/L	100
Tetrachlorethen und Trichlorethen	µg/L	9
Trihalomethane _{insgesamt}	µg/L	27
Pestizide	µg/L	0,1
Aldrin	µg/L	0,03
Dieldrin	µg/L	0,03
Heptachlor	µg/L	0,03
Heptachlorepoxyd	µg/L	0,03
Pestizide _{insgesamt}	µg/L	0,5
Ammonium	mg/L	0,45
Chlorid	mg/L	180
Leitfähigkeit (20 °C)	µS cm ⁻¹ bei 20 °C	2250
Sulfat	mg/L	225
Orthophosphat	mg/L	0,3

Tabelle 7: Prüfwerte nach österreichischer Trinkwasserverordnung.

Parameter	Einheit	Prüfwert
Antimon	µg/L	5
Arsen	µg/L	10
Benzol	µg/L	1
Benzo-(a)-pyren	µg/L	0,01
Blei	µg/L	10
Bor	mg/L	1
Bromat	µg/L	10
Cadmium	µg/L	5
Chrom	µg/L	50
Cyanid	µg/L	50
1,2-Dichlorethan	µg/L	3
Fluorid	mg/L	1,5
Kupfer	mg/L	2
Nickel	µg/L	20
Nitrat	mg/L	50
Nitrit	mg/L	0,1
Pestizide	µg/L	0,1
Pestizide insgesamt	µg/L	0,5
Polyzykl. aromat. Kohlenwasserstoffe	µg/L	0,1
Quecksilber	µg/L	1
Selen	µg/L	10
Tetrachlorethen und Trichlorethen	µg/L	10
Trihalomethane	µg/L	30
Uran	µg/L	15
Vinylchlorid	µg/L	0,5

Im Rahmen dieser Untersuchung sei darauf hingewiesen, dass sich die Bewertung des Produktes ausschließlich auf das untersuchte Produkt bzw. auf den produktspezifischen Einsatzzweck bezieht. Direkte gesetzlich festgelegte Grenzwerte sind hierfür nicht vorhanden, so dass die umwelttechnische Bewertung sich der oben aufgeführten Grenzwerte aus den verschiedenen Verordnungen, Gesetzen und Richtlinien bedient. Sollten in der Zukunft weitere, ggf. neue Grenzwerte in Kraft treten, sind die ermittelten Daten neu zu bewerten.

Ebenso sei darauf hingewiesen, dass die produktspezifische Bewertung sich nicht auf ggf. im Zuge des Einsatzes anfallende Abfälle (Bohrspülmaterial, Bohrklein, o. ä.) bezieht oder für eine umweltunbedenkliche Abfalleinstufung herangezogen werden kann. Verwertungen und Verwendungen solcher im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) anfallenden Stoffe müssen sowohl unter Berücksichtigung des Einsatzzweckes,

-ortes und weiterer Rahmenbedingungen eingestuft werden. Weitere mögliche gesetzliche Rahmenbedingungen müssen dann ebenfalls herangezogen werden (beispielhaft: Deponierung gemäß Deponieverordnung DepV, Verwertung auf landwirtschaftlichen Flächen gemäß Düngemittelverordnung DüMV, etc.).

5.2 Untersuchungsergebnisse - Ausgangsmaterial

Das Konzept der Untersuchung wurde in Anlehnung an die vom DIBt zusammengestellten „Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ erstellt. Als Vergleich bzw. Kriterium für die durch dieses Konzept ermittelten Messwerte wurden die Feststoffwerte der Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV) und der Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung herangezogen (**Tab. 1 bis 3**). Hierbei ist jedoch wichtig, dass die Kriterien der Ersatzbaustoffverordnung als Grundlage für das Wiedereinbringen von Stoffen und „Abfällen“ in den Boden und die BBodSchV für den Boden an sich als schützenswertes Gut herangezogen werden muss.

Anhand den in den **Tab. 8** und **Tab. 9** wiedergegebenen Konzentrationen der untersuchten Parameter ist ersichtlich, dass die zulässigen Materialwerte für Boden (Einstufung BM-0 für Bodenart Ton) und die Feststoffwerte der Neufassung der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung zur Beurteilung von Materialien für das Auf- und Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Schicht eingehalten werden.

Tabelle 8: Feststoffwerte von Bento X verglichen mit den zulässigen Materialwerte für Bodenmaterial nach Ersatzbaustoffverordnung für die Bodenart Ton.

Kation	Einheit	BM-0 Ton	Messwert Bento X
Untersuchung bez. auf Trockenrückstand			
EOX als Chlor	mg/kg	1	<1
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	<0,01
Summe PAK n. EPA	mg/kg	3	<1
Summe 6 PCB und	mg/kg	0,05	<0,01
Königswasserauf-			
Arsen (TS)	mg/kg	20	<1
Blei (TS)	mg/kg	100	<10
Cadmium (TS)	mg/kg	1,5	<0,1
Chrom (TS)	mg/kg	100	<10
Kupfer (TS)	mg/kg	60	<10
Nickel (TS)	mg/kg	70	<10
Quecksilber (TS)	mg/kg	0,3	<0,1
Thallium (TS)	mg/kg	1,0	<0,1
Zink (TS)	mg/kg	200	<10

Tabelle 9: Messwerte von Bento X in mg/kg verglichen mit den Feststoffwerten der Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zur Beurteilung von Materialien für das Auf- und Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Schicht.

Parameter	Feststoffwerte [mg/kg TS]	Messwert Bento X [mg/kg TS]
Antimon (TS)	4	<10
Arsen (TS)	20	<1
Barium (TS)		<10
Beryllium (TS)		<10
Blei (TS)	140	<10
Bor (TS)		<10
Cadmium (TS)	1	<0,1
Chrom (TS)	120	<10
Kobalt (TS)	50	<1
Kupfer (TS)	80	<10
Mangan (TS)		<10
Molybdän (TS)	4	<1
Nickel (TS)	100	<10
Phosphor (TS)		200
Quecksilber (TS)	0,6	<0,1
Selen (TS)	3	<1
Thallium (TS)	1	<0,1
Vanadium (TS)	200	<10
Zink (TS)	300	<10
Zinn (TS)		<10
Summe 6 PCB und PCB-118	0,1	<0,01
Summe PAK n. EPA	6	<1
EOX als Chlor	1	<1

Auch die erweiterte Prüfung auf andere Kontaminanten anthropogenen Ursprungs wie Mineralöl-Kohlenwasserstoffe, extrahierbare lipophile Stoffe sowie die Summen an BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole) und LHKW (leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe) zeigte nur Messergebnisse, die unter dem jeweiligen spezifischen Nachweisvermögen der eingesetzten Methoden lagen (**Tab. 10**). Eine entsprechend zu befürchtende Kontamination durch diese organischen Komponenten kann somit ausgeschlossen werden.

Tabelle 10: Konzentrationen von organischen Kontaminanten in Bento X

Parameter	Einheit	Bento X
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe	mg/kg	<100
Extrahierbare lipophile Stoffe	%	<0,01
Summe BTEX	mg/kg	<1
Summe LHKW	mg/kg	<1

Der Nachweis des mineralischen Ausgangsproduktes ist durch die RFA gegeben. Die RFA ergab, dass das Material hauptsächlich aus Siliciumoxid, Aluminiumoxid, Natriumoxid, Magnesiumoxid und weiteren typischen Oxiden besteht, die für Bentonite und Montmorillonit typisch sind (**Abb. 2**). Eine Bestätigung der mineralischen Phasen erfolgte mit Hilfe der RBA (**Abb. 3**).

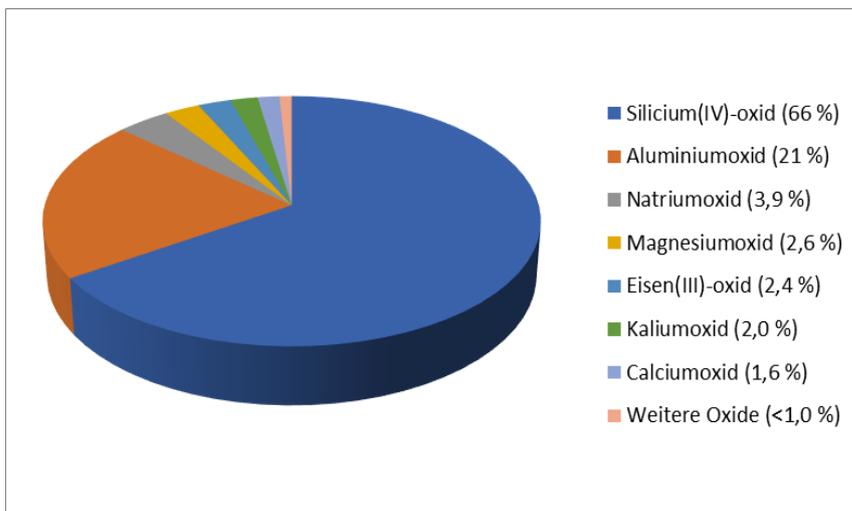


Abbildung 2: Zusammensetzung des Glührückstandes des untersuchten Produktes Bento X.

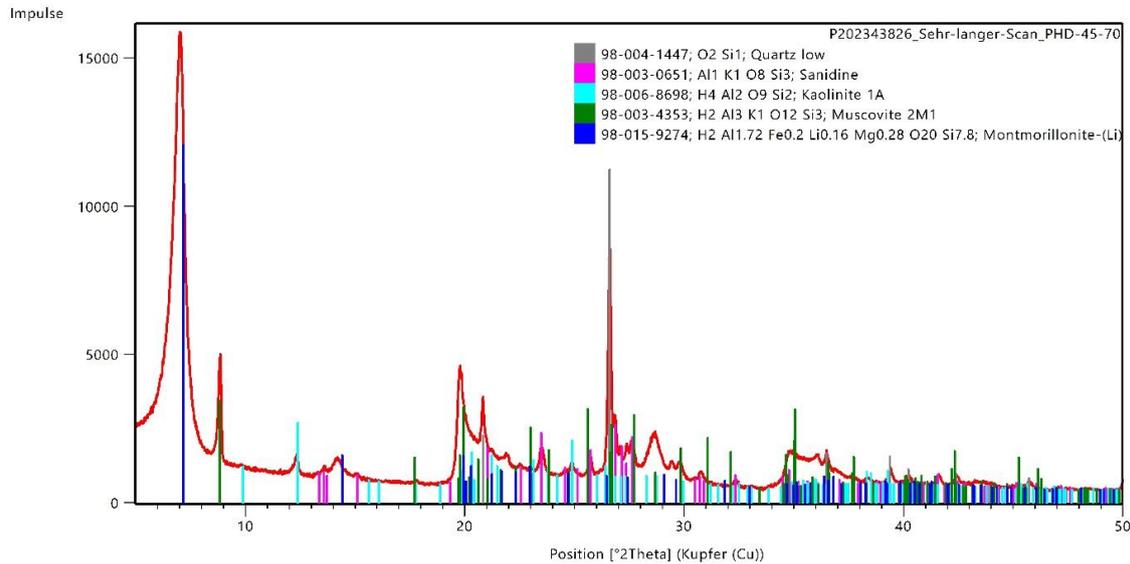


Abbildung 3: Röntgendiffraktogramm von P202343826 (rot) mit qualitativer Phasenanalyse (grau: Quarz, pink: Sanidin, aquamarin: Kaolinit, grün: Muskovit, blau: Montmorillonit). Die farbigen Linien zeigen die erwarteten Reflexlagen und -höhen für die jeweilige Phase an.

5.3 Untersuchungsergebnisse - Auslaugprüfung

Für die Ermittlung der Freisetzung von Bestandteilen aus dem Produkt **Bento X** in den Boden, das Oberflächenwasser und das Grundwasser wurde die CEN/TS 16637-2, Stand 2014-11 herangezogen. Dazu wurde das Produkt im feuchten Zustand in einem Behälter auf der offenen Seite mit einem Auslaugmittel über 24 h unter Rühren beansprucht und anschließend das gewonnene Eluat auf mögliche diffundierende organische und anorganische Stoffe analysiert. Die Menge an Auslaugmittel wurde zum Messwertvergleich mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) der LAWA so gewählt, dass es einer Einsatzkonzentration des Ausgangsproduktes von 4,0 % und einem Flüssigkeit- zu Oberflächenverhältnis von 100: 1 entsprach.

Die in der BBodSchV mit einem Prüfwert behafteten bzw. im Geringfügigkeitsschwellenwertkonzept aufgeführten Schwermetalle und Anionen wiesen für das Produkt **BENTO X** alle Konzentrationen entweder unterhalb der Nachweisgrenzen oder unterhalb der festgelegten Grenzwerte auf (**Tab. 11**).

Tabelle 11: Messwertvergleich mit den Prüfwerten des Bundes-Bodenschutzgesetzes für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probenahme und den Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) der LAWA – Anorganische Parameter

Parameter	Einheit	Prüfwert* BBodSchV TOC-Gehalt ≥ 0,5 %	GFS	Messwert Bento X (Auslaugprüfung)
Antimon	µg/L	10	5	<5
Arsen	µg/L	25	3,2	<1
Barium	µg/L		175	<10
Blei	µg/L	85	1,2	<1
Bor	µg/L	1000	180	<10
Cadmium	µg/L	7,5	0,3	<0,3
Chrom, gesamt	µg/L	50	3,4	<5
Chrom(VI)	µg/L	8		<5
Kobalt	µg/L	125	2	<1
Kupfer	µg/L	80	5,4	<10
Molybdän	µg/L	70	35	<10
Nickel	µg/L	60	7	<1
Quecksilber	µg/L	1	0,1	<0,1
Selen	µg/L	10	3	<1
Thallium	µg/L		0,2	<0,1
Vanadium	µg/L		4	<10
Zink	µg/L	600	60	<10
Cyanid, gesamt	µg/L	50		<5
Cyanid, leicht freisetzbar	µg/L	10	10	<5
Fluorid	mg/L	1,5	0,90	<0,1
Chlorid	mg/L		250	0,97
Sulfat	mg/L		250	3,7

*) Die Prüfwerte der BBodSchV beziehen sich auf ein 2:1 Eluat und haben hier informativen Charakter. Ein entsprechenden Eluat kann aufgrund der Materialeigenschaften des Produktes nicht hergestellt werden.

Dies konnte auch für die in Bezug auf die organischen Parameter gezeigt werden (**Tab. 12**). Die gemessenen Konzentrationen lagen entweder unterhalb der Nachweisgrenzen oder unterhalb der Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) der LAWA. Der Untersuchungsumfang wurde auf wesentliche Parameter beschränkt, da der TOC-Gehalt sowohl im Feststoff als auch im Eluat keinen Hinweis auf eine mögliche anthropogene Kontamination liefert und es sich bei dem Ausgangsmaterial nicht um Wirkstoffe wie Pflanzenschutzmittel, Biozidprodukte, Zinnorganische Verbindungen oder Sprengstofftypische Verbindungen handelt.

Tabelle 12: Messwertvergleich mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) der LAWA-Anhang 2, Teil 2 – Organische Parameter (Auszug)

Parameter	Einheit	GFS	Messwert Bento X (Auslaugprüfung)
Summe PAK	µg/L	0,2	<0,1
Benzo(a)pyren	µg/L	0,01	<0,0025
Anthracen	µg/L	0,1	<0,01
Benzo(b)+(k)fluoranthren	µg/L	0,03	0,003
Benzo(ghi)perylen + Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	0,002	<0,012
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	0,01	<0,01
Fluoranthren	µg/L	0,1	<0,01
Naphthalin + Methylnaphthalin	µg/L	2	<0,03
Summe LHKW	µg/L	20	<5
Summe Tri- und Tetrachlorethen	µg/L	10	<1
1,2-Dichlorethan	µg/L	3	<0,3
Chlorethen (Vinylchlorid)	µg/L	0,5	<0,3
Summe PCB, gesamt	µg/L	0,01	<0,01
Kohlenwasserstoffe	µg/L	100	<100
Summe BTEX	µg/L	20	<10
Benzol	µg/L	1	<1
Hexachlorbenzol	µg/L	0,01	<0,01

In Bezug auf die österreichische Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser kann folgendes festgehalten werden: Da sich die Grenzwerte auf Wasserproben beziehen, werden im Folgenden ebenfalls die gemessenen Ergebnisse aus der Auslaugprüfung mit den entsprechenden Grenzwerten verglichen. Die im Eluat gefundenen Konzentrationen liegen dabei unterhalb der angegebenen Schwellenwerte (siehe **Tab. 13**). Die in

Anlage 2 der QZV Chemie GW genannten verbotenen Stoffe wurden nicht nachgewiesen. Die in Anlage 3 der QZV Chemie GW genannten bewilligungspflichtigen Stoffe wurden entweder gar nicht oder nur in Spuren im Eluat nachgewiesen. Daher kann festgehalten werden, dass auch nach dieser QZV Chemie GW keine Kontamination des Grundwassers zu erwarten ist.

Tabelle 13: Messwertvergleich von Bento X mit den Schwellenwerten der QZV Chemie GW (Tab. 6).

Parameter	Einheit	Schwellenwerte	Messwert Bento X (Auslaugprüfung)
Arsen	µg/L	9	<1
Blei	µg/L	9	<1
Bor	mg/L	0,9	<0,01
Cadmium	µg/L	4,5	<0,3
Chrom (gesamt)	µg/L	45	<5
Kupfer	µg/L	1800	<10
Nickel	µg/L	18	<1
Nitrat	mg/L	45	1,3
Nitrit	mg/L	0,09	<0,1
Quecksilber	µg/L	0,9	<0,1
Ammonium	mg/L	0,45	<0,05
Chlorid	mg/L	180	0,97
Leitfähigkeit (20 °C)	µS cm ⁻¹ bei 20 °C	2250	82 (25 °C)
Sulfat	mg/L	225	3,7
Orthophosphat	mg/L	0,3	<0,1
Summe PAK	µg/L	0,09	<0,1
Kohlenwasserstoffe	µg/L	100	<100
Summe Tri- und Tetrachlorethen	µg/L	9	<1
THM (Trihalomethane)	µg/L	27	<5
Pestizide	µg/L	0,1	<0,07
Aldrin	µg/L	0,03	<0,01
Dieldrin	µg/L	0,03	<0,01
Heptachlor	µg/L	0,03	<0,01
Heptachlorepoxyd	µg/L	0,03	<0,01
Benzol	µg/L	0,9	<0,025
1,2-Dichlorethan	µg/L	2,7	<0,3

Der Vergleich der Messwerte mit denen der österreichischen Trinkwasserverordnung erfolgte wiederum mit den gemessenen Ergebnissen aus der Auslaugprüfung. Die ermittelten Messergebnisse lagen unterhalb der angegebenen Prüfwerte (s. **Tab. 14**). Daher ist eine Kontamination des Trinkwassers gemäß dieser Verordnung nicht zu erwarten.

Tabelle 14: Messwertvergleich von Bento X mit den Prüfwerten der österreichischen Trinkwasserverordnung.

Parameter	Einheit	Prüfwert	Messwert Bento X (Auslaugprüfung)
Antimon	µg/L	5	<5
Arsen	µg/L	10	<1
Blei	µg/L	10	<1
Bor	mg/L	1	<0,01
Cadmium	µg/L	5	<0,3
Chrom	µg/L	50	<5
Cyanid	µg/L	50	<5
Fluorid	mg/L	1,5	<0,1
Kupfer	mg/L	2	<0,01
Nickel	µg/L	20	<1
Nitrat	mg/L	50	1,3
Nitrit	mg/L	0,1	<0,1
Quecksilber	µg/L	1	<0,1
Selen	µg/L	10	<1
Uran	µg/L	15	n.b.
Summe PAK	µg/L	0,1	<0,1
Summe Tri- und Tetrachlorethen	µg/L	10	<1
THM (Trihalomethane)	µg/L	30	<5
Vinylchlorid	µg/L	0,5	<0,3
Benzol	µg/L	1	<1
Benzo-(a)-pyren	µg/L	0,01	<0,0025
1,2-Dichlorethan	µg/L	3	<0,3

Neben dieser Freisetzungsprüfung ist in Hinblick auf lösliche Bestandteile der Produkte ein wichtiger physikalischer Effekt festzuhalten, der die Materialeigenschaften des untersuchten Produktes widerspiegelt. Das Material ist quellfähig und speichert einen großen Teil des zugegebenen Wassers, so dass unter natürlichen Bedingungen das Produkt zwar in der Lage ist Wasser aufzunehmen und zu quellen, das aufgenommene Wasser wird jedoch nur teilweise wieder abgegeben, so dass auf Grund dieser physikalischen Eigenschaft eine Gefährdung des Grundwassers bereits minimiert wird. Aufgrund der Quellfähigkeit des Ausgangsmaterials ist bei sachgemäßer Anwendung davon auszugehen, dass mit einer Infiltration in den Grundwasserleiter und somit von einer Grundwasserbelastung nicht zu rechnen ist. Die Bohrspülung wird nach Beendigung der Bohrung durch Klarpumpen weitestgehend entfernt. Somit ist auch aufgrund dieses Sachverhaltes bei der Anwendungsspezifikation bis 4 % keine Gefährdung des Grundwassers zu erwarten.

Die detaillierte Beurteilung der Wassergefährdung der **BENTO X** Produkte ist im Anhang zu finden. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Produkte der WGK NWG (nicht wassergefährdend) zugeordnet werden kann. Aufgrund dieser Einstufung könnten auch Anwendungsgemische, die die Produkte enthalten, als nicht wassergefährdend, NWG, eingestuft werden (sofern keine anderen WGK eingestuft Komponenten beigefügt werden).

6 Bewertung

Die chemischen Analysen liefern keine Hinweise auf mögliche Kontaminationen des Grundwassers oder des Bodens, wenn die Produkte **BENTO X** und **Bento X Plus** für den vorgesehenen Anwendungsfall in Konzentrationen von bis zu 4 % (Massenanteil) eingesetzt wird.

Zudem wird im DVGW Arbeitsblatt W 116 der Einsatz von Bentonit in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Bereich von Grundwassermessstellen- und Brunnenbau beschrieben [1].

Es kann somit zertifiziert werden, dass von den Produkten **BENTO X** und **Bento X Plus** nach heutigem Kenntnisstand, aus umwelttechnischer Sicht, bei sachgemäßer Anwendung bis zu einer Konzentration von bis zu **4 %** (Massenanteil) keine Beeinträchtigung der Schutzgüter Boden und Grundwasser zu erwarten ist.

7 Anhang

- Prüfbericht B2327293
- Einstufung der Wassergefährdungsklasse

8 Literatur

- ✓ [1] Technische Regel-Arbeitsblatt DVGW W 116 (A) Dezember 2019 –
Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwassermessstellen- und Brunnenbau

Wenden-Hünsborn, den 26.01. 2024

Horn & Co. Analytics GmbH



ppa. Dr. Nadine Schrodtt
Laborleitung



i. A. Dorothea Egbun
Projektmanagement