

**Interreg**



Kofinanziert von  
der Europäischen Union  
Spolufinancováno  
Evropskou unií

Sachsen – Tschechien | Česko – Sasko

# Workshop o oběhovém hospodářství a skládkování Žitava-Liberec 2024

## Kreislaufwirtschafts- und Deponieworkshop Zittau-Liberec 2024



# GRUNDLAGEN DER WÄSCHE VON KONTAMINIERTEN BÖDEN

Typischer Prozess, Anwendungen, OEM-  
Ausrüstung

Bernd Bohle

30. Oktober 2024





## Acknowledgements:

- Bohle Aufbereitungstechnik GmbH
- Bohle Ing.-Beratung
- AIK Technik AG
- Multotec Process Equipment (Pty) Ltd

Type Date Here

Type Presentation Title here

Your name

Slide: 2





# Regel für Vortragende:

Ein guter Vortrag hat folgenden Aufbau:

- Das erste Drittel verstehen alle.
- Das zweite Drittel versteht nur der Vortragende.
- Das dritte Drittel versteht selbst der Vortragende nicht.

*Die Erfahrung lehrt, dass zugunsten einer lebhaften Diskussion auf das vierte Drittel grundsätzlich ganz verzichtet werden sollte!*

# Einführung:

Verschmutzung und Bodenkontamination sind in jüngster Zeit zu einem der größten Umweltprobleme Europas geworden. Das Ausmaß der kontaminierten Gebiete in der Europäischen Union ist enorm und wird auf weit über 300.000 Standorte geschätzt, obwohl es noch nicht vollständig quantifiziert ist. Daher existiert ein wachsender Markt für die Umsetzung von Technologien wie biologische Sanierung, thermische Behandlung, Bodenwäsche, Verglasung und Vakuumextraktion.



# Einführung:

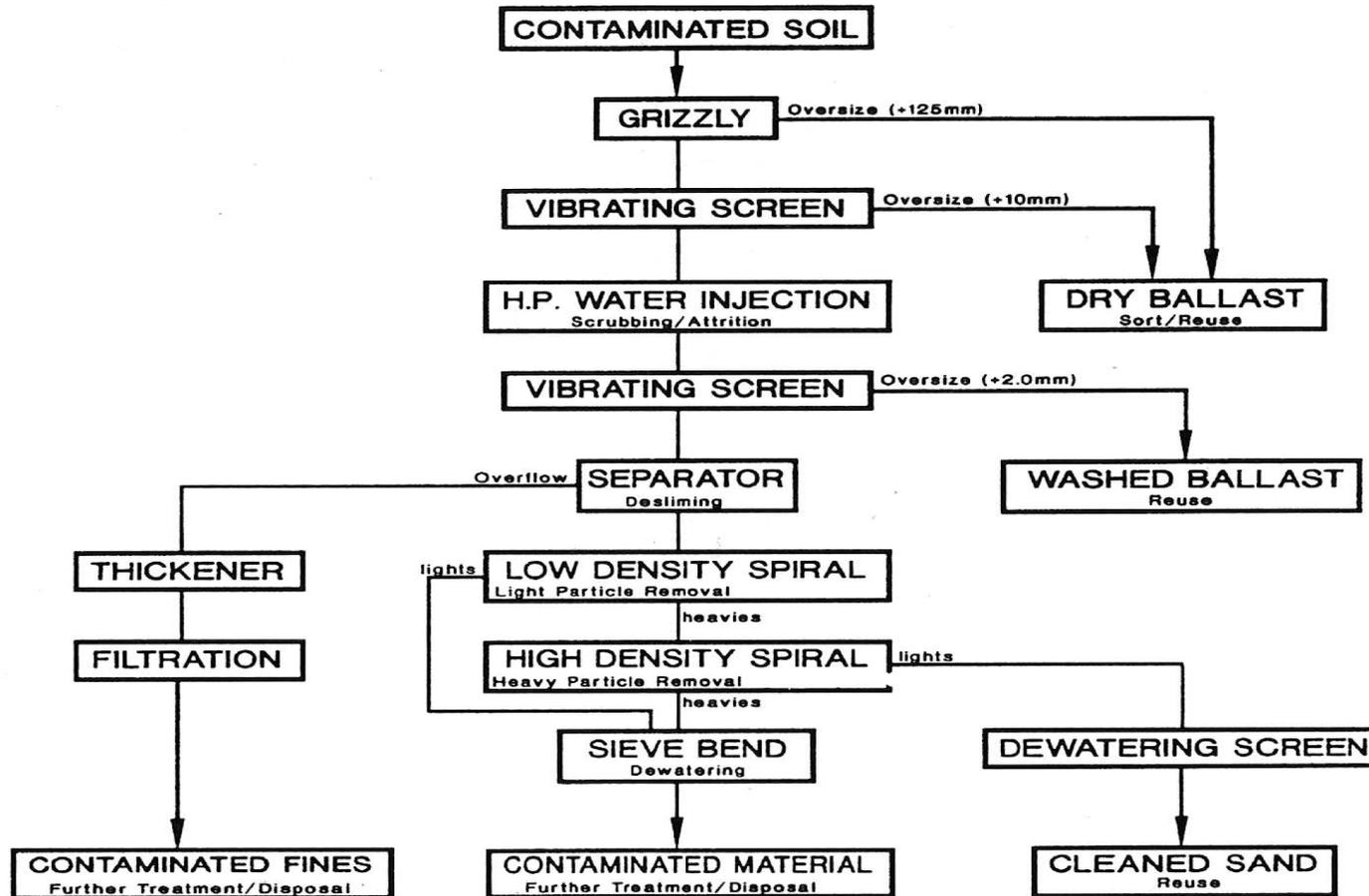
Fast alle ehemaligen Industriestandorte gelten als potenziell kontaminiert, andererseits sind z.B. in Deutschland und der Schweiz als „kleinem“ Land ohne Deponieraum praktisch keine Lagerstätten oder Deponien mehr verfügbar. Die meisten Bodenreinigungstechniken beinhalten Bodenwäsche vor Ort, bei der das Material behandelt wird, um die Schadstoffe vom Boden zu trennen. Inzwischen werden Hydrozyklone und Sortierspiralen (Wendelscheider) in einer Vielzahl von Bodenwaschanwendungen eingesetzt. Vor allem Sortierspiralen sind zu einem wichtigen integrierten Bestandteil von Bodenwaschprozessen geworden.





Mittlerweile finden Sortierspiralen in den verschiedensten Bereichen der Bodensanierung ein weites Anwendungsspektrum. Vor allem in diesem Umweltschutzbereich werden sowohl Sand-, Schwermineralien- als auch Kohle-(Leichtgut-)spiralen immer mehr ein integrierter Bestandteil des gesamten Sanierungsprozesses. Ein typisches Fließbild eines Bodenwaschprozesses mit Sortierspiralen zur Leicht- und Schwerfraktionsabtrennung ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

# Typisches Fließbild BWA I





Die meisten Bodenwaschverfahren bedienen sich bekannter Klassiermethoden im Naßverfahren zur Mengenreduzierung des kontaminierten Bodens (Trennung in der Regel schwach kontaminierten Grobkorns von stark kontaminiertem Feinkorn), zur Aufkonzentrierung und weiteren Behandlung des kontaminierten Teils in Verbindung mit Abwasserbehandlung und Schlammmentsorgung.

In vielen Fällen aus Industriegebieten austretende Kohlenwasserstoffe werden im Laufe der Zeit von den kohlenstoffhaltigen Phasen im Boden adsorbiert. Dabei handelt es sich häufig um eine Kombination aus Kohle, Braunkohle, Holzkohle, Teer und organischem Abfall. In solchen Fällen führt die Entfernung dieses Materials mit physikalischen Mitteln zur Trennung der kontaminierten Kohlenwasserstofffraktion in ein Produkt mit geringer Dichte zur weiteren Behandlung und/oder Entsorgung. Hier entfernen Spiralkonzentratoren mit flacheren Winkeln wie Kohlespiralen mit großem Durchmesser das Material mit geringer Dichte aus der Bodenmasse. Wo immer die Entfernung schwerer Partikel in einer Bodenwaschanlage unabdingbar ist, haben sich Schwermineralspiralen für diesen Teil des Prozesses als geeignet erwiesen. Typische Schwermineralspiralen mit Steigungswinkeln von 21 Grad werden verwendet, um metallische Stoffe, Oxide, Sulfide, Karbonate und Schlacken aus kontaminiertem Boden von Industriestandorten zu entfernen. Dies gilt beispielsweise, wenn kontaminierter Boden eines ehemaligen Autoschrottplatzes behandelt werden muss, oder sogar neue Anwendungen wie die Behandlung des Oberflächenbodens eines Tontaubenschießplatzes durch Spiralkonzentratoren zur Rückgewinnung des metallischen Bleis zum Schutz des örtlichen Grundwassers erreicht werden können.



Die Schlüsselkomponenten insgesamt einer Bodenwaschanlage sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Vor allem bei der Dichtesortierung unterscheidet man die Grobkornsortierung durch Setzverfahren (Jig) 2(4) – 40 mm und die Feinkornsortierung mittels Sortierspiralen 0,063 – 2(4) mm. [1]

## Verfahrensstufen BWA (BodenWaschAnlage)

VERFAHRENSSTUFEN: BODENWASCHANLAGE - TIB						
SCHLÜSSELKOMPONENTEN	Annahme Aufgabe	Waschen	Dichtesortierung Klassierung	Sandaufbereitung	Klärsystem	Schlamm- entwässerung
	Aufgabebunker	Metallabscheider	Setzmaschinen	Zyklone	Hochklärer	Puffersilos
Metallabscheider	Turbowäscher	Klassiersiebe	Attrition	Flockungs- hilfsmittelstation	Mixtank	
Stangenscheider			Wendelscheider		Filterpresse	
			Sandklassierer			





## Ausscheidung spezifisch leichter Kontaminationen im Feinkornbereich

In den meisten Fällen fallen sehr unterschiedliche Ausbildungen von Kohlenwasserstoffaggregaten im aufzubereitenden Boden an; Partikel dieser Art sind meist Kombinationen und Verbindungen von Kohle, Lignit, Koks, Teer sowie organischen Verwitterungsprodukten.

Eine Möglichkeit zur Abtrennung dieser Kontaminationen aus einem Boden besteht in der Aufkonzentrierung dieser Stoffe in einer Leichtfraktion, die dann einer weiteren Behandlung oder Deponierung zugeführt wird; für diesen Einsatzfall hat sich der Einsatz von Kohlespiralen mit relativ flachen und breiten Trögen z. B. mit Gefällewinkel  $13^\circ$  zur Ausscheidung von organischen Leichtpartikeln bewährt.





## Prozess Parameter – Leichtgut-Spiralen (grosser Ø)

Type	SX4
Feststoff-Durchsatz	2.0 – 2,5 tph
Trübe-Durchsatz	7.0 – 10.0 m <sup>3</sup> /hr
Korngrößenverteilung	75 – 1500 microns
Aufgabe-Feststoffgehalt	30 – 40 % w/w

**Tonnagen und Volumen variieren in Abhängigkeit der Mineralieneigenschaften**

## Leichtgut-Spiralen - 4 turn



8/8SX4/4/B/3



## Ausscheidung spezifisch schwerer Kontaminationen im Feinkornbereich

Wo immer es sich in einem naßmechanischen Bodenreinigungsprozeß um die Abscheidung von spezifisch schweren Kontaminationen, wie z. B. Schwermetallen und kontaminierten Schwermineralien, handelt, bewährt sich der Einsatz von sogenannten Schwermineralien-Spiralen. Sortierspiralen dieser Art haben meist Gefällewinkel zwischen 18° und 21° und eignen sich zur Trennung von metallischen, oxydischen oder sulfidischen Kontaminationen sowie Schlacken aus der Bodenfraktion.

Schwermineralien-Spiralen eignen sich beispielsweise hervorragend zur Aufbereitung von kontaminierten Schrottplatzböden und ebenso zur Behandlung von bleifragmentverseuchten Schießplatzböden, um vor allem das Grundwasser vor löslichen Bleiverbindungen zu schützen.





# Prozess Parameter – Schwergut-Spiralen (kleiner Ø)

Type	SC21
Feststoff-Durchsatz	1.0 – 1,8 tph
Trübe-Durchsatz	3.5 – 4.5 m <sup>3</sup> /hr
Korngrößenverteilung	45 – 1800 (2000) microns
Aufgabe-Feststoffgehalt	30 – 40 % w/w

**Tonnagen und Volumen variieren in Abhängigkeit der Mineralieneigenschaften**

# Schwergut-Spiralen – 5 turn



8/8SC21/5/B/3



Durch den Einsatz einer Kombination von Kohle- und Schwermineralienspiralen kann der Waschprozess einer Bodenaufbereitungsanlage optimiert werden. Die nachfolgende Tabelle stellt einige Sanierungsbeispiele einer Bodenwaschanlage mit einem Durchsatz von 25 —50 t/h ( 0,063 – 2(4) mm) dar, wobei der Einsatz von Sortierspiralen zum Sanierungserfolg beiträgt.

+				
Bodentyp	Herkunft	Ausgangsbelastung		Restbelastung
		mg/kg TS		mg/kg TS
Schotter/ Bodengemisch	Gleisausbau	KW	14 800	435
Schotter	Gleisbau	PAK	24	1,7
		<u>Cu</u>	466	20
Auffüllung Boden/ Schuttaemisch	Industrieareale	KW	2 500	252
		<u>Pb</u>	1 480	141
		As	149	<5
		PCB	60	0,07
Filterkies	Kohleaufbereitung	KW	1 560	94
Lehmboden/ Auffüllung	Raffinerie	KW	1 490	75
Auffüllung	Industrieareale	KW	1 000	105
		PAK	87	4
		DDT	2.5	< 0.001
		<u>Pb</u>	275	23
		<u>Cr</u>	142	10.2
		<u>Cd</u>	4	0,6
Auffüllung	Industrieareale	KW	1000	26
		EOX	5	< 0.5
		PAK	75	4
<u>Füllsand</u>	Tankstelle	KW	1 590	160



## Plant Suppliers (Sales Leads) in Soil Washing

# Anlagen-Lieferanten und OEM's in BWA (Auszug) Plant Suppliers (Sales Leads) in Soil Washing (Draft)

- Allmineral, D
- Multotec, D
- Schauenburg, D
- AGS, D
- AKW, D
- CDE, GB (NI)
- AIK (former BSH) - ASE, CH
- Eberhard, CH
- Marti, CH





# Plant Suppliers (Sales Leads) in Soil Washing

## Programm WasteVision 2024, Rapperswil, CH (Sept. '24)

<b>Warum nass, wenn's auch trocken geht?</b>	<b>10:10 – 10:30</b>
<b>Rainer Bunge</b> , Fachstelle Rohstoffe und Verfahrenstechnik, Ostschweizer Fachhochschule <b>Inhalt:</b> Vor- und Nachteile der nassmechanischen Abfallaufbereitung	
<b>Stand der Technik bei der Bodenwäsche</b>	<b>10:30 – 10:50</b>
<b>Andreas Gössnitzer</b> , Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Bundesamt für Umwelt (BAFU) <b>Inhalt:</b> Bericht aus der VVEA-Arbeitsgruppe "Stand der Technik Bodenwäsche"	
<b>Kaffeepause</b>	<b>10:50 – 11:30</b>
<b>Vorteile der nassen Aufbereitung von Mischabbruch</b>	<b>11:30 – 11:50</b>
<b>Stefan Eberhard</b> , Delegierter des Verwaltungsrats, RCO Recycling Center Ostschweiz AG <b>Inhalt:</b> Nasse Bauschutttaufbereitung anstatt Deponierung	
<b>Bleimine Kugelfang</b>	<b>11:50 – 12:10</b>
<b>Felix Schraner</b> , Geschäftsführer, KIBAG RE AG <b>Inhalt:</b> Rückgewinnung von Blei aus Kugelfangmaterial	
<b>PFAS in der Bodenwäsche</b>	<b>12:10 – 12:30</b>
<b>Martin Däscher</b> , Fachstelle Rohstoffe und Verfahrenstechnik, Ostschweizer Fachhochschule <b>Inhalt:</b> Neue Schadstoffe – neue Herausforderungen	
<b>Mittagspause, mit Stehlunch</b>	<b>12:30 – 13:40</b>
<b>Ist die Bodenwäsche überhaupt ökologisch sinnvoll?</b>	<b>13:40 – 14:00</b>
<b>Thomas Pohl</b> , Bereichsleiter Umweltberatung, Umtec Technologie AG <b>Inhalt:</b> Durch Bodenwäsche werden keine Schadstoffe vernichtet - Warum macht die Bodenwäsche trotzdem ökologisch Sinn?	
<b>Nasse Aufbereitung von KVA-Schlacke</b>	<b>14:00 – 14:20</b>
<b>Gerhard Stockinger</b> , Brantner Österreich GmbH <b>Inhalt:</b> Der Blick ins Ausland	
<b>Selektive Zerkleinerung von kompositen Materialien</b>	<b>14:20 – 14:40</b>
<b>Alex Weh</b> , SELFRAG AG <b>Inhalt:</b> Gezielter Aufschluss durch gepulste HV-Stosswellen unter Wasser	



**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

**Glückauf**

