



14E90FCC.pdf

Kleinmachnow, 06. März 2025

Behandlungsverfahren

Biologische Bodenreinigung

Dr. Bettina Plath  
ZECH Umwelt GmbH  
Niederlassungsleiterin Ost

# Sanierungszentrum Niederlehme



Art der Bodenbehandlungsanlage:  
Biologie & Bodenwäsche



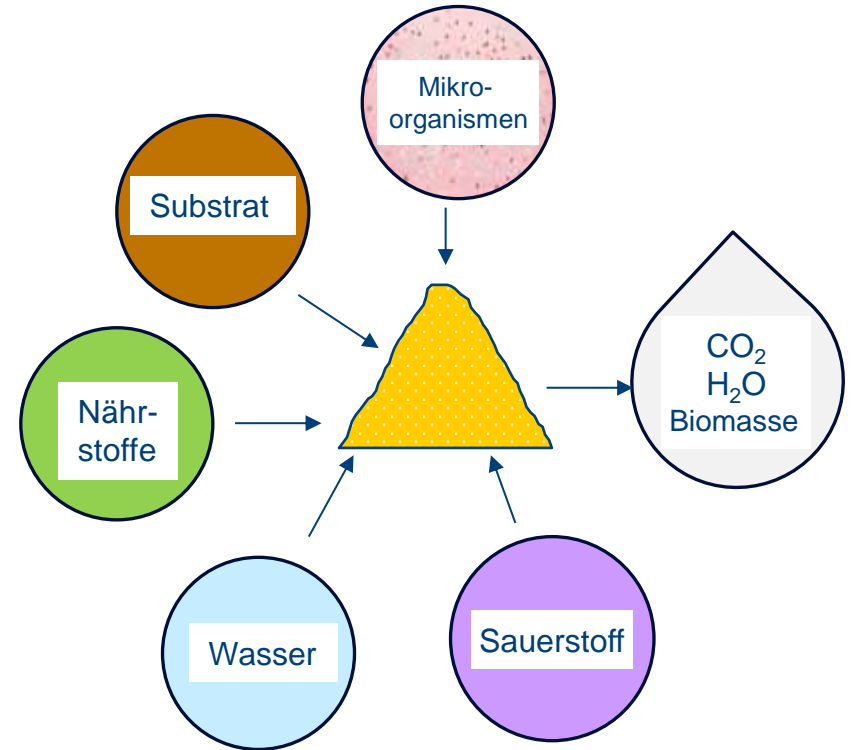
# Biologische Bodenbehandlung

Die mikrobiologische Bodensanierung stellt ein Sanierungsverfahren dar, welches die **natürlichen Stoffwechsellpotentiale von Mikroorganismen** ausnutzt, um einen Abbau von **organischen** Kontaminationen im Boden zu erzielen.

Mikroorganismen: vorrangig Bakterien und Pilze

Schadstoffe werden als Substrat (Energie- und Kohlenstoffquelle) für ihren Stoffwechsel genutzt

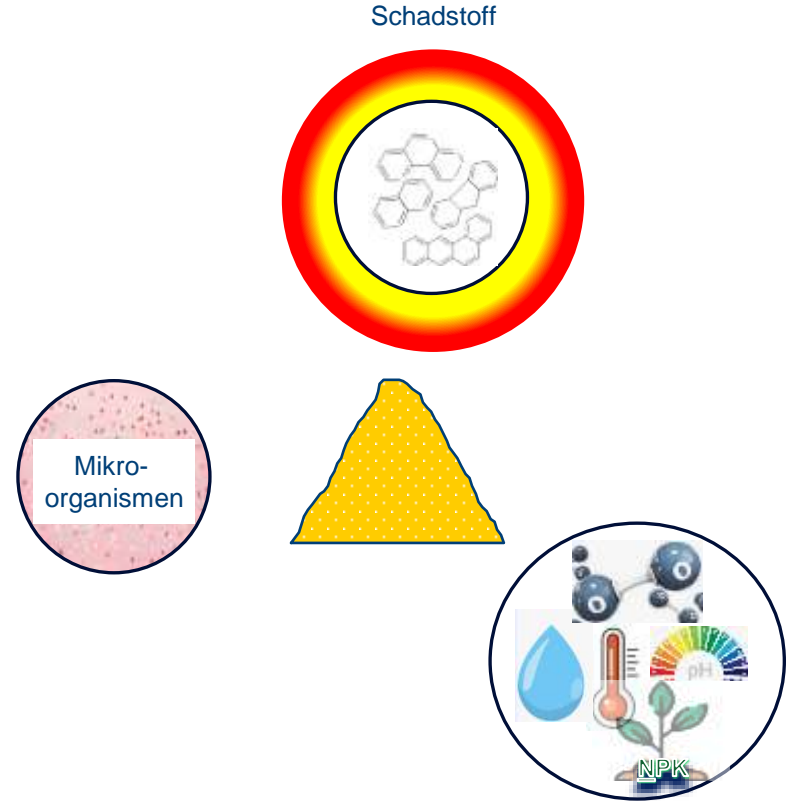
Als Endprodukte entstehen Kohlendioxid und Wasser



# Biologische Bodenbehandlung

Ob und in welchen Zeiträumen eine organische Substanz bzw. Kontamination abgebaut wird, hängt im wesentlichen von drei Faktoren ab:

- der chemischen Struktur der Verbindung bzw. Kontamination
- Schadstoffkonzentration
- den Mikroorganismen
- den Umweltparametern
  - Bodenart
  - Sauerstoff
  - Bodenfeuchte
  - Temperatur
  - pH-Wert
  - C/N/P-Verhältnis



# Mikrobiologisch abbaubare organische Schadstoffe

## Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)

- Benzine **++**
- Diesel **++**
- Kerosine **++**
- Schmieröle **+ bis (+)**
- Altöle **(+) bis (-)**

## Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

- 2-3-kernige **++ bis +**
- 4-kernige **(+) bis (-)**
- 6-kernige **(-)**

## Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

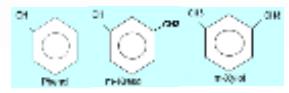
- Benzol **+**
- Toluol **+**
- Xylol **+**
- Ethylbenzol **+**

Phenole **+**

n-Alkane	Unverzweigte, gesättigte Kohlenwasserstoffe	<chem>CCCC</chem>
n-Alkene	Unverzweigte, ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit Doppelbindungen	<chem>CC=CC</chem>
n-Alkine	Unverzweigte, ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit Dreifachbindungen	<chem>CC#CC</chem>
Isokane	Verzweigte Kohlenwasserstoffe mit mehr als 4 C-Atomen	<chem>CC(C)CC</chem>
Cycloparaffin	Ringverbindungen, die ab 5 Kohlenstoffatome stabil sind	<chem>C1CCCCC1</chem>

PAK	Mehrkernige Ringe aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen (meist Benzolringe, 3-7)	
Naphthalin	<chem>c1ccc2ccccc2c1</chem>	
Phenanthren	<chem>c1ccc2c(c1)ccc3ccccc23</chem>	
Chrysen	<chem>c1ccc2c(c1)ccc3cc4ccccc4cc32</chem>	

Benzol	Ringverbindung mit 6 C-Atomen und drei Doppelbindungen	<chem>c1ccccc1</chem>
Toluol	Ringverbindung mit 6 C-Atomen, drei Doppelbindungen und einer CH <sub>3</sub> -Gruppe	<chem>Cc1ccccc1</chem>
p-Xylol	Ringverbindung mit 6 C-Atomen, drei Doppelbindungen und zwei CH <sub>3</sub> -Gruppen in para-Anordnung	<chem>Cc1ccc(C)cc1</chem>



## Unsere Mitarbeiter .... Mikroorganismen

Acinetobacter	Klebsiella	Pseudomonas
Actinomycetes	Leucothrix	Sphaerotilus
Alcaligenes	Micrococcus	Spirillum
Arthrobacter	Micromonospora	Streptomyces
Bacillus	Mycobacterium	Thermomicrobium
Brevibacterium	Mycococcus	Vibrio
Corynebacterium	Nocardia	Xanthomonas

**KW-abbauende Mikroorganismen  
- Bakterien -**

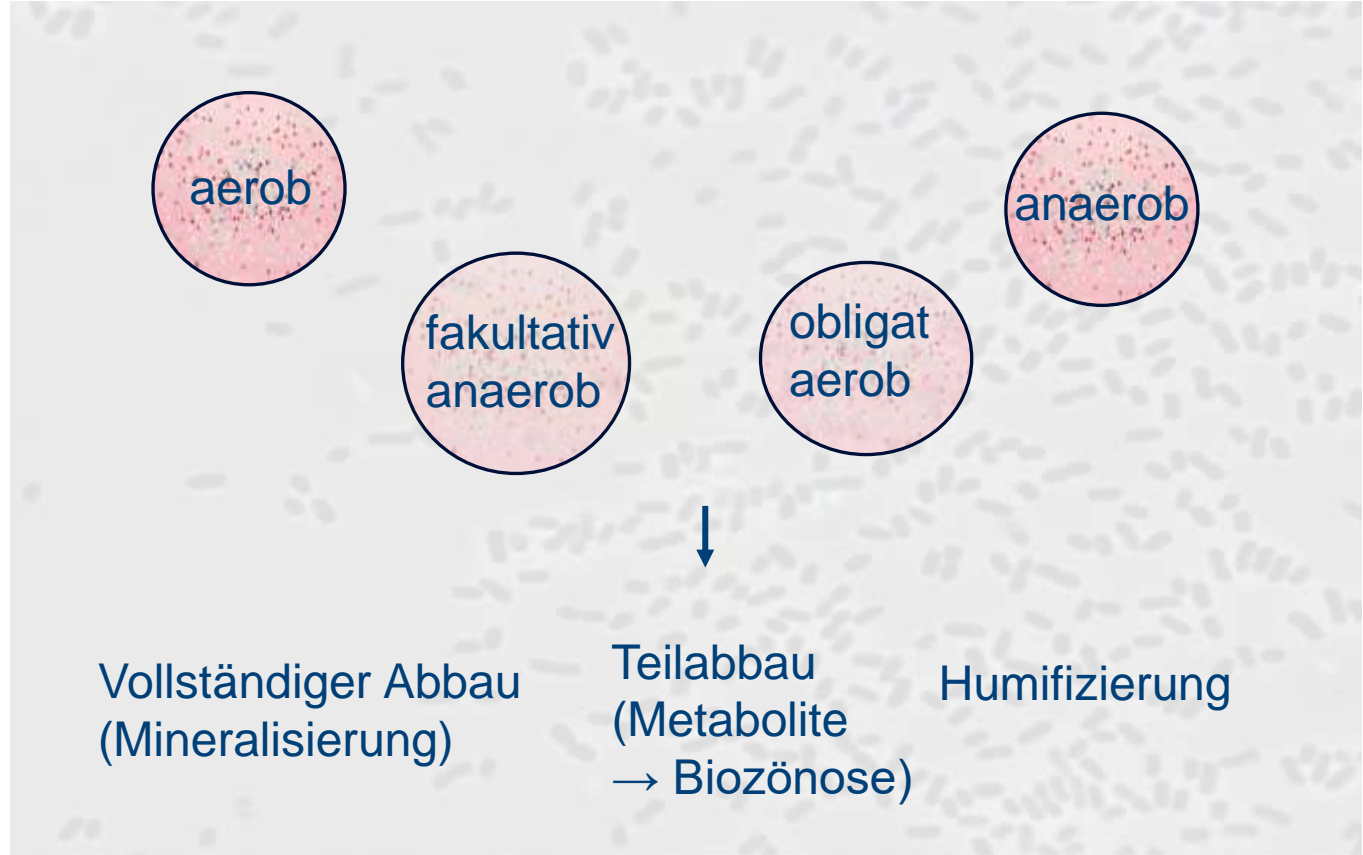
Aspergillus	Fusarium	Phoma
Aureobasidium	Gliocladium	Scolecobasidium
Beauveria	Graphium	Scopulariopsis
Candida	Hansenula	Sporobolomyces
Citromyces	Monilia	Rhodotorula
Chladosporidium	Mortierella	Tolypocladium
Debaryomyces	Paecilomyces	Torula
Endomyces	Penicillium	Torulopsis

**KW-abbauende Mikroorganismen  
- Pilze und Hefen -**

# Biologische Bodenbehandlung

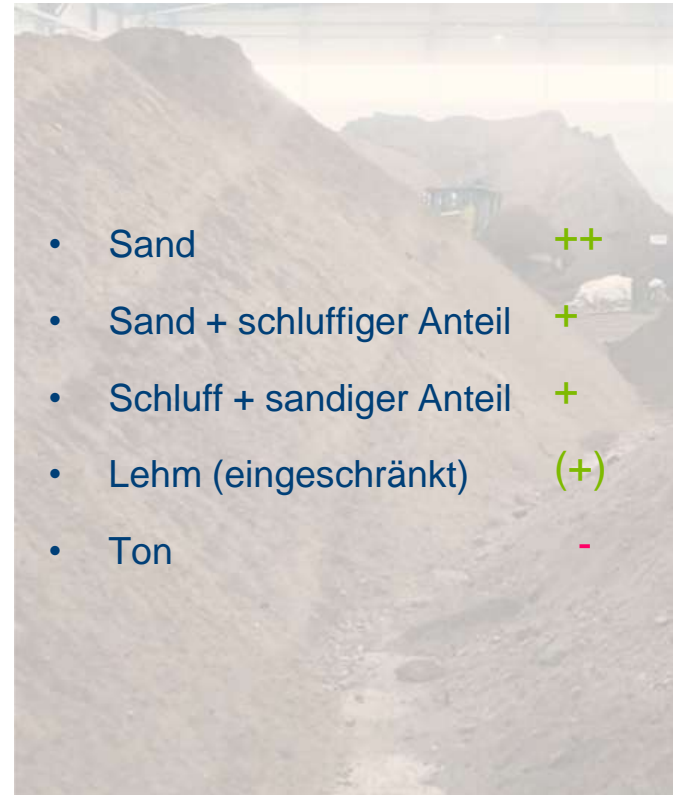
## Umweltparameter:

- Sauerstoff
- Bodenart
- Bodenfeuchte
- Temperatur
- pH-Wert
- C/N/P-Verhältnis



## Umweltparameter:

- Sauerstoff
- **Bodenart**
- Bodenfeuchte
- Temperatur
- pH-Wert
- C/N/P-Verhältnis





# Biologische Bodenbehandlung

## Umweltparameter:

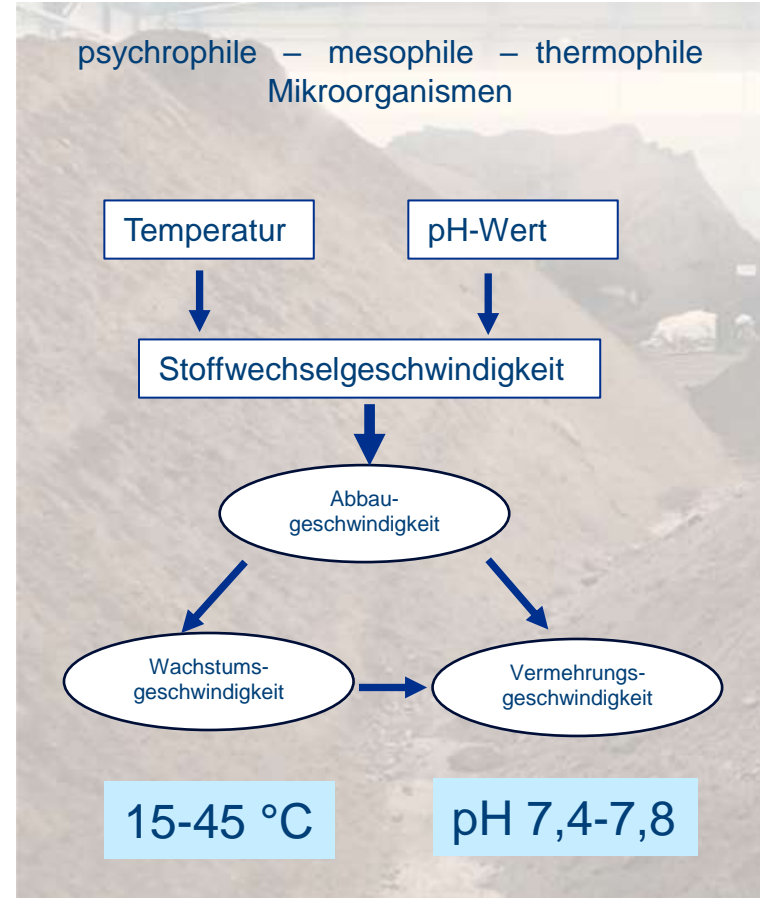
- Sauerstoff
- Bodenart
- **Bodenfeuchte**
- Temperatur
- pH-Wert
- C/N/P-Verhältnis



# Biologische Bodenbehandlung

## Umweltparameter:

- Sauerstoff
- Bodenart
- Bodenfeuchte
- Temperatur
- pH-Wert
- C/N/P-Verhältnis



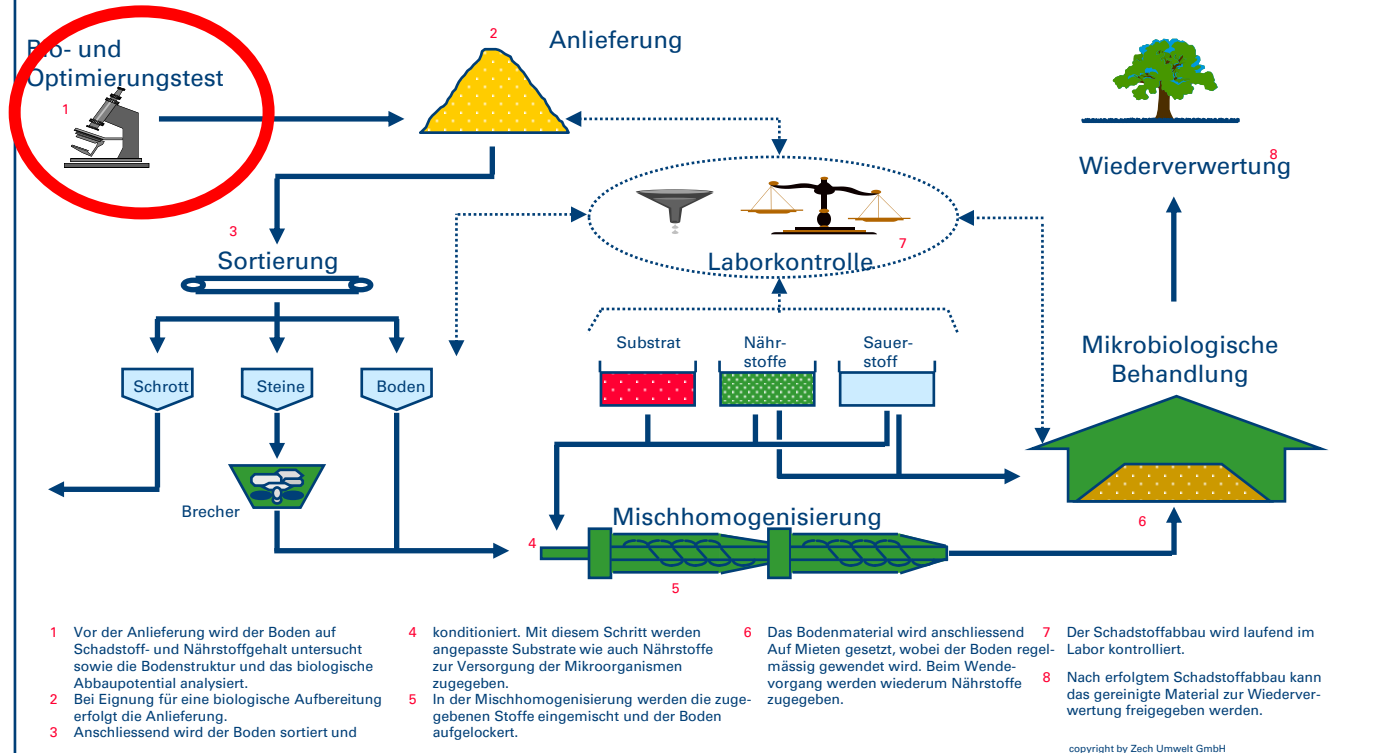
# Biologische Bodenbehandlung

## Umweltparameter:

- Sauerstoff
- Bodenart
- Bodenfeuchte
- Temperatur
- pH-Wert
- C/N/P-Verhältnis



# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



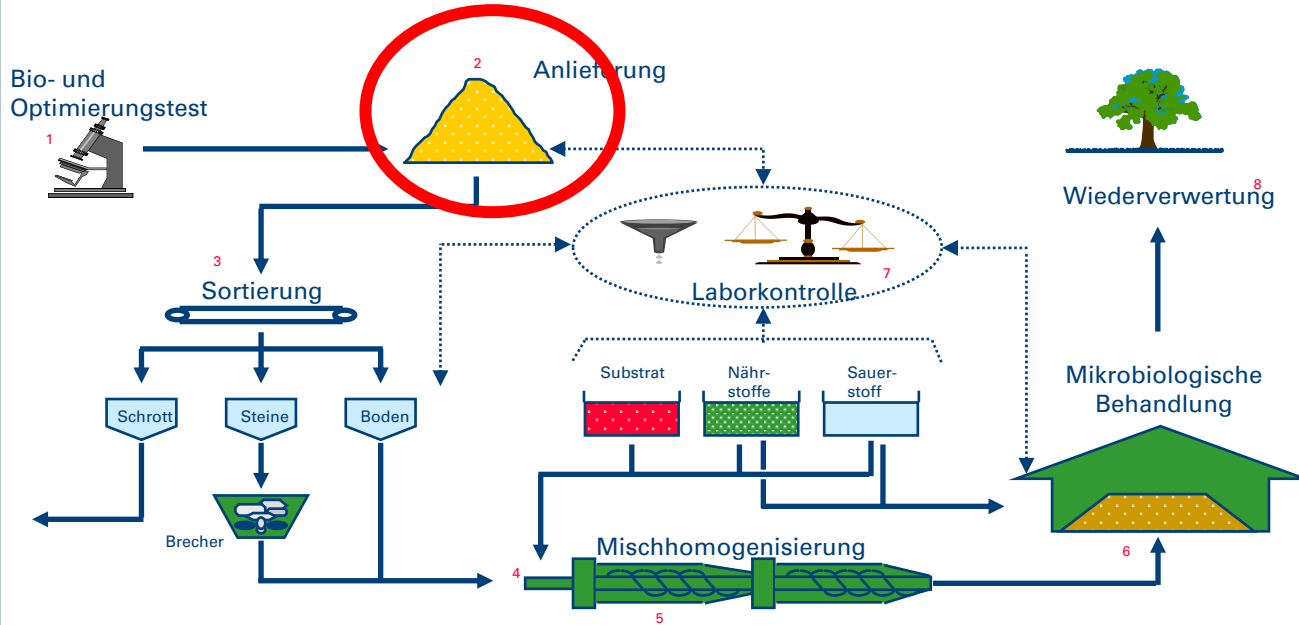
- 1 Vor der Anlieferung wird der Boden auf Schadstoff- und Nährstoffgehalt untersucht sowie die Bodenstruktur und das biologische Abbaupotential analysiert.
- 2 Bei Eignung für eine biologische Aufbereitung erfolgt die Anlieferung.
- 3 Anschliessend wird der Boden sortiert und

- 4 konditioniert. Mit diesem Schritt werden angepasste Substrate wie auch Nährstoffe zur Versorgung der Mikroorganismen zugegeben.
- 5 In der Mischhomogenisierung werden die zugegebenen Stoffe eingemischt und der Boden aufgelockert.

- 6 Das Bodenmaterial wird anschliessend Auf Mieten gesetzt, wobei der Boden regelmässig gewendet wird. Beim Wendevorgang werden wiederum Nährstoffe zugegeben.

- 7 Der Schadstoffabbau wird laufend im Labor kontrolliert.
- 8 Nach erfolgtem Schadstoffabbau kann das gereinigte Material zur Wiederverwertung freigegeben werden.

# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



- 1 Vor der Anlieferung wird der Boden auf Schadstoff- und Nährstoffgehalt untersucht sowie die Bodenstruktur und das biologische Abbaupotential analysiert.
- 2 Bei Eignung für eine biologische Aufbereitung erfolgt die Anlieferung.
- 3 Anschliessend wird der Boden sortiert und

- 4 konditioniert. Mit diesem Schritt werden angepasste Substrate wie auch Nährstoffe zur Versorgung der Mikroorganismen zugegeben.
- 5 In der Mischhomogenisierung werden die zugegebenen Stoffe eingemischt und der Boden aufgelockert.

- 6 Das Bodenmaterial wird anschliessend Auf Mieten gesetzt, wobei der Boden regelmässig gewendet wird. Beim Wendevorgang werden wiederum Nährstoffe zugegeben.

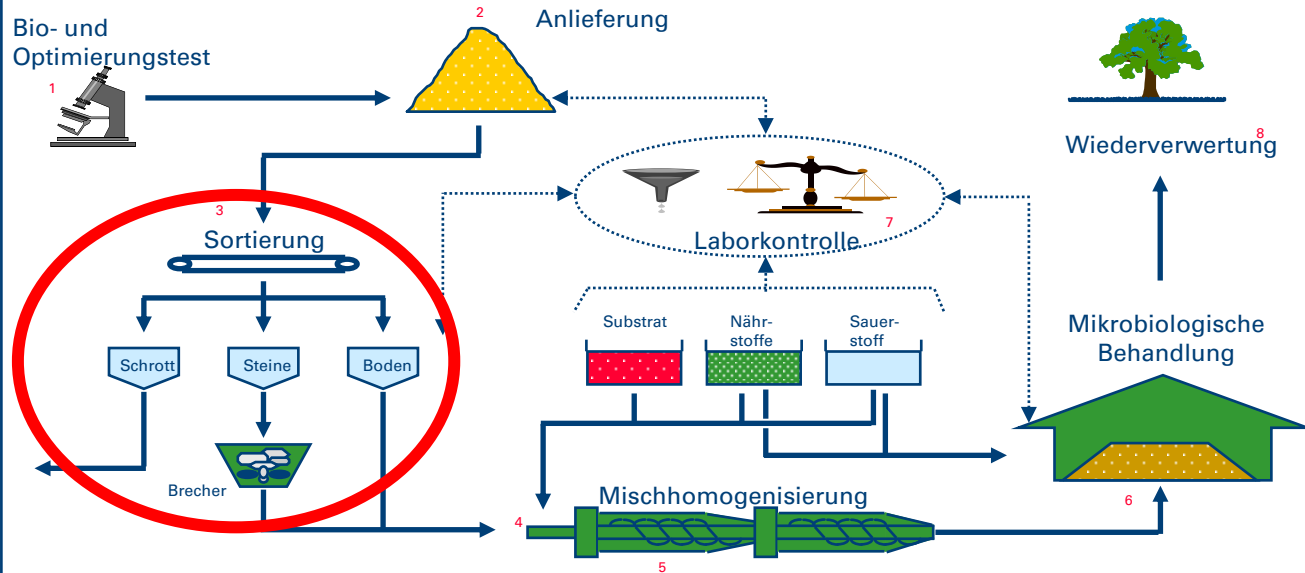
- 7 Der Schadstoffabbau wird laufend im Labor kontrolliert.
- 8 Nach erfolgtem Schadstoffabbau kann das gereinigte Material zur Wiederverwertung freigegeben werden.

copyright by Zech Umwelt GmbH

# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



- 1 Vor der Anlieferung wird der Boden auf Schadstoff- und Nährstoffgehalt untersucht sowie die Bodenstruktur und das biologische Abbaupotential analysiert.
- 2 Bei Eignung für eine biologische Aufbereitung erfolgt die Anlieferung.
- 3 Anschliessend wird der Boden sortiert und

- 4 konditioniert. Mit diesem Schritt werden angepasste Substrate wie auch Nährstoffe zur Versorgung der Mikroorganismen zugegeben.
- 5 In der Mischhomogenisierung werden die zugegebenen Stoffe eingemischt und der Boden aufgelockert.

- 6 Das Bodenmaterial wird anschliessend Auf Mieten gesetzt, wobei der Boden regelmässig gewendet wird. Beim Wendevorgang werden wiederum Nährstoffe zugegeben.

- 7 Der Schadstoffabbau wird laufend im Labor kontrolliert.
- 8 Nach erfolgtem Schadstoffabbau kann das gereinigte Material zur Wiederverwertung freigegeben werden.

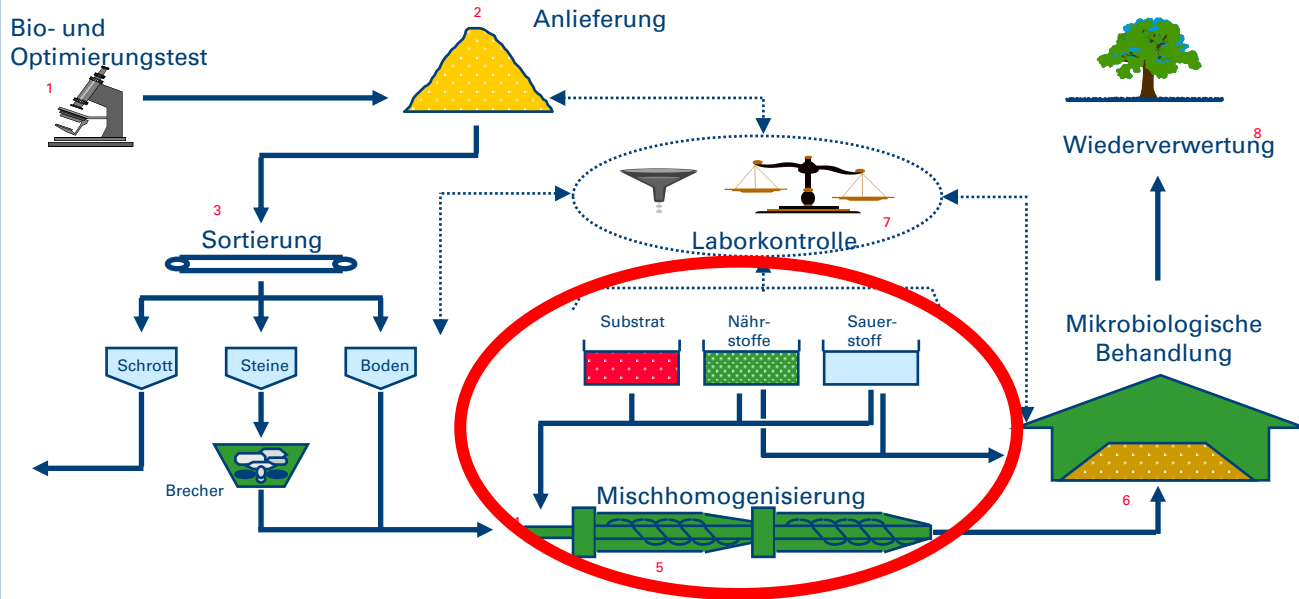
copyright by Zech Umwelt GmbH

# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren





# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



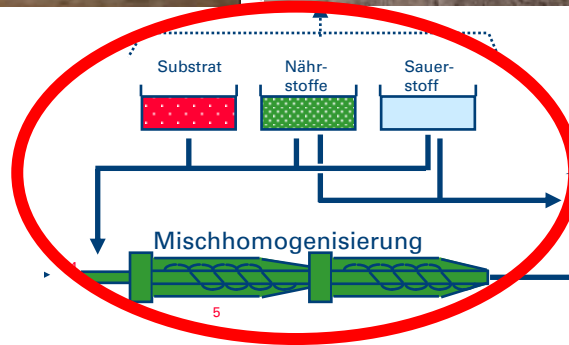
- 1 Vor der Anlieferung wird der Boden auf Schadstoff- und Nährstoffgehalt untersucht sowie die Bodenstruktur und das biologische Abbaupotential analysiert.
- 2 Bei Eignung für eine biologische Aufbereitung erfolgt die Anlieferung.
- 3 Anschliessend wird der Boden sortiert und

- 4 konditioniert. Mit diesem Schritt werden angepasste Substrate wie auch Nährstoffe zur Versorgung der Mikroorganismen zugegeben.
- 5 In der Mischhomogenisierung werden die zugegebenen Stoffe eingemischt und der Boden aufgelockert.

- 6 Das Bodenmaterial wird anschliessend Auf Mieten gesetzt, wobei der Boden regelmässig gewendet wird. Beim Wendevorgang werden wiederum Nährstoffe zugegeben.

- 7 Der Schadstoffabbau wird laufend im Labor kontrolliert.
- 8 Nach erfolgtem Schadstoffabbau kann das gereinigte Material zur Wiederverwertung freigegeben werden.

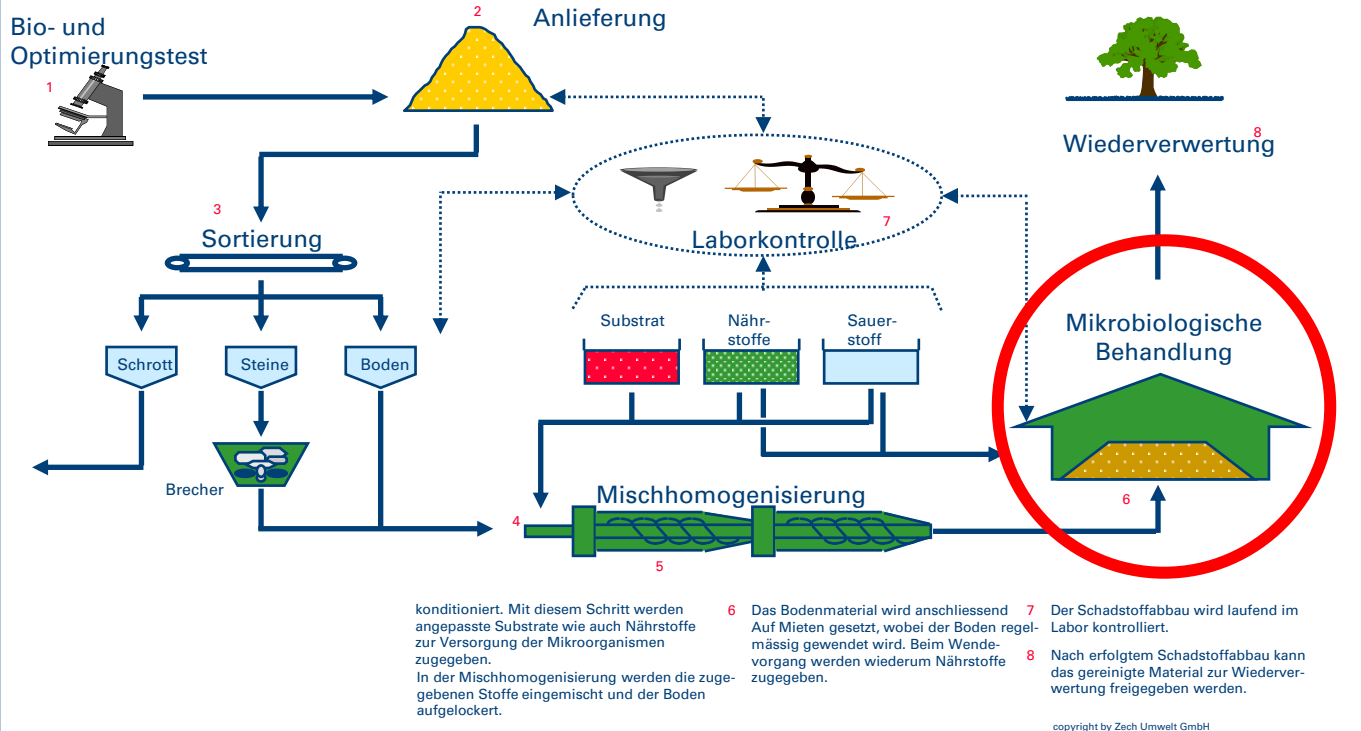
copyright by Zech Umwelt GmbH



5 konditioniert. Mit diesem Schritt werden angepasste Substrate wie auch Nährstoffe zur Versorgung der Mikroorganismen zugegeben. In der Mischhomogenisierung werden die zugegebenen Stoffe eingemischt und der Boden aufgelockert.

6 Das Bodenmaterial wird anschliessend Auf Mieten gesetzt, wobei der Boden regelmäßig gewendet wird. Beim Wendevorgang werden wiederum Nährstoffe zugegeben.

# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



## Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



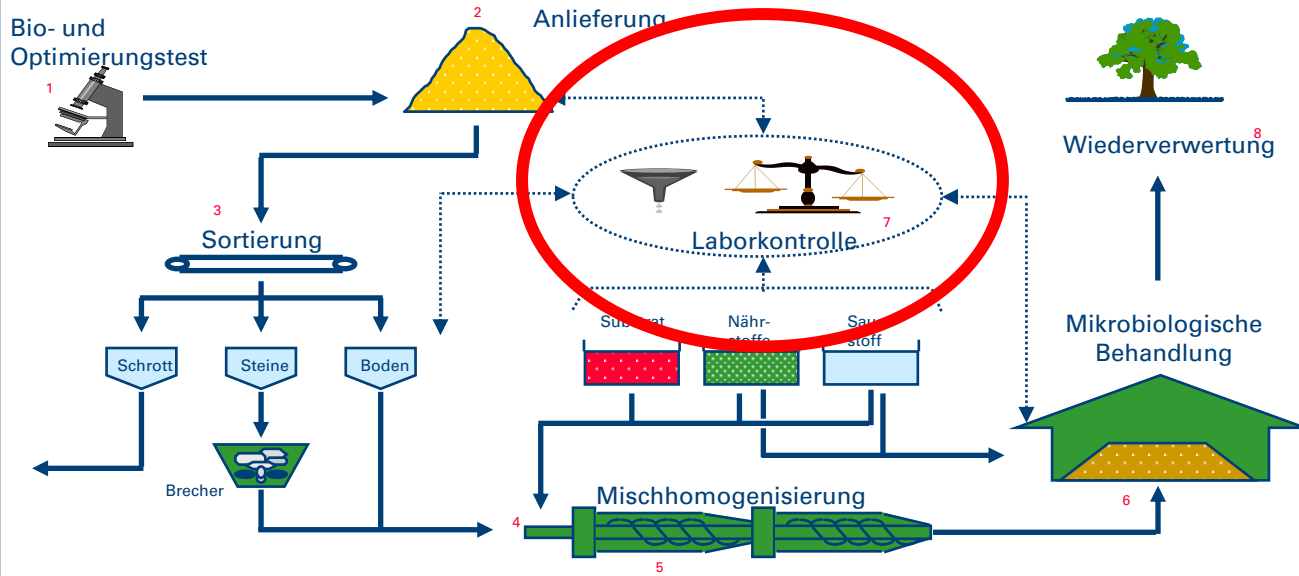
dynamisches  
Mietenverfahren

statisches  
Mietenverfahren

Mikrobiologische  
Behandlung



# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren



4 konditioniert. Mit diesem Schritt werden angepasste Substrate wie auch Nährstoffe zur Versorgung der Mikroorganismen zugegeben. In der Mischhomogenisierung werden die zugegebenen Stoffe eingemischt und der Boden aufgelockert.

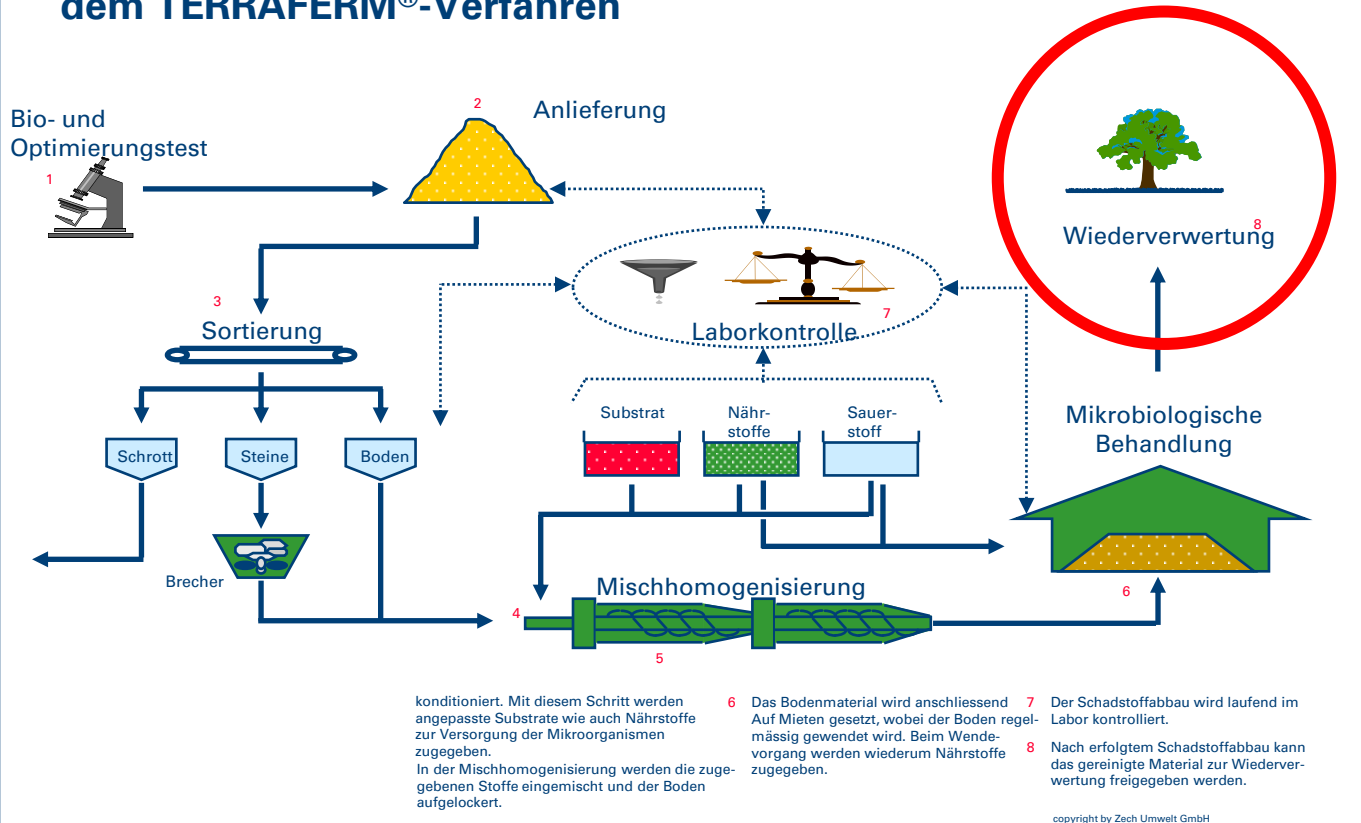
5 6 Das Bodenmaterial wird anschliessend Auf Mieten gesetzt, wobei der Boden regelmässig gewendet wird. Beim Wendevorgang werden wiederum Nährstoffe zugegeben.

7 Der Schadstoffabbau wird laufend im Labor kontrolliert.

8 Nach erfolgtem Schadstoffabbau kann das gereinigte Material zur Wiederverwertung freigegeben werden.

copyright by Zech Umwelt GmbH

# Biologische Bodensanierung nach dem TERRAFERM®-Verfahren







# ZECH

## BUILDING BUSINESS

Fotos und Abbildungen: © ZECH Umwelt GmbH