

Neue Bodenhilfsstoffe zur Erhaltung und Steigerung
der Bodenfruchtbarkeit im ökologischen Landbau

Klinoptilolith Zeolith - Ein Überblick

Dipl.-Ing. Nina Schulze (Hydrogeologin)

OWT OstWestTransfer

▶ *technology* ▶ *foreign trade* ▶ *consulting*



17.März 2011, Bad Dübén

Überblick

1. Einführung
2. Was sind Zeolithe?
3. Zeolith für der Bodenfruchtbarkeit
4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden
5. Beispiel eines typischen Naturzeoliths
6. Ausblick

1. Einführung

- 1.1 Gesunde Nahrungsmittel brauchen gesunde Böden
- 1.2 Verknappung von unbelasteten landwirtschaftlichen Flächen
- 1.3 Suche nach alternativen Bodenhilfsstoffen
- 1.4 Geschichte der Zeolithanwendung in der Landwirtschaft
- 1.5 Regelwerke

2. Was sind Zeolithe?

1.1 Entstehung, Struktur, Zusammensetzung

1.2 Haupteigenschaften von Zeolith

1.2.1 Ionenaustauschkapazität (KAK)
und Selektivität

1.2.2 Adsorption

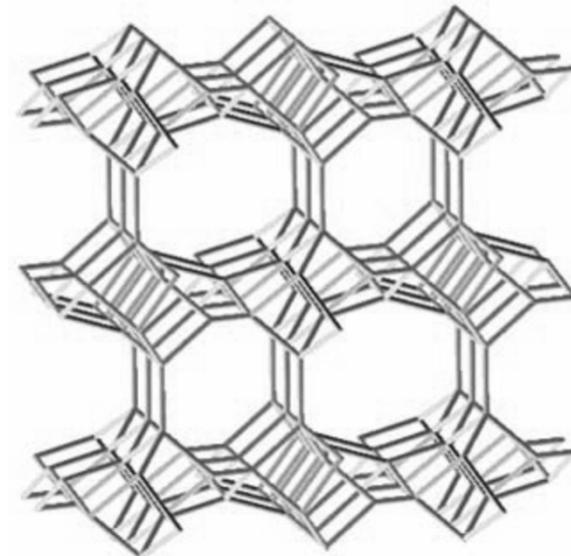
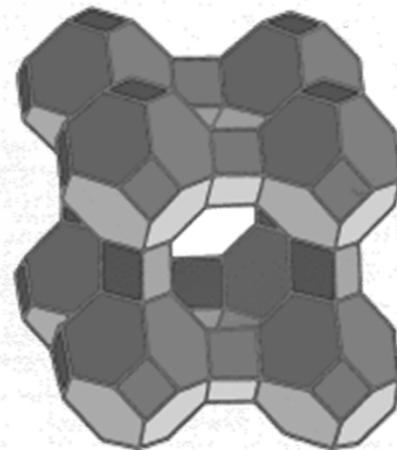
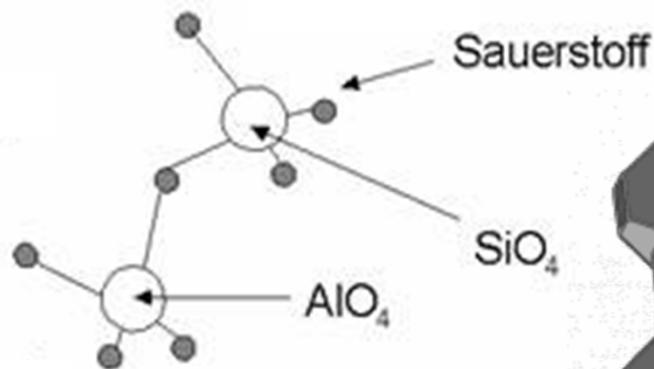
1.2.3 Reversible Hydratisierung

1.2.4 Katalytische Eigenschaften

1.2.5 Molekularsiebeigenschaften

Gitterstruktur

- Klinoptilolith



Mineral-technologische Typen von Zeolithrohstoffen

(nach Tschelischnew, 1988)

Rohstofftyp	Untertyp	Gehalt an Zeolith im Zeolithgestein, %	Anwendung
Klinoptilolithtyp	Klinoptilolithtyp	>50	A; IA; LW; BM
	Klinoptilolith- Montmorillonittyp	>40 >10	LW; BM
	Klinoptilolith- Mordenittyp	>40 >10	A; IA; LW; BM
Mordenittyp	Mordenittyp	>50	A; IA; LW; BM
	Mordenit- Klinoptilolithtyp	>40 >10	A; IA; LW; BM
Heulandittyp		>50	LW; BM
Filipsittyp		>50	IA; LW; BM
Schabasittyp		>50	A

Klassifikation der Lagerstätten von Naturzeolithen nach Zusammensetzung von Austauschungen

(nach Tschelischnew, 1988)

Lagerstättentyp	Relativer Gehalt an Austauschungen	Vorzugsbereich für die Anwendung
Kalzium-Natriumtyp	Na>Ca>K	Ionenaustausch
Natrium-Kalziumtyp	Ca>Na>K	Adsorption
Kalzium-Kalium	K>Ca>Na	Pflanzenanbau
Kalium-Kalzium	Ca>K>Na	Tierhaltung
	Na>K>Ca	

3. Zeolith für die Bodenfruchtbarkeit

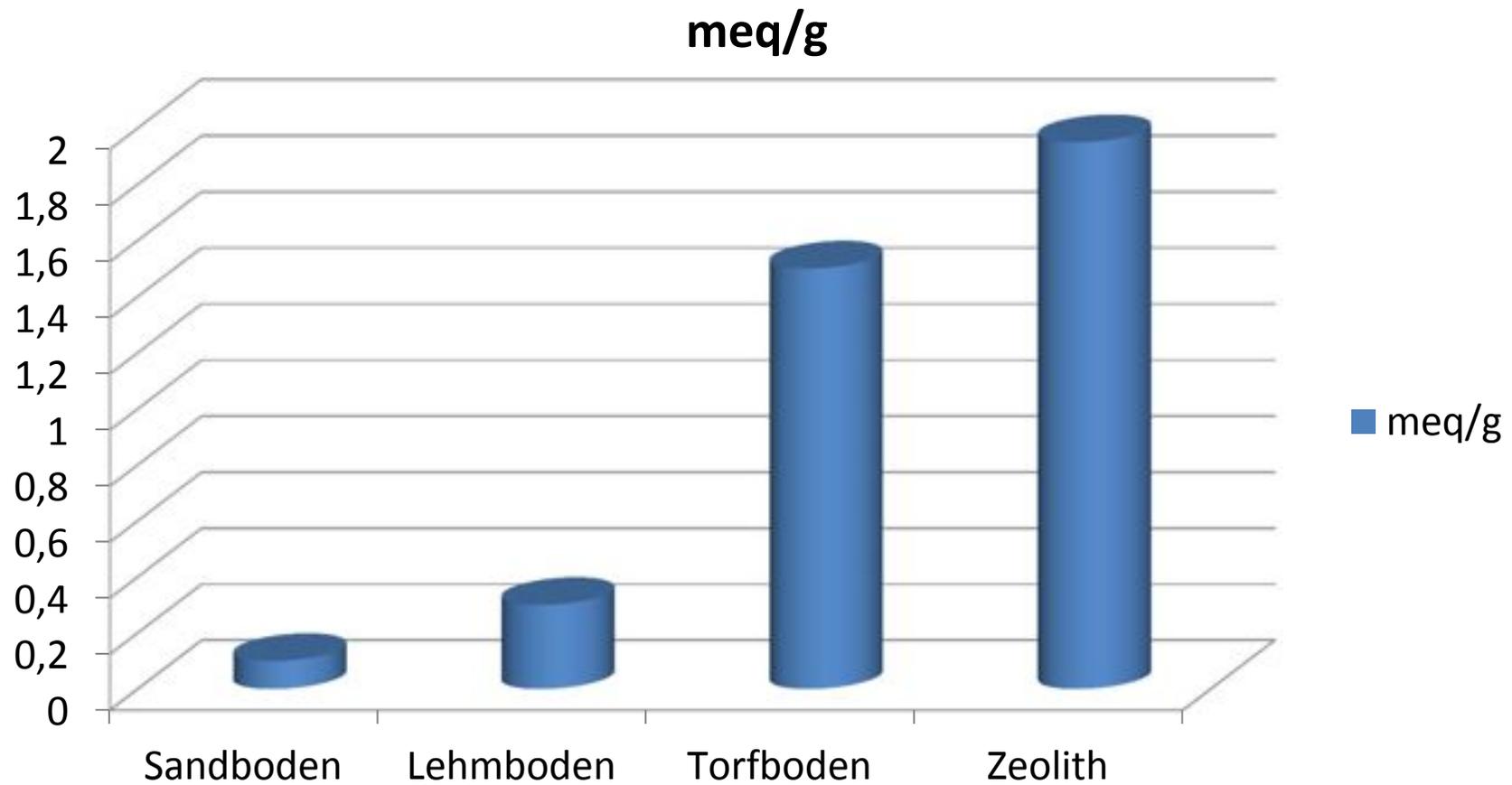
- Zeolith als Bodenverbesserer und Bodendoktor

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

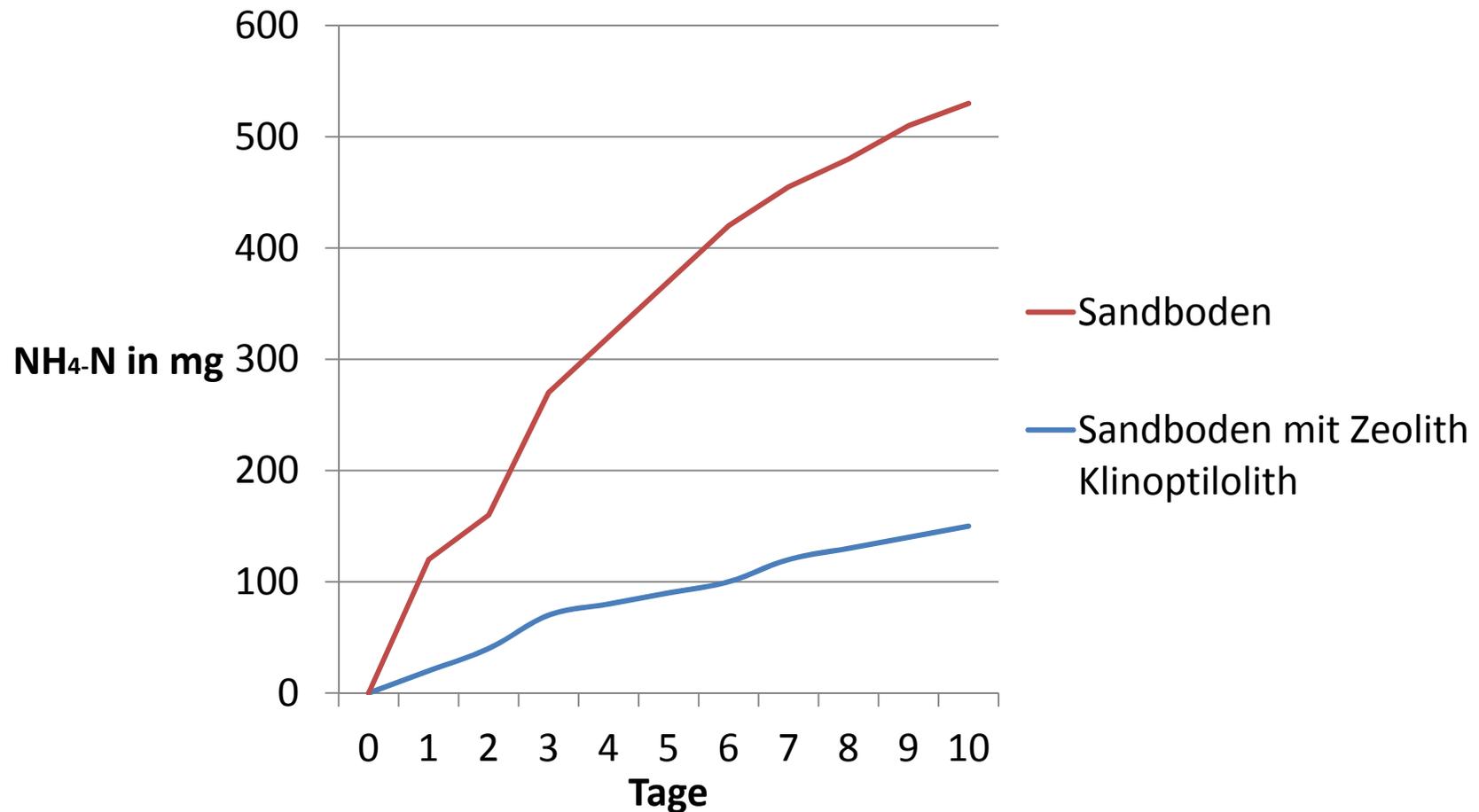
Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

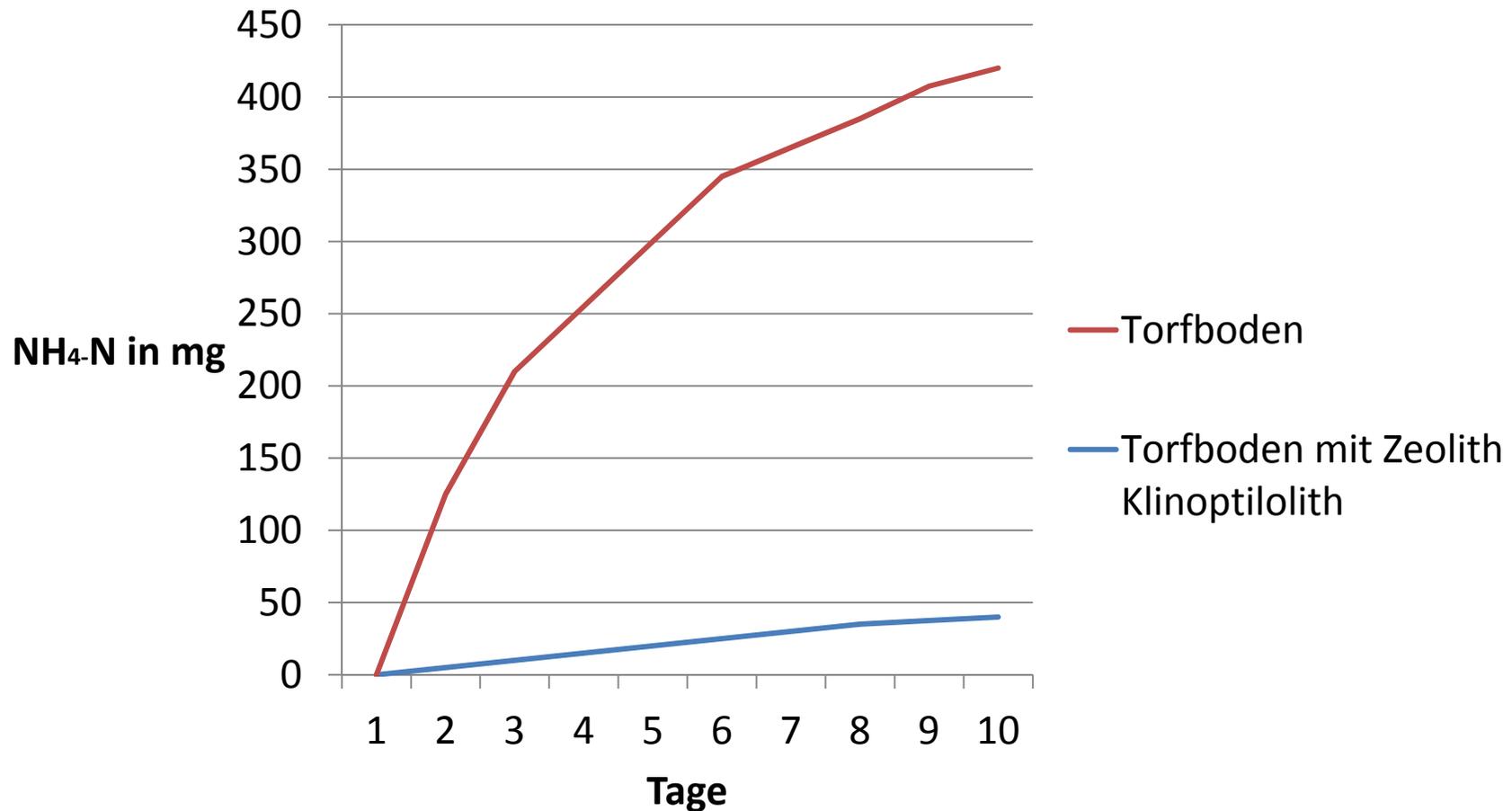
Kationenaustauschkapazität



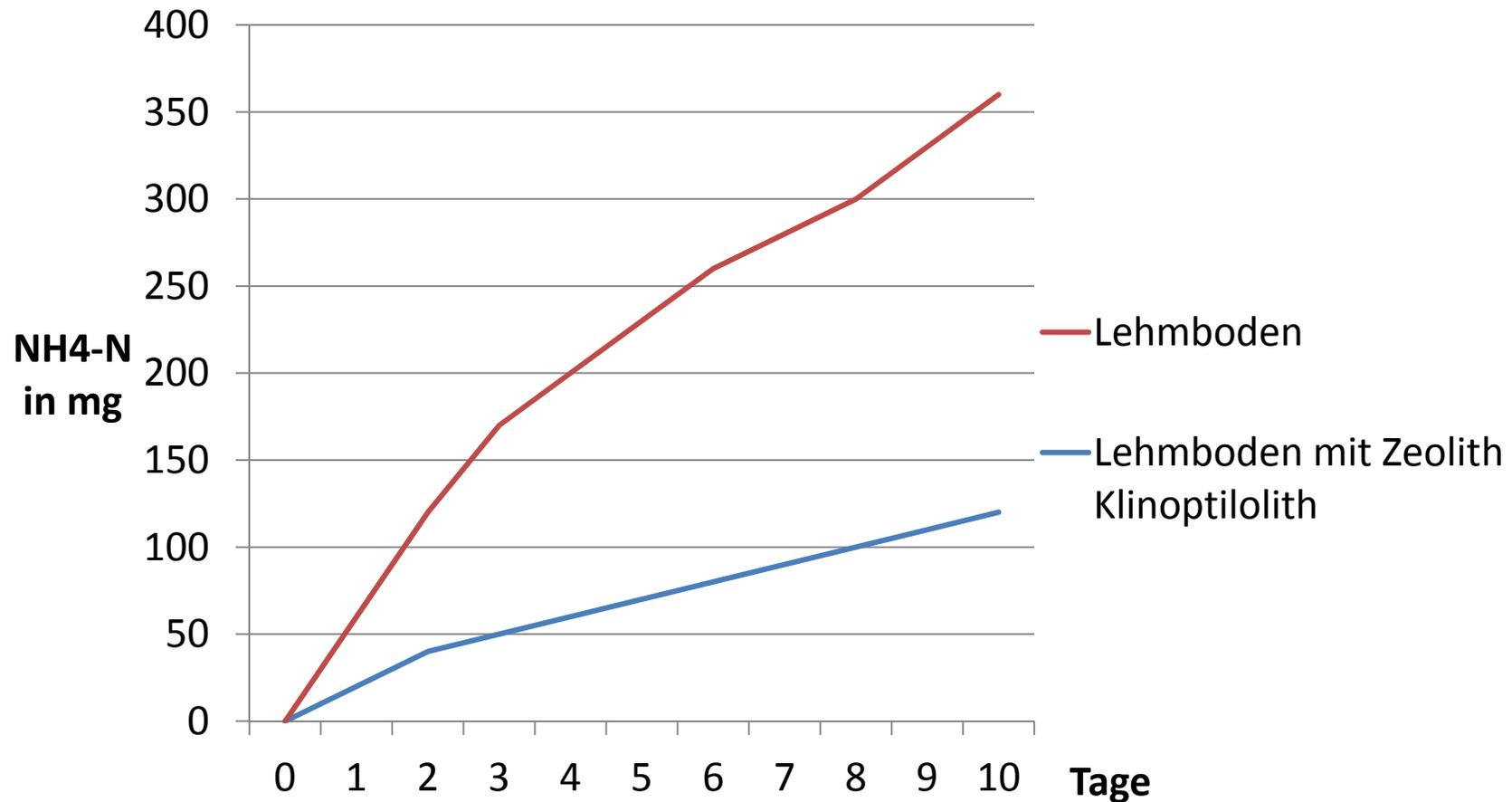
Gehalt von $(\text{NH}_4)^+$ in Sandböden



Gehalt von $(\text{NH}_4)^+$ in Torfboden



Gehalt von $(\text{NH}_4)^+$ in Lehmboden



4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

Bindung von Ammonium-Stickstoff vom Boden im Beisein von Zeolith

Zeolithart (Menge, t/ha)	Ausgewaschen, mg/kg	Gebunden, mg/kg
Kontrolle (ohne Zeolith)	168	86
Klinoptilolith		
(28)	133	59
(56)	84	104
(112)	29	139

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

Versuchsergebnisse Adsorption – Desorption im System Boden – KL – K⁺

Varianten	Vor Eluierung		Nach Eluierung		Austausch- kapazität K ⁺ , meq/100g Boden
	Menge K ⁺ im Filtrat, mg/100ml	Menge sorbiertes K ⁺ , mg/10g Boden	Menge K ⁺ im Filtrat, mg/100ml	Menge sorbiertes K ⁺ , mg/10g Boden	
Roterde	2,8	2,2	0,7	1,5	6,51
+ 5% KL	1,8	3,2	0,6	2,6	8,82
+ 10% KL	0,9	4,1	0,5	3,6	13,48
+ 15% KL	0,3	4,7	0,3	4,4	17,86
Podzolboden	2,9	2,1	1,05	1,05	5,53
+ 5% KL	2,1	2,8	0,9	2,0	8,76
+ 10% KL	1,9	3,1	0,2	2,9	12,38
+ 15% KL	0,6	4,4	0,12	4,28	16,57

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

Anzahl von Ionen $(\text{NO}_3)^-$ und $(\text{PO}_4)^{3-}$ im Boden und in der Lauge bei Zugabe von KL

Zusammensetzung	$(\text{NO}_3)^-$ mg/g		$(\text{PO}_4)^{3-}$ mg/g	
	Abfluss	Boden	Abfluss	Boden
Boden	4,24	0,76	3,68	1,32
Boden + KL	2,85	2,15	2,14	2,99

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

Einfluss des KL auf pH-Wert des Bodens

Zusammensetzung	Bodentyp	
	Roterde	Podzolboden
Boden	4,2	4,6
Boden + Torf (5 %)	4,0	4,3
Boden + Torf (5 %) +KL (10 %)	5,4	5,6

Einfluss des Klinoptilolith auf den pH-Wert des Bodens

Zusammensetzung	pH	Menge des freigesetzten CO ₂ in 24h	
		mg/kg (Boden)	kg/ha (Boden)
Boden	4,20	1,28	1600
Klinoptilolith	9,20	0	0
Torf	4,30	0,14	175
Klinoptilolith + Torf (1:1)	5,75	0,16	200
Boden + Klinoptilolith (9:1)	5,80	4,2	5250
Boden + Torf (9:1)	4,25	1,30	1625
Boden + Klinoptilolith + Torf (8:1:1)	5,40	1,83	2287
Boden + Klinoptilolith (4:1)	6,1	6,46	8075
Boden + Torf (4:1)	4,28	1,33	1663
Boden + Klinoptilolith + Torf (3:1:1)	5,90	2,37	2962

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

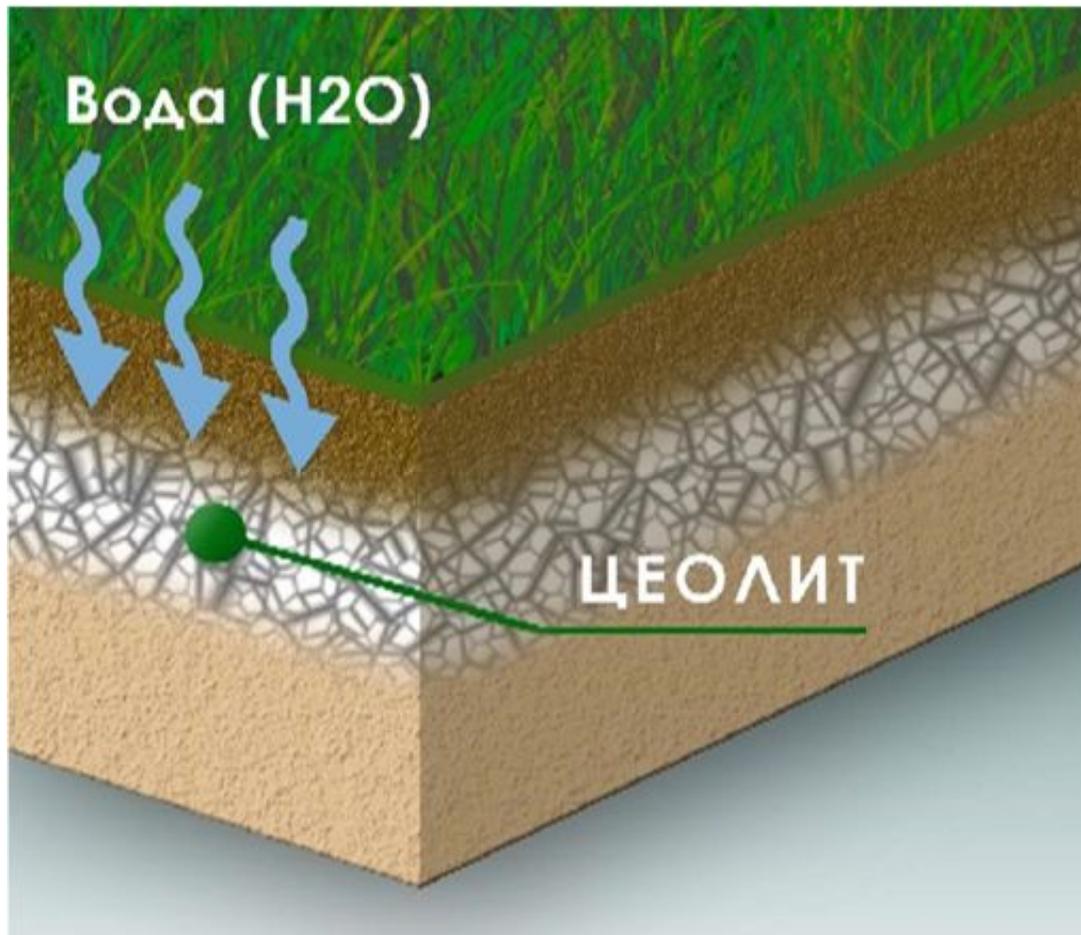
Einfluss von Zeolith auf

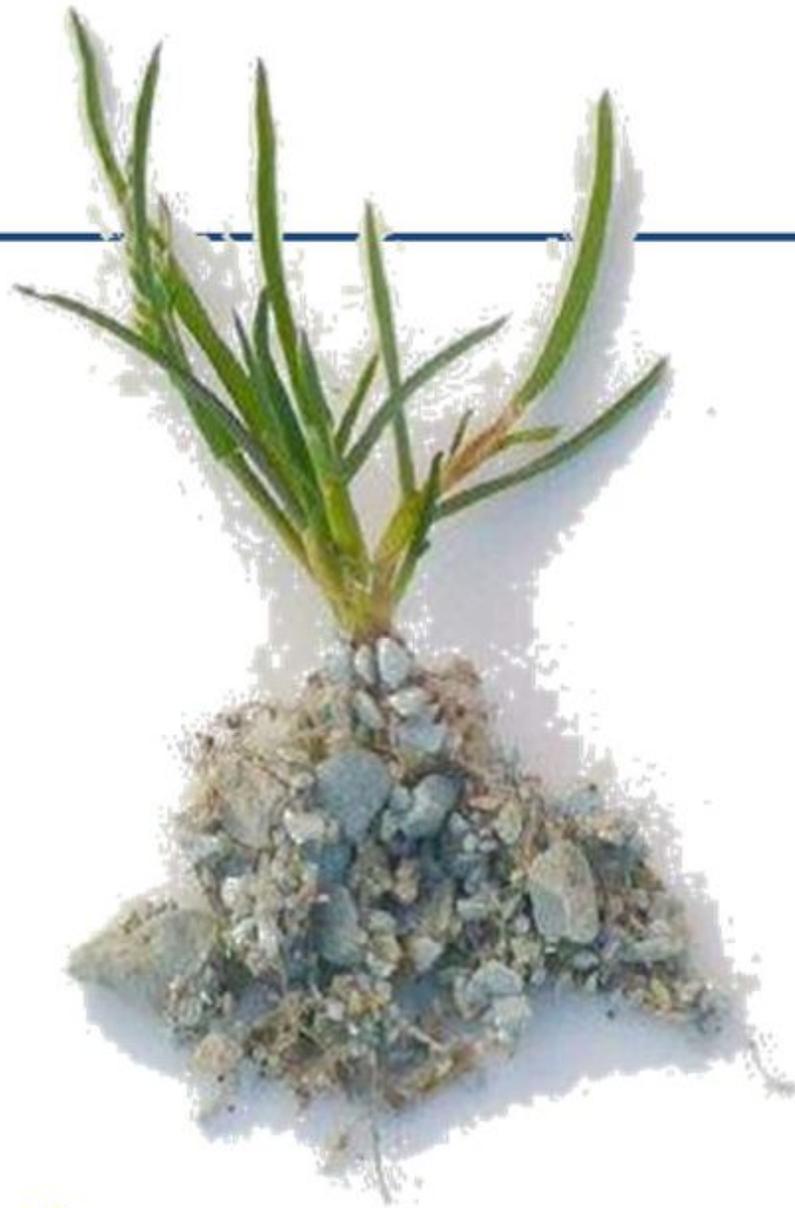
- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- **Bodenstruktur**
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- **Wasser- und Lufthaushalt**
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137





4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- **Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zönose**
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137

Mikroflora-Produktivität in Abhängigkeit von Bodenzusammensetzung

Bodenzusammensetzung	Biomassemenge	
	kg/t	t/ha
Boden	2,69	8,08
Boden + Torf (5 %)	0,89	2,66
Boden + KL (5 %)	5,32	15,96
Boden + Torf (5 %) + KL (5 %)	4,80	11,64

Anteil an Actinomizeten in Böden (Mass. in %) an Gesamtmasse von Mikroflora

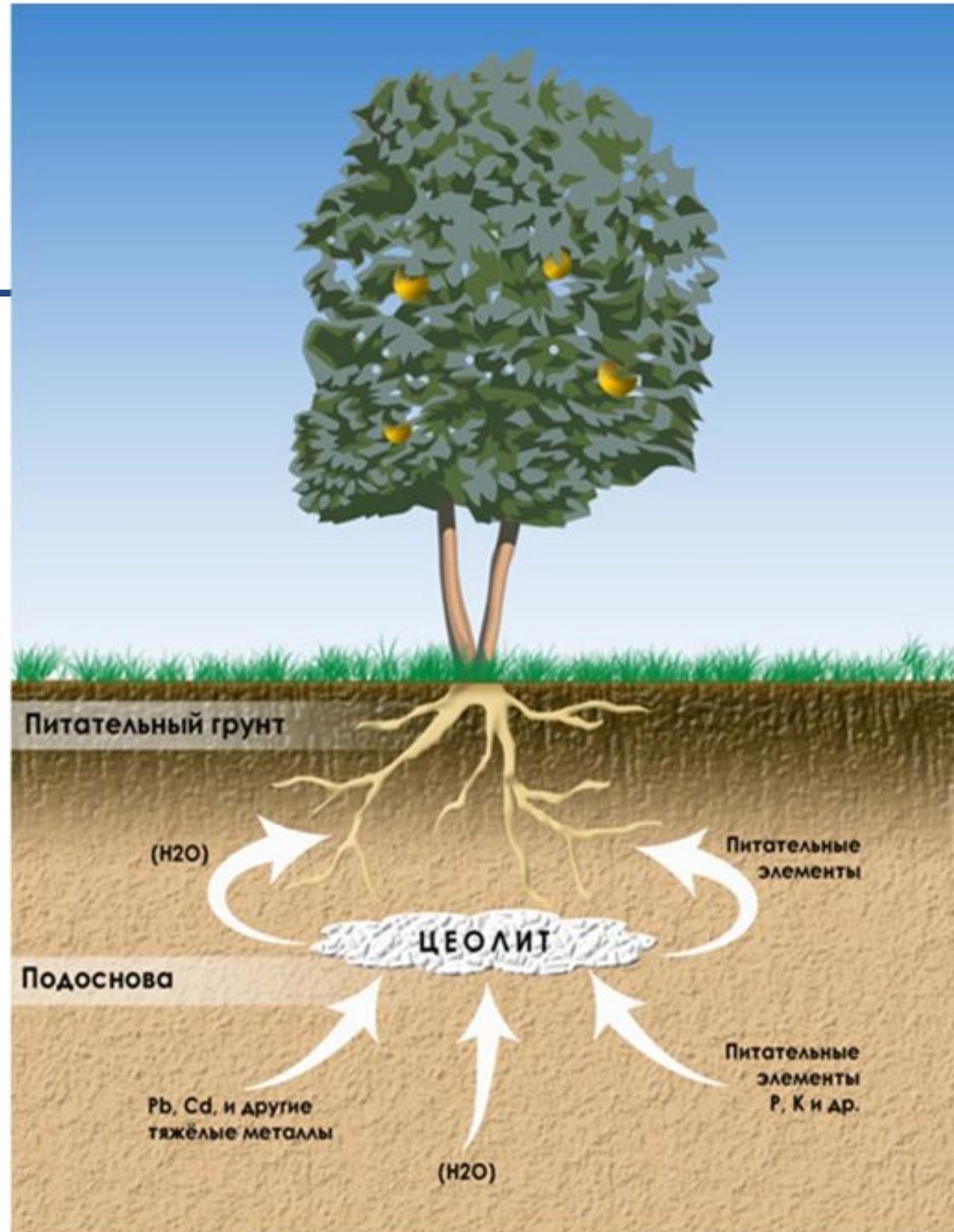
Zusammensetzung	Anteil an Aktinomizetten, %
Roterde	18–20
Podzolboden	22–25
Roterde + KL	30–40
Humus-Karbonatboden	60–70

Produktivität von Bakterienmasse steigt nach dem Eintrag von KL in den Boden und beeinflusst positiv den Bodenbiozönose, fördert die Transformation organischer Verbindungen in die für die Mikroorganismen und Pflanzen zugängliche und verwertbare Form.

4. Wirkungsmechanismen von Zeolith im Boden

Einfluss von Zeolith auf

- Ionenaustauschkapazität der Böden
- Speicherung von Ammonium
- Anreicherung von Kalium
- Si-Balance
- (PO₄)-
- pH-Wert des Bodens
- Humusgehalt
- Bodenstruktur
- Wasser- und Lufthaushalt
- Nützliche Mikroflora bzw. mikrobielle Zenose
- Binden von Schadstoffen wie Schwermetalle
- Binden von Radionukliden, z. B. Sr-90 und Cz-137



5. Beispiel eines typischen Naturzeoliths



5. Beispiel eines typischen Naturzeoliths



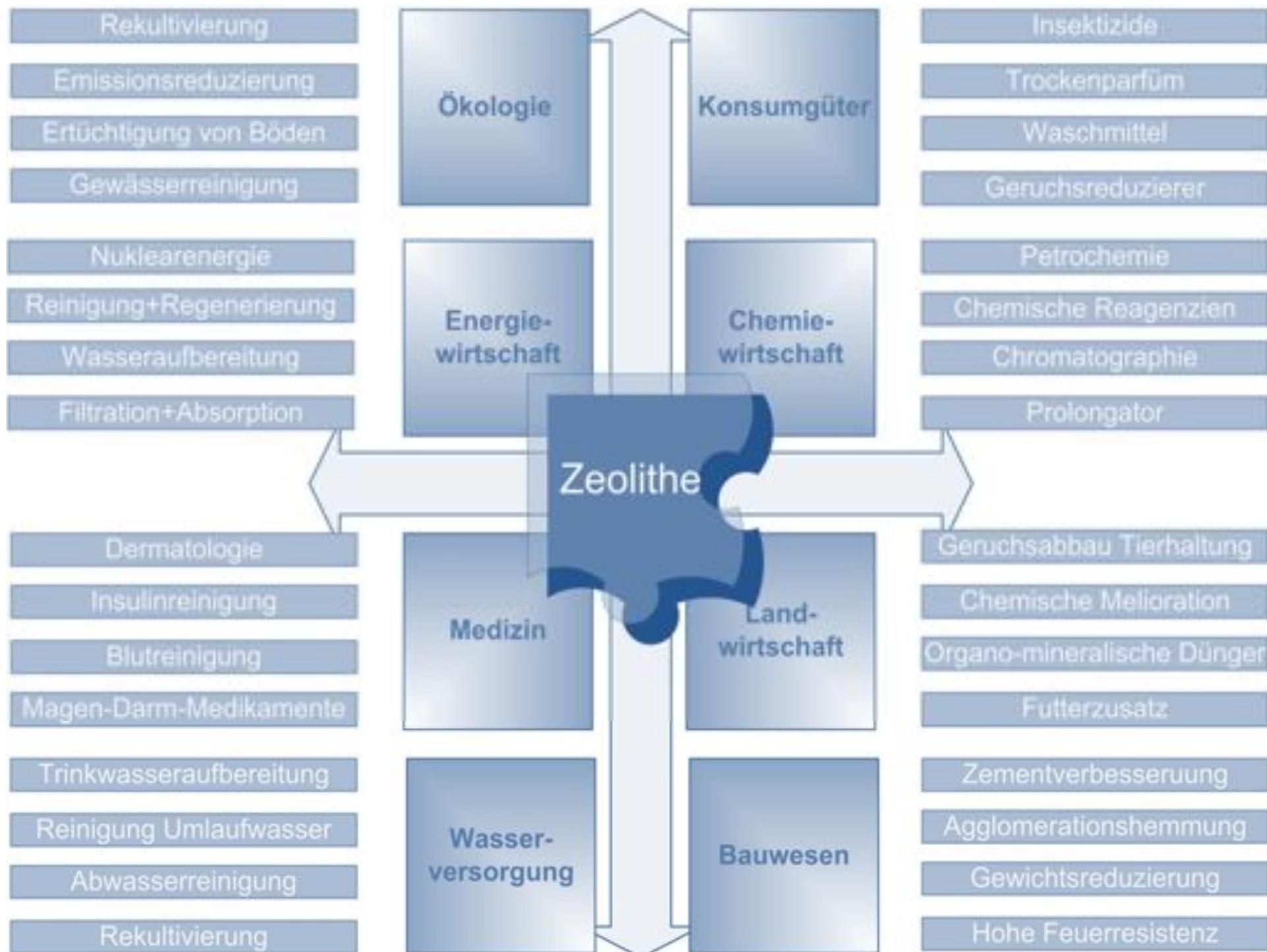
5. Beispiel eines typischen Naturzeoliths



6. Ausblick

Zeolith

Ein Mineral macht Karriere





Kontakt

Dipl.-Ing. Nina Schulze

Zeolithwelt GmbH
Kirchstraße 1
04565 Regis-Breitingen

Telefon 034343/ 91 09 41
Mail nina.schulze@zeolithwelt.de
Web www.zeolithwelt.de
www.ostwesttransfer.de