

Nachhaltige Gewässersanierung

Innovation für die (Um)Welt und Landwirtschaft

Erfahrung von fünf Kontinenten

Seit 2014 entwickeln die BluePlanet Labs eigene Produkte, haben Patente angemeldet, Bio-Zertifizierungen erhalten und Hunderte von Versuchen in den Bereichen Landwirtschaft, Aquakultur und Umwelt auf fünf Kontinenten durchgeführt. BluePlanet Germany ist Teil des weltweiten Netzwerkes und verantwortlich für Mitteleuropa.

PERFORMANCE

BP-Produkte bieten eine bessere Wirksamkeit als herkömmliche Behandlungen und verbessern die Systemleistung in der Regel um 30 % oder mehr.

KOSTENREDUKTION

BP-Produkte halten dieses Leistungsversprechen ein und senken gleichzeitig die Betriebskosten erheblich.

NACHHALTIGKEIT

BP-Produkte sind ganz natürliche, biologisch abbaubare und umweltfreundliche Alternativen zu chemischen Behandlungen.

ÖKOLOGISCH

Zertifizierte Bioprodukte durch OMRI, IOFGA/EU und Control Union.



John Morell, President, BluePlanet Labs, USA



Wesley Morell, COO & Executive Vice President, BluePlanet Labs USA



Julian Beatty, NOVA Q LTD, Ireland



BluePlanet South America



Heiner Dominick, CEO, BluePlanet South Africa

Innovation für die (Um)Welt und Landwirtschaft

Erfahrung von fünf Kontinenten

Seit 2014 entwickeln die BluePlanet Labs eigene Produkte, haben Patente angemeldet, Bio-Zertifizierungen erhalten und Hunderte von Versuchen in den Bereichen Landwirtschaft, Aquakultur und Umwelt auf fünf Kontinenten durchgeführt. BluePlanet Germany ist Teil des weltweiten Netzwerkes und verantwortlich für Mitteleuropa.

PERFORMANCE

BP-Produkte bieten eine bessere Wirksamkeit als herkömmliche Behandlungen und verbessern die Systemleistung in der Regel um 30 % oder mehr.

KOSTENREDUKTION

BP-Produkte halten dieses Leistungsversprechen ein und senken gleichzeitig die Betriebskosten erheblich.

NACHHALTIGKEIT

BP-Produkte sind ganz natürliche, biologisch abbaubare und umweltfreundliche Alternativen zu chemischen Behandlungen.

ÖKOLOGISCH

Zertifizierte Bioprodukte durch FiBL, OMRI, IOFGA/EU und Control Union.

Die Produkte von BluePlanet sind in zahlreichen Ländern der Welt bio-zertifiziert, so auch in Deutschland



Umfangreiches Wissen in wichtigen Bereichen

Erfahrung von fünf Kontinenten



LANDWIRTSCHAFT

Bahnbrechende organische Alternative zur Verringerung des Bedarfs an chemischen Düngemitteln und Pestiziden

Organisch und sicher

Signifikante Ertragssteigerungen

Bessere Erntequalität

Probiotische Tierhaltung

Reduzierter Wasserverbrauch

Niedrige Investitionskosten



AQUAKULTUR

Reduzierung von organischen Abfällen und Ammoniak

Verbesserte Wasserqualität und Abfluss

Verbesserte F/M und Ertrag

Bessere Krankheitsresistenz

Geringere Sterblichkeit



ABWASSER

Verbesserung der Systemkapazität um bis zu 45 % ohne Investitionsbedarf

Verbesserte Methanproduktion in Biomasse-/Biogasanlagen

Geringere Kosten für Schlammbehandlung und Wartung

Verbesserte Abwassereinleitung und Einhaltung von Vorschriften



UMWELT REMEDICATION

Natürliche Lösungen für die Beseitigung von Verschmutzungen

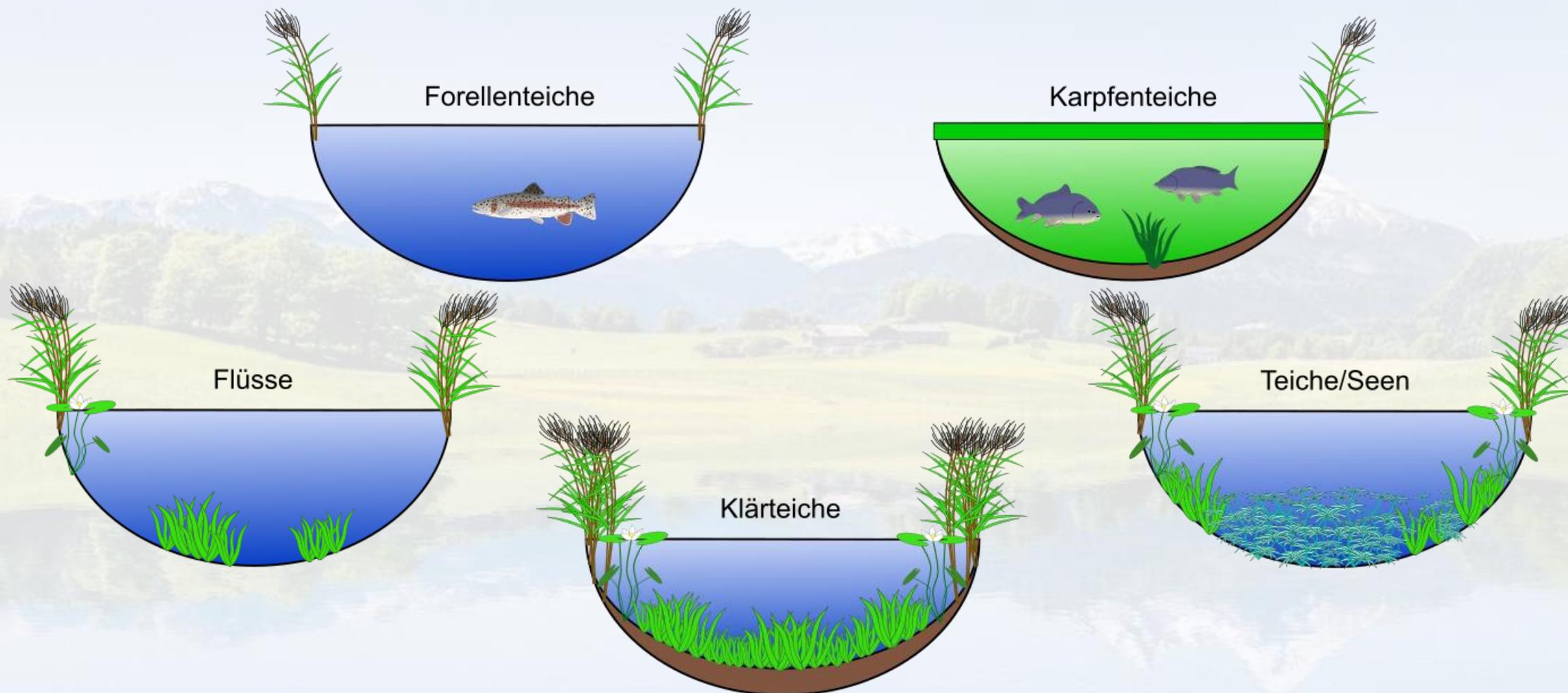
In-Situ-Sanierung von kontaminierten Böden und Gewässern, einschließlich Ölverschmutzungen sowie industrielle und landwirtschaftliche Abwässer

Spezielle Lösungen für den Abbau von Schadstoffen wie Lindan und DDT

Zielstellung

Gewässerbehandlung

Unterschiedliche Zielstellungen für das Behandlungskonzept



Nährstoffmanagement

Wiederherstellung der Nährstoffgleichgewichte und Reduktion von überschüssigen Nährstoffen

- Beseitigung überschüssiger Nährstoffe, insbesondere Stickstoff- und Phosphorverbindungen
- Herstellung von Nährstoffgleichgewichten. Erreichen des optimalen C/N/P Verhältnisses 106:16:1 (Redfield-Verhältnis)¹
- Algen / Wasserpflanzen und Bakterien konkurrieren um die gleichen Nährstoffe. Der Nährstoff im Minimum ist der limitierende Faktor.²

Ausgewogenes Zusammenspiel Algen / Pflanzen / Bakterien ist entscheidend für die Funktionen des aquatischen Ökosystems.³

Minimum



Minimumgesetz, Justus von Liebig

[1] Wilfried Schönborn, Ute Risse-Buhl, Lehrbuch der Limnologie, 2. vollständig überarbeitete Auflage, Verlag Schweizerbart, S. 373

[2] Srivastava, J.K., Chandra, H., Kalra, S.J.S. *et al.* Plant–microbe interaction in aquatic system and their role in the management of water quality: a review. *Appl Water Sci* 7, 1079–1090 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0415-2>

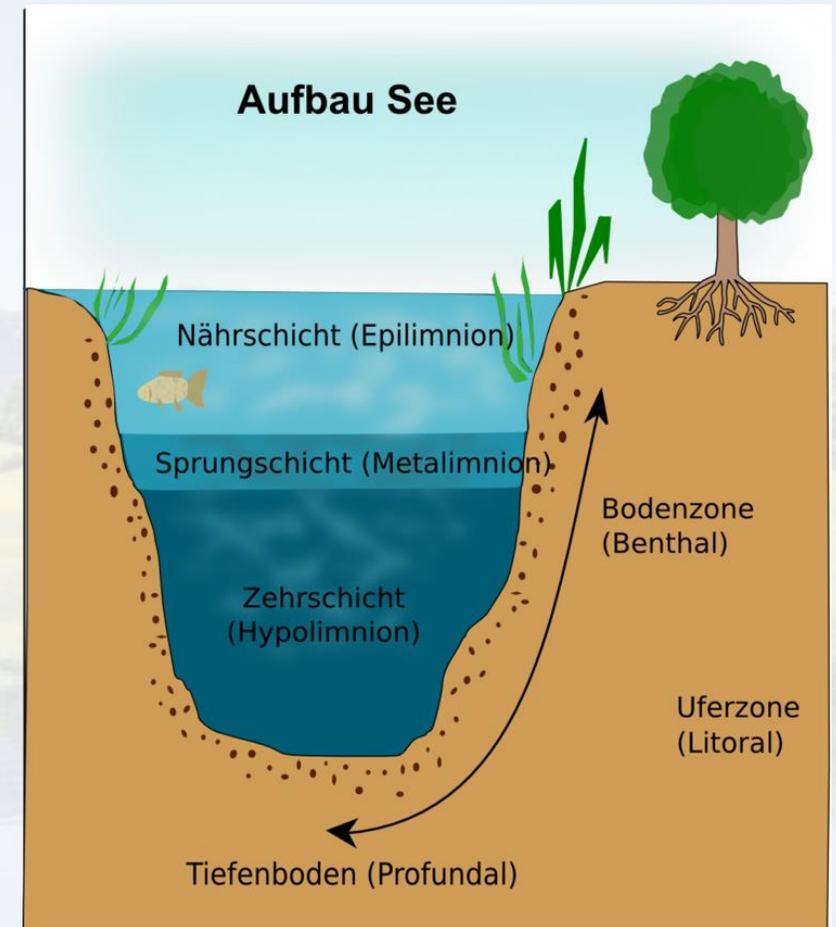
[3] Ashraf, S., Afzal, M., Naveed, M., Shahid, M., & Ahmad Zahir, Z. (2018). Endophytic bacteria enhance remediation of tannery effluent in constructed wetlands vegetated with *Leptochloa fusca*. *International Journal of Phytoremediation*, 20(2), 121–128.

<https://doi.org/10.1080/15226514.2017.1337072>

Sauerstoffmanagement

Wiederherstellung aller wichtigen Funktionen

- Wiederherstellung und Beibehaltung des natürlichen Gewässermilieus und der Mikrohabitate ohne künstliche Durchmischung
- Wiederherstellung und Aufrechterhaltung aller natürlichen Funktionen, insbesondere auch der Nährstoffkreisläufe
- Ausreichend Sauerstoff für alle natürlichen Prozesse und Organismen im aquatischen System
- Verhinderung von Aufschwemmung von Nährstoffen und Sedimenten



Schlammabbau

Reduzierung von Fäulnis und organischem Sediment

- Der aerobe Abbau von Kohlenstoffverbindungen, Fetten, Proteinen, Stärke und Zellulose führt zu einer deutlichen Verringerung des Schlammvolumens.¹
- Durch den kontrollierten aeroben Abbau des Schlammes wird die Freisetzung von Nährstoffen in die Wassersäule minimiert, wodurch das Potenzial für Eutrophierung und schädliche Algenblüten verringert wird.
- Das Wachstum anaerober Bakterien wird wirksam reduziert, was zu einer schnellen und wirksamen Geruchsbekämpfung führt.
- Beseitigung der Sauerstoffzehrung am Gewässergrund
- Anorganisches Material wird durch Entzug organischer Anteile verdichtet.



[1] SCHRÖDER, D. (1992): Bodenkunde in Stichworten - Stuttgart, Gebrüder Borntraeger Verlag.

Ziele der Behandlung von Standgewässern

Wiederherstellung der natürlichen Gleichgewichte

- Signifikante Reduzierung der Schlammschicht und Verhinderung der Fäulnis am Gewässergrund
- Beseitigung der Nährstoffüberschüsse im Gewässer
- Wiederherstellen der natürlichen Gleichgewichte
- Verbesserung der Tiergesundheit
- Erhöhung der Artenvielfalt

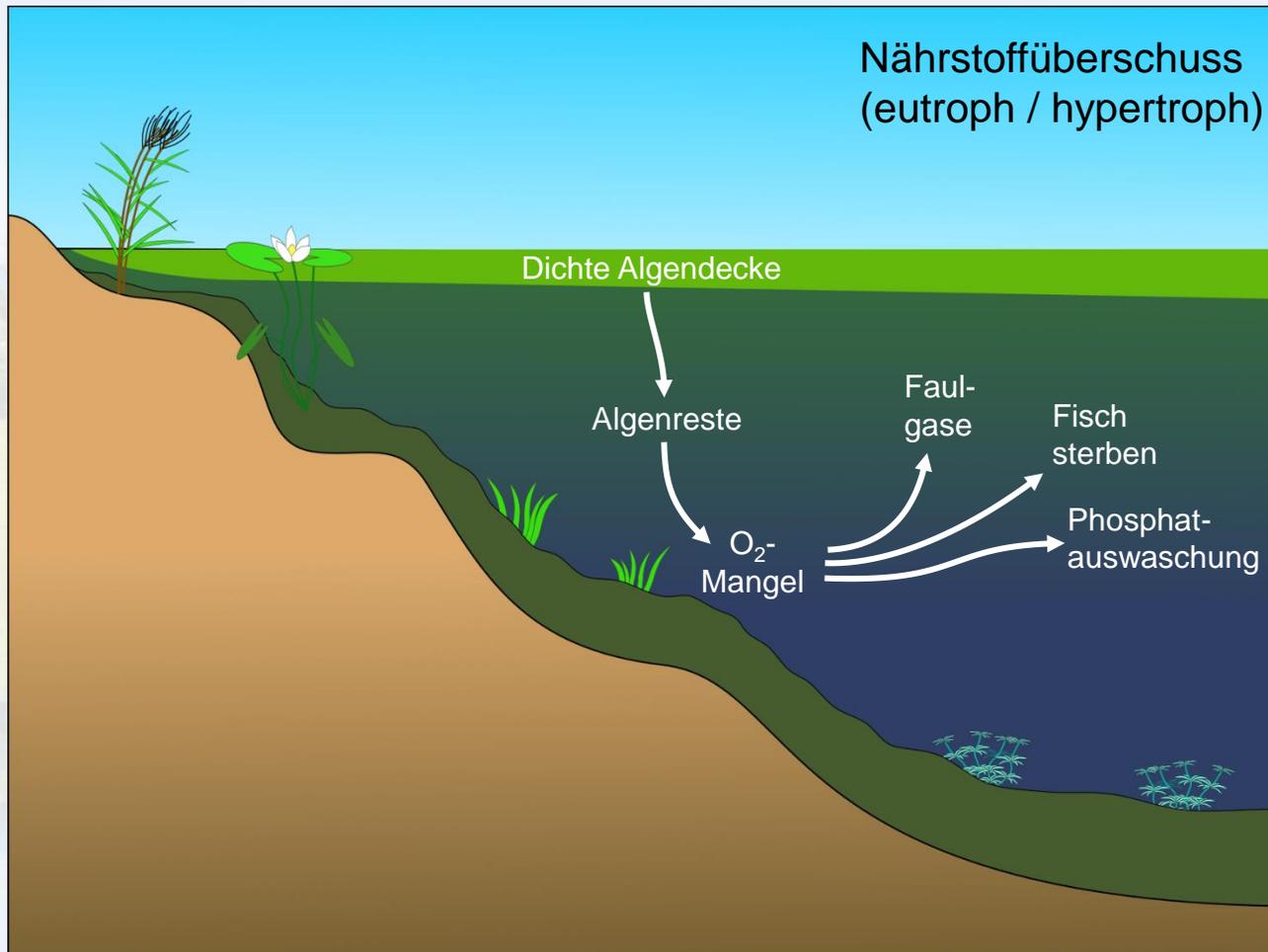


A background image of a pond or lake with tall reeds in the foreground and a hazy, misty atmosphere. The text is overlaid on this image.

Situation der Teiche und Seen

Eutrophe Gewässer – Nährstoffüberschuss

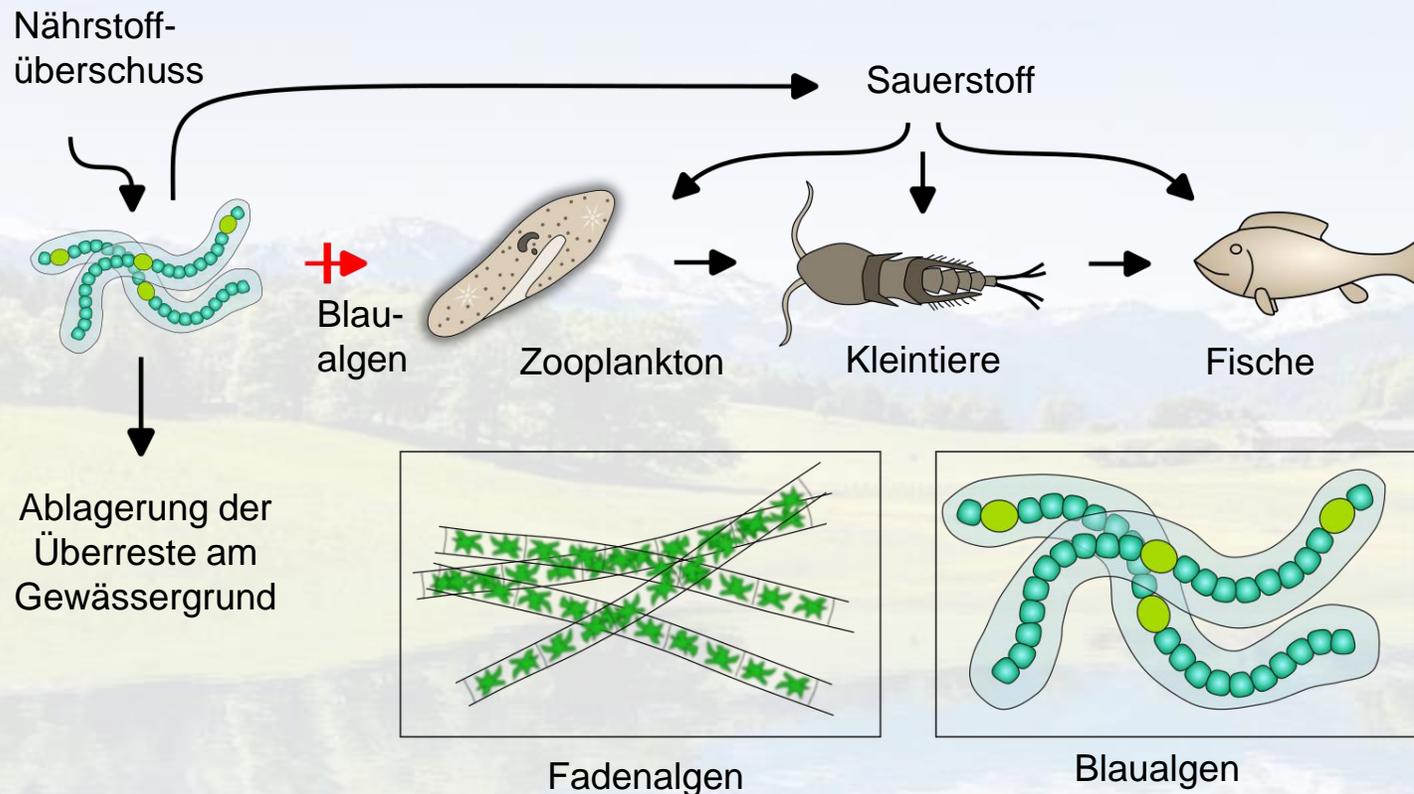
Algenblüten dominieren



- Der Nährstoffüberschuss entsteht durch Einträge und Phosphatauswaschung aus dem Sediment. Überschuss führt zum Wachstum des Phytoplanktons (Algen).
- Dichte Algendecke führt zu:
 - Dunkelheit am Gewässergrund und Absterben der Wasserpflanzen
 - Risiko der Produktion von Giftstoffen
 - Akkumulation abgestorbener Algen und Sauerstoffmangel am Gewässergrund
 - Sauerstoffmangel an der Seeoberfläche in Dunkelphasen und speziell im Herbst.
- Beim Abbau der Schlamme am Gewässergrund kommt es zu Sauerstoffmangel, zur Entstehung giftiger Faulgase und zur Auswaschung von Phosphat.

Nahrungskette im eutrophen Gewässer

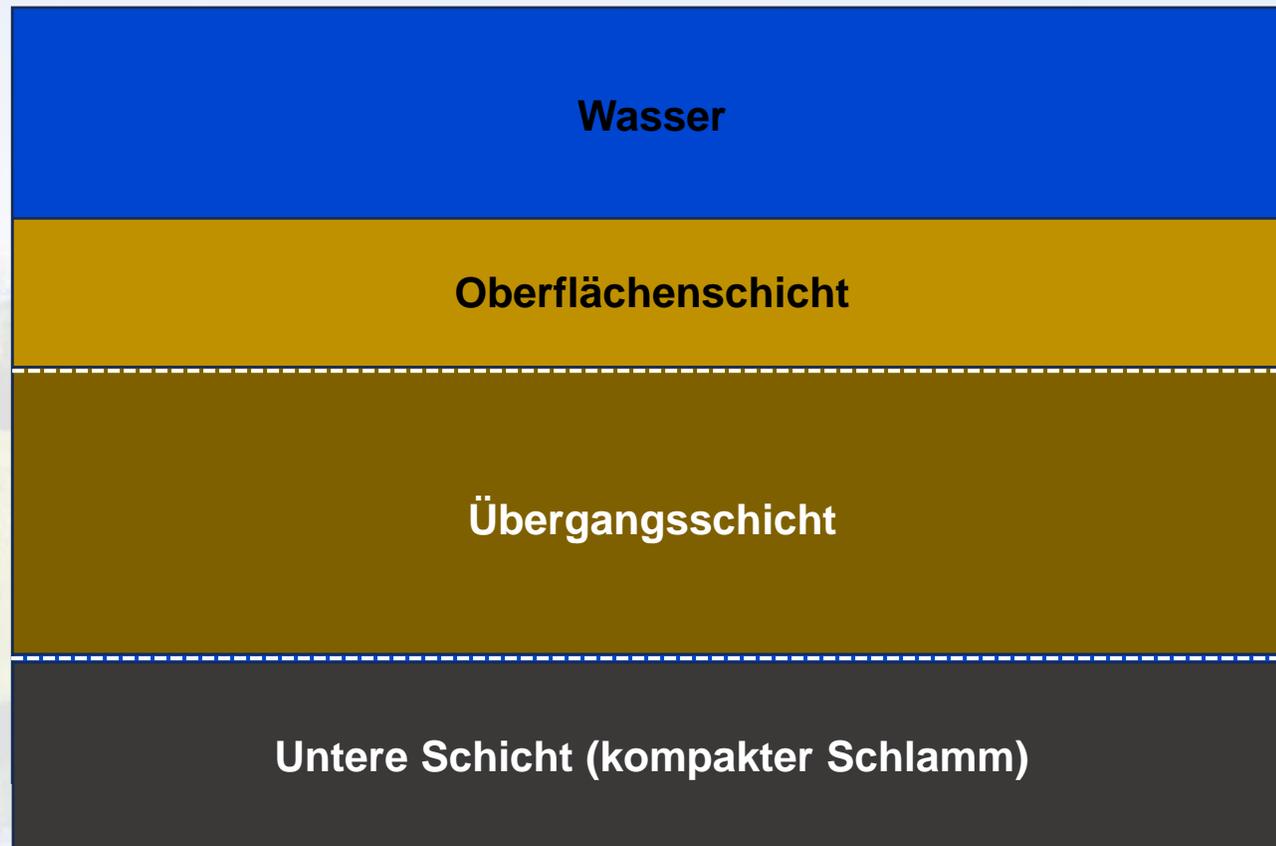
Die Blockade der Nahrungskette führt zur Ansammlung von Algenschlamm am Gewässergrund



- Nährstoffüberschuss fördert das Wachstum großer Fadenalgen oder Blualgen.
- Algen können vom Zooplankton kaum gefressen werden. Die Überreste der Algen akkumulieren am Gewässergrund.
- Der Abbau der Überreste verbraucht Sauerstoffreserven.
- Beim anaeroben Abbau des organischen Materials entstehen giftige Faulgase wie Methan und Schwefelwasserstoff.

Schlammsschichten am Gewässergrund

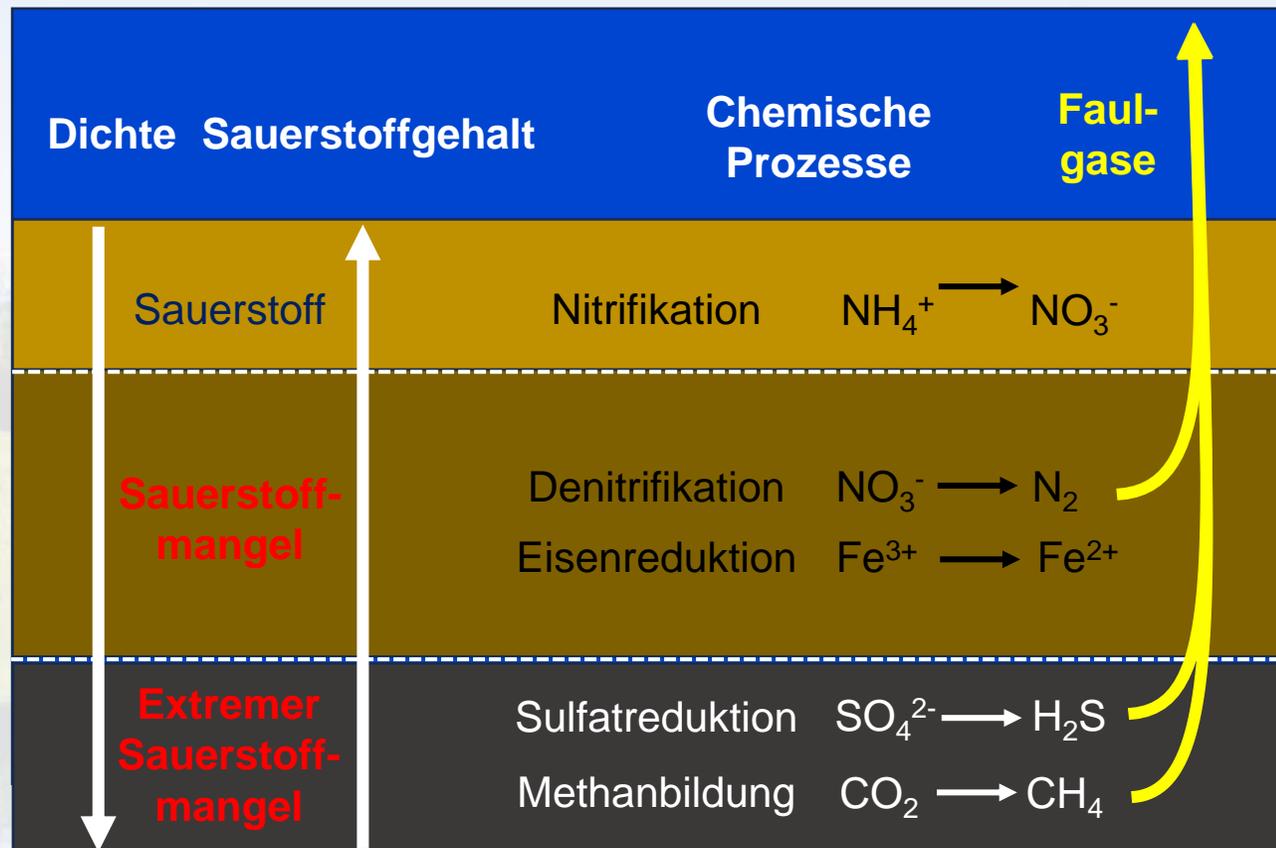
Bedeutung der obersten, sauerstoffreichen Schlammsschicht



- **Oberflächenschicht (Fluff Layer, Schwebschlamm):** Eine weiche, lockere Schicht aus frischen Ablagerungen und organischem Material, das noch nicht vollständig zersetzt ist. Diese Schicht kann leicht durch Strömung oder biologische Aktivität aufgewirbelt werden.
- **Übergangsschicht:** Besteht aus teils zersetzten organischen Materialien und feinen mineralischen Sedimenten.
- **Untere Schicht (kompakter Schlamm):** Eine dichtere und ältere Schicht, die aus stark verdichtetem organischem und mineralischem Material besteht. Sie haben oft einen niedrigen Sauerstoffgehalt und können anoxisch sein.

Schlammsschichten am Gewässergrund

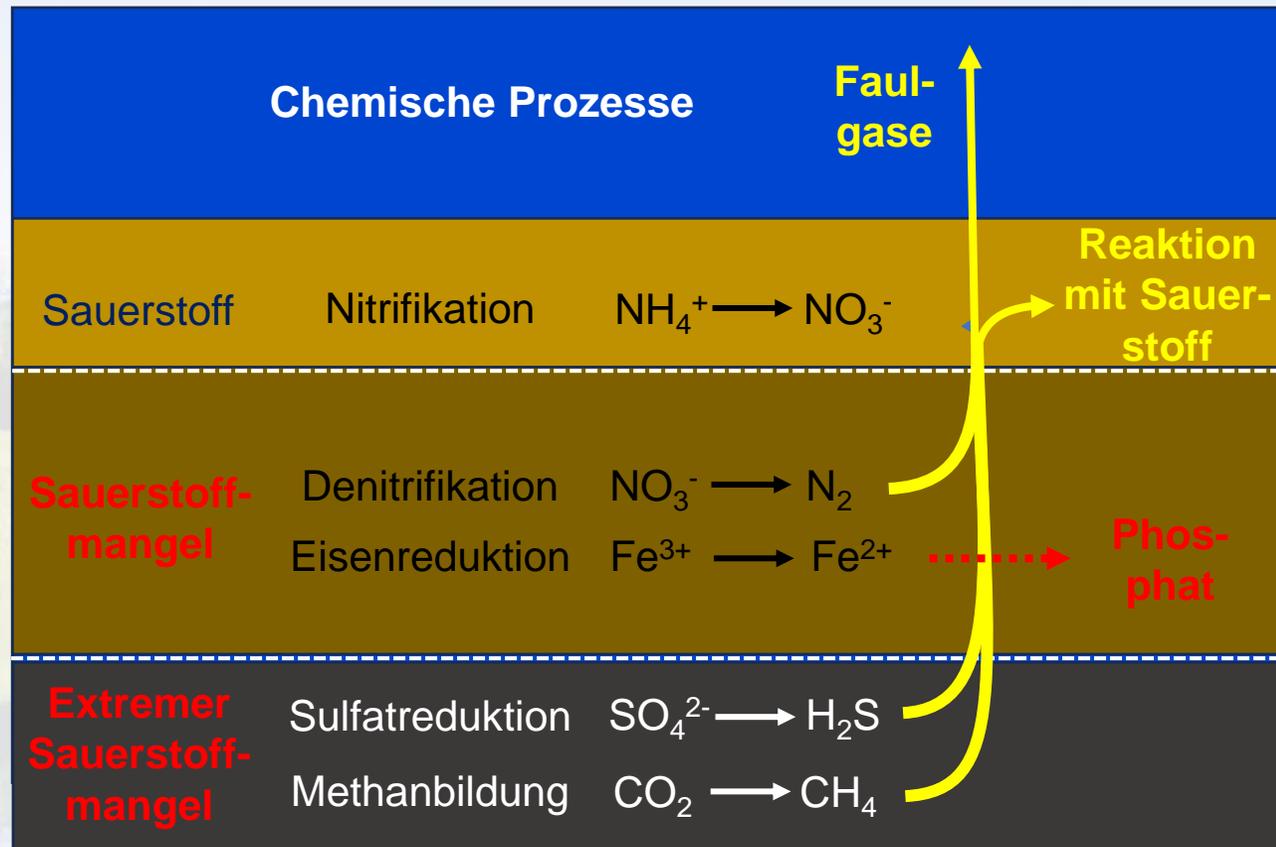
Sauerstoffgehalte und Dichte der Schlammsschichten



- Druck am Gewässergrund führt mit fortschreitender Lagerzeit und Tiefe zur Verdichtung der Schichten. Die tieferen Schichten sind kaum noch verlagerbar.
- Der von oben nach unten abnehmende Sauerstoffgehalt bestimmt die chemischen Prozesse im Schlamm. Mikroorganismen sind für die Prozesse entscheidend.
- oberste, sauerstoffhaltige Schicht: Nitrifikation
- mittlere, sauerstoffarme Schicht: Denitrifikation und Eisenreduktion.
- unterste, sauerstoffärmste Schicht: Sulfatreduktion und Methanbildung.
- Viele Stoffwechselprodukte der unteren Schichten sind gasförmig und verlassen als Faulgas das Sediment.

Schlammsschichten am Gewässergrund

Bedeutung der obersten, sauerstoffreichen Schlammsschicht



- Die Giftstoffe aus den unteren Schlammsschichten werden in der obersten, sauerstoffreichen Schicht teilweise entgiftet.
- Phosphat wird in der mittleren Schicht bei der Reduktion des Eisens freigesetzt.
- Phosphat wird in der obersten, sauerstoffreichen Schicht ebenfalls wieder gebunden.
- Die Dicke und Stabilität der obersten, sauerstoffreichen Schicht entscheidet darüber, inwiefern sich der Stoffwechsel in den tieferen Schichten negativ auf den See auswirkt.

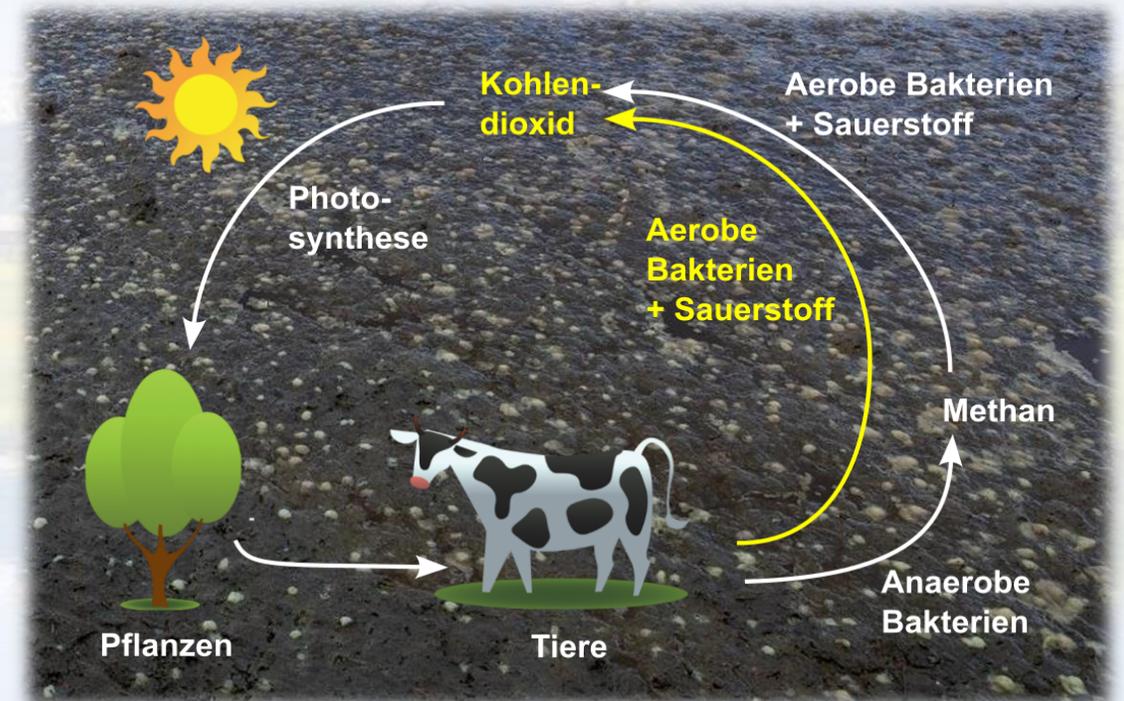
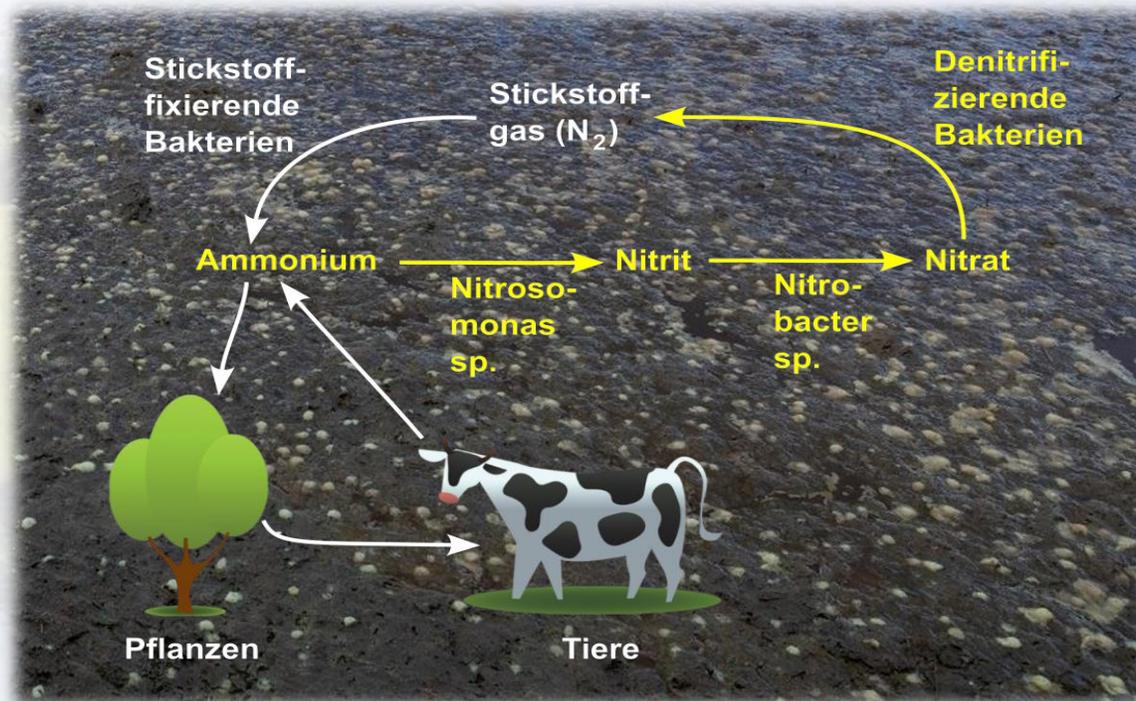
Nährstoffmanagement

Steuerung der Nährstoffkreisläufe

Nutzung der natürlichen Prozesse

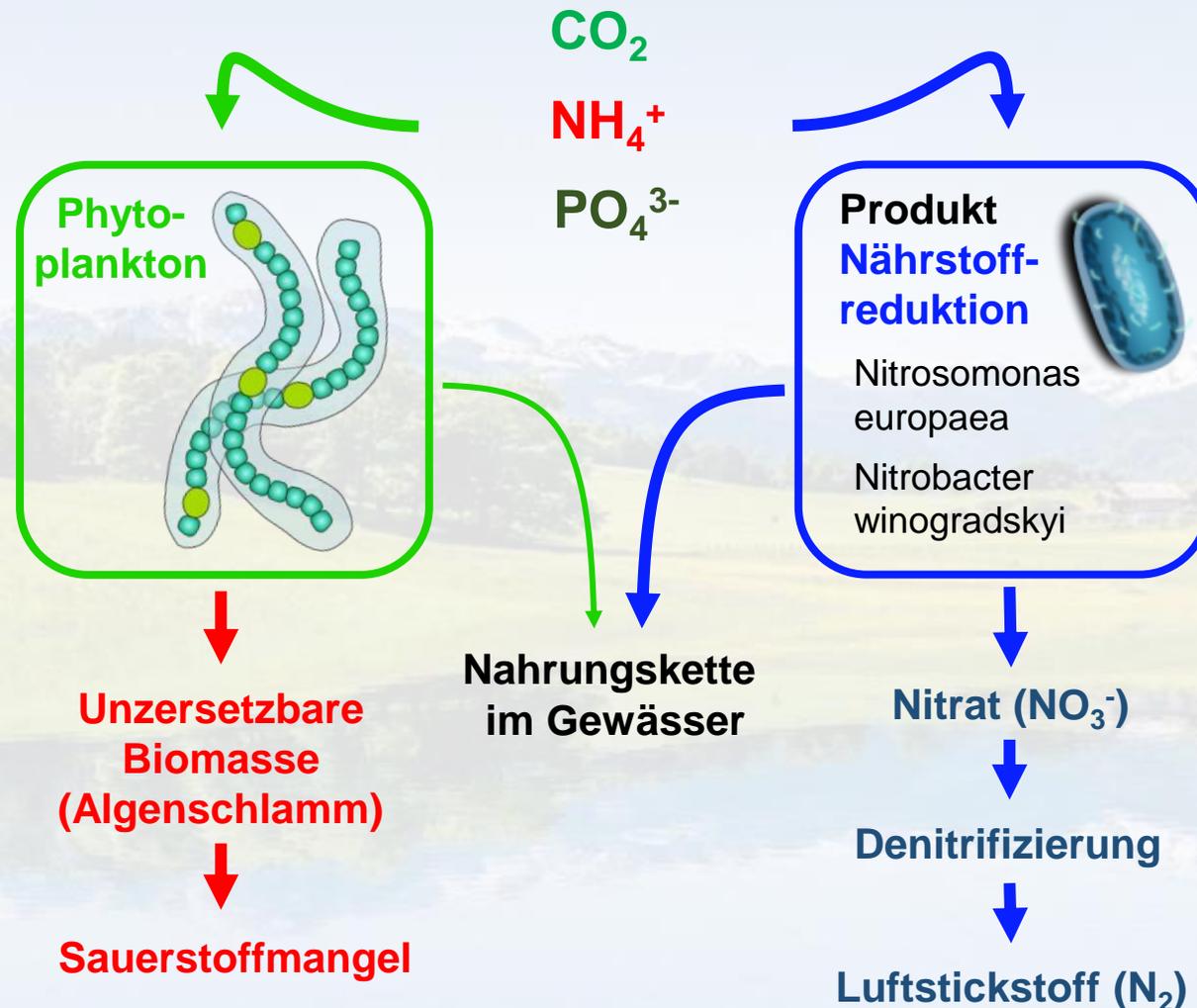
Funktionierende Nährstoffkreisläufe sind entscheidend für die Gleichgewichte in der Natur

- Kohlenstoffkreislauf
- Stickstoffkreislauf
- Phosphorkreislauf
- Schwefelkreislauf



Wirkprinzip im Gewässer

Nährstoffkonkurrenz limitiert das Algenwachstum



- Die BluePlanet-Bakterien nehmen sehr effizient Nährstoffe auf und stellen so das natürliche Gleichgewicht wieder her. Die Vermehrung der Algen wird eingeschränkt.
- Stickstoffverbindungen werden über die Nitrifikation und Denitrifikation in Luftstickstoff umgesetzt.
- Die Bakterien werden vom Zooplankton gefressen. Dadurch gelangt zum Beispiel das aufgenommene Phosphat wieder in die Nahrungskette des Gewässers.
- Durch die zusätzlichen Nährstoffe in der Nahrungskette partizipieren auch die im Gewässer lebenden Tiere von der Behandlung.

Natürliches Nährstoffmanagement

Nitrifikation

- AOB (z.B. *Nitrosomonas* spp.) wandeln Ammoniak (NH_3) in Nitrit (NO_2^-) um.^{1,2}
- NOB (z. B. *Nitrobacter* spp.) wandeln Nitrit in Nitrat (NO_3^-)^{1,2} um und reduzieren so den für das Algenwachstum verfügbaren Stickstoff.
- Durch die gezielte Zugabe nitrifizierender Bakterien und die Förderung der AOB- und NOB-Aktivität wird der Wettbewerb um stickstoffhaltige Nährstoffe verstärkt und reduziert so den Überschuss an Ammoniak und Nitrit, der die Algenblüte antreibt.^{3,8}
- BluePlanet setzt definierte Bakterienstämme für die Behandlung ein.

[1] Gee CS, Pfeffer JT, Suidan MT *Nitrosomonas* und *Nitrobacter* Interactions in Biological Nitrification. Zeitschrift für Umwelttechnik. 1990;116(1). DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9372(1990)116:1(4).

[2] Grunditz C, Dalhammar G. Development of nitrification inhibition assays using pure cultures of *Nitrosomonas* and *Nitrobacter*. Water Res. 2001;35(2):433-40. doi: 10.1016/s0043-1354(00)00312-2.

[3] Hattenrath-Lehmann TK, Marcoval MA, Mittlesdorf H, Goleski JA, Wang Z, Haynes B, Morton SL, Gobler CJ. Stickstoffhaltige Nährstoffe fördern das Wachstum und die Toxizität von *Dinophysis acuminata* während Blütezeiten im Ästuar. PLoS One. 2015;20;10(4):e0124148. doi: 10.1371/journal.pone.0124148.

[8] Louca S, Doebeli M. Transient dynamics of competitive exclusion in microbial communities. Environ Microbiol. 2016;18(6):1863-74. doi: 10.1111/1462-2920.13058.

CERTIFICATE OF ANALYSIS

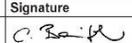
Product Information

Product Name:	ACF-SR
Batch ID	20220622SR-B
Date of Manufacture	June 22, 2022

By combination of specific 16S PCR and rDNA sequencing the following strains were identified in the product (Strain ID):

Name	Strain ID	Highest rDNS sequence similarity
<i>Bacillus subtilis</i>	DSM 10	99,8 %
<i>Bacillus licheniformis</i>	DSM 13	99,7 %
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	NBRC 15535	99,8 %
<i>Nitrosomonas europaea</i>	ATCC 25978	99,7 %
<i>Nitrobacter winogradsky</i>	Nb-255	100 %
<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	ATCC 17001	97,8 %

Tested by vermicon AG

Name	Signature	Title	Date
Dr. Claudia Beimfohr		Manager QC	2022-11-29

Natürliches Nährstoffmanagement

Denitrifikation

- In sauerstoffarmen Umgebungen verwenden denitrifizierende Bakterien Nitrat (NO_3^-) anstelle von Sauerstoff als Elektronenakzeptor.¹
- Bereitstellung von Nitrat aus natürlichen Quellen und durch die gezielte Nitrifikation im Behandlungsprozess
- Geringer gelöster Sauerstoff (DO) durch Sauerstoffmanagement
- Bereitstellung der erforderlichen Elektronendonatoren aus Kohlenstoffquellen durch den Abbau von organischem Material^{1,2,3}

[1] Lu, H., Chandran, K., & Stensel, D. (2014). Microbial ecology of denitrification in biological wastewater treatment. *Water Research*, 64, 237–254. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.06.042>

[2] Ganaye, V., Fass, S., Urbain, V., Manem, J., & Block, J. C. (1996). Biodegradation of volatile fatty acids by three species of nitrate-reducing bacteria. *Environmental Technology*, 17(10), 1145–1149.

<https://doi.org/10.1080/09593331708616484>

[3] Wilfried Schönborn, Ute Risse-Buhl, Lehrbuch der Limnologie, 2013, Schweizerbart, 170



ANALYSEZERTIFIKAT

Informationen für Kunden

Name des Unternehmens: TLC Products, Inc, dba (firmierend als) BluePlant Labs
 Kundenadresse: 15752 Industrial Parkway, Cleveland, OH 44135, USA
 Kundenkontakt: John M. Wong, CEO, johnmwong@tlc-products.com

Informationen zum Produkt

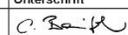
Produktname: ACF SF
 Chargen-ID: 20210303
 Datum der Herstellung: März 3, 2021

Menge der Bakterien

Name	Anzahl lebensfähiger Zellen / mL*
<i>Bacillus amyloqueliciens</i>	9,50E+06
<i>Bacillus licheniformis</i>	1,00E+06
<i>Bacillus subtilis</i>	1,00E+07
<i>Rhodospseudomonas palustris</i>	5,88E+06
AOB: <i>Nitrosomonas eutropha</i> / <i>europaea</i>	4,90E+07
NOB: <i>Nitrobacter</i> spp.	9,80E+05

*Analysemethode: qFISH (quantitative Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung)

Geprüft durch vermicon AG

Name	Unterschrift	Titel	Datum
Dr. Claudia Beimfohr		Leiter QC	20.08.2021

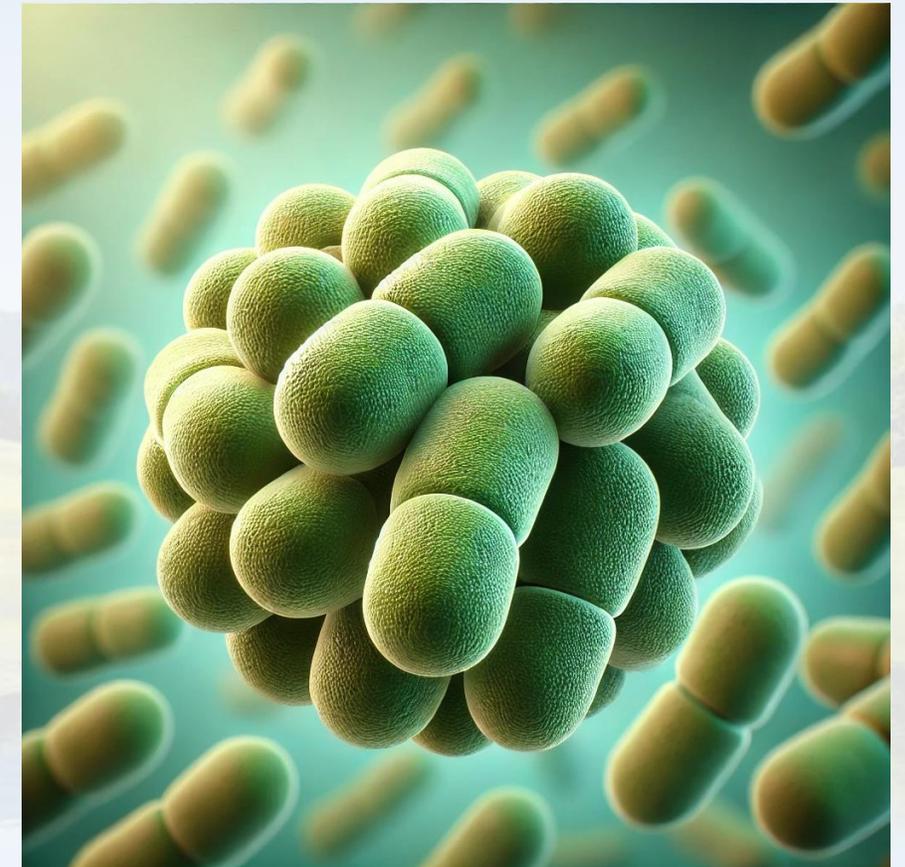
Kontaktinformationen: vermicon AG | Emmy-Noether-Str. 2 | 80992 München |
 Deutschland Telefon: +49 89 15882 0 | fax: +49 89 15882 100 | E-Mail:

Natürliches Nährstoffmanagement

Eliminierung des Phosphats durch Bakterien

Nitrosomonas europaea, Nitrobacter winogradskyi

- AOB (ammoniakoxidierende Bakterien) und NOB (nitritoxidierende Bakterien) vermehren sich durch binäre Teilung und zeigen dabei bei unbegrenzter Nährstoffzufuhr ein exponentielles Wachstum.
- AOB /NOB Zellen haben bei nährstoffunlimitierter Umgebung durchschnittlich ein internes Elementverhältnis von 149 fg Kohlenstoff zu 35 fg Stickstoff zu 12 fg Phosphor pro Zelle.^{1,2}
- Umfang der Phosphateliminierung ist unter anderem abhängig von der Zellgröße, den Wachstumsbedingungen und der bakteriellen Gemeinschaft.



[1] Katarina Vrede, Mikal Heldal, Svein Norland, Gunnar Bratbak, Elemental Composition (C, N, P) and Cell Volume of Exponentially Growing and Nutrient Limited Bacterioplankton. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, June 2002, p. 2965–2971

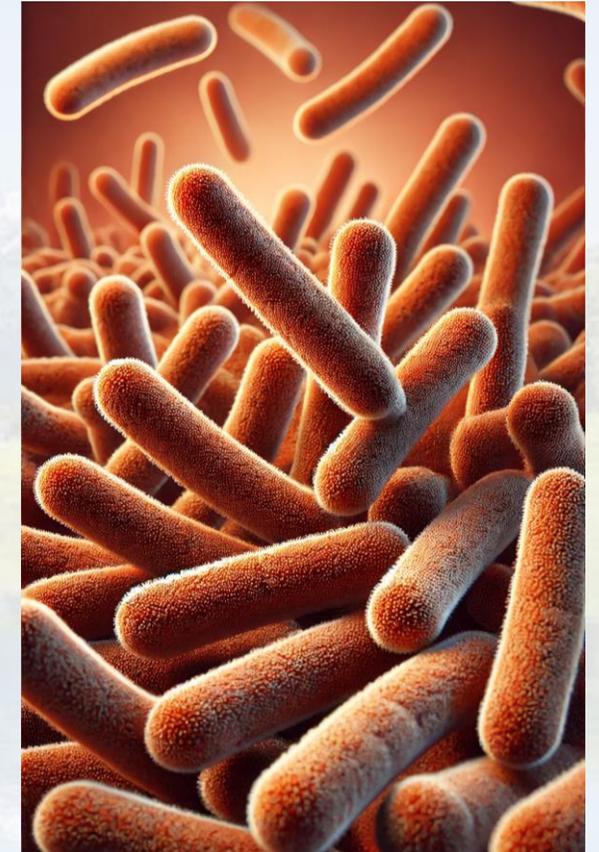
[2] eigene Laboruntersuchungen BluePlanet Labs

Natürliches Nährstoffmanagement

Eliminierung des Phosphats durch Bakterien

Bacillus-Arten

- Bacillus-Arten, insbesondere solche mit hohem Stoffwechselumsatz wie *Bacillus subtilis* und *Bacillus amyloliquefaciens*, nutzen Phosphat für ihren Zellaufbau. Dabei wird gelöstes anorganisches Phosphat in Biomoleküle (z. B. DNA, ATP) eingebaut.
- Einige Stämme, wie *Bacillus subtilis*, produzieren Phytasen, Enzyme, die organische Phosphorverbindungen wie Phytinsäure abbauen. Dies führt zu einer Mobilisierung von Phosphat, das dann von Bakterien oder anderen Organismen aufgenommen oder gebunden werden kann.
- Einige Bacillus-Stämme können überschüssiges Phosphat in Form von Polyphosphat speichern, insbesondere in Systemen mit wechselnden Sauerstoffbedingungen.
- *Bacillus subtilis* und verwandte Arten können Stoffwechselprodukte wie Ammonium oder Karbonat produzieren, die mit Phosphat reagieren und es in schwerlöslichen Formen (z. B. Calciumphosphat) im Sediment fixieren.



[1] Quellen: Zhang, L. et al. (2019): Rolle von Bacillus spp. bei der Nährstoffassimilation und im Nährstoffkreislauf.

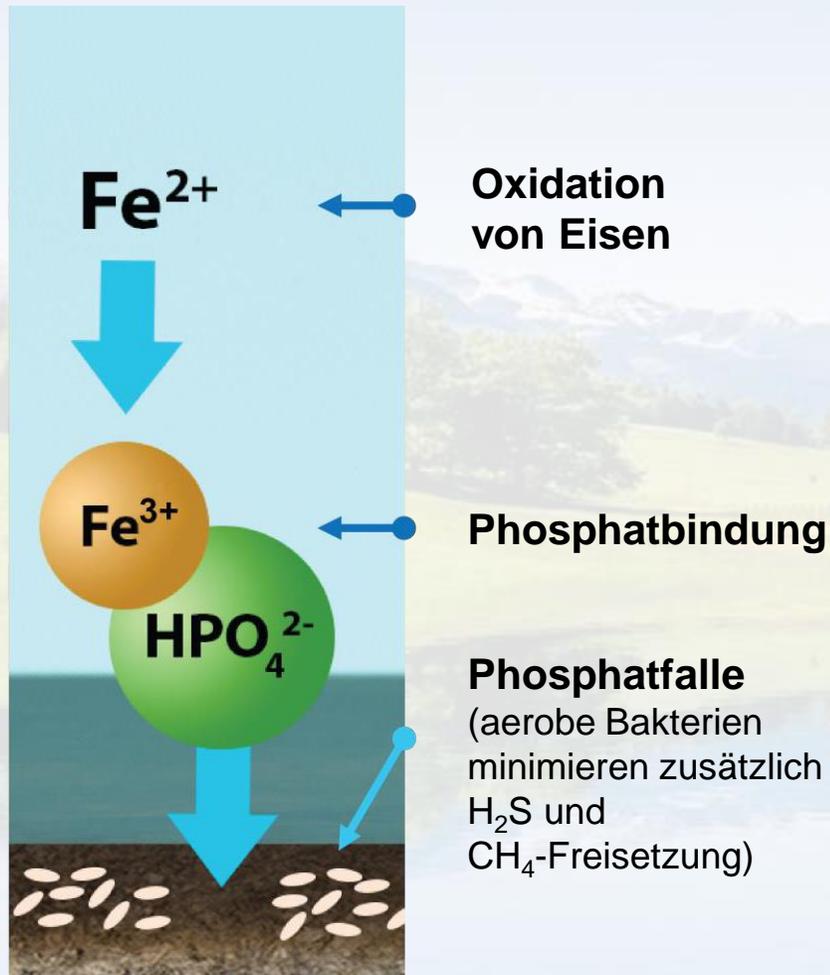
[2] Richardson, AE (2001): Phosphataseaktivität in Bacillus-Arten

[3] Meyer, D. (2008): Polyphosphat-Akkumulation in Bacillus-Arten unter anoxischen Bedingungen

[4] Achal, V., & Pan, X. (2011): Bacillus-vermittelte Ausfällung von Calciumphosphat.

Eliminierung des Phosphats durch Sauerstoff

Nutzung von natürlich vorkommendem Eisen zur Ausfällung von Phosphat



- Sauerstoffzufuhr ermöglicht den Bakterien den schnellen Abbau des organischen Materials am Seegrund.
- Nanobubbles bewirken eine langfristige Steigerung des Redoxpotentials am Seegrund und damit die Festsetzung von Phosphat durch Bindung an Eisen oder Sedimentpartikel.
- Keine problematischen Stoffe auch bei Rücklösung, zum Beispiel bei hohen pH-Werten
- Dauerhafte Phosphatbindung durch Wiederherstellung und Erhaltung natürlicher Gleichgewichte

Preece, Ellen P., et al. „A review of the biological and chemical effects of hypolimnetic oxygenation.“ *Lake and Reservoir Management* 35.3 (2019): 229-246.

Wang, Jingfu, et al. „Oxygenation and synchronous control of nitrogen and phosphorus release at the sediment-water interface using oxygen nano-bubble modified material.“

Science of the Total Environment 725 (2020): 138258

Wilfried Schönborn, Ute Risse-Buhl, *Lehrbuch der Limnologie*, 2013, Schweizerbart, 253

Sauerstoff- management

Lake Carmi Implementation Team,
October 18, 2018

Pros and Cons of Whole-Lake Aeration



DIE HÄUFIGKEIT UND INTENSITÄT VON
CYANOBAKTERIENBLÜTEN WIRD ZWAR
ABNEHMEN, ABER DIE BLÜTE WIRD NUR
SELTEN BESEITIGT.

CYANOBAKTERIEN SIND EINHEIMISCH, UND
UNTER BESTIMMTEN BEDINGUNGEN
KOMMT ES ZU EINER NATÜRLICHEN BLÜTE.

State of Vermont
Agency of Natural Resources
Department of Environmental Conservation



DIE BELÜFTUNG DES GESAMTEN SEES IST EIN
KURZFRISTIGES INSTRUMENT ZUR
BEWIRTSCHAFTUNG DES SEES, UM
UNMITTELBARE PROBLEME MIT DER
WASSERQUALITÄT ZU BEHEBEN. DIE URSACHEN
DER EUTROPHIERUNG WERDEN DAMIT NICHT
ANGEGANGEN.

DIE ARBEIT IM
WASSEREINZUGSGEBIET MUSS
FORTGESETZT WERDEN.

Nanobubbler

Nanobubbles in der Natur

Nutzung eines natürlichen Phänomens

Nanobläschen kommen in der Natur weltweit vor. Sie entstehen dort durch natürliche physikalische, chemische und biologische Prozesse. Einige natürliche Vorkommen von Nanobubbles:

Gewässer mit hoher Strömung oder Wasserfällen

In schnell fließenden Flüssen, Wasserfällen oder Meeresbränden werden durch Turbulenzen Gase ins Wasser eingebracht. Diese können sich in Form von Nanobubbles stabilisieren.

Unterseeische Quellen und hydrothermale Quellen

In heißen Quellen, vor allem in der Tiefsee (z. B. an hydrothermalen Schloten), entstehen Nanobläschen durch die Freisetzung von Gasen aus dem Erdinneren.

Regenfälle und Luftdruckschwankungen

Wenn Regen auf eine Wasseroberfläche trifft, wird Luft eingeschlossen und kann in Form von Nanobläschen im Wasser verbleiben. Ähnlich können Luftdruckschwankungen Nanobubble-Formationen begünstigen.

Gletscher und Schmelzwasser

Beim Schmelzen von Gletschern oder Eis wird Luft aus uralten Einschlüssen freigesetzt. Diese können sich in Form von Nanobubbles im Schmelzwasser verteilen.

Einsatzgebiete von Nanobubbles

Optimierung von Prozessen in vielen Bereichen

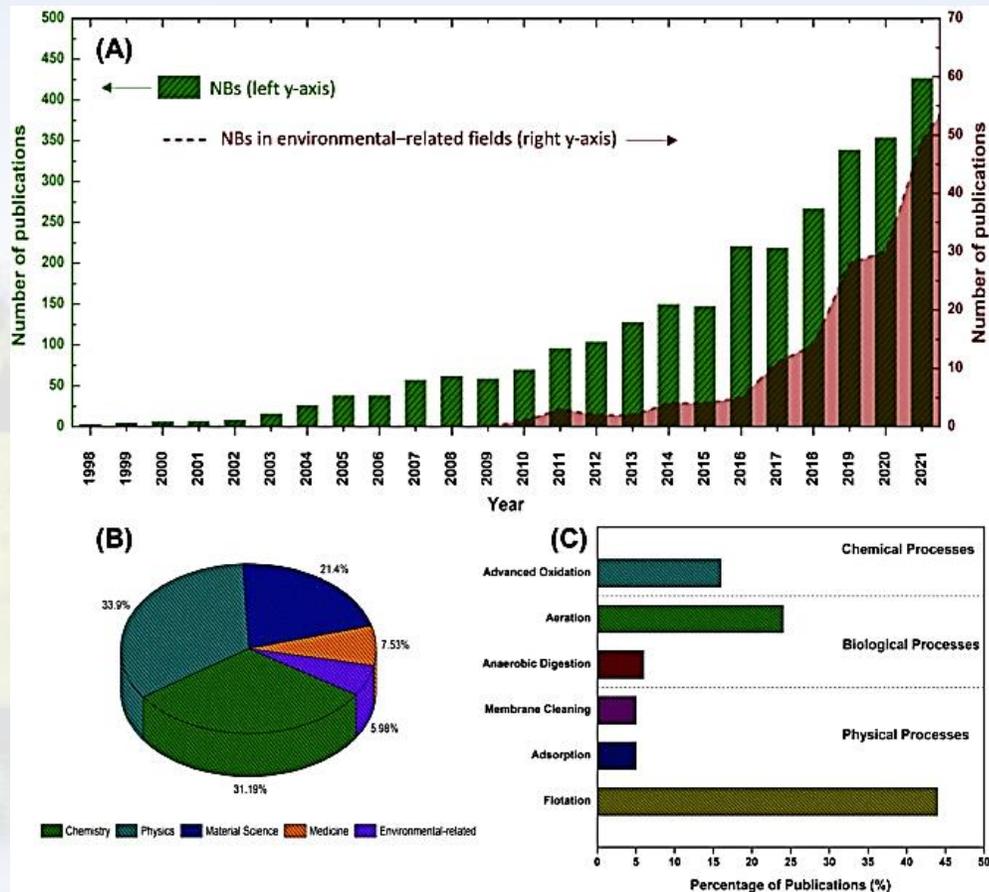
Einsatzgebiete von Nanobubbles (Auswahl):

Gebiet	Wirkung, unter anderem
Medizin	Kontrastmittel für die Ultraschallbildgebung, Behandlung von Krebs, Zahnmedizin, Wundheilung, Verabreichung von Medikamenten, Malaria-Nachweis
Landwirtschaft	Beschleunigung des Stoffwechsels bei Tier- und Pflanzenarten, Verbesserung der Wasserverfügbarkeit
Reinigung	Oberflächenreinigung, Membranentfettung und Vorbeugung von Verschmutzungen durch organische Verbindungen und Bewuchs
Wasser- und Abwasseraufbereitung	Beseitigung von Schadstoffen bei der Umweltsanierung, Trinkwasseraufbereitung, schneller Abbau von organischem Material, gezielte Zersetzung von Cyanobakterien, Krankheitserregern und Schadchemikalien, Anreicherung von Sauerstoff im Tiefenbereich behandelter Gewässer
Verbesserung der Eigenschaften von Wasser	Verringerung der Oberflächenspannung
Flotation	Anwendungen in der Mineralienverarbeitung und in der Umwelttechnik

Quelle: Bulk Nanobubbles in the mineral and environmental areas: Updating research and applications, A. Azevedo, H. Oliveira, J. Rubio, Laboratório de Tecnologia Mineral e Ambiental (LTM), Departamento de Engenharia de Minas, PPGE3M, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Setor 6, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brazil

Internationale Nanobubble-Forschung

Forschungsergebnisse und Veröffentlichungen zu Umwelt, Wasser und Abwasser



Mingyi Jia et al. (2023): Nanobubbles in water and wastewater treatment systems: Small bubbles making big difference, ELSEVIER

Method to Exterminate Blue-Green Algae in a Large Pond and to Improve Plant Growth by Micro-Nano Bubbles in Activated Water

T. Nakashima¹, Y. Kobayashi² and Y. Hirata³

¹United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture & Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan
²Department of Information Environment & Agricultural Science, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture & Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan

Micro-bubbles, blue green algae, recovery from pollution, dissolved oxygen of root

that micro bubbles can increase the value of dissolved oxygen conductivity in water and can decrease osmotic pressure.

DOI: 10.1016/j.scitech.2023.100463

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hazardous Materials

ELSEVIER

Preparation Method and Application of Nanobubbles: A Review

Yanwei Wang^a and Hansiang Wang^b

^aSchool of Mechanical Engineering, Hohai University of China, Nanjing 210024, China
^bDepartment of Environmental Engineering, Hohai University of China, Nanjing 210024, China

Abstract: Micro-bubbles represent a special colloidal system, as they have high stability and large specific surface area. The preparation of micro-bubbles is currently a hot research topic, as it is critical to

Nanobubble technology in anaerobic digestion

Wachemont, Chouhrouh^a, Benkroun, Kerk^b, Ty Sh Hui^c, Sadek, Roman, Khamis^d

Abstract: Micro-bubbles represent a special colloidal system, as they have high stability and large specific surface area. The preparation of micro-bubbles is currently a hot research topic, as it is critical to

Advances in Colloid and Interface Science

Historical perspective

Bulk nanobubbles in the mineral and environmental areas: Updating research and applications

A. Acevedo^a, H. Oliveira^a, J. Rubio^a

Abstract: Bulk nanobubbles (BNBs) are a type of nanobubble that can be used in various fields. In this review, we provide an updated perspective on the research and applications of BNBs in mineral and environmental areas. We discuss the preparation methods, properties, and applications of BNBs in mineral and environmental areas. We also discuss the challenges and future perspectives of BNBs in these areas.

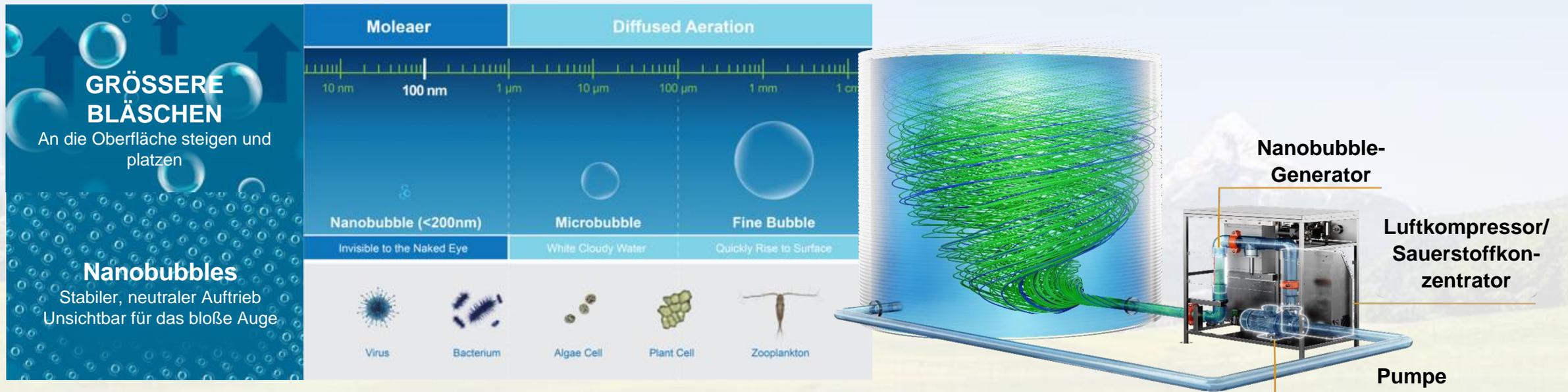
Abstract: Micro-bubbles represent a special colloidal system, as they have high stability and large specific surface area. The preparation of micro-bubbles is currently a hot research topic, as it is critical to

micro-nano-bubbles to groundwater

Abstract: Micro-nano-bubbles (MNBs) are a type of nanobubble that can be used in various fields. In this review, we provide an updated perspective on the research and applications of MNBs in groundwater remediation. We discuss the preparation methods, properties, and applications of MNBs in groundwater remediation. We also discuss the challenges and future perspectives of MNBs in these areas.

Was sind Nanobubbles?

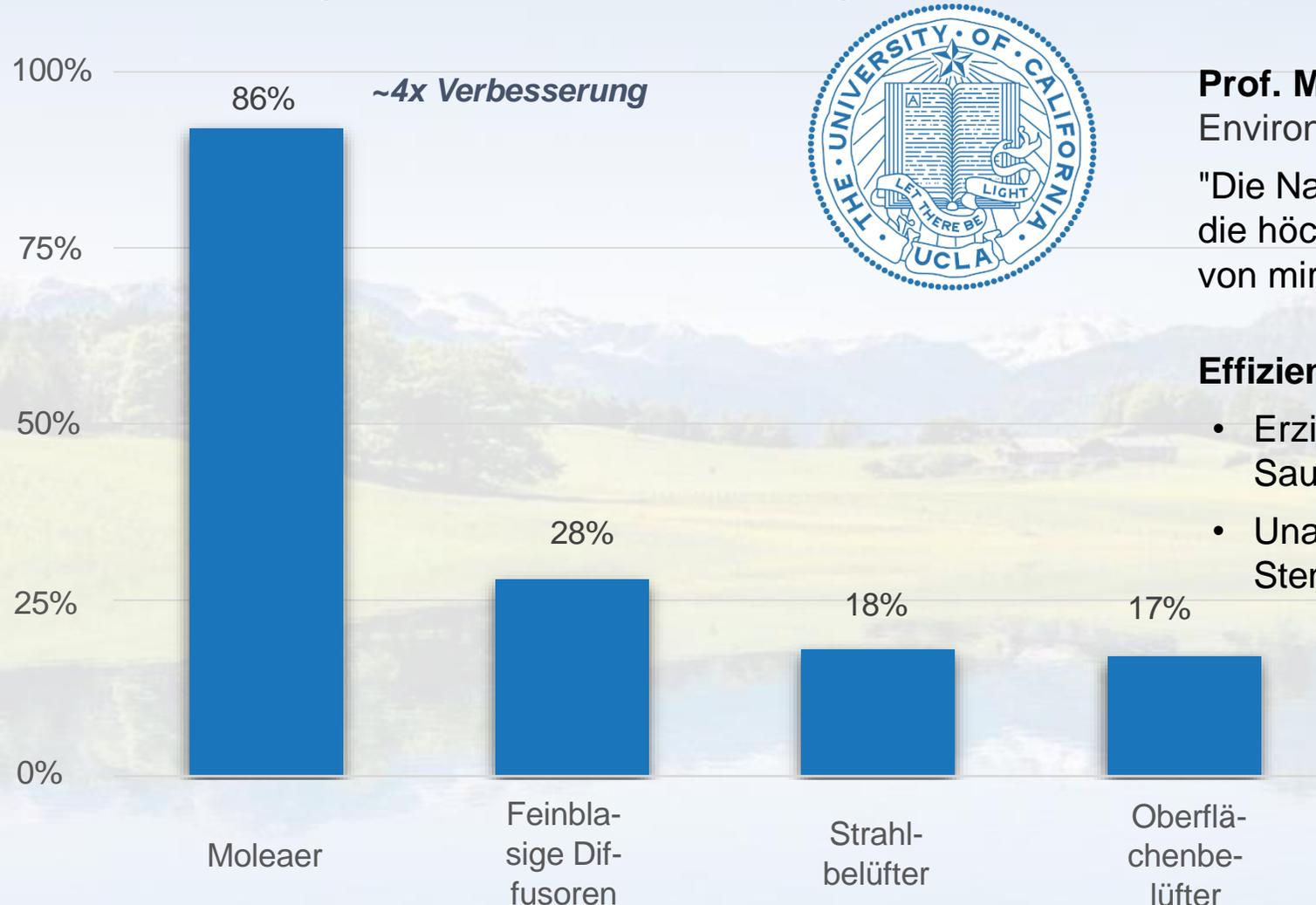
Sauerstoff als Grundlage aerober Prozesse



- Komprimiertes Gas wird im Nanobubble-Generator in fließendes Wasser (38 bis 17.000 l/min) diffundiert und bildet 200 Millionen bis 1 Milliarde Blasen / ml in Nanogröße.
- Robuste, skalierbare, einfach zu installierende Technologie mit unangefochtener Sauerstofftransferleistung von über 85 %

UCLA: > 85 % Sauerstoffübertragung

Beste Belüftungseffizienz aller Technologien



Prof. Michael K. Stenstrom, UCLA Civil and Environmental Engineering Department

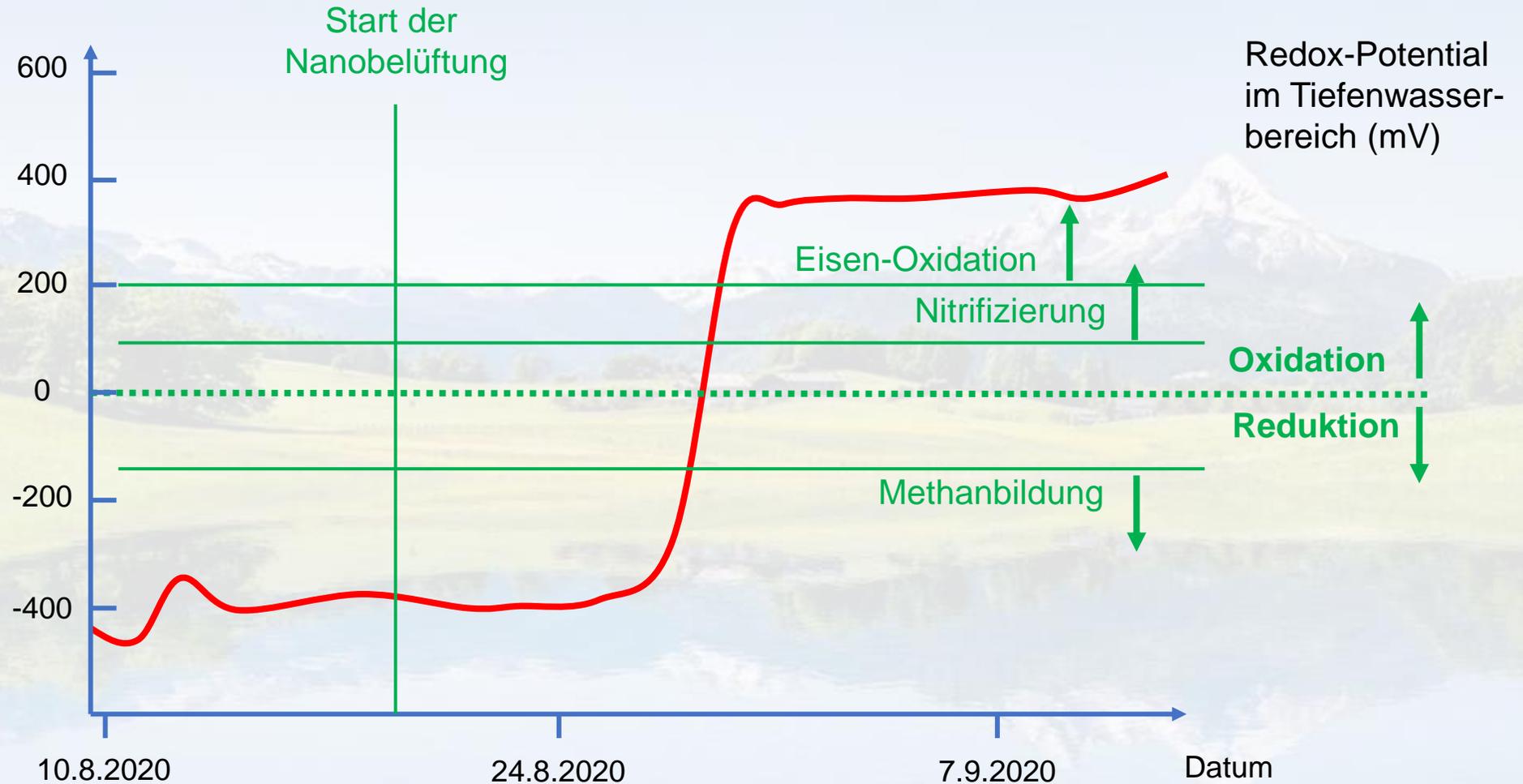
"Die Nanoblasengeneratoren von Moleaer bieten die höchste Sauerstoffübertragungseffizienz aller von mir getesteten Belüftungstechnologien."

Effizienz des Sauerstofftransfers

- Erzielt über 85 % Sauerstoffübertragungseffizienz in jeder Tiefe
- Unabhängig getestet von Michael Stenstrom an der UCLA

Hocheffizienter Sauerstofftransfer steigert Redox-Potential

Das Redox-Potential kontrolliert die chemischen Prozesse im Wasser



Was sind Nano-Bubbles?

Sauerstoff als Grundlage aerober Prozesse

Eigenschaften

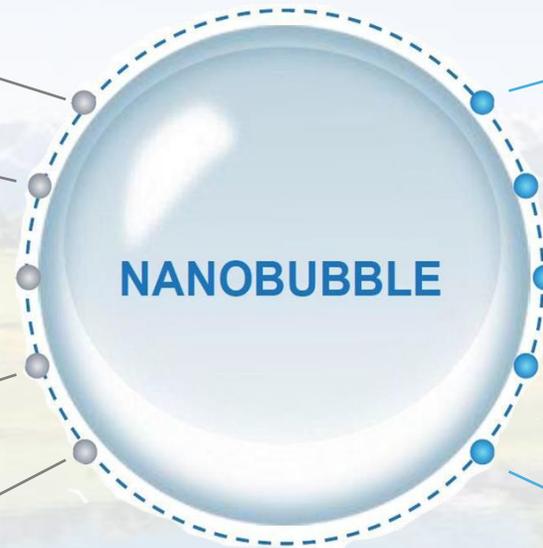
Hydrophob

Geladene Oberfläche

Hoher Innendruck

Stabile Oberfläche

Hocheffizienter
Gastransfer



Vorteile

Schweben über lange
Zeit im Wasser

Fördern aerobe Bakterien, die
organisches Material abbauen

Oxidierend/elektrochemisch
aktiv

Verringert die
Oberflächenspannung

Reduzieren Krankheitserreger,
Biofilme und schädliche Algen

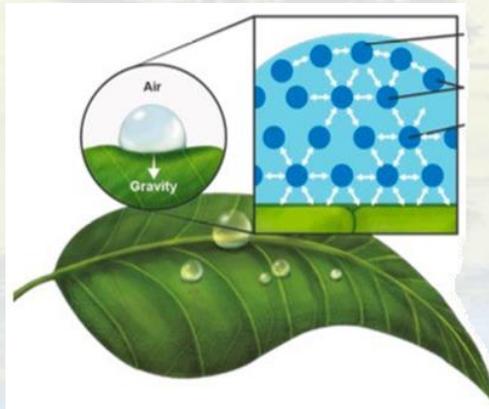
Oberflächenspannung und Kontaktwinkel

Nanobubbles fördern die Benetzbarkeit

Wie andere hydrophobe Nanopartikel verändern die Nanoblasen die Oberflächenspannung und den Kontaktwinkel einer Flüssigkeit. Flüssigkeiten reagieren deswegen anders auf Oberflächen – das ist wichtig für das Eindringen von Wasser, die Entfernung von Biofilmen und die Benetzbarkeit von Oberflächen.

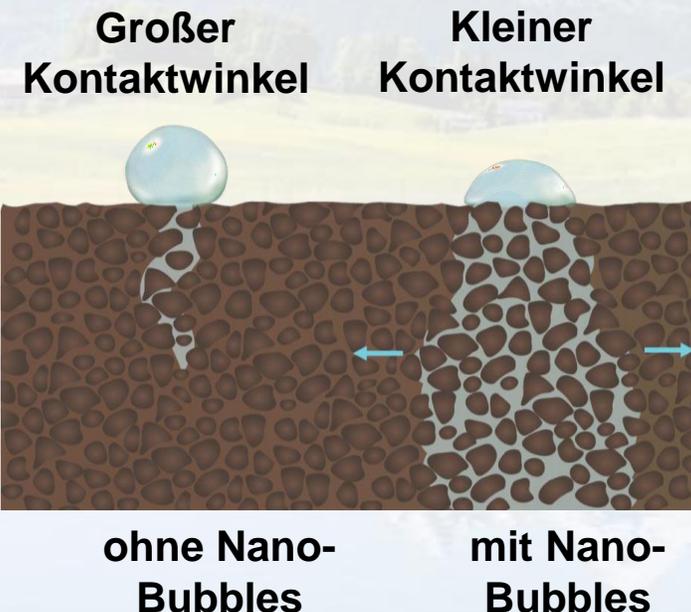
Oberflächenspannung

Dank verringerter Oberflächenspannung lassen sich Oberflächen leichter benetzen.



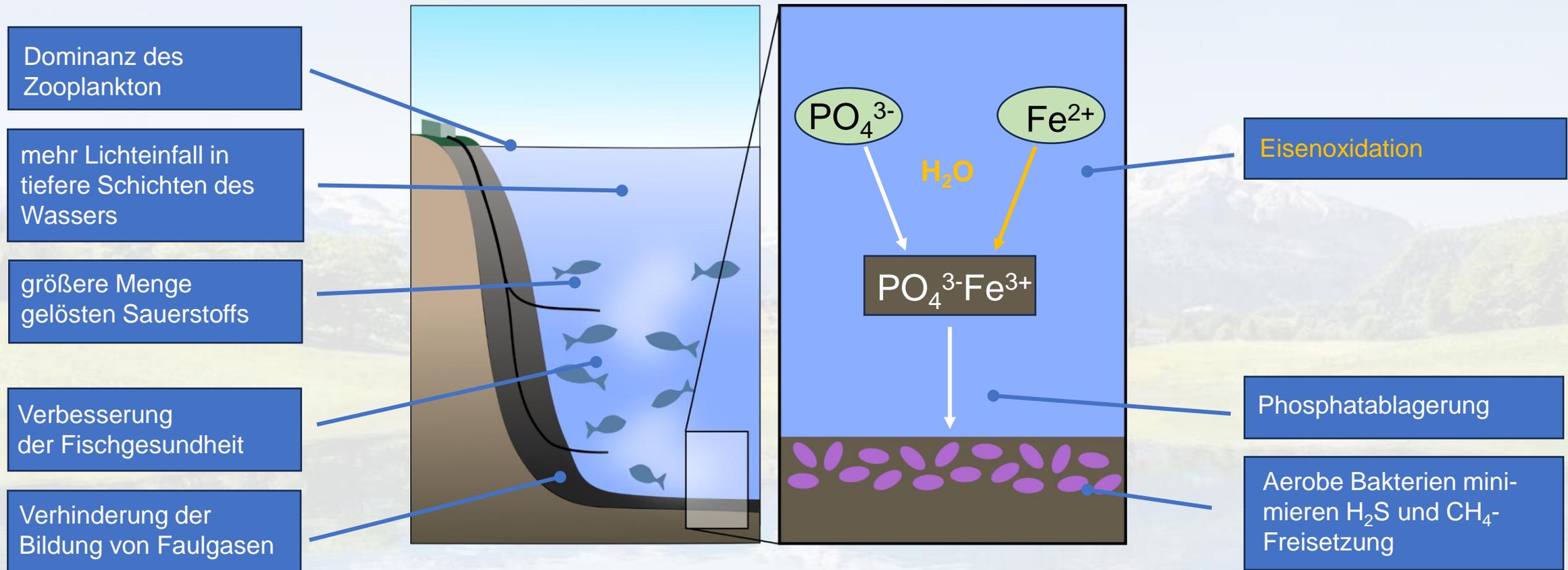
Kontaktwinkel

Dank des geringeren Kontaktwinkels dringt das Wasser besser in den Boden ein.



Nano-Belüfter für die Gewässerbehandlung

Positive Effekte im Gewässer



Preece, Ellen P., et al. „A review of the biological and chemical effects of hypolimnetic oxygenation.“ *Lake and Reservoir Management* 35.3 (2019): 229-246.

Wang, Jingfu, et al. „Oxygenation and synchronous control of nitrogen and phosphorus release at the sediment-water interface using oxygen nano-bubble modified material.“ *Science of the Total Environment* 725 (2020): 138258

Schlammabbau

Schlammsschichten am Gewässergrund

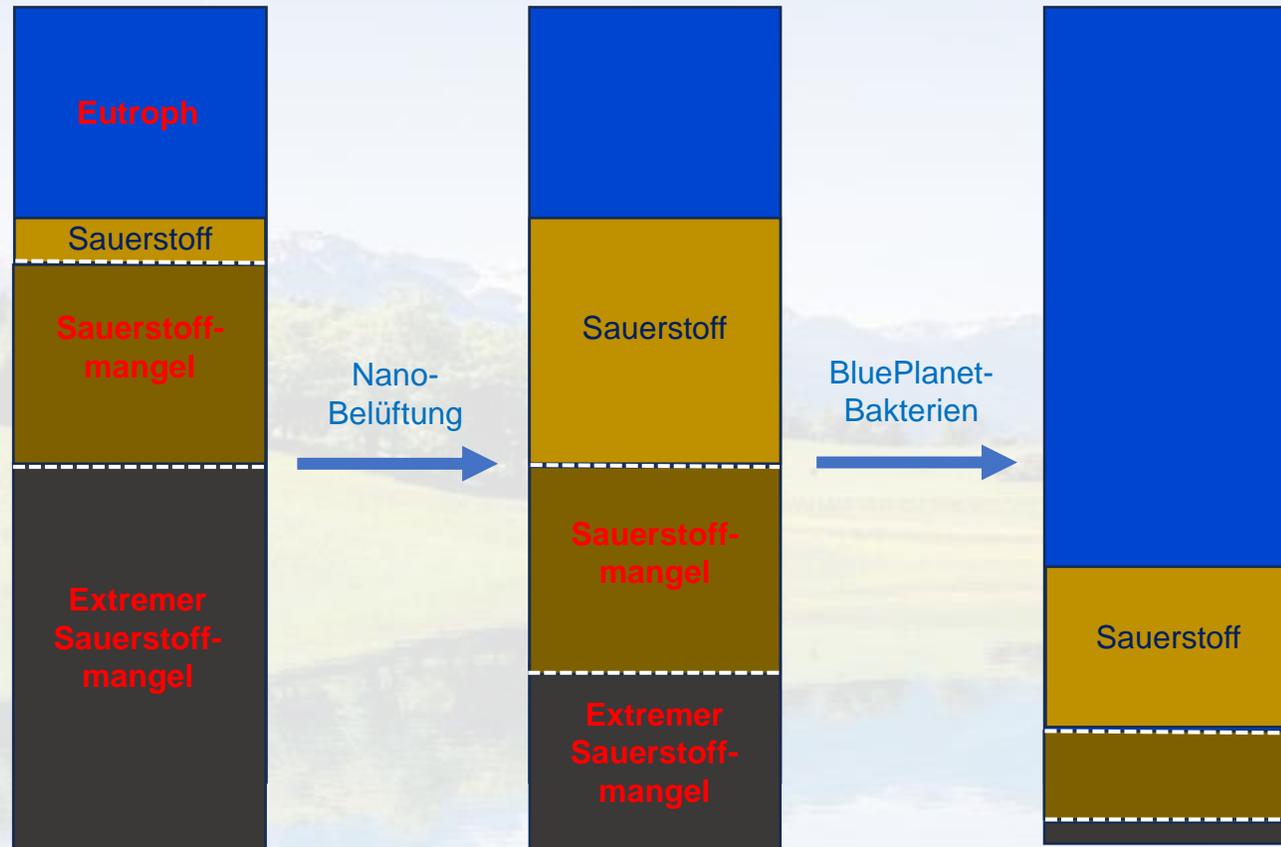
Bedeutung der obersten, sauerstoffreichen Schlammsschicht



- **Oberflächenschicht (Fluff Layer / Schwebschlamm):** Eine weiche, lockere Schicht aus frischen Ablagerungen und organischem Material, das noch nicht vollständig zersetzt ist. Diese Schicht kann leicht durch Strömung oder biologische Aktivität aufgewirbelt werden.
- **Übergangsschicht:** Besteht aus teils zersetzten organischen Materialien und feinen mineralischen Sedimenten.
- **Untere Schicht (kompakter Schlamm):** Eine dichtere und ältere Schicht, die aus stark verdichtetem organischem und mineralischem Material besteht. Sie haben oft einen niedrigen Sauerstoffgehalt und können anoxisch sein.

Zielstellung des Schlammabbaus

Reduktion oder Beseitigung der organischen Bestandteile



- In eutrophen Gewässern ist die oberste, sauerstoffreiche Schlammschicht extrem dünn oder nicht vorhanden. Faulgase und Phosphat gelangen ungebremst ins Wasser.
- Durch Nano-Belüftung steigt der Sauerstoffgehalt in den obersten Schichten langfristig. Diese schützen das Gewässer vor den Stoffen der tieferen, sauerstoffarmen Schichten.
- BluePlanet-Bakterien zersetzen die organische Substanz am Gewässerboden. Dadurch reduziert sich die Dicke der Schlammschichten; insbesondere der problematischen tiefen Regionen. Die anorganischen Bestandteile verdichten sich und das Gewässervolumen steigt.
- Es sinkt das Potential zur Sauerstoffzehrung am Gewässergrund.

Zielstellung des Schlammabbaus

Reduktion oder Beseitigung der organischen Bestandteile



BluePlanet Germany GmbH
Frieustraße 31
02681 Schirgiswalde-Kirschau

OBUL GmbH
Poststraße 1a
02794 Leutersdorf
Tel.: 03586 / 3696646
Fax: 03586 / 7650789
Mail: info@obul.de
07.11.2024

Prüfbericht
Obul (4280-1024)

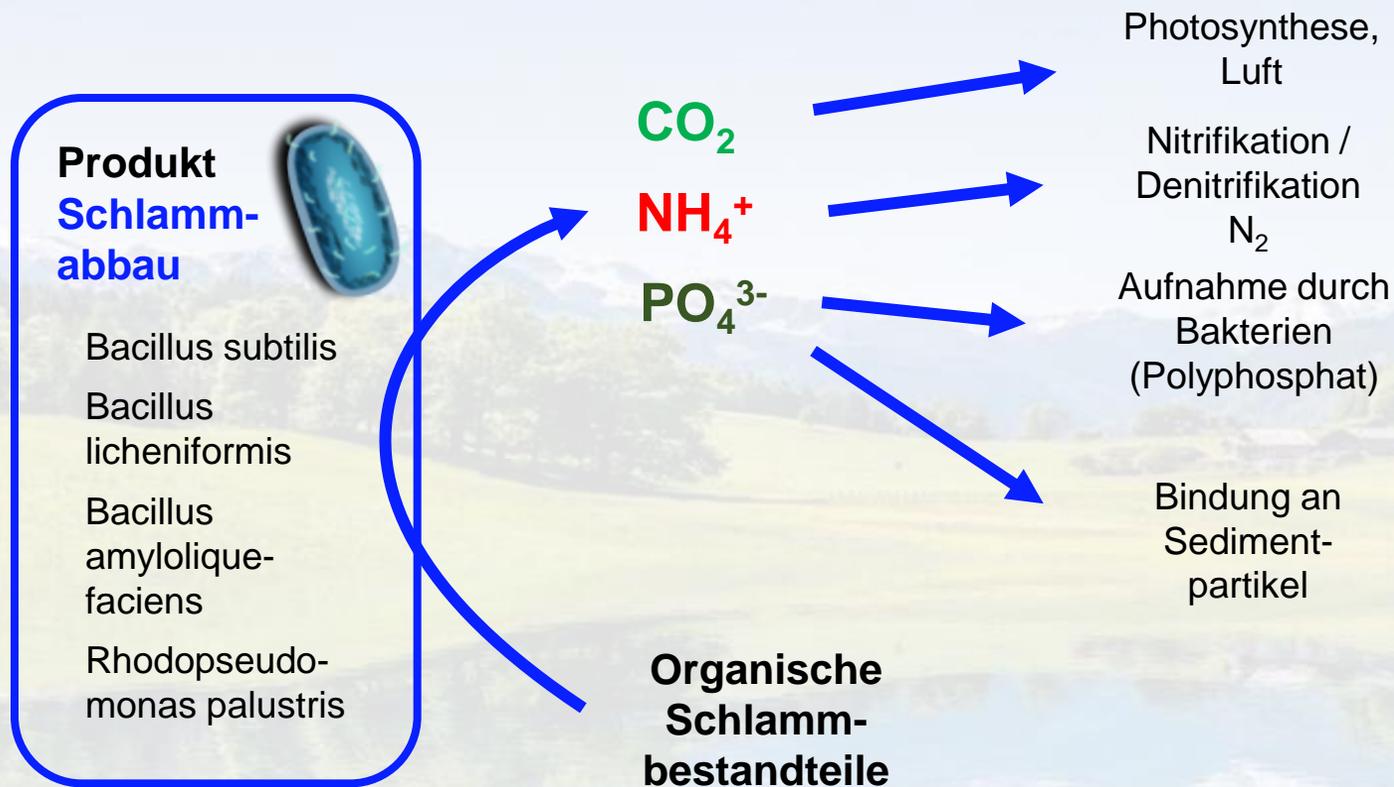
Auftraggeber: BluePlanet Germany GmbH
Ihre Bestellung: Bestellung Nr. 61 / Rüsselsheim, Horchlachgraben Becken 3
Probenmaterial: Schlamm
Probenahme am: 10.10.2024 durch: AG
Untersuchungszeitraum: 11.10. – 07.11.2024

Prüfziele: Bestimmung vorgegebener Parameter
Prüfergebnis:

Parameter	Prüfverfahren	Dimension	Probe P 4280
Trockensubstanz	DIN EN 12880, S 2 A (2001-02)	%	77,7
Gesamtstickstoff	DIN ISO 11261 (1997-05)	mg/kg TS	538
Phosphor ges.	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	145
org. Substanz	DIN 38414, S 3 (1985-11)	% TS	3,30
TOC	DIN EN 13137 (2001-12)	% TS	0,15
CSB	DIN 38409, H 41-1 (1980-12)	mg/l	3954
pH-Wert	DIN EN ISO 10523, C 5 (2012-04)	-	7,41
Redoxpotential	DIN 38404, C 6(2018-12)	mV	412

Wirkprinzip am Gewässergrund

Zersetzung der organischen Schlammbestandteile



- Mit Hilfe von Sauerstoff bauen die BluePlanet-Bakterien gemeinsam mit Exo-Enzymen die organischen Schlammbestandteile schnell zu ungiftigen Stoffen ab.
- Stickstoffverbindungen werden über die Nitrifikation und Denitrifikation in Luftstickstoff umgesetzt.
- Kohlenstoffverbindungen werden zu CO_2 umgesetzt.
- Phosphat wird von den BluePlanet-Bakterien aufgenommen oder an Sedimentpartikel gebunden. Über die Bakterien gelangt es entweder in die Nahrungskette oder auch ins Sediment.
- Mit Beseitigung des organischen Materials sinkt der Sauerstoffbedarf am Gewässergrund und damit das Potential zur Faulgasbildung.

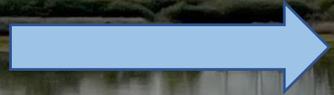
A man with glasses and a brown t-shirt is smiling and leaning on a metal railing. He is in a farm setting with a large blue corrugated metal structure on the left and a wooden building with a white roof on the right. The background shows a field and a clear sky with some clouds.

Behandlung durch BluePlanet

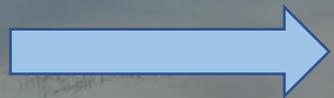
Nutzung natürlicher Prozesse



Bakterien



Exo-Enzyme



Sauerstoff / Nanobubbles



Nährstoffkreisläufe

BluePlanet-Technologie

Gezielter Einsatz von Bakterien



Arten und Funktionsweise

- Züchtung reiner, individueller Bakterienstämme aus biologischem Anbau, nicht gentechnisch verändert und nicht durch sequenzielle Batch-Fermentation
- Proprietäres, kostengünstiges zweistufiges Herstellungsverfahren, das die Kosten erheblich senkt
- Gewährleistet maximale Wirksamkeit und Konsistenz des Endprodukts, garantierte Keimzahlen durch Chargen-COA

Gebrauchsfertig & Vor-Ort-Vorbereitung

- RTU-Produkte werden direkt aus dem Gebinde angewendet, um gängige Probleme in einer praktischen Anwendung zu lösen
- Vor Ort gebräute Produkte zielen auf Großkunden in den Bereichen Landwirtschaft, Umwelt und Abwasser ab.
- Nutzt proprietäre und patentierte Methoden, um höhere Leistung bei erheblichen Kosteneinsparungen zu erzielen

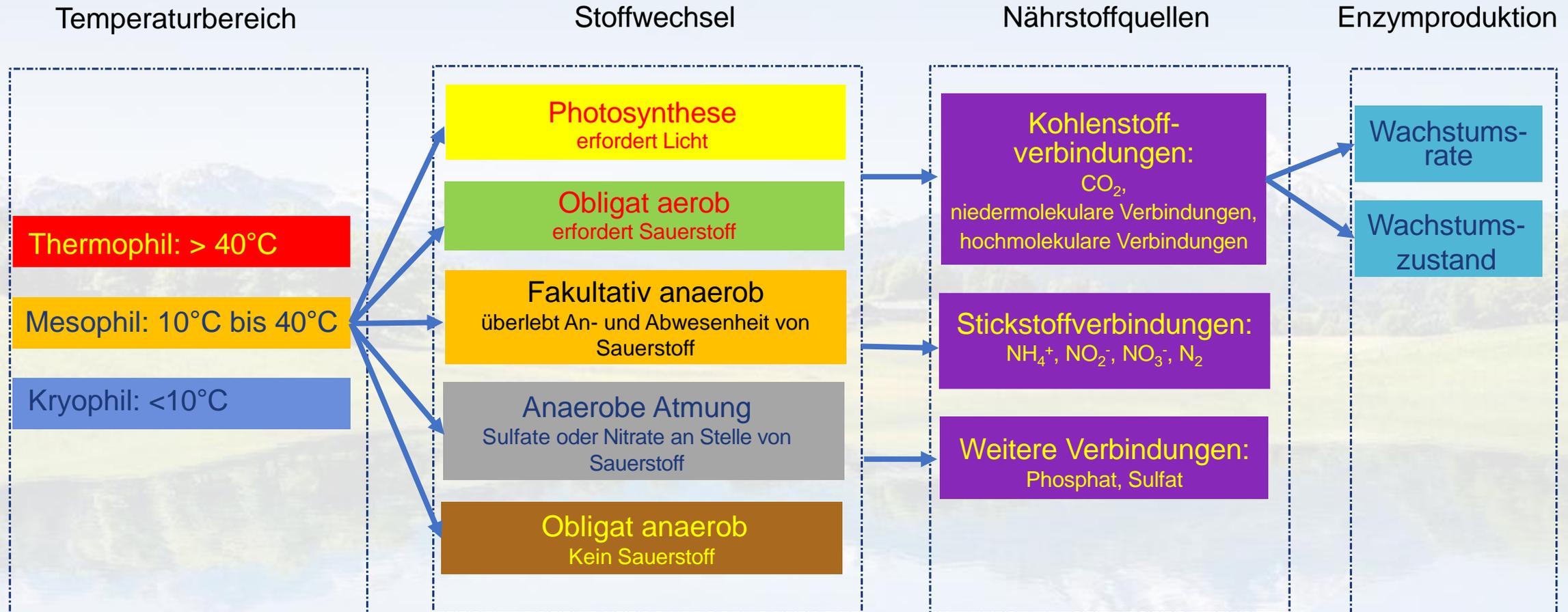
Proprietäre Stabilisierung einer breiten Auswahl von Arten

- Stabilisierung spezifischer Spezies und Formeln für spezifische Funktionalität, Ansatz der Säulenerkennung von Verbindungen anstelle von Melasse
- Stämme zusammenmischen und wieder stabilisieren für lange Haltbarkeit, einfachen Transport und leichte Anwendung

Patentiertes Herstellungs- und Stabilisierungsverfahren

Bakterien

Vereinfachte Sicht auf ein komplexes Thema

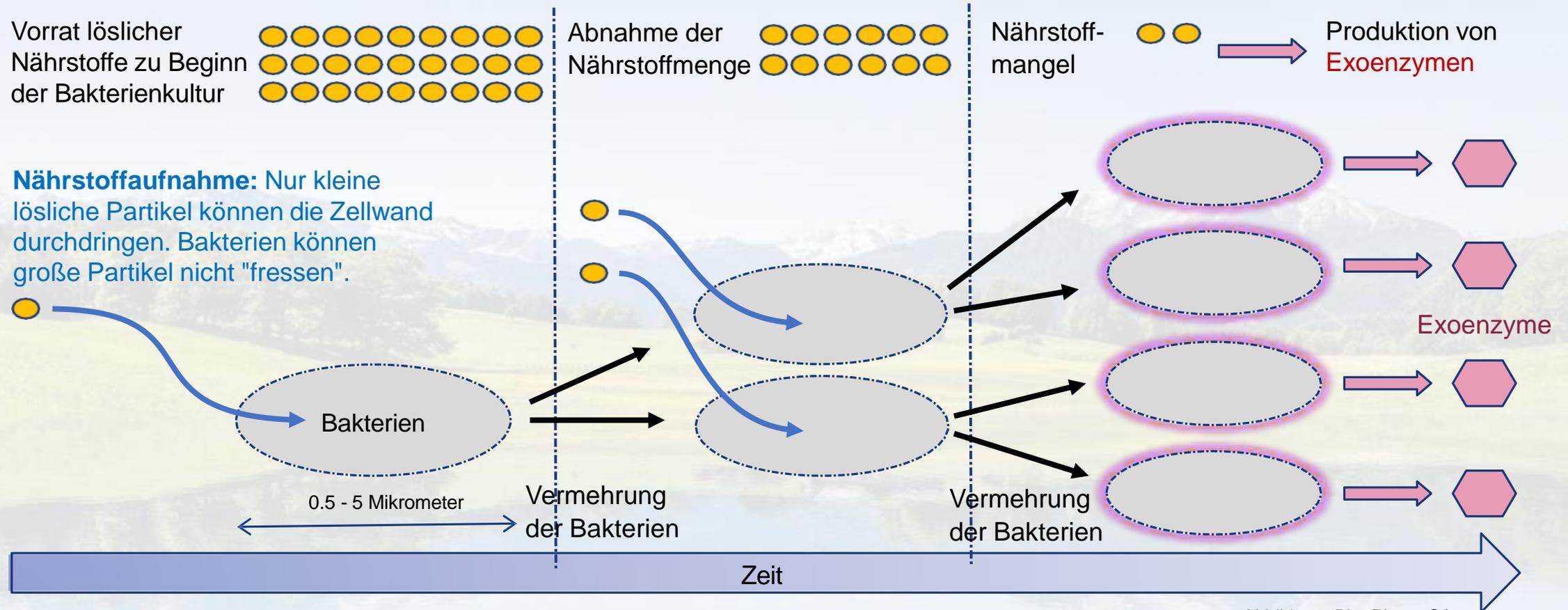


Es wurden 13.537 Bakterienarten benannt.

Die Gesamtzahl der Bakterienarten wird auf zehn Quintillionen (10.000.000.000.000.000) geschätzt.

Bakterien und Exoenzyme

Bewältigung der verschiedenen Ebenen des Problems



- Solange es Nahrung gibt, vermehren sich die Bakterien.
- Wenn die Nahrung knapp wird, produzieren bestimmte Bakterienarten Exoenzyme, um größere, schwer abbaubare Nahrungsmoleküle zu zersetzen und aufnehmen zu können.

Wie wirken Exo-Enzyme?

Kleine Helfer mit einer großen Bedeutung

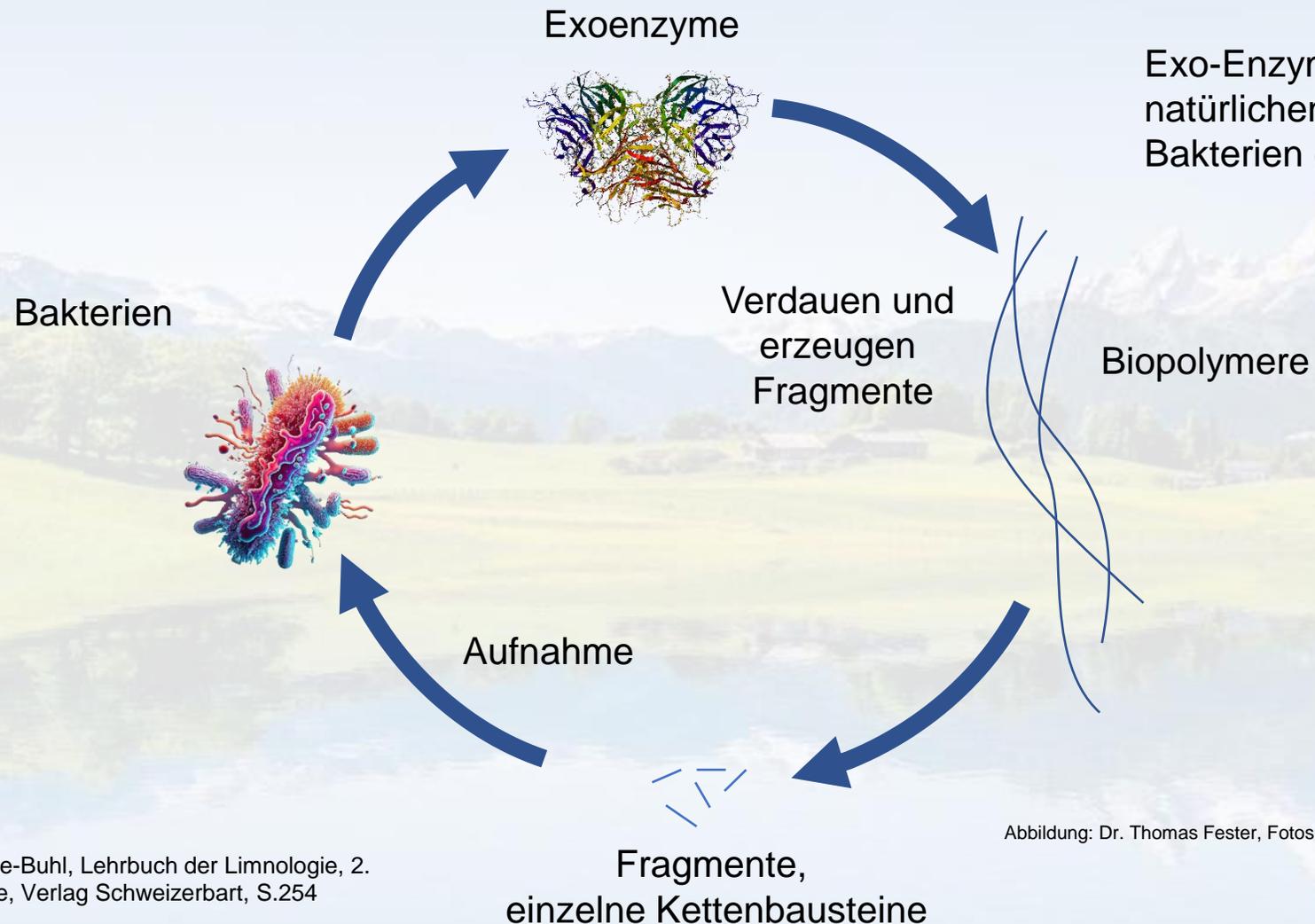


Abbildung: Dr. Thomas Fester, Fotos: AdobeStock

[1] Wilfried Schönborn, Ute Risse-Buhl, Lehrbuch der Limnologie, 2. vollständig überarbeitete Auflage, Verlag Schweizerbart, S.254

Management natürlicher Prozesse

Gezielter Einsatz von Bakterien

Bakterienarten	Funktion
Rhodopseudomonas palustris	Abbauspezialist organischer Masse ; zerlegt auch komplexe, stabile Polymere; nutzt unter anderem Sonnenlicht als Energiequelle; wirkt sowohl im aeroben als auch im anaeroben Milieu; baut eine Vielzahl von organischen Verbindungen ab, darunter Phenole und Kohlenwasserstoffe
Bacillus subtilis	Abbauspezialist organischer Masse ; verstoffwechselt alle Grundbausteine des Lebens: Fette, Proteine, Kohlenhydrate, aber auch Zellulose oder Chitin; produziert die Exoenzyme Cellulase, Amylase, Lipase, Chitinase und Protease
Bacillus velezensis	Abbauspezialist organischer Masse ; verstoffwechselt alle Grundbausteine des Lebens: Fette, Proteine, Kohlenhydrate, aber auch Zellulose oder Chitin; produziert in hohem Maße die Exoenzyme Cellulase, Amylase, Lipase, Chitinase und Protease
Bacillus licheniformis	Abbauspezialist organischer Masse und der Denitrifikation ; verstoffwechselt alle Grundbausteine des Lebens: Fette, Proteine, Kohlenhydrate, aber auch Zellulose oder Chitin; produziert die Exoenzyme Cellulase, Amylase, Lipase, Chitinase und Protease und ist ein denitrifizierender Organismus
Nitrosomonas europaea	Entgiftungsspezialist ; wandelt Ammonium in Nitrit um, unterstützt den biologischen Abbau von aromatischen Kohlenwasserstoffen
Nitrobacter winogradskyi	Entgiftungsspezialist ; wandelt Nitrit in Nitrat um; speichert verschiedene Reservestoffe, unter anderem Polyphosphat
Humin- und Fulvosäuren	Nahrung für Bakterien

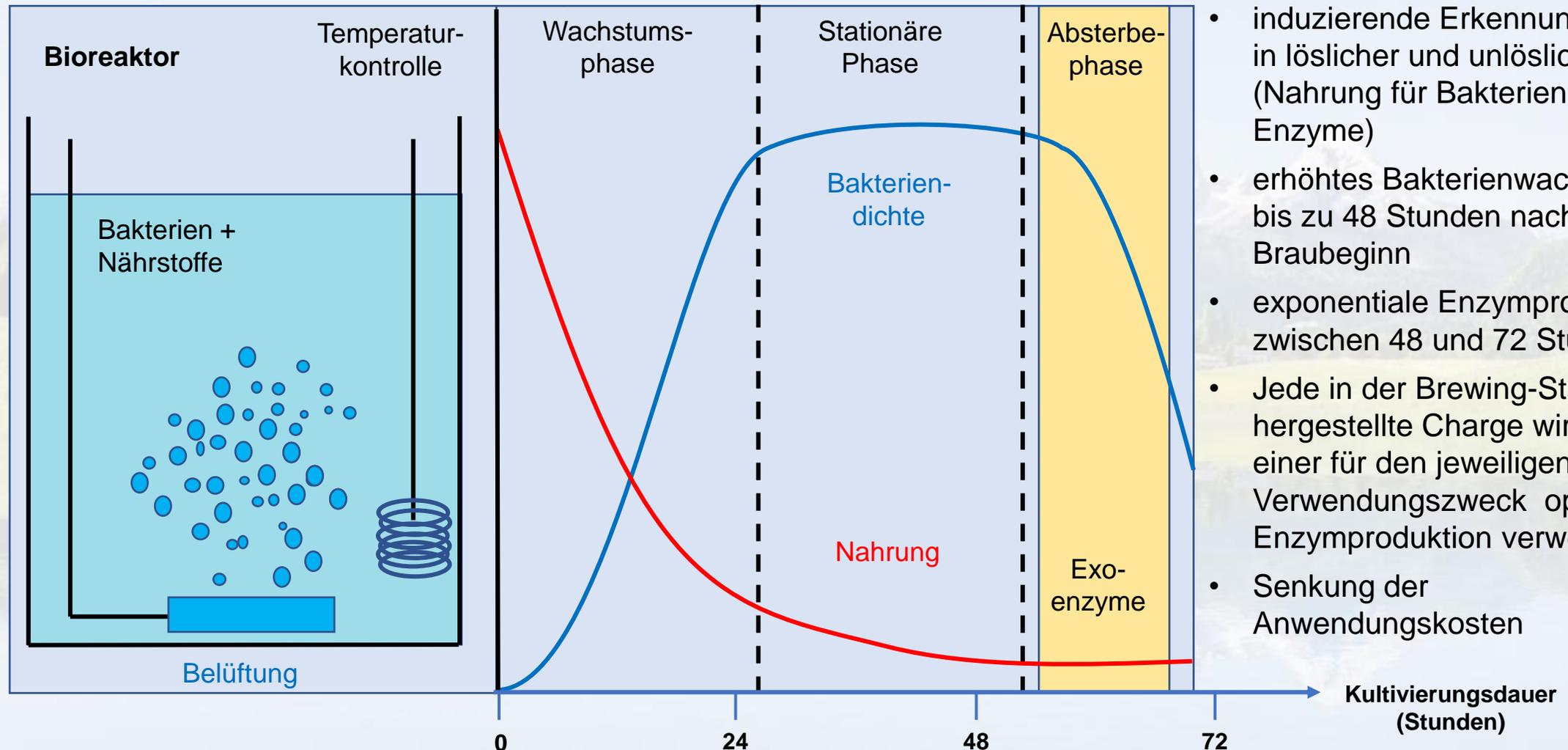
Steuerung natürlicher Prozesse

Nutzung der Enzyme und Hormone

	Bacillus subtilis	Bacillus licheniformis	Bacillus amyloliquefaciens	Rhodopseudomonas palustris	Nitrosomonas europaea	Nitrobacter winogradskyi
Protease	++	+	+	-	-	-
Amylase	+	+	+	-	-	-
Lipase	+	+	+	-	-	-
Cellulase	+	+++	+++	-	-	-
Chitinase	++	++	++	-	-	-
Siderophore	++	+	+	++	-	-
Indol-Essigsäure	++	+	+	++	-	-
P Solubilisierung	++	+++	+++	-	++	++
N Fixierung	-	++	++	+++	-	-

Steuerung natürlicher Prozesse

Gezielte Konditionierung der Bakterien in der Brewing-Station



- induzierende Erkennungsstoffe in löslicher und unlöslicher Form (Nahrung für Bakterien und Enzyme)
- erhöhtes Bakterienwachstum bis zu 48 Stunden nach dem Braubeginn
- exponentiale Enzymproduktion zwischen 48 und 72 Stunden
- Jede in der Brewing-Station hergestellte Charge wird bei einer für den jeweiligen Verwendungszweck optimalen Enzymproduktion verwendet.
- Senkung der Anwendungskosten

Gewässerbehandlung

Konditionierung der Bakterien und Enzyme

- Patentiertes Verfahren
- Bakterienlösung wird vor Ort in speziellen Braustationen hergestellt und für den Einsatz konditioniert.
- Es können Bakterien-Produkte gezielt zum Abbau von organischem Material, Schadstoffen und Nährstoffüberschüssen hergestellt werden.
- Ausbringung der Bakterien erfolgt je nach Situation am Einlauf und an Problemstellen oder wird im Gewässer verteilt.
- Installation der Nano-Belüfter; Behandlung des Wassers durch den Nano-Belüfter in verschiedenen Wassertiefen.
- Einfache Handhabung



BluePlanet-Bakterien vs. Effektive Mikroorganismen

Ein Vergleich

Bakterienprodukte von BluePlanet	Effektive Mikroorganismen
Rhodopseudomonas palustris, Bacillus subtilis, Bacillus velezensis, Bacillus licheniformis, Nitrosomonas europaea, Nitrobacter winogradskyi	Milchsäurebakterien, Photosynthesebakterien, Hefen, Actinomyceten und fermentaktive Pilzen in unbekannter Zusammensetzung
Vermehrungsprozess ist aerob	Vermehrungsprozess ist anaerob
Bakterien sind in der Umwelt, d.h. im Boden, in der Luft und in den Gewässern vorhanden und Bestandteil der bestehenden natürlichen Prozesse.	Werden speziell hergestellt und sind in einer natürlichen Umgebung nicht oder nur in sehr geringen Konzentrationen vorhanden.
bevorzugen einen natürlichen pH-Wert von 6,5 bis 8	bevorzugen saure bis leicht saure Bedingungen von pH 4 bis 6
Exo-Enzyme zum Abbau von organischem Material / Umsetzung von Nährstoffen, unterstützen die natürlichen Prozesse und bringen das mikrobielle Milieu im Gewässer in ein Gleichgewicht	fermentativ, Bildung von Milchsäure; antimikrobielle Wirkung, Hemmen andere Bakterien und Pilze (Nutzung als Konservierungsstoff für Sauerkraut und Silage oder als Reinigungs- und Desinfektionsmittel)
Produkte beinhalten Bakterienstämme / Inhaltsstoffe mit einer Reinheit von mindestens 99,9 %. Alle Produkte unterliegen einer permanenten Überprüfung. Die Bakterienstämme werden durch eine 16S rRNA-Gen-Analyse überwacht.	keine unabhängige Kontrolle oder Überprüfung; Durch wiederholte Vermehrung kann sich die Bakterienzusammensetzung stark verändern.
gezielte Steuerung der Prozesse durch umfangreiche Kenntnisse zur Wirkungsweise	Aufgrund der unbekanntenen Inhaltsstoffe ist eine gezielte Steuerung der Prozesse nicht möglich.

Effektive Mikroorganismen gehören nicht in den Boden oder in die Gewässer!

Analysen und Kontrolle

Permanente Überwachung der Prozesse

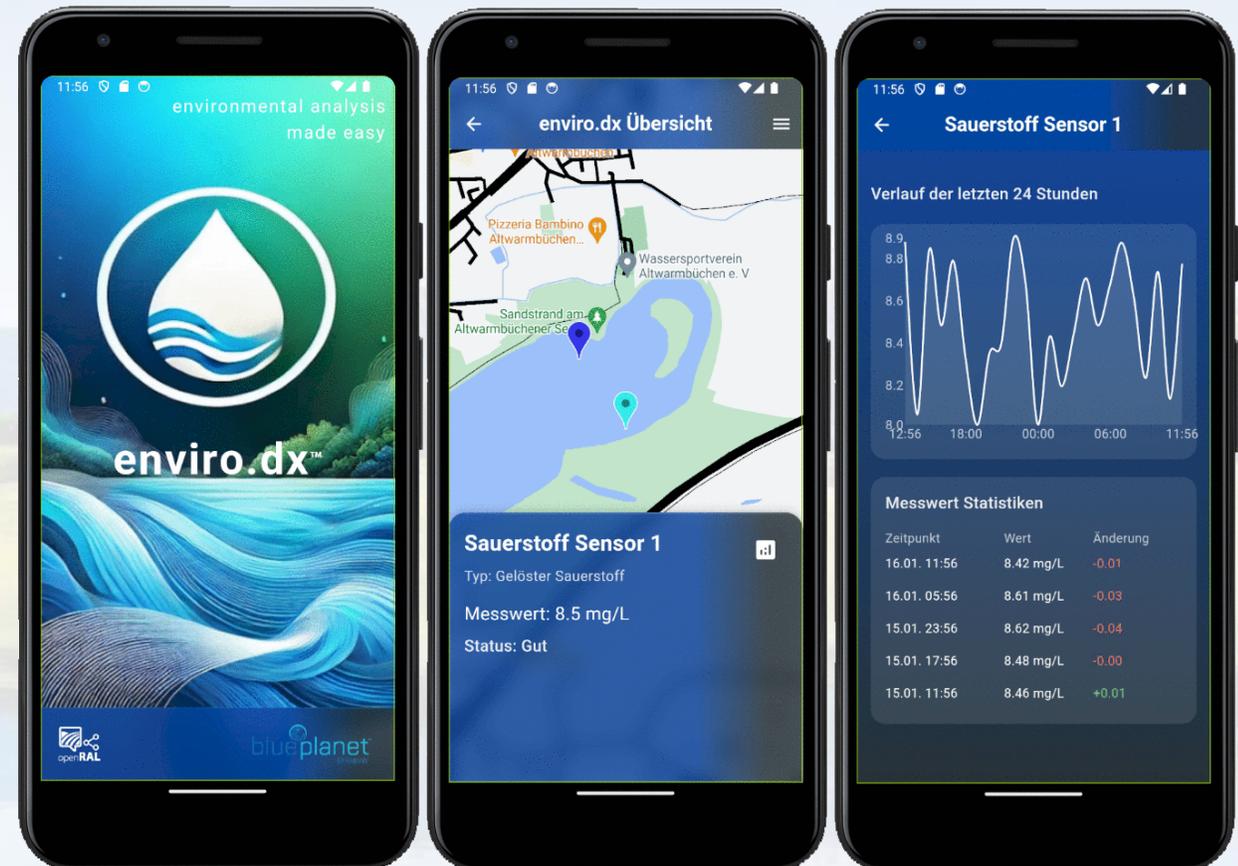
- 14-tägige oder nach Bedarf wöchentliche Überwachung von Schlamm Spiegel, Sauerstoff, Redoxpotential, Leitfähigkeit und pH-Wert
- Monatliche Schlamm- und Wasseranalysen mit TS, oTS und Nährstoffparametern
- Bei „Problemgewässern“ In-Situ-Überwachung wichtiger Parameter zur Steuerung der Prozesse
- Anpassung der Behandlung entsprechend der Situation



enviro.dx-App

Umfangreiches KI-basiertes Monitoring

- Neuentwicklung im Auftrage der BluePlanet Germany GmbH gemeinsam mit der permrobotic GmbH
- Automatisiertes Erfassen, Aufbereiten und Auswerten von Mess- und Analysedaten
- Möglichkeit der Einbindung von Sonden und externen Datenquellen, wie Wetter- und Satellitendaten
- Datenauswertung mit einer speziell trainierten KI
- Basiert auf openRAL, dem neuen Dateninteroperabilitätsstandard; ermöglicht einen unabhängigen Datenaustausch und höchste Datensicherheit gemäß den FAIR-Kriterien
- Höchste Transparenz für Kunden, Behörden und Mitarbeiter der BluePlanet Germany
- 1. Modul verfügbar ab 2. Quartal 2025



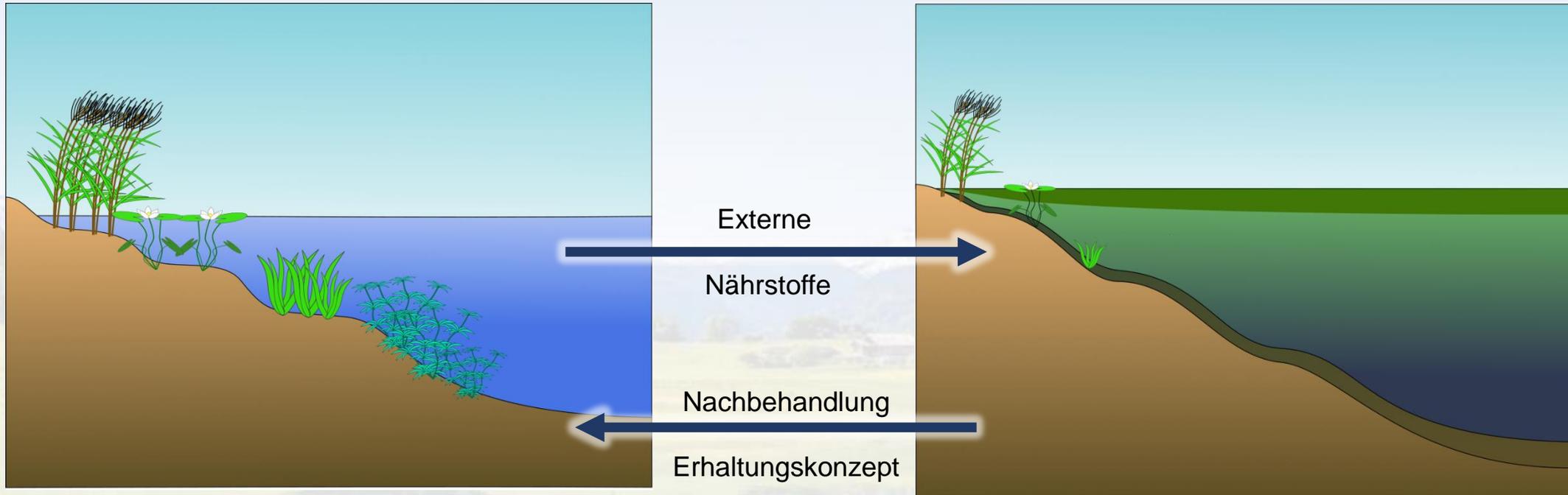
Mechanische Entfernung vs. Bioremediation

Ein Vergleich der wichtigsten Parameter (abhängig von der Art der mechanischen Entschlammung)

Bereich	Mechanische Entfernung	Bioremediation
Beeinflussung des Ökosystems	Die Zerstörung des Lebensraums vieler aquatischer Organismen führt dazu, dass Bodenlebewesen, Mikroorganismen und Jungfische entfernt oder geschädigt werden. Das vorhandene Mikrobiom wird geschädigt oder beseitigt. Es muss eine Wiederbesiedlung mit Organismen der gesamten Nahrungskette erfolgen.	Der natürliche Lebensraum der aquatischen Organismen bleibt erhalten. Es erfolgt keine Schädigung des Ökosystems. Das Mikrobiom wird genutzt und wieder ins Gleichgewicht gebracht. Die Nahrungskette bleibt intakt.
	Für die Entschlammung und den Abtransport ist schwere Technik erforderlich. Dadurch sind zusätzliche Schäden im Umfeld des Gewässers unvermeidbar.	Es ist keine schwere Technik notwendig.
Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen	Aufgewirbelte Sedimente setzen Phosphor, Stickstoff und andere Nährstoffe frei. Darüber hinaus können eingelagerte Schwermetalle oder organische Schadstoffe ins Wasser gelangen.	Die Kontrolle der Nährstoffe ist Bestandteil der Behandlung. Es erfolgt keine Störung des Sediments am Gewässergrund
Beseitigung des Sediments	Es werden organische und anorganische Bestandteile des Sediments entfernt.	Es können ausschließlich organische Bestandteile des Sediments entfernt werden. Dabei verdichtet sich der anorganische Teil, wodurch das Gewässervolumen zusätzlich vergrößert wird.
Entsorgung des Sediments	Die Entsorgung ist energieaufwendig und meist nur als Sondermüll möglich. Zugangsmöglichkeiten zum Gewässer sind oft begrenzt.	Es ist keine Entsorgung notwendig.
Prozess	weitgehend wetterunabhängig	nur in einem begrenzten Zeitraum möglich (Vegetationszeit)
Langfristige Folgen	Ohne begleitende Maßnahmen bildet sich schnell neuer Schlamm. Biologische Prozesse, die zur dauerhaften Stabilisierung des Gewässers beitragen, werden nicht gefördert.	Im Rahmen der Behandlung wird ein Erhaltungskonzept entwickelt, um den erreichten Zustand möglichst langfristig zu sichern.
Kosten	hohe Kosten durch Technik und Entsorgung	ca. 30 % bis 50 % der Kosten einer mechanischen Entschlammung

Erhaltung

Erhaltungskonzept sichert langfristig den Behandlungserfolg



- Unverminderter Nährstoffeintrag führt ohne Erhaltungskonzept wieder zu Nährstoffüberschüssen, Algenwachstum und zum Aufbau organischer Schlammschichten.
- Um eine erneute Störung der natürlichen Gleichgewichte zu verhindern, ist ein Erhaltungskonzept notwendig.
- Zu diesem Konzept gehören u. a. die Kontrolle der externen Einträge, des Fischbesatzes, eine pflanzliche Wiederbesiedlung des Gewässergrunds und ggf. eine Nachbehandlung mit Nano-Belüfter und/oder Bakterien.

Fischgesundheit und Biodiversität

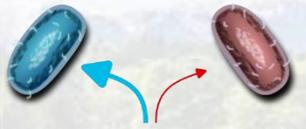
Probiotische Effekte der BluePlanet-Bakterien

Verbesserung der Gesundheit und des Wachstums der Tierpopulation



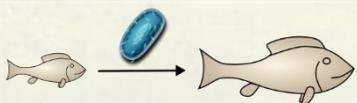
Direkte Effekte

Produktion von Hemmstoffen; Störung der Kommunikation (Quorum sensing) der Krankheitserreger



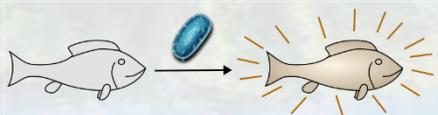
Konkurrenz

Konkurrenz um Nährstoffe, Energie und Bindestellen auf der Schleimhaut der Fische
Durch spezielle Siderophore sichern sich die BluePlanet-Bakterien beispielsweise die umkämpften Eisenvorräte im Wasser



Wachstumsförderung

Bereitstellung von Enzymen für die Nährstoffmobilisierung sowie von Vitaminen, Fettsäuren und essentiellen Aminosäuren
Entgiftung der Gewässer, u. a. von Ammonium

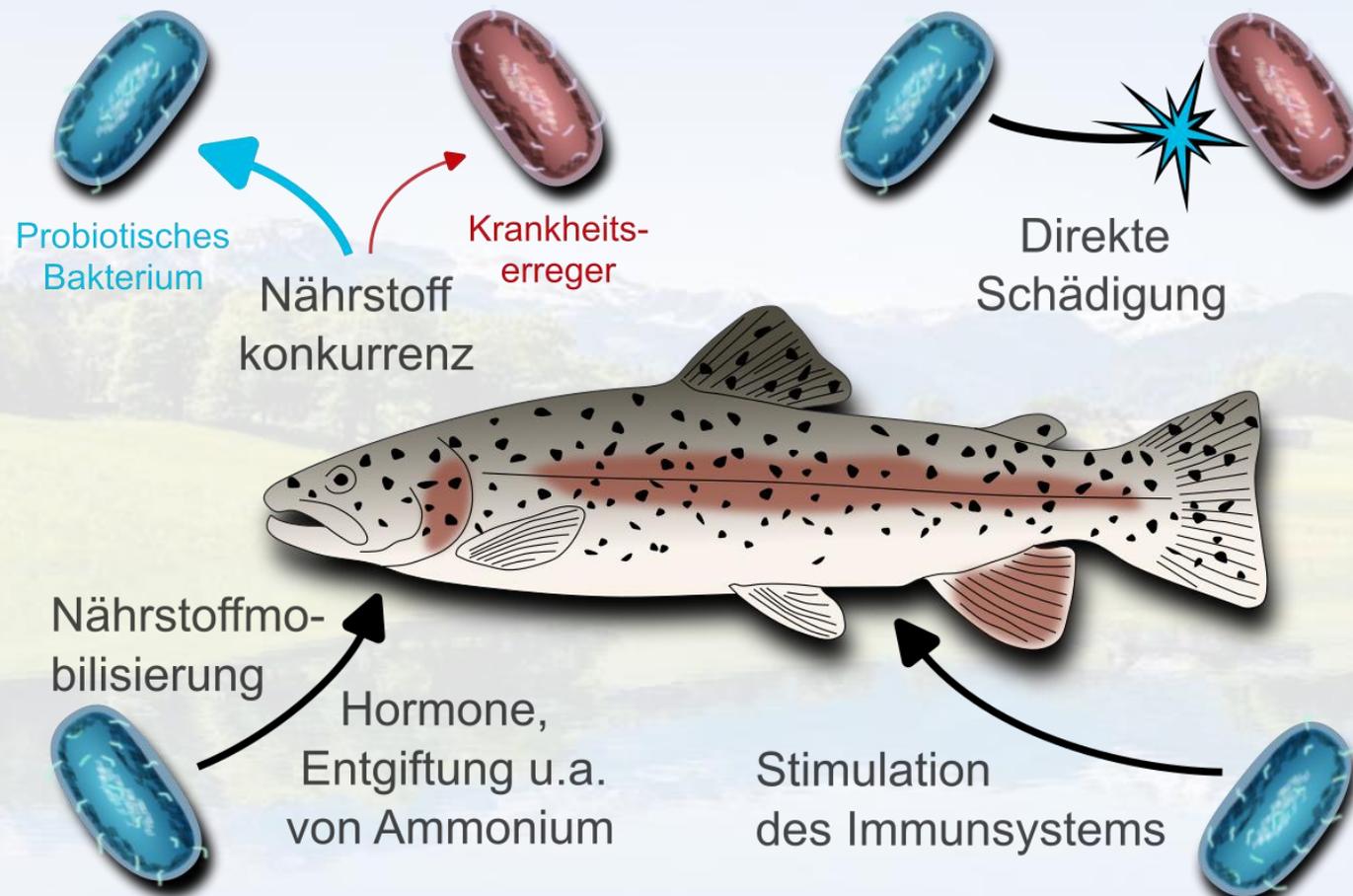


Immunmodulation

Stimulation des Immunsystems der Fische, v. a. im Darm

Probiotische Effekte der BluePlanet-Bakterien

Verbesserung der Gesundheit und des Wachstums der Tierpopulation



Probiotische Mechanismen:

- BluePlanet-Bakterien konkurrieren mit Krankheitserregern um Nährstoffe und Besiedlungsorte.
- BluePlanet-Bakterien können Krankheitserreger direkt schädigen.
- BluePlanet-Bakterien verbessern die Nährstoffversorgung und entfernen im Wasser Giftstoffe wie Ammonium. Damit verbessern sie den Gesundheitszustand der Fische.
- BluePlanet-Bakterien stimulieren das Immunsystem der Fische. Diese können sich gegen Krankheitserreger schneller und effizienter wehren.

Vielen Dank!

Machen wir gemeinsam die Welt ein Stück besser!

Mehr Informationen:
www.blueplanet-germany.com