

Forschungsgruppe DynaDeep

Konzept und geplante Untersuchungen am Strand von Spiekeroog



*Thorsten Dittmar, Bert Engelen, Janek Greskowiak, Moritz Holtappels, Marcel Kuypers, Hannah Marchant, **Gudrun Massmann**, Mike Müller-Petke, Jutta Niggemann, Katharina Pahnke, Vincent Post, Anja Reckhardt, Hannelore Waska, Christian Winter, Oliver Zielinski*



Hydrogeologische Arbeiten auf Spiekeroog



Gudrun Massmann
AG Hydrogeologie & Landschaftswasserhaushalt





Janek
Greskowiak



Tanja
Birner



Nele
Grünenbaum



Tobias
Holt



Stephan
Seibert



Thorben Willers



Kirsä Bätzel



Johannes
Greshake — Jan
Greiwe



Svantje
Treumann



Franziska
Kröger



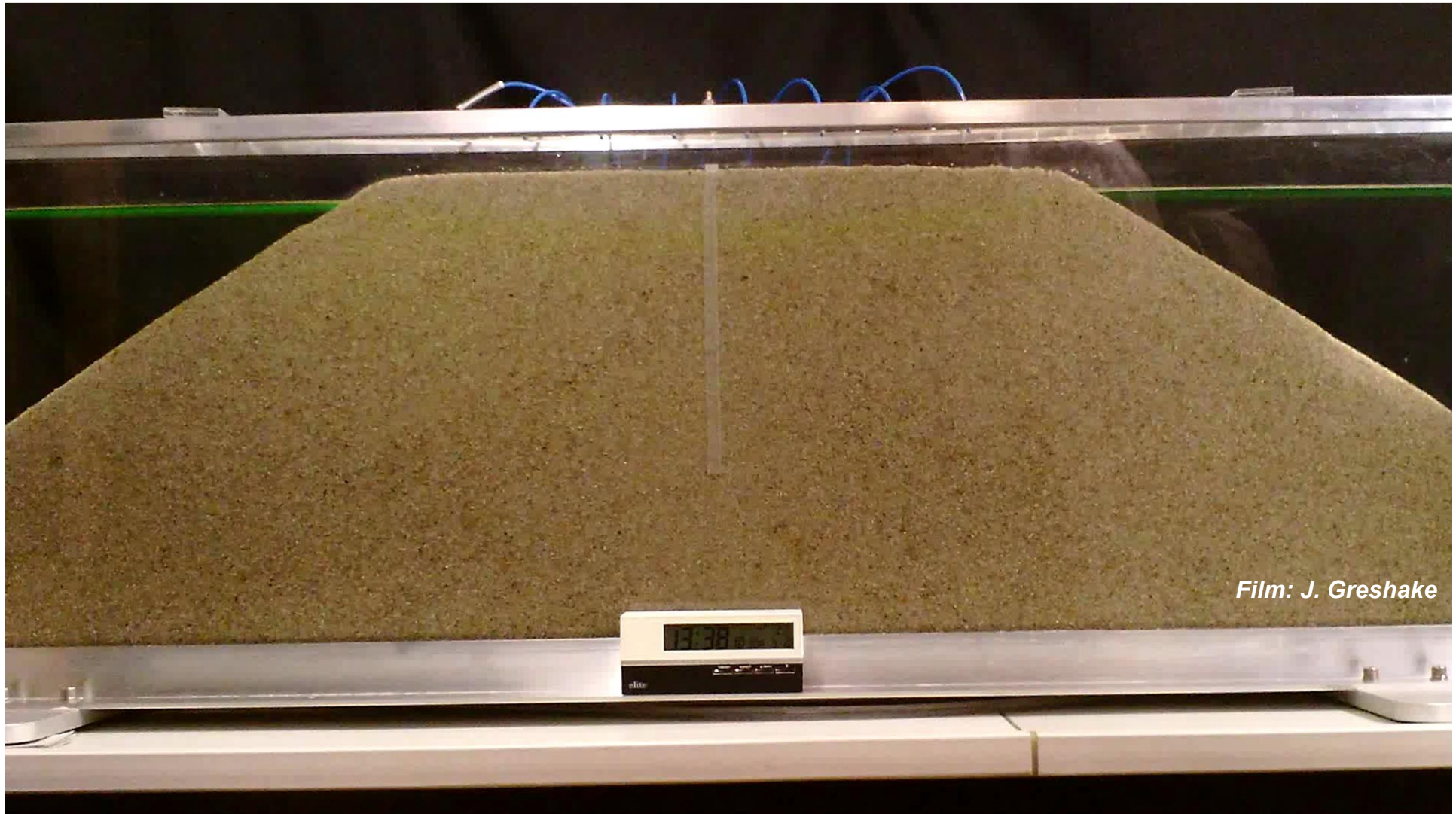
Leon
Dienl



Tomas
Fresenborg

Tobias
Haene

Worum geht es in der Hydrogeologie?



DynaDeep Team



J. Niggemann



T. Dittmar



O. Zielinski



C. Winter



M. Müller-Petke



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



A. Reckhardt



G. Massmann



M. Kuypers



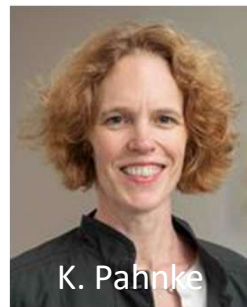
H. Marchant



B. Engelen



H. Waska



K. Pahnke



J. Greskowiak



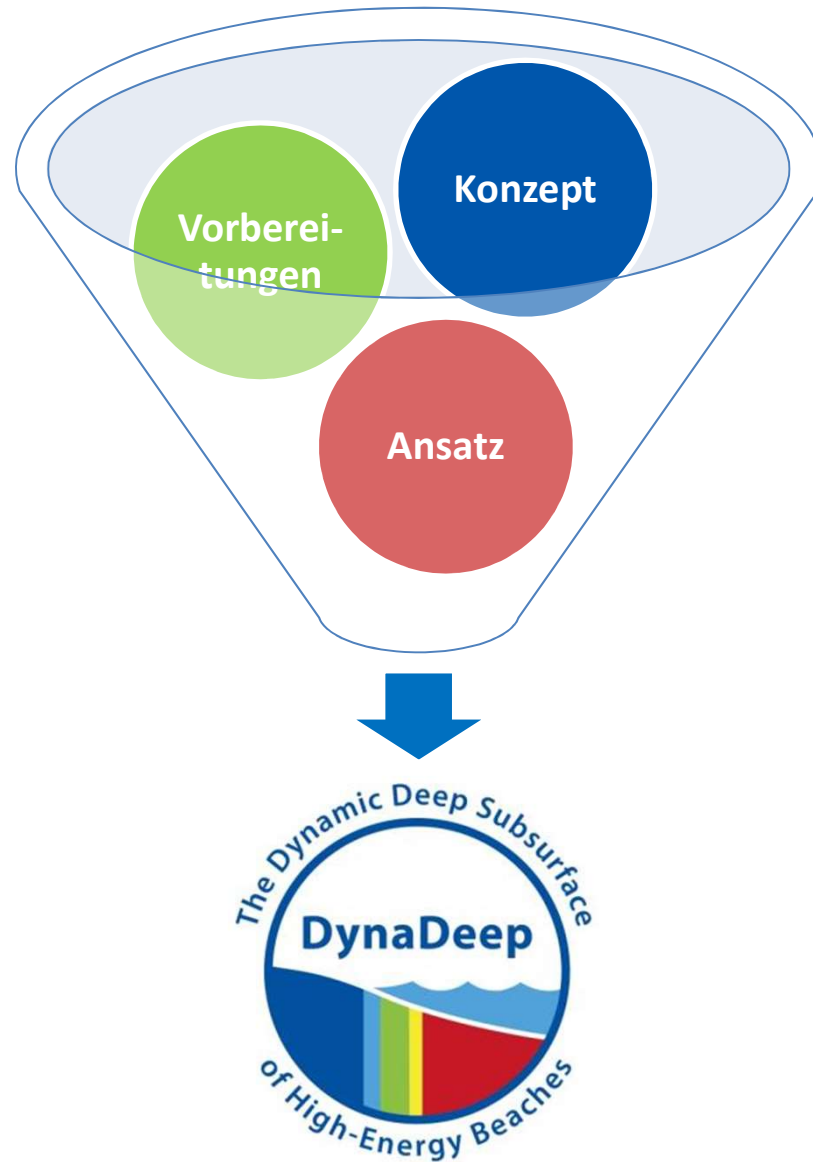
M. Holtappels



V. Post

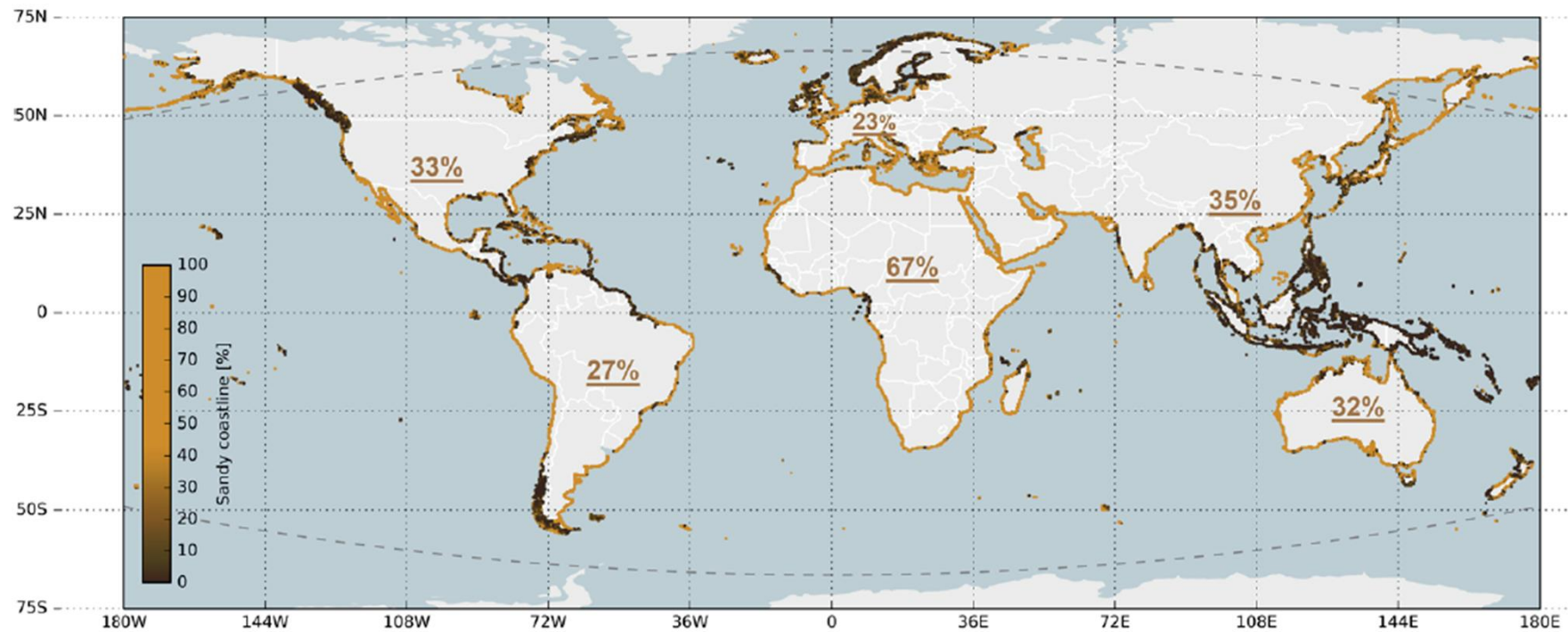


Forschungsgruppe DynaDeep



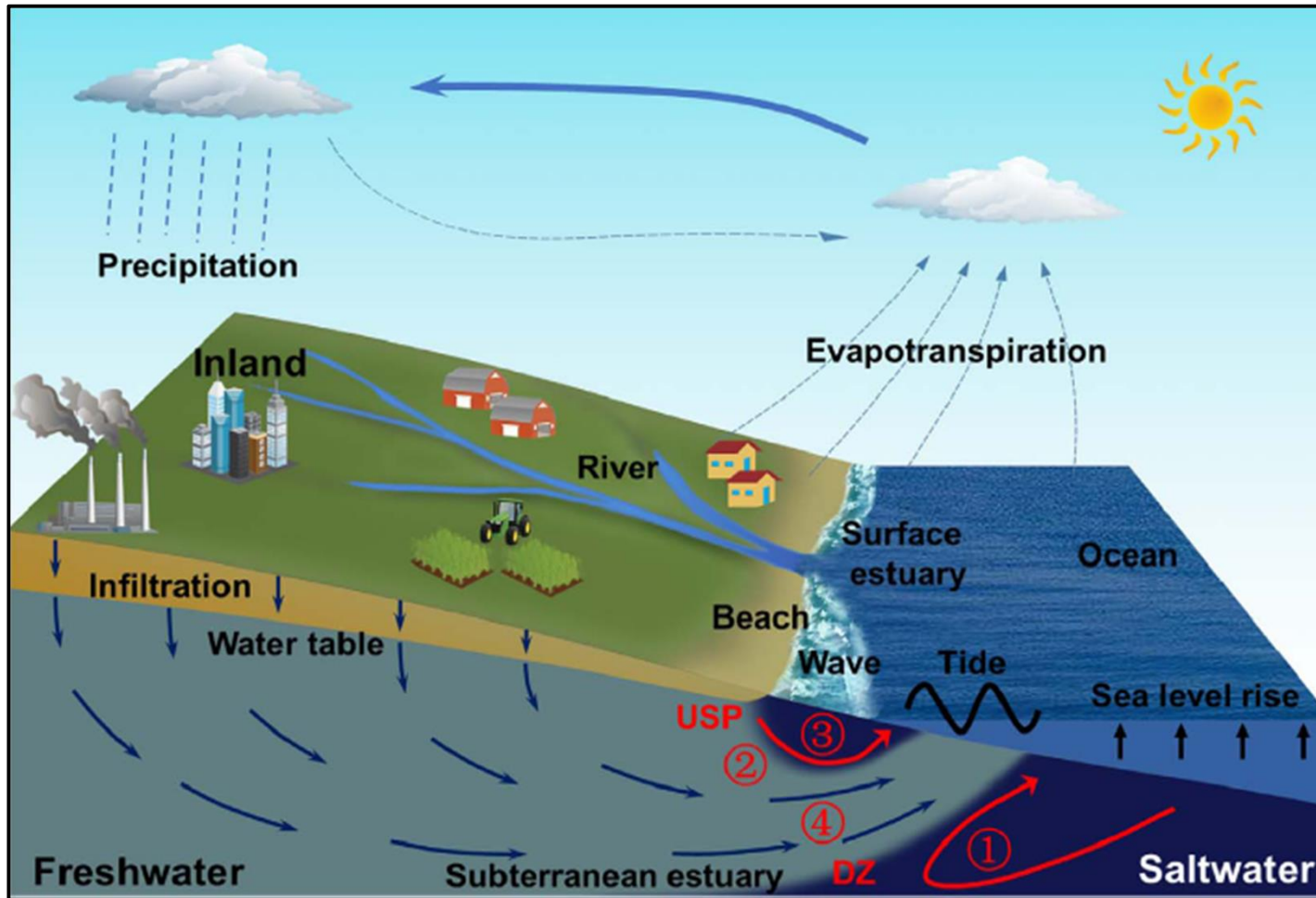
- Motivation
- Theoretischer Hintergrund
- Konzeptionelle Idee

Globale Verteilung sandiger Küstenabschnitte



Luijendijk et al. (2019)

Subterrane Ästuarie als Teil des Wasserkreislaufs



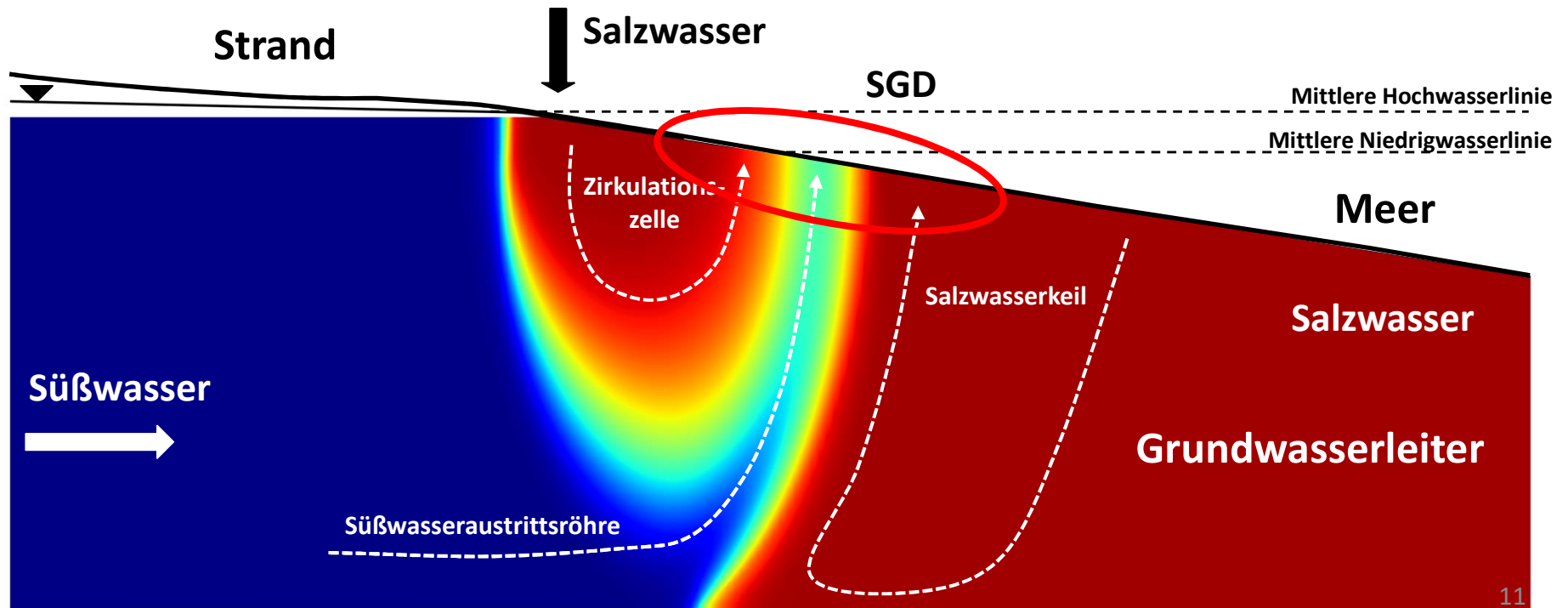
Robinson et al. (2018)

Relevanz von Subterranean Ästuaren

- Verbindung von Küstenaquiferen und Meer
- Austrittsorte von 'submarinem' Grundwasser (SGD)
- Biogeochemische 'Reaktoren'
- Verändern Zusammensetzung SGD (Nährstoffe, Spurenelemente, Kohlenstoff, Schadstoffe)

⇒ Verständnis der Funktionsweise des 'Reaktors' ist Voraussetzung für nachhaltiges Küstenmanagement (auch mit Blick auf Klimawandel und zu erwartende Veränderungen)

Funktionsweise subterranean Ästuare - Strömung im Untergrund -



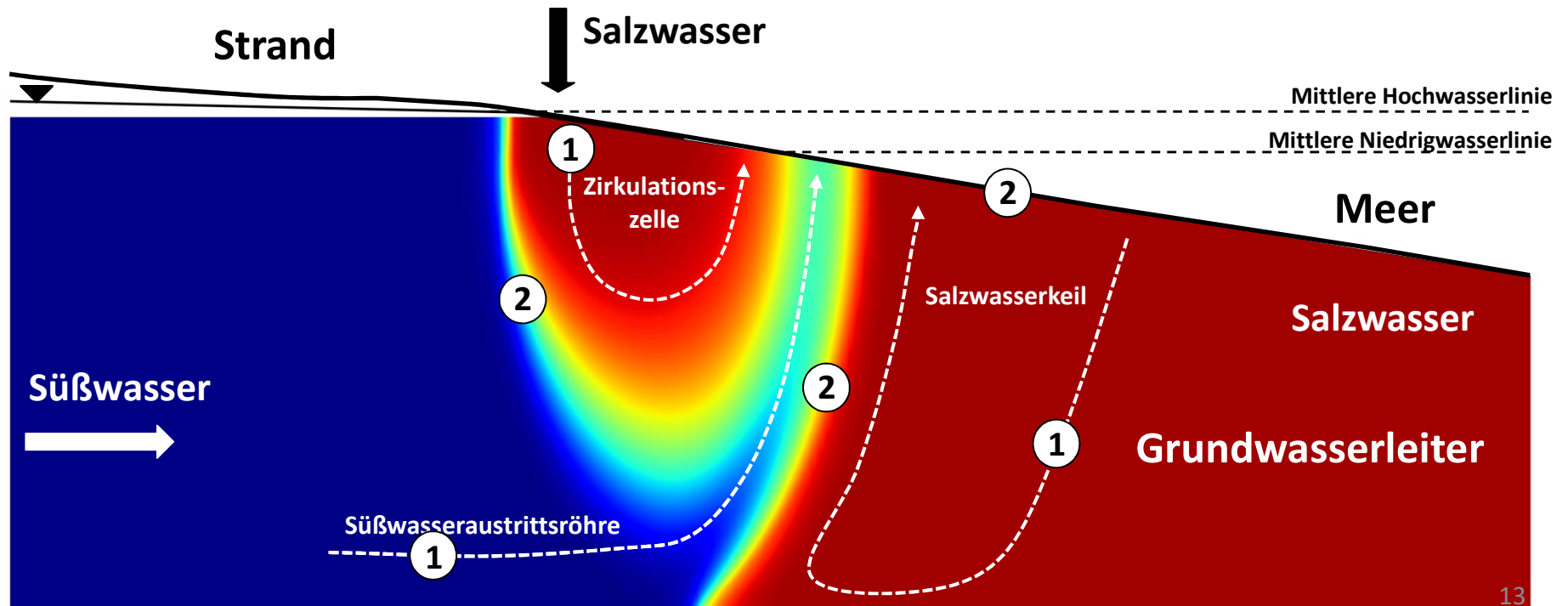
Süßwasserquellen an der Niedrigwasserlinie (Sturmeck)



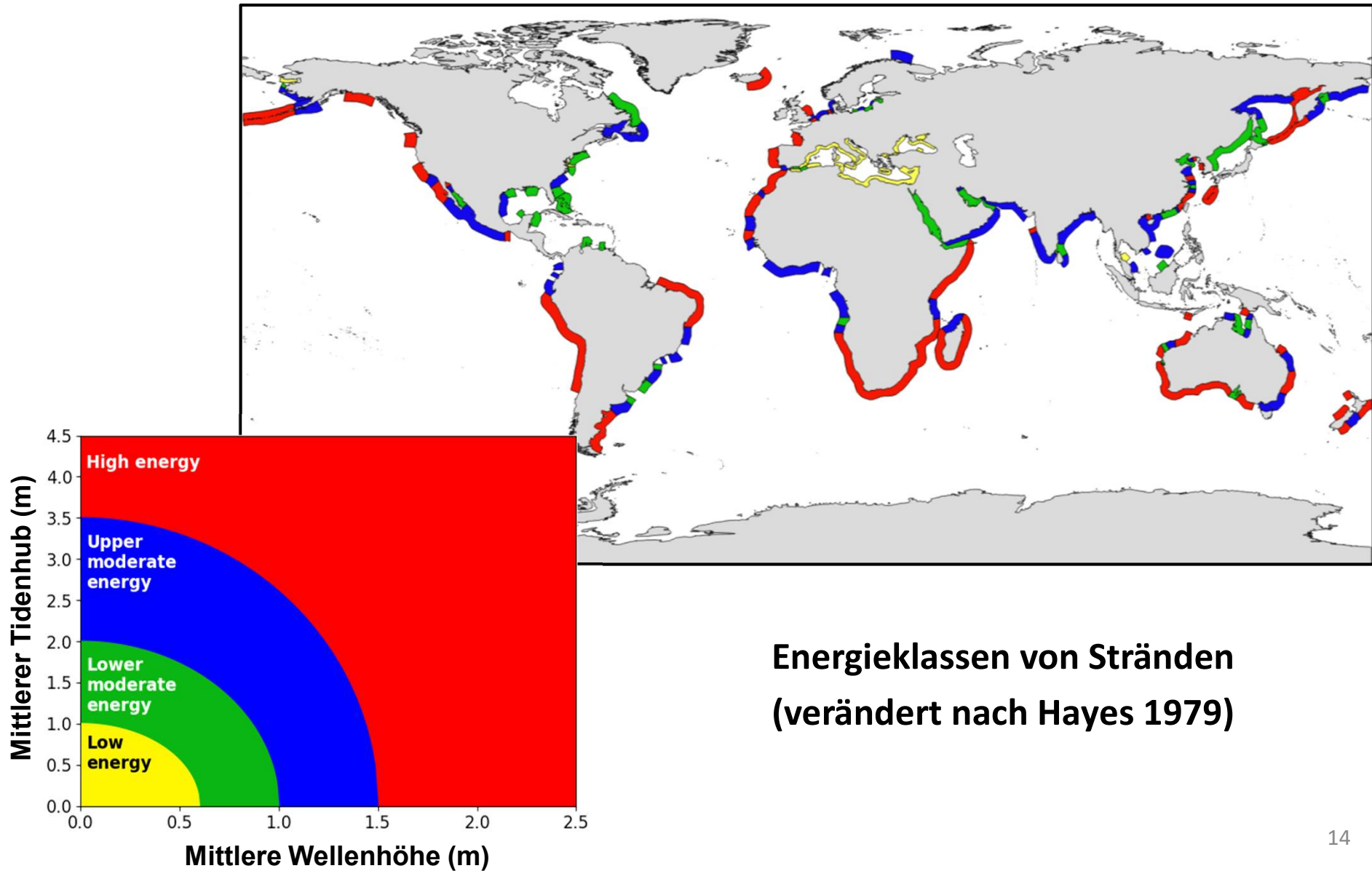
Funktionsweise subterranean Ästuare - biogeochemische Reaktionen -

① Biogeochemische Prozesse entlang von Fließpfaden

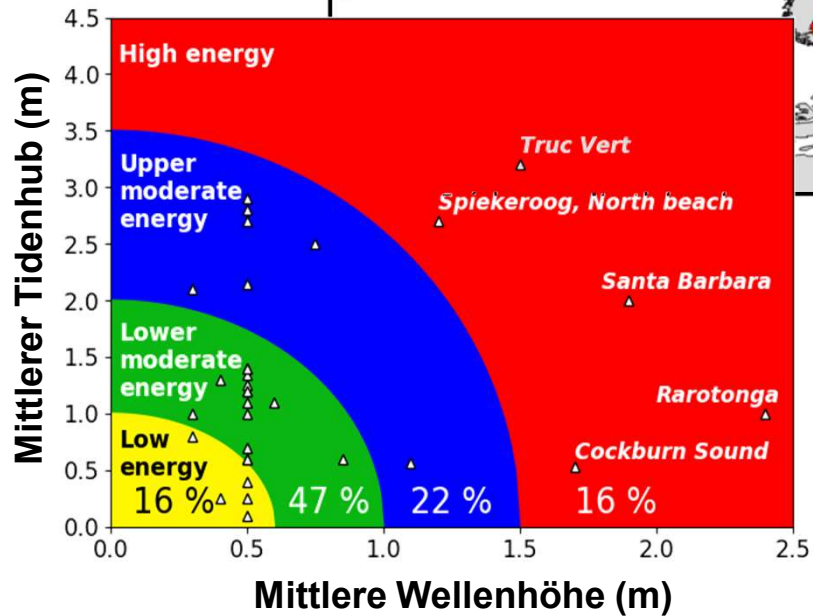
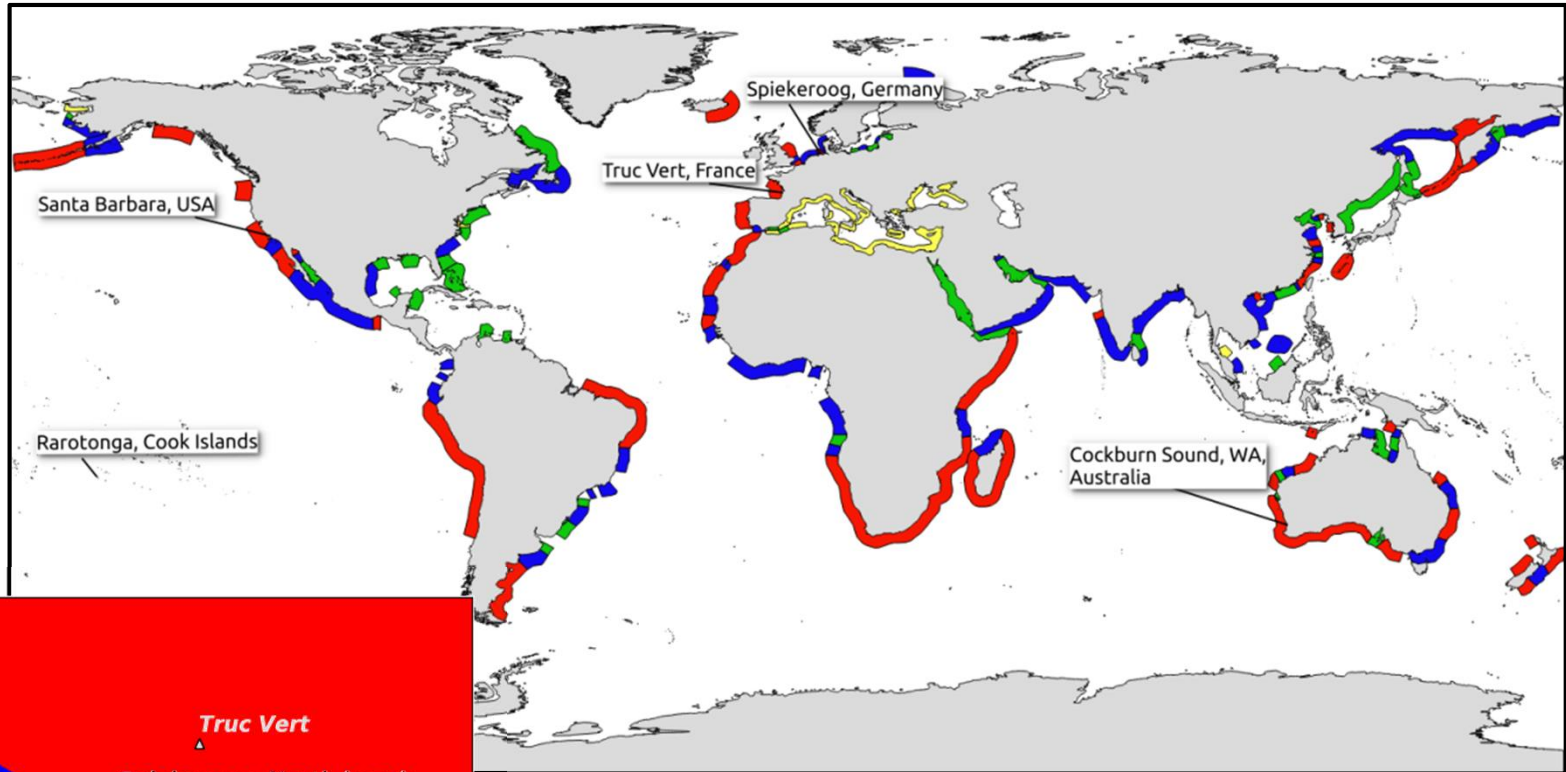
② Mischung und biogeochemische Reaktionen an Grenzflächen zwischen verschiedenen Wässern



Hochenergiestrände häufig aber kaum untersucht

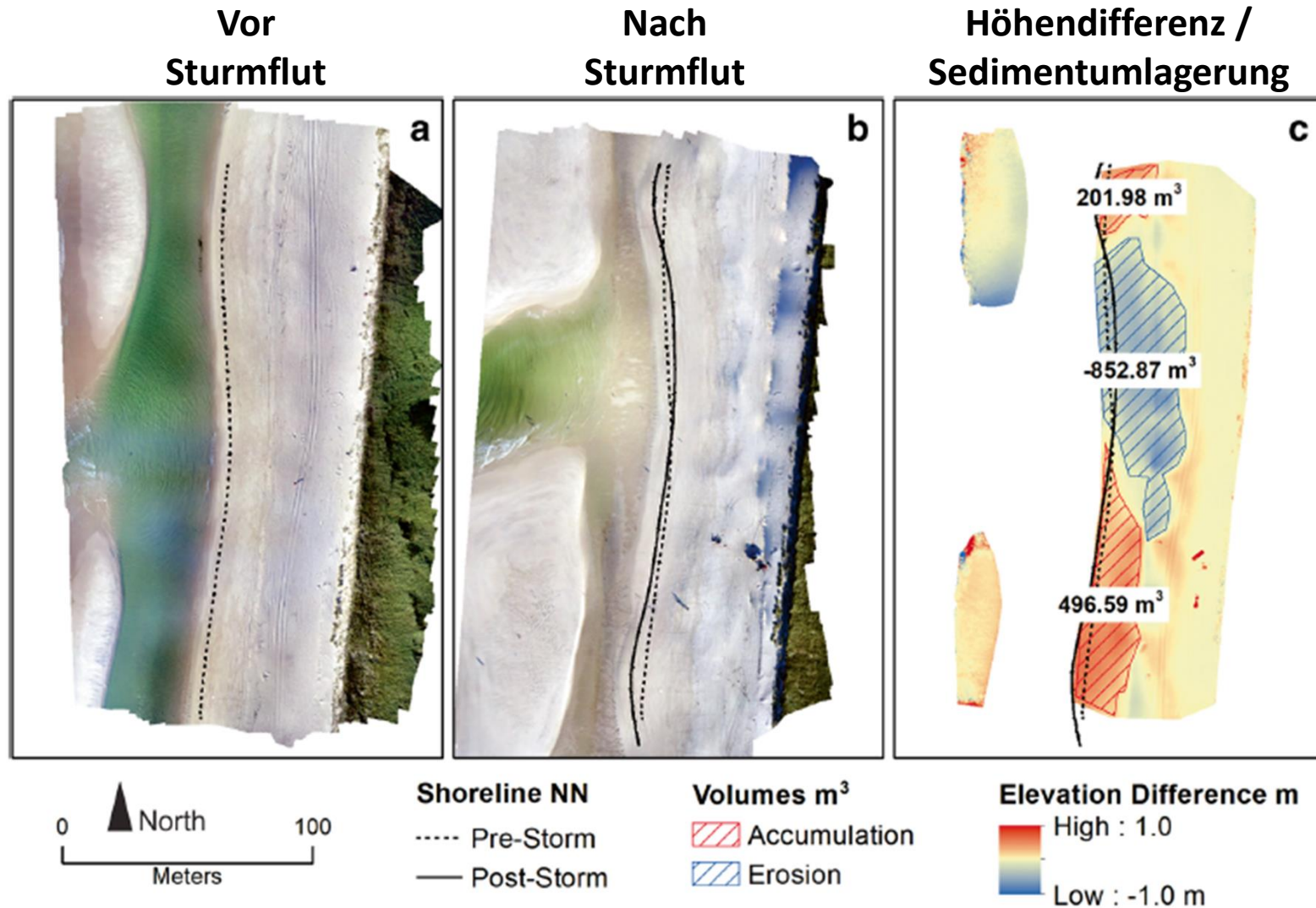


Hochenergiestrände häufig aber kaum untersucht

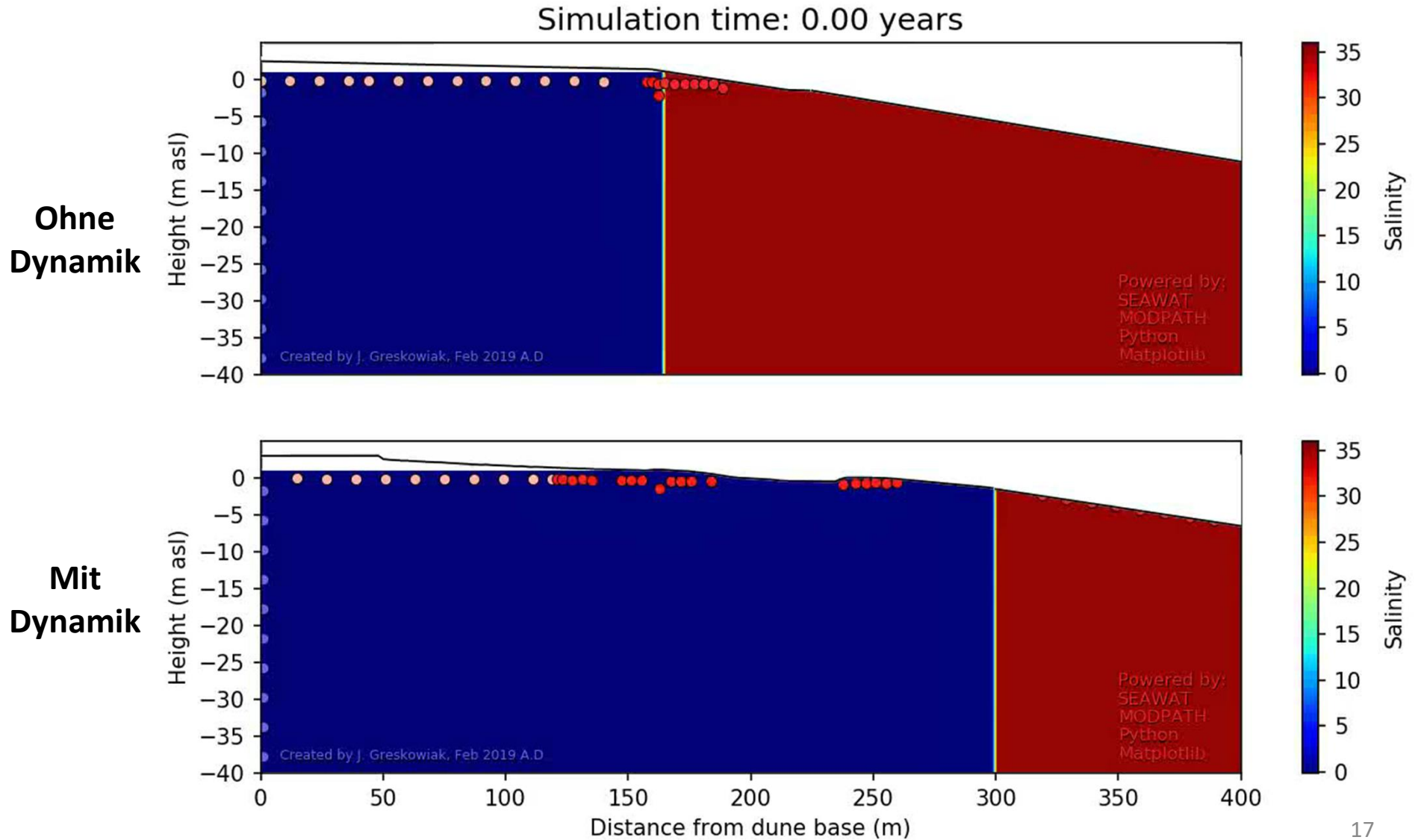


Beach energy classes
(adapted from Hayes 1979)

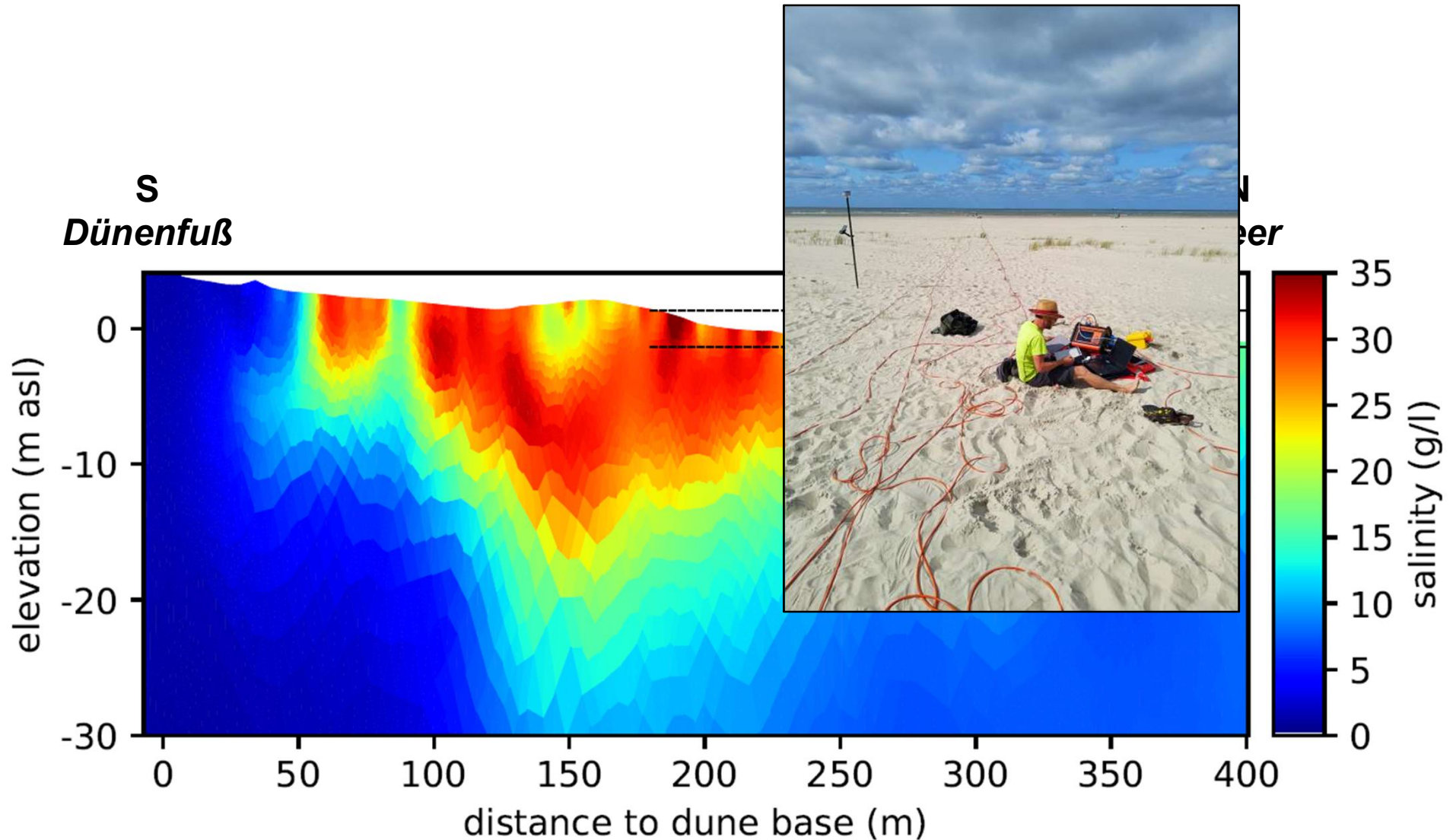
Hochenergiestrände verändern sich ständig



Grundwassermodell mit dynamischer Oberfläche



Erste geophysikalische Ergebnisse ähneln dynamischem Modell



Zentrale Arbeitshypothese



Subterrane Ästuarie in Hochenergiestränden sind **Bioreaktoren**, die bis tief in den Untergrund von den **dynamischen Randbedingungen** beeinflusst werden.

Dies führt zu starken räumlich-zeitlichen **Variabilitäten** der **geochemischen Bedingungen**, so dass ein **einzigartiger Lebensraum** für eine angepasste mikrobiologische Gemeinschaft entsteht.

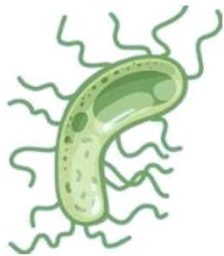
Zentrale Fragestellungen



Randbedingungen: Wie beeinflussen Morpho- und Hydrodynamik, Sedimenteigenschaften und Stoffeinträge die biogeochemische Variabilität im Untergrund?



Variabilität: Was sind Frequenz und Amplitude der biogeochemischen Variabilitäten?



Mikrobiologische Nische: Welche Redoxprozesse treten auf, wie beeinflussen sie die biogeochemische Nische und die funktionelle Diversität der mikrobiellen Gemeinschaft?



Globale Relevanz: Wie einzigartig ist der dynamische tiefe Untergrund von Hochenergiestränden? Wie wirkt er sich auf Küstenökosysteme und globale Stoffkreisläufe aus?

- Vorgängerprojekte
- Erste Vorarbeiten
- Warum Spiekeroog?



BIME Projekt auf Spiekeroog

Assessment of ground- and porewater-derived nutrient fluxes into the German North Sea – Is there a ‘Barrier Island Mass Effect’?



Niedersächsisches Ministerium
für Wissenschaft und Kultur

MWK Project 2016-2020



Etabliertes Netzwerk, exzellente Infrastruktur



Nationalpark
Wattenmeer



NIEDERSACHSEN



Erfahrung mit Methoden und Modellierung



Wissenschaftliches Bohren
Messstellenbau



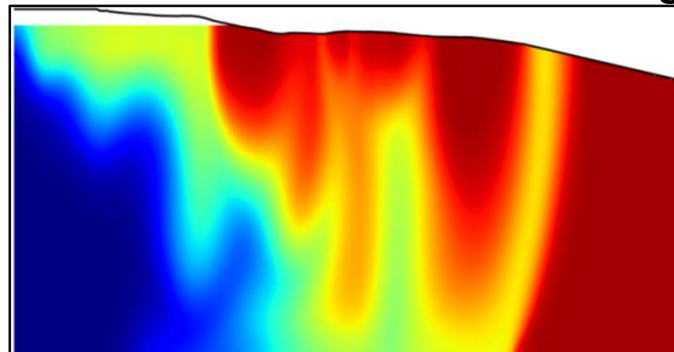
Geophysik



Strandbeobachtung



Labor-
experimente



Modellierung



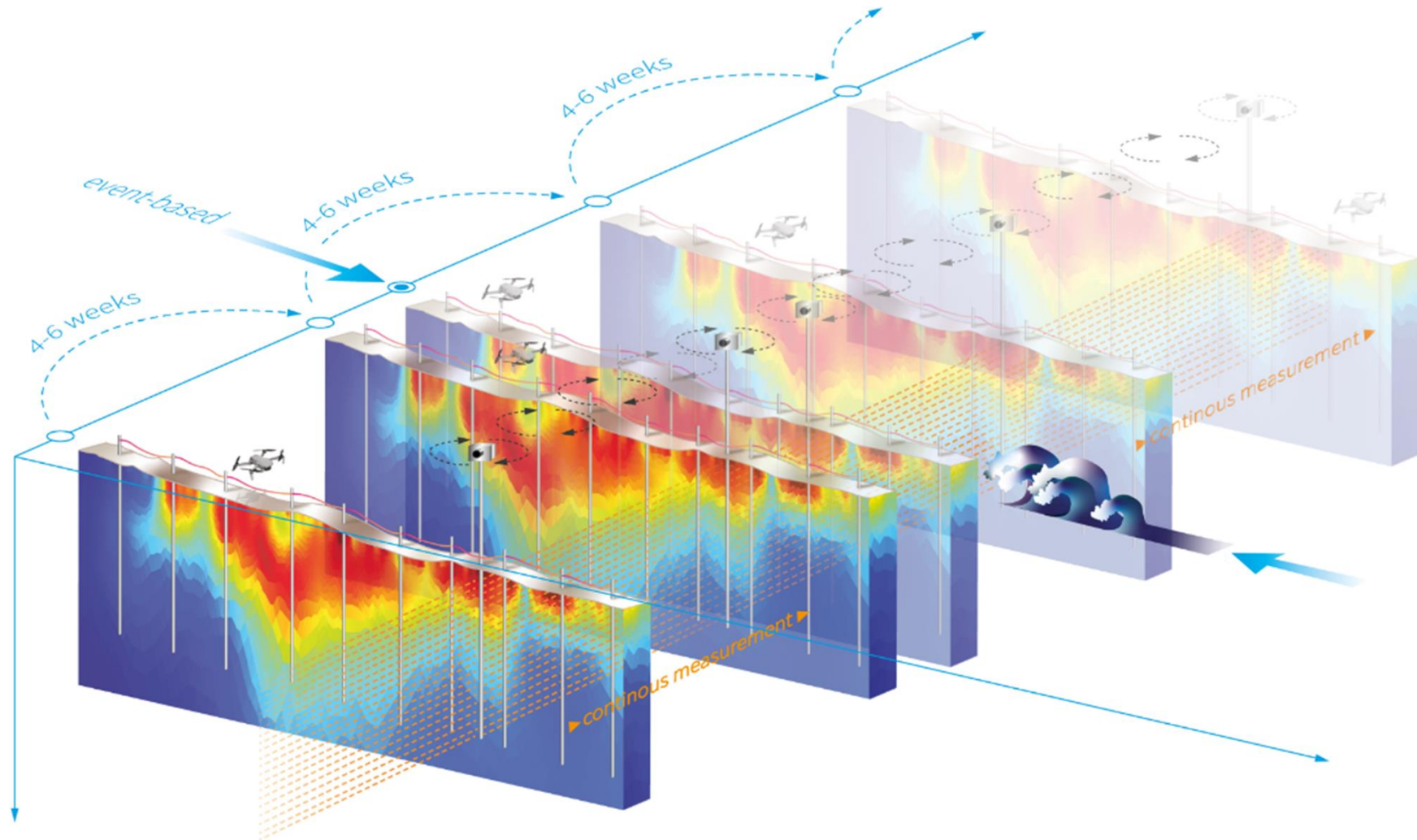
Analytik

Strandforschung auf Spiekeroog

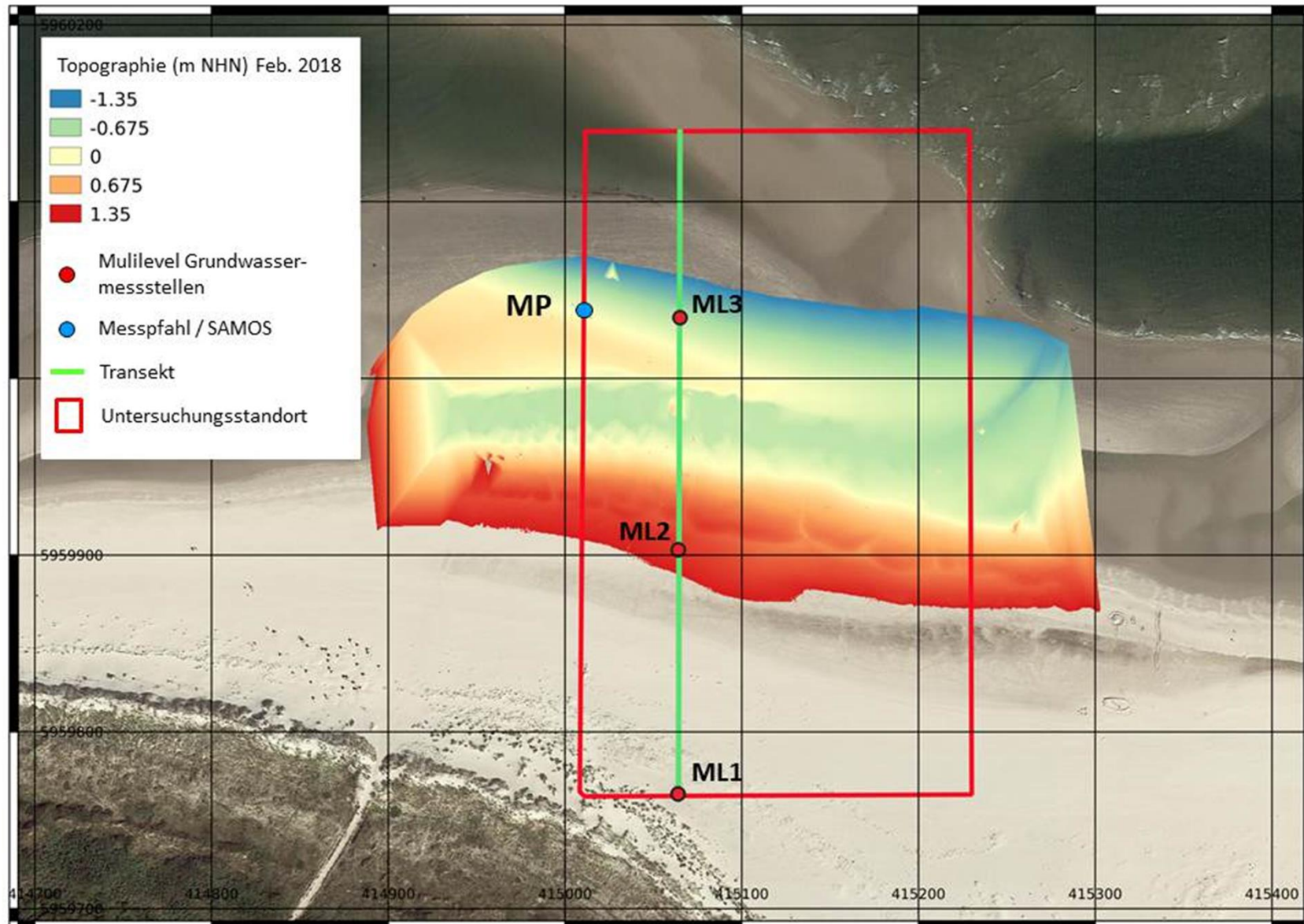


- Geplante Infrastruktur
- Geplantes Arbeitsprogramm

Räumlich-zeitliche Untersuchung des (tieferen) Untergrundes

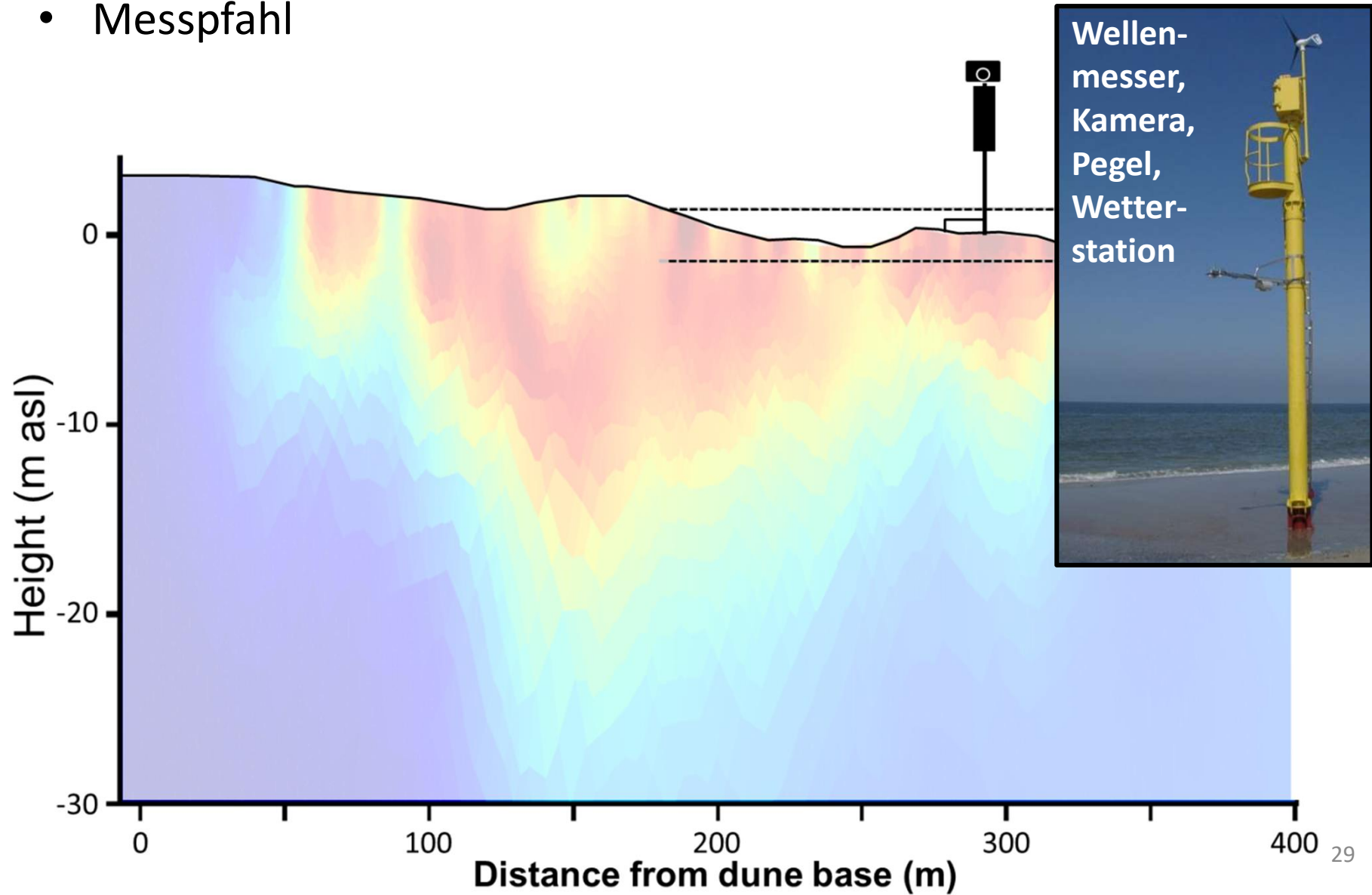


Geplanter Standort



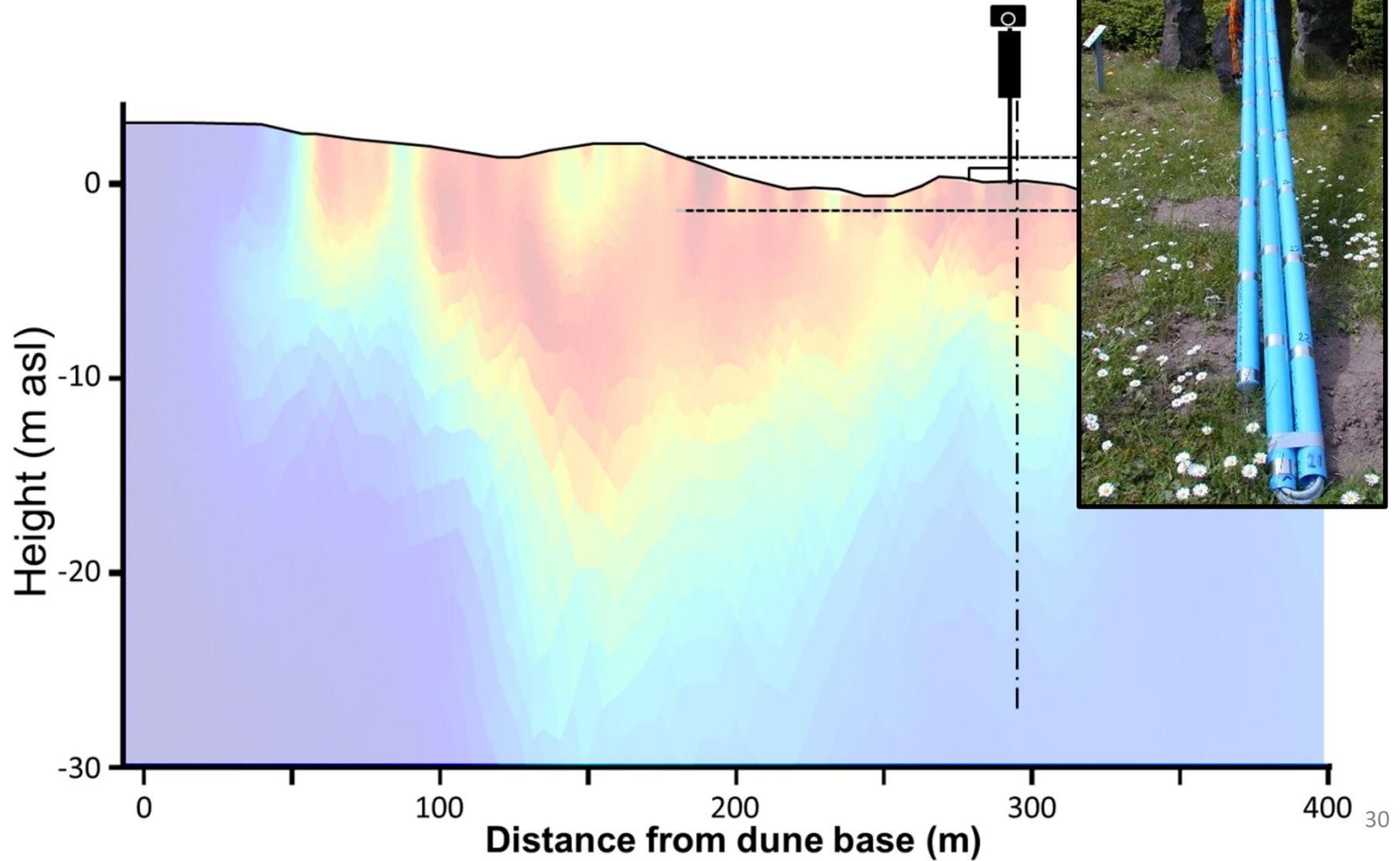
Geplantes Untersuchungstransekt

- Messpfahl



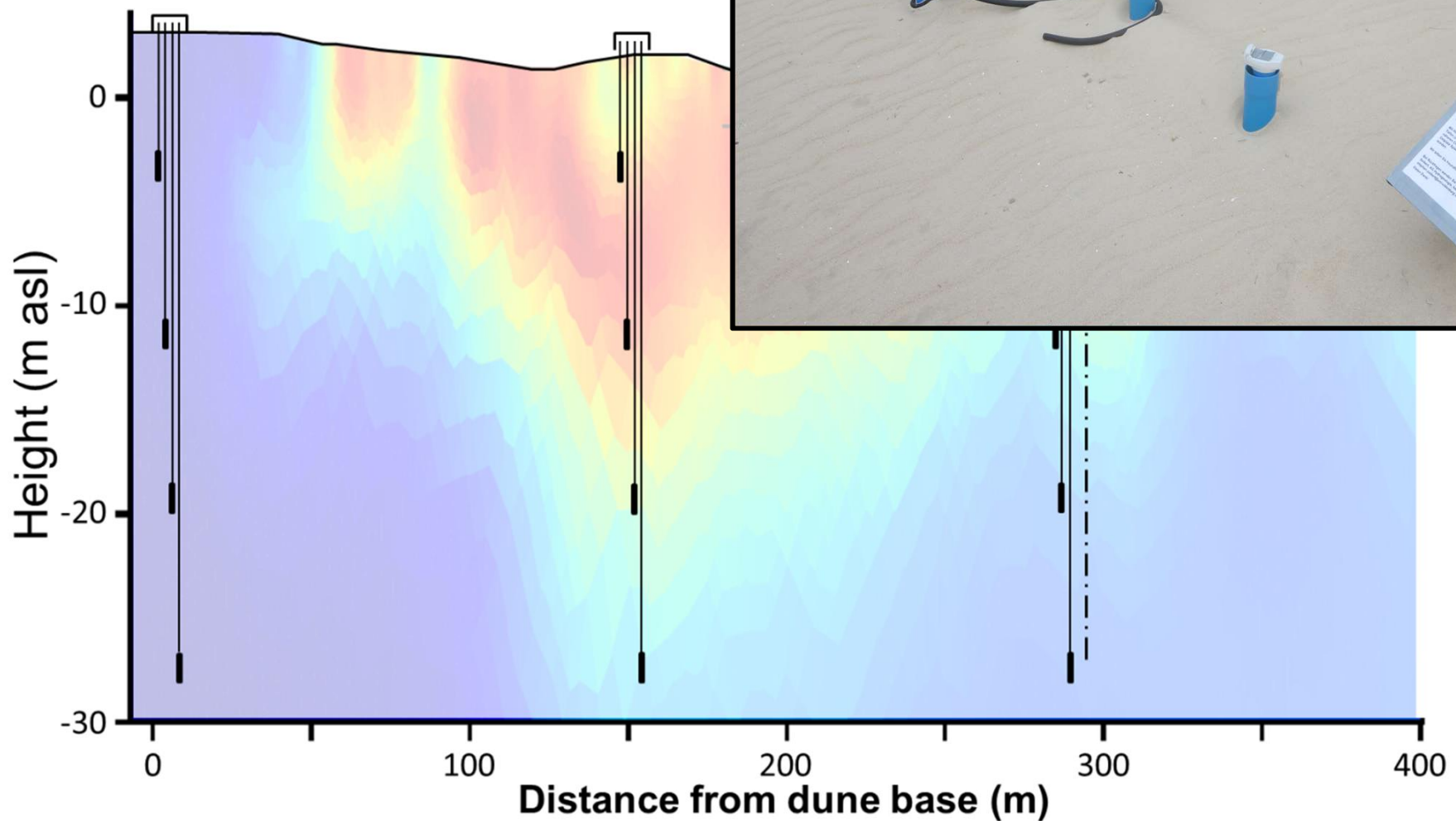
Geplantes Untersuchungstransekt

- Geoelektrische(SAMOS)-Messstrecke



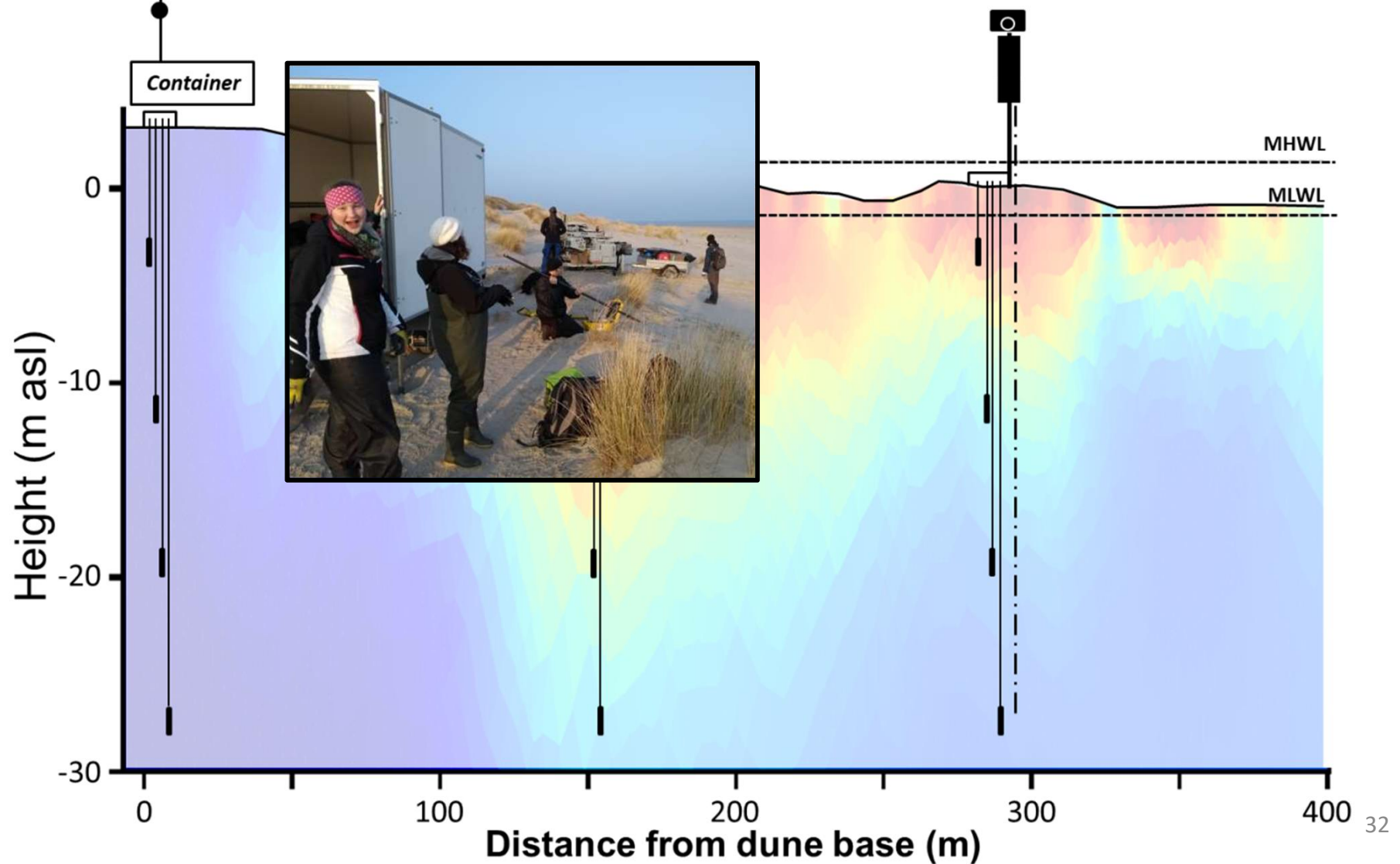
Geplantes Untersuchungstransekt

- Grundwassermesstellen



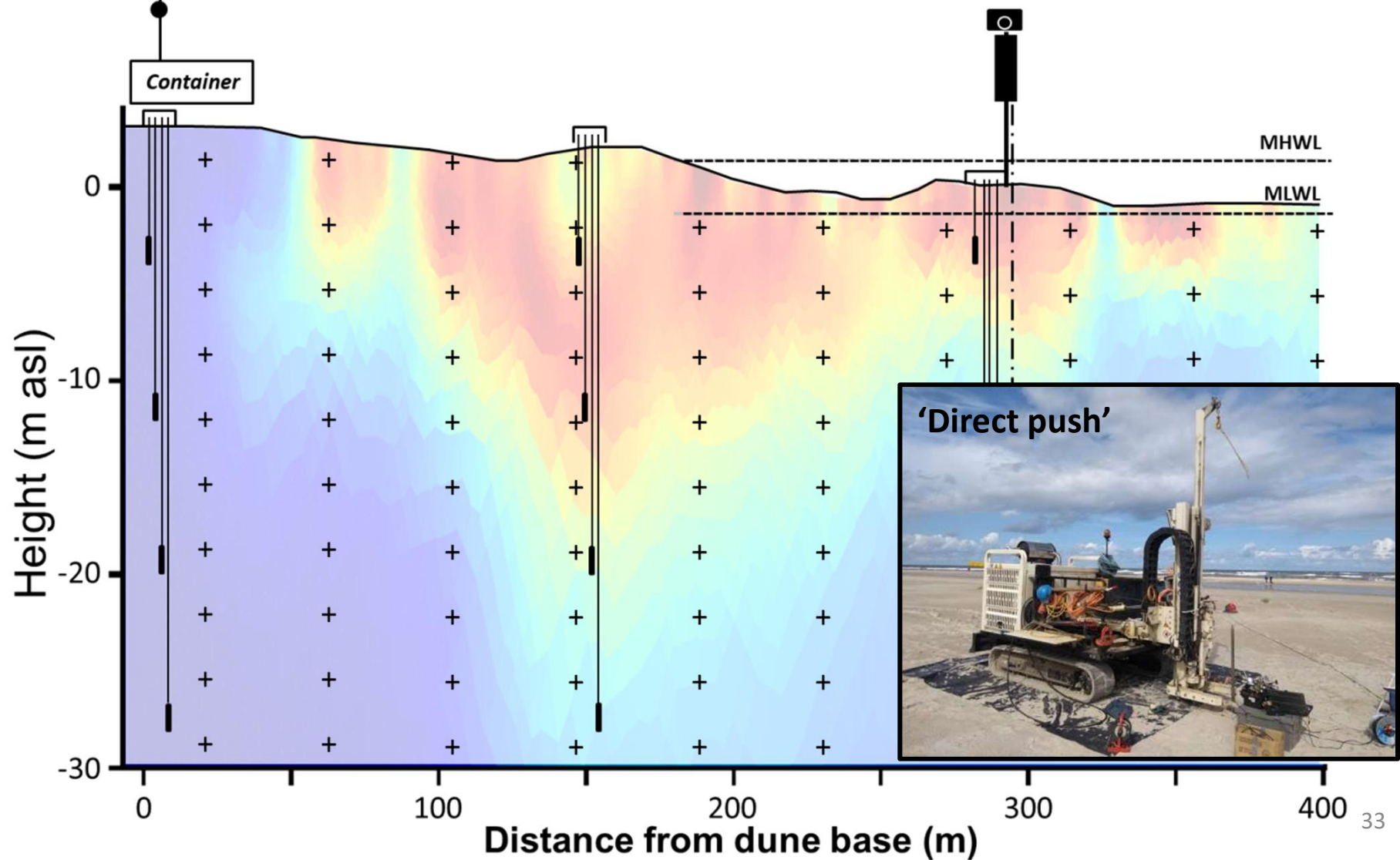
Geplantes Untersuchungstransekt

- Informationplattform & Lager



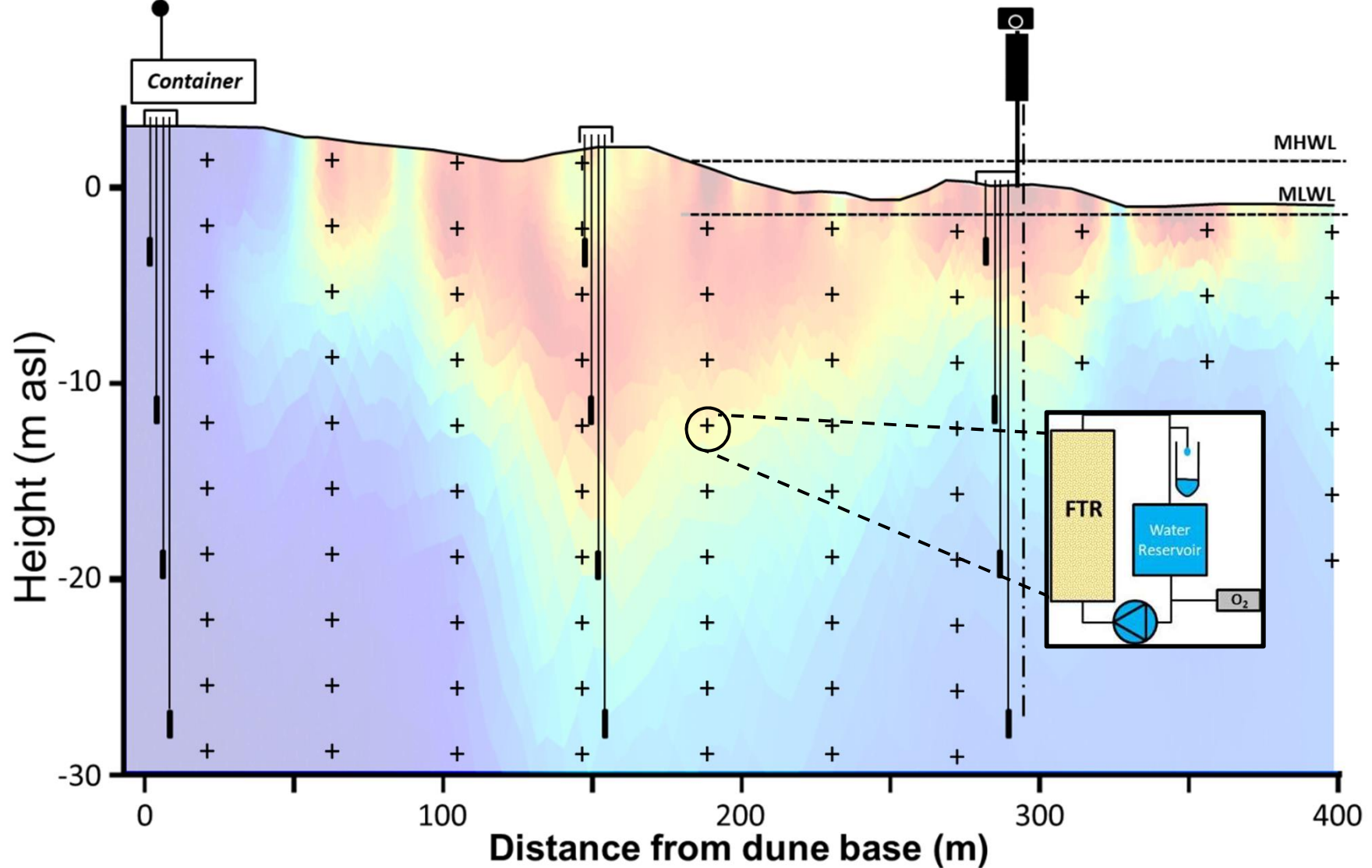
Geplantes Untersuchungstransekt

- Wissenschaftliches Bohren/Probenahme



Geplantes Untersuchungstransekt

- Experimente in Wittbülten



Öffentlichkeitsarbeit



- Informationsplattform am Strand
- Webseite
- “DynaDeep am Strand”
- “Beach Event Days”
- Beiträge im Inselboten
- Einbindung Wittbülten und ggf. Schüler
- Regelmäßige Seminarvorträge auf Spiekeroog

- Unterstützung durch Jana Stone
Geschäftsführung ICBM
jana.stone@uol.de



Informationsplattform am Strand



DynaDeep am Strand

Im Untergrund von Spiekeroogs Strand spielen sich vielfältige chemische, geologische und mikrobiologische Prozesse ab, über die bislang wenig bekannt ist. Diese dynamische Unterwelt, in der sich Salz- und Süßwasser vermischen und die in der Fachsprache „subterranes Ästuar“ heißt, steht im Mittelpunkt der Forschungsgruppe DynaDeep („The Dynamic Deep Subsurface of High-Energy Beaches“).

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert das Vorhaben über vier Jahre mit bis zu fünf Millionen Euro. Ziel der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist es abzuschätzen, welche Bedeutung die Vorgänge im Untergrund für Küstenökosysteme und globale Stoffkreisläufe haben. Dafür will das Team ein unterirdisches Online-Messfeld vor der Insel Spiekeroog aufbauen.



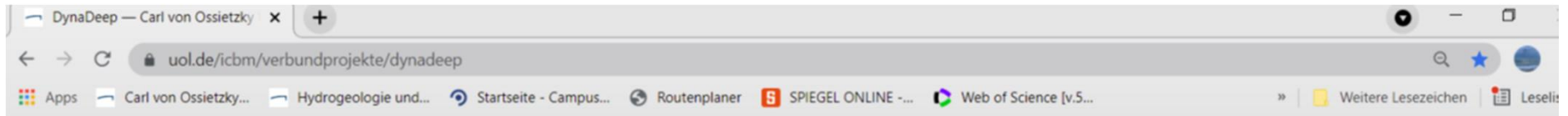
Projektpartner:



Mehr Informationen zum Projekt unter:
<https://uol.de/icbm/verbundprojekte/dynadeep>



Webseite



Universität Studium Forschung International



Fakultät V - Mathematik und Naturwissenschaften
ICBM - Institut für Chemie und Biologie des Meeres

Navigation: [...] > ICBM > Forschung > Verbundprojekte > DynaDeep

- DynaDeep
- Projektstruktur und Teilprojekte
- Projektpartner und Team
- "Subterranean estuary observatory"
- Strandeindrücke

DynaDeep



Dynamik des tiefen Untergrundes von Hochenergiestränden

In der Forschungsgruppe DynaDeep soll ein tieferes Verständnis der physikalischen und biogeochemischen Prozesse im Untergrund von Hochenergiestränden erlangt werden. Ein detailliertes Prozessverständnis in diesen sogenannten subterranean Ästuaren ist eine Grundvoraussetzung, um Stoffflüsse am Land-Meer Übergang und ihren Effekt auf Küstenökosysteme adequat quantifizieren und prognostizieren zu können.

Wir nehmen an, dass der Untergrund von Hochenergiestränden in Bezug auf Grundwasserströmung und -



'DynaDeep am Strand'



DynaDeep am Strand

Im Untergrund von Spiekeroogs Strand spielen sich vielfältige chemische, geologische und mikrobiologische Prozesse ab, über die bislang wenig bekannt ist. Diese dynamische Unterwelt, in der sich Salz- und Süßwasser vermischen und die in der Fachsprache „subterrane Ästuar“ heißt, steht im Mittelpunkt der Forschungsgruppe DynaDeep („The Dynamic Deep Subsurface of High-Energy Beaches“). Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert das Vorhaben über vier Jahre mit bis zu fünf Millionen Euro. Ziel der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist es abzuschätzen, welche Bedeutung die Vorgänge im Untergrund für Küstenökosysteme und globale Stoffkreisläufe haben. Dafür will das Team ein unterirdisches Online-Messfeld vor der Insel Spiekeroog aufbauen.

Mehr Informationen zum Projekt unter:
<https://www.icbm.uni-oldenburg.de/dyna-deep>



In Kooperation mit dem
Nationalpark-Haus Wittbühlen



DynaDeep am Strand

Treffen Sie die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus DynaDeep persönlich!

Nächste Gelegenheit:



DynaDeep am Strand



Ende Juni findet ein field Praktikum für die Forschungsgemeinschaft 'DynaDeep' zur Untersuchung des Grundwasserstrahls am Strand statt. Dr. Berti Engelen vom Institut für Chemie und Biologie am Strand (ICBM) am der Universität Oldenburg leitet die wissenschaftlichen Grundlagen und praktischen Arbeiten.

Termin: Sa Dr. Berti Engelen zum Samstagvormittag um 10.00 Uhr 2021

Teilnahme: Vor alle Strandzeit um 10:00 Uhr



Mehr Informationen zum Projekt unter:
<https://www.icbm.uni-oldenburg.de/dyna-deep>



In Kooperation mit dem
Nationalpark-Haus Wittbühlen



‘DynaDeep am Strand‘



- Erstes Strandgespräch mit Dr. Bert Engelen am 30. Juni 2021



Foto: Frank Meyerjürgens

Regelmäßige Beiträge Inselbote



Sonnabend, 23. Januar 2021

Nummer 1

spiekerooger inselbote

Seite 13

Würdigung für die „Hausinsel“

Forschungsgemeinschaft fördert Salz-Süßwasserprojekt mit bis zu 5 Mio. Euro

Oldenburg / Spiekeroog – Im Untergrund von wellenumtosten Nordseeestränden spielen sich vielfältige chemische, geologische und mikrobiologische Prozesse ab, über die bislang wenig bekannt ist. Diese dynamische Unterwelt, in der sich Salz- und Süßwasser vermischen und die in der Fachsprache „subterranean Ästuar“ heißt, steht im Mittelpunkt einer neuen For-



Grenze von Süß- zu Salzwasser: ICBM-Forscherteam am Spiekerooger Strand.



Prof. Massmann

der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler war vor allem auf sogenannte Hochenergiestrände wie etwa an der wassermessstellen sollen bei spielerischen Größen wie elektri-

Sonnabend, 24. Juli 2021

Nummer 13

spiekerooger inselbote

Seite 7



Dr. Bert Engelen (an der Stange lehrend), Dr. Jutta Niggemann (l. daneben), Simone Briok (3.v.r.) und Frank Meyerjürgens (4.v.r.) vom ICBM sowie Gäste und Spiekerooger vor dem Strandabgang

Im Fokus der Wissenschaft

ICBM informiert am „Hochenergiestrand“ über aktuelles Projekt DynaDeep

Spiekeroog – Die Wissenschaftler des Instituts für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) haben...

Team von Forschungsgruppenleiterin Professor Gudrun Massmann. Der Mikrobiologe hat...

der Strandhalle die schnellen Veränderungen am Hochenergiestrand der grünen Insel dar:

die Wissenschaftler im Labor auch PCR-Tests (eine revolutionäre Entwicklung in der Wissenschaft) und unter den Meer-

Sonnabend, 7. August 2021

Nummer 15

spiekerooger inselbote

Seite 11

Insel als Forschungsmittelpunkt

Anja Reckhardt erforschte bei Masterarbeit 2012 Grundlagen für „DynaDeep“

Spiekeroog / Oldenburg – Die Arbeiten der Forschungsgruppe „DynaDeep“ am Strand vor Haus Wolfgang haben seit Ende Juni richtig Fahrt aufgenommen. Die Forscherinnen und Forscher des Instituts für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) werden sich die kommenden Jahre mit Stoffflüssen am Land-Meer Übergang befassen und zwischen Dünen- und Niedrigwasserlinie den Spiekerooger Strand beproben. Eine, die sich hier bestens auskennt, ist Dr. Anja Reckhardt. Im Dezember 2012 kam sie für ihre Masterarbeit im Studiengang Marine Umweltwissenschaften der Uni Oldenburg das erste Mal auf die grüne Insel.



Ein Foto aus einer anderen Jahreszeit: Dr. Anja Reckhardt mit dem „Wattmobil“ unterwegs im Spiekerooger Winter

chen“, wie die heute 33-Jährige betont.

Anja Reckhardt ist in Bassum aufgewachsen. Da war doch was? Die Stadt im Landkreis Diepholz war auch lange Heimat von Gerhard Pleus, den auf Spiekeroog alle als Riccolino kennen. Den Kinderclown kennt natürlich auch Anja Reckhardt – sowohl als Nachbarin als auch als Urlaubskind. Früher reiste sie mit ihren Eltern nämlich mehrfach nach Langeoog, wo Gerhard Pleus auch mit seiner roten Clownsnase aufgetreten ist. „Riccolino hat meine Kindheit mit geprägt“, sagt die Oldenburgerin. Heute ist sie selbst Mutter von zwei Söhnen (2 und 4 Jahre).

Oldenburg ist nicht nur die private sondern auch die wissenschaftliche Heimat von Anja Reckhardt – „weil es mir vom ersten Tag an hier so gut gefal-

Nummer 5

spiekerooger inselbote

Seite 9



Dr. Bert Engelen bei Arbeiten am Spiekerooger Strand.

Foto: Heimit Behrends

Forschung am Hundestrand

ICBM auf der Suche nach „verborgenen Flüssen“

Spiekeroog / Oldenburg – Die Grenze zwischen Salz- und Süßwasser am Strand einer Nord-

mit Hilfe des NLWKN in den Boden gerammt. Der Pfahl wird bis Projektende ganzjährig ste-

gen auf dem Janssand und an den 12 künstlichen Inseln im Rückseitenwall gut. Auf der Sü-

Inselkopf

„Damals haben wir mit dem

Warum von öffentlichem Interesse?



- Besseres Verständnis des **Ökosystem** Strand
- Relevanz des „Strandreaktors“ für **Stoffausträge** in das Küstenmeer (→ Eutrophierung des Meeres)
- Erkenntnisgewinn bezüglich für Konnektivität Meer-**Süßwasserlinse** (→ Wasserversorgung)
- Erkenntnisgewinn bezüglich Dynamik der Sedimentumlagerung, insbesondere mit Blick auf den **Klimawandel** und **Extremereignisse** (→ Küstenschutz)

Fragen, Ideen und Anregungen?



Sub-projects and PIs

P1 - Morphodynamics, subsurface flow & transport

G. Massmann, M. Müller-Petke, C. Winter

P2 - Metabolic rates: From oxic to anoxic processes

M. Kuypers, M. Holtappels, H. Marchant

P3 - Organic matter: Abiotic transformations & microbial interactions

J. Niggemann, H. Waska, T. Dittmar

P4 - Trace elements & metal isotopes: Transformation & fractionation

K. Pahnke, A. Reckhardt

P5 - Microbial communities: Diversity & metabolic function

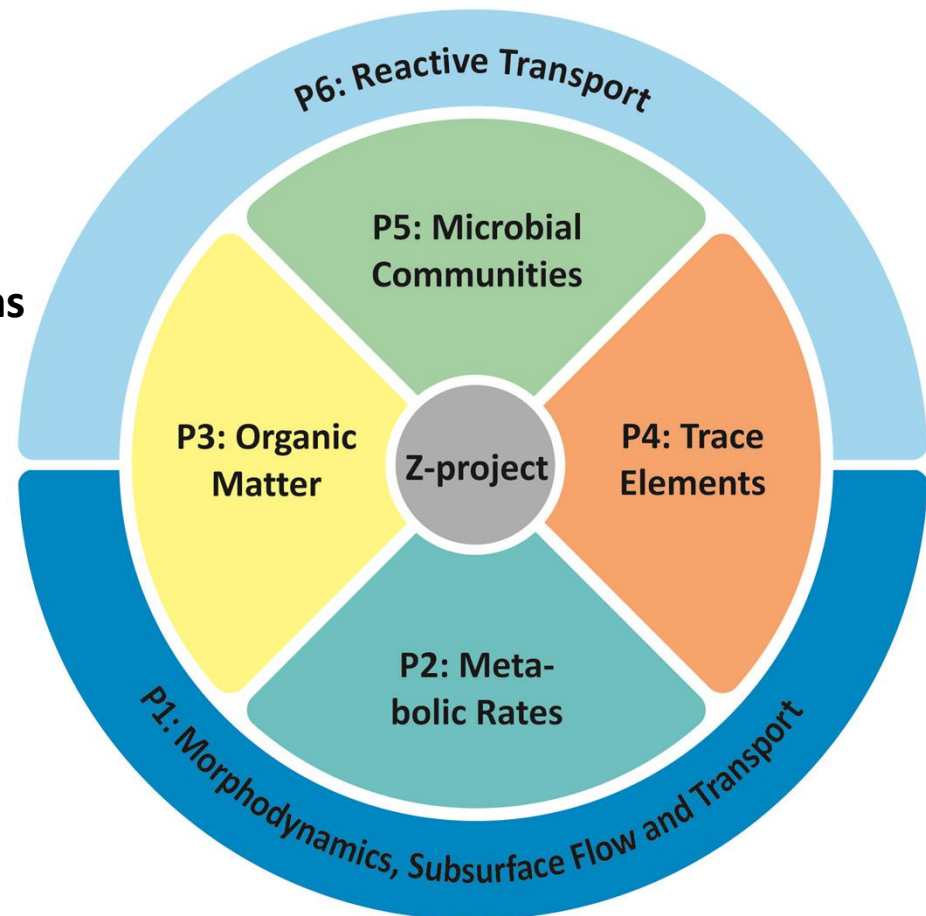
B. Engelen

P6 - Reactive transport

J. Greskowiak, V. Post

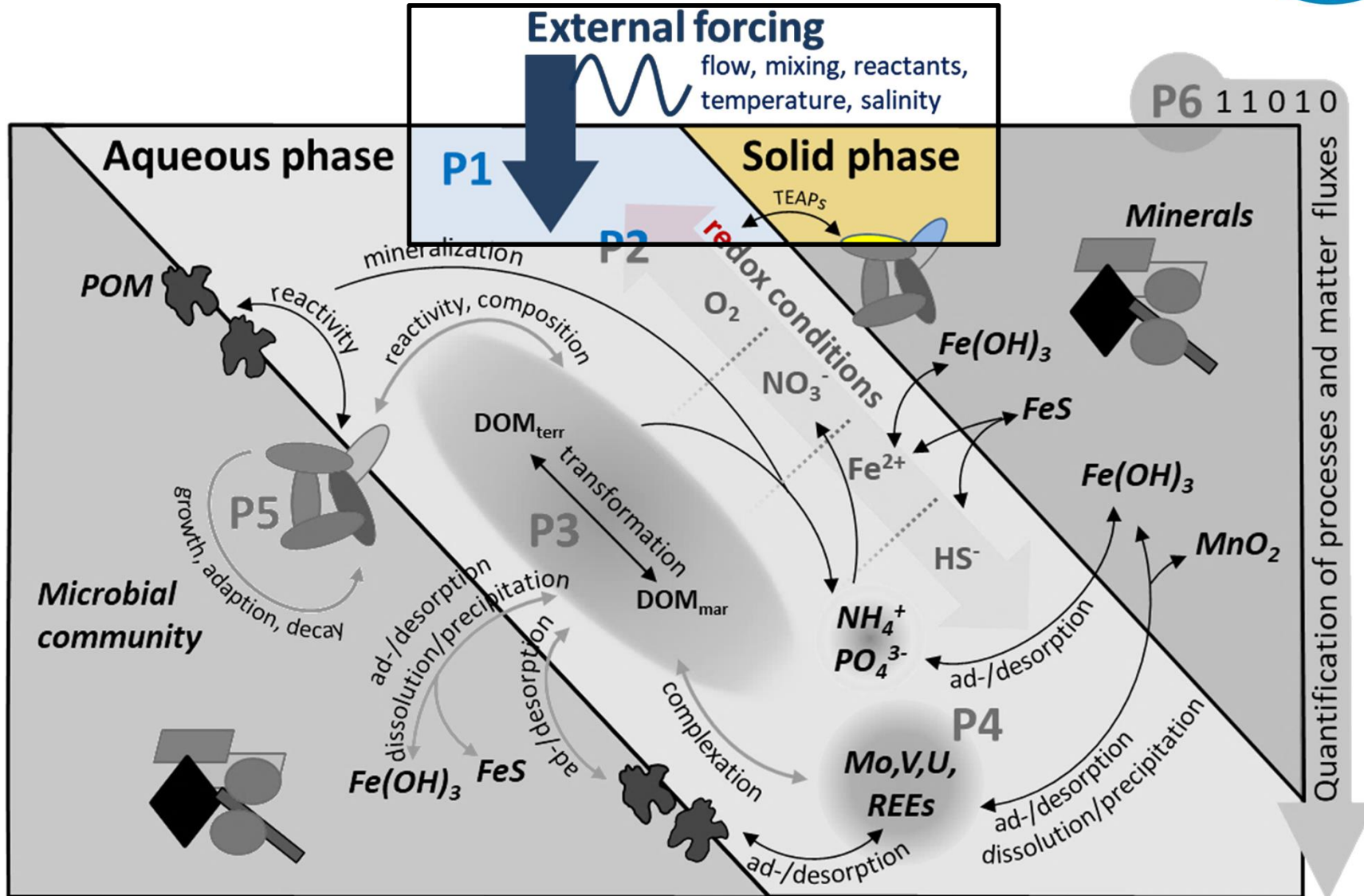
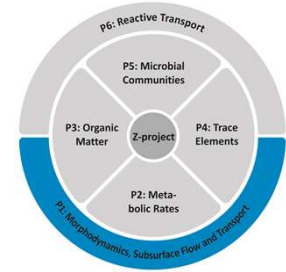
Z-Project - Coordination & infrastructure

G. Massmann, O. Zielinski



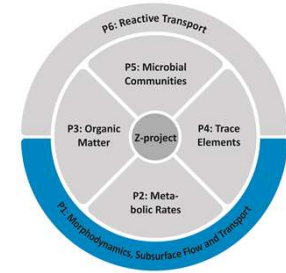
P1: Hydrodynamics

Massmann, Müller-Petke, Winter

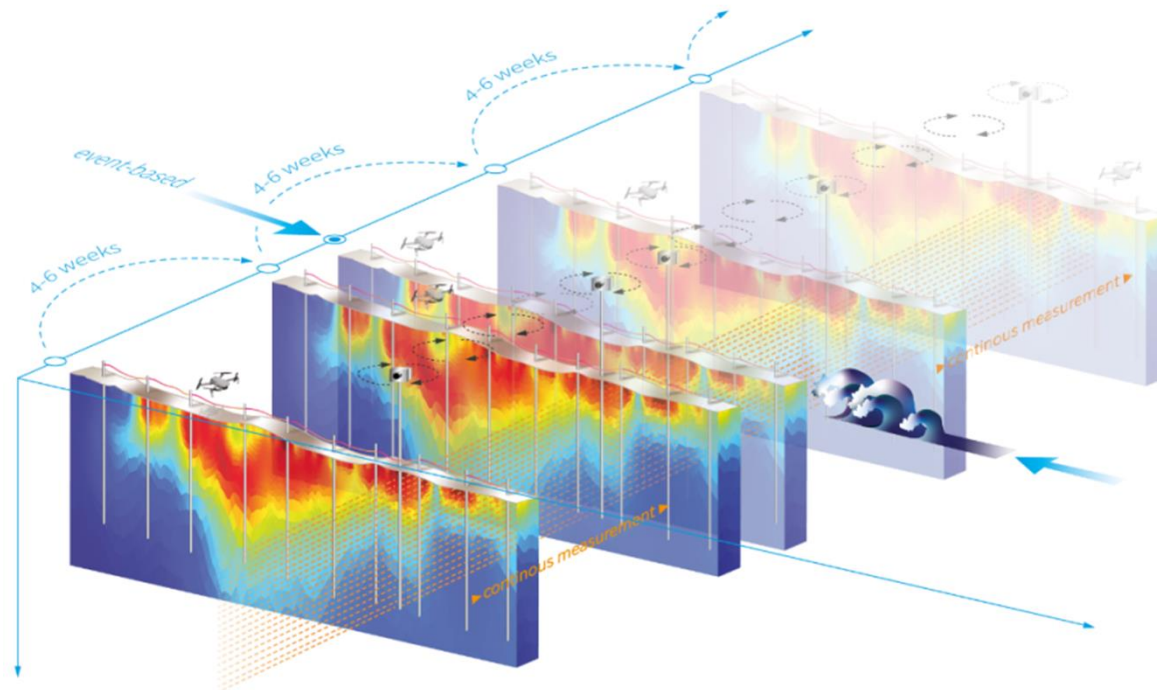


P1: Hydrodynamics

Massmann, Müller-Petke, Winter



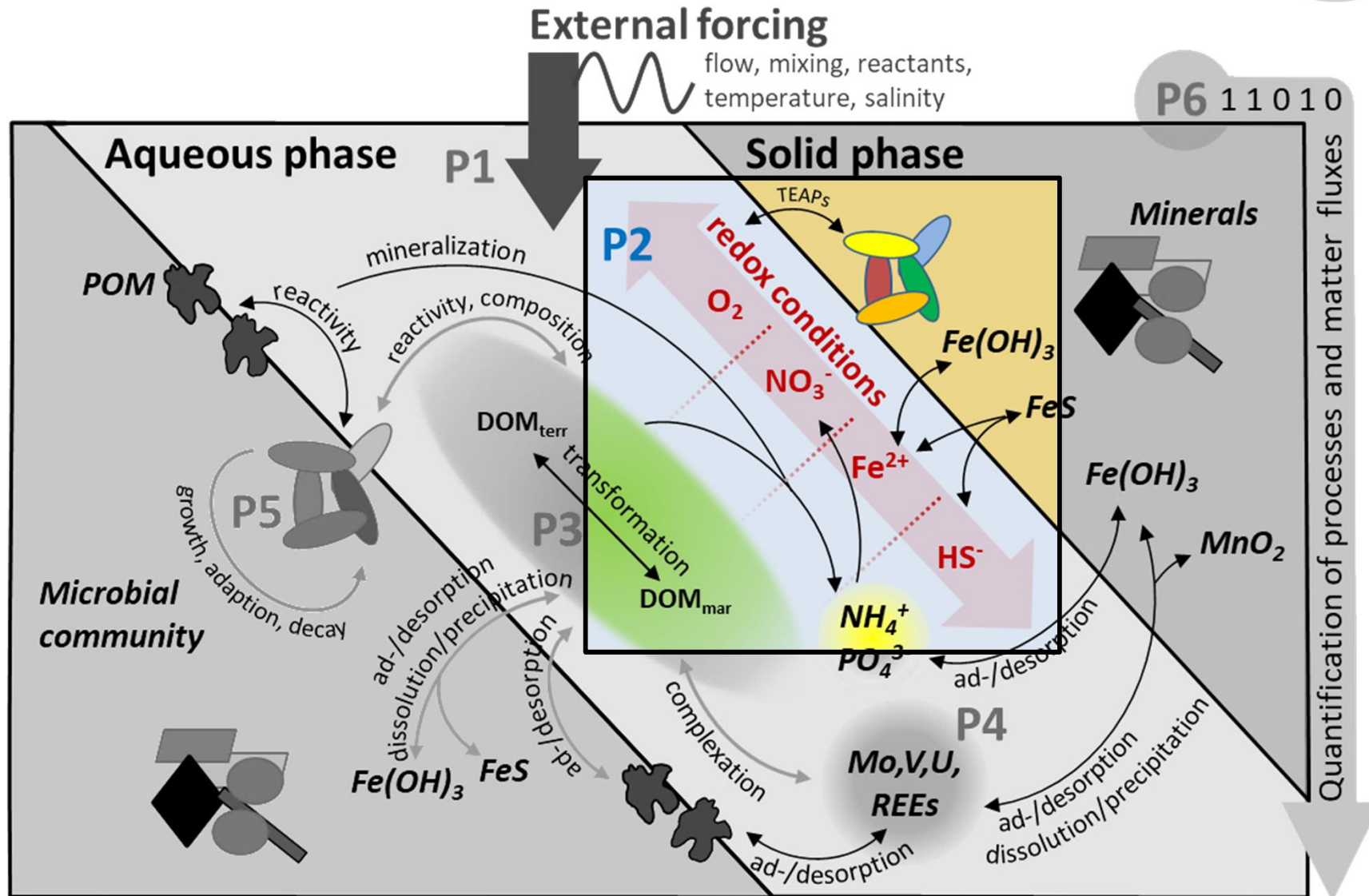
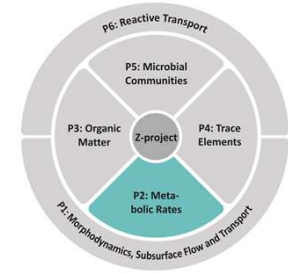
Tides, waves and beach morphodynamics affect groundwater flow.
Flow and transport basis for biogeochemical interpretations.



Open questions: Flow and transport patterns?
Residence times?
Frequencies and amplitudes of change?

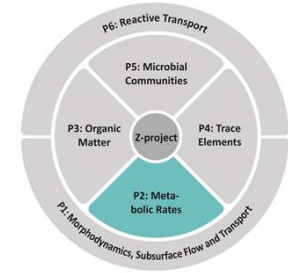
P2: Metabolic rates

Kuypers, Holtappels, Marchant

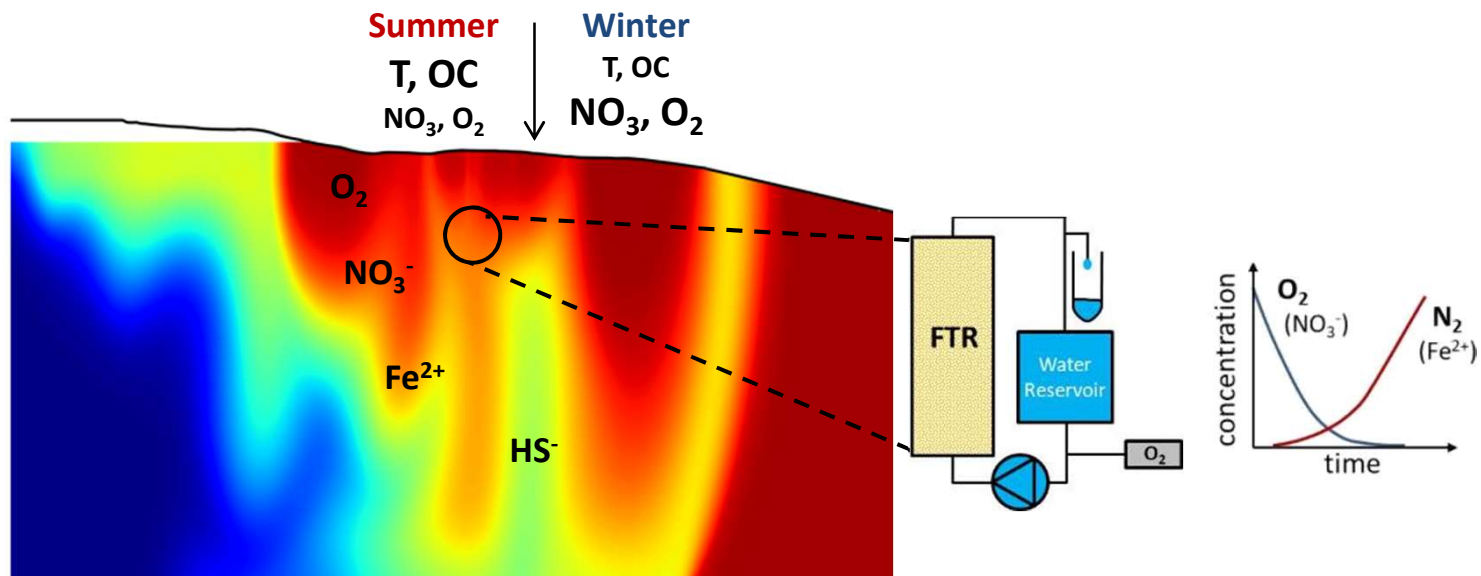


P2: Metabolic rates

Kuypers, Holtappels, Marchant



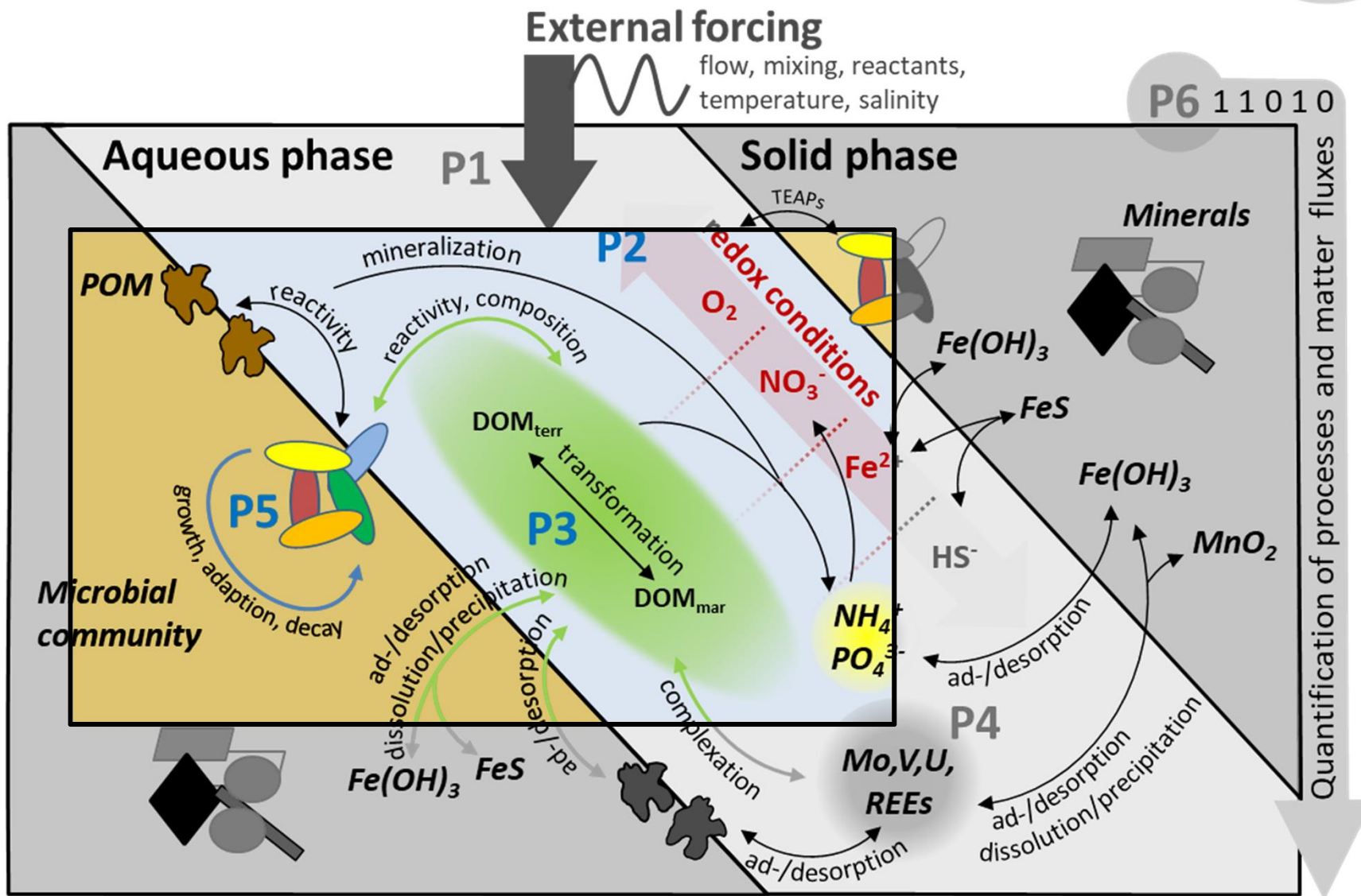
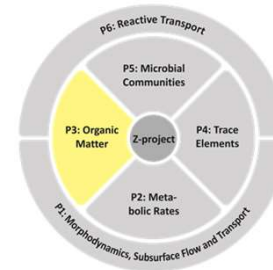
Transport of electron donors and acceptors controls rates.
Dynamic flow conditions distort cascades of respiratory processes.



Open questions: Rate and distribution of respiratory processes?
Response to changing boundary conditions?
Effect of spatial heterogeneity?

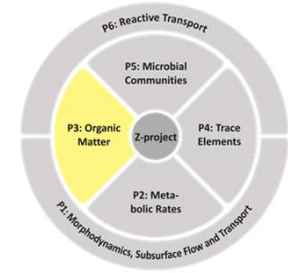
P3: Organic matter

Niggemann, Waska, Dittmar

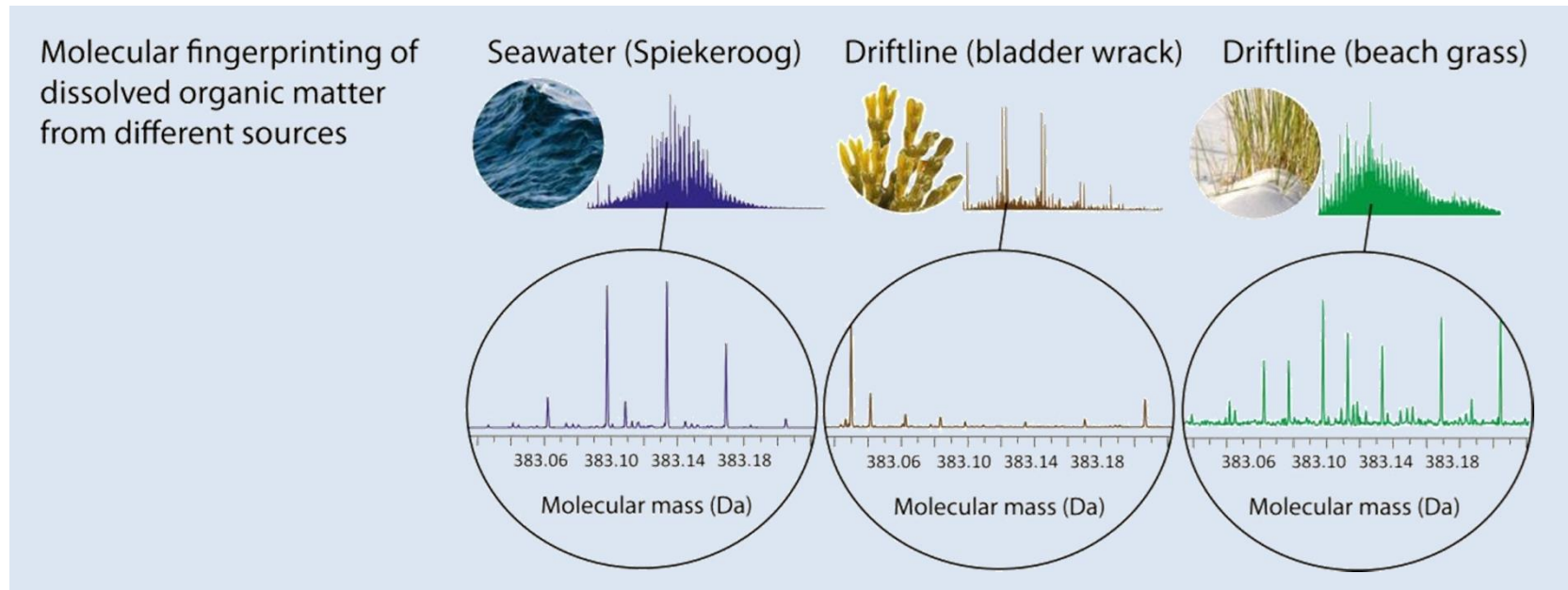


P3: Organic matter

Niggemann, Waska, Dittmar



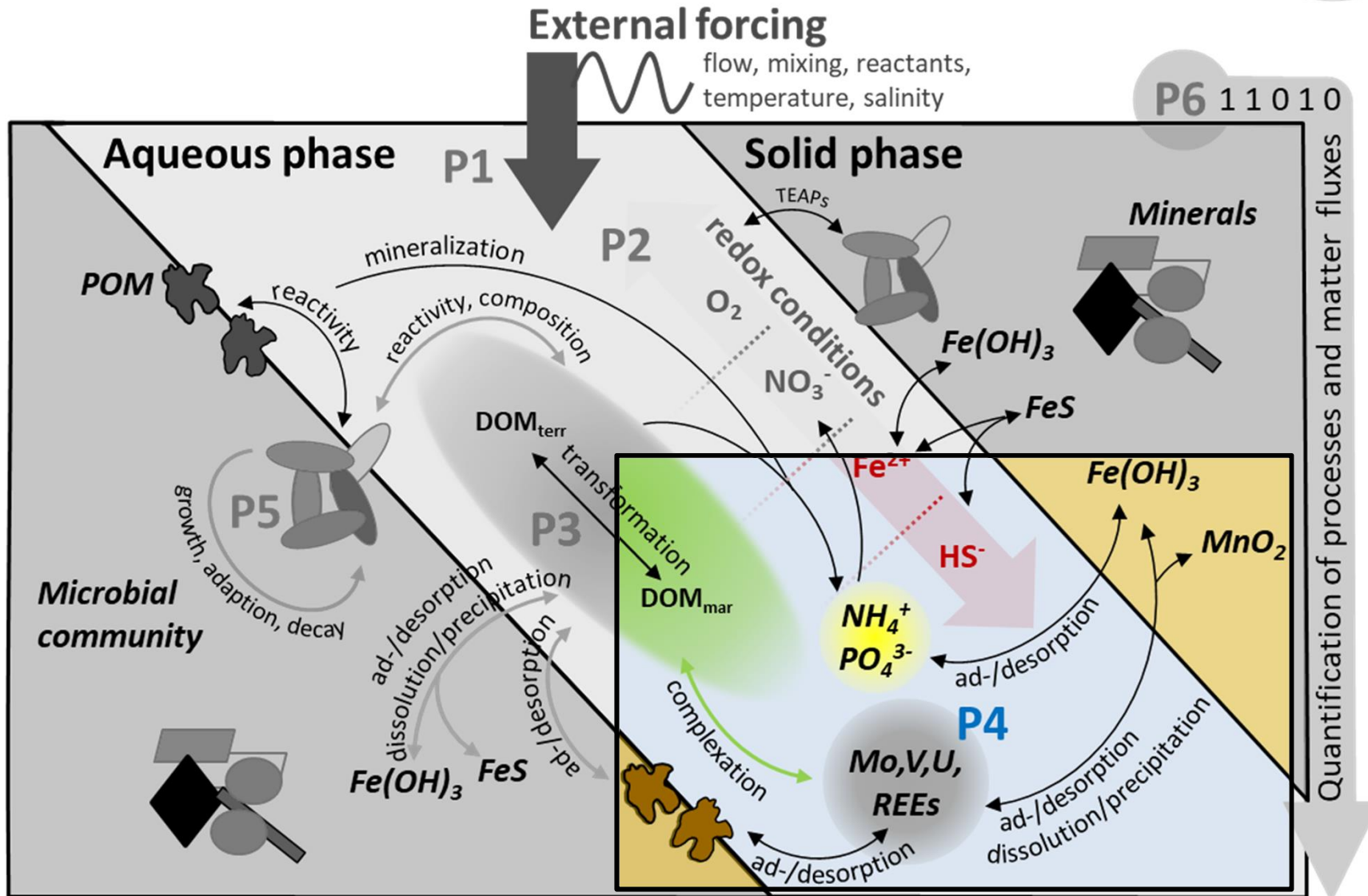
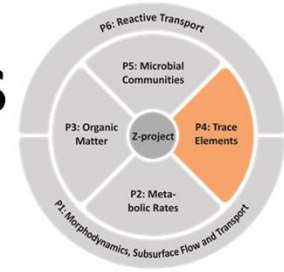
Transport of solutes fuels the deep subsurface bioreactor.
Dynamic supply of DOM is crucial for the character of niche spaces.



Open questions: Sources of organic matter?
Abiotic transformations?
Interactions with microorganisms?

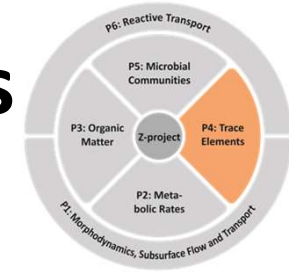
P4: Trace elements & metal isotopes

Reckhardt, Pahnke

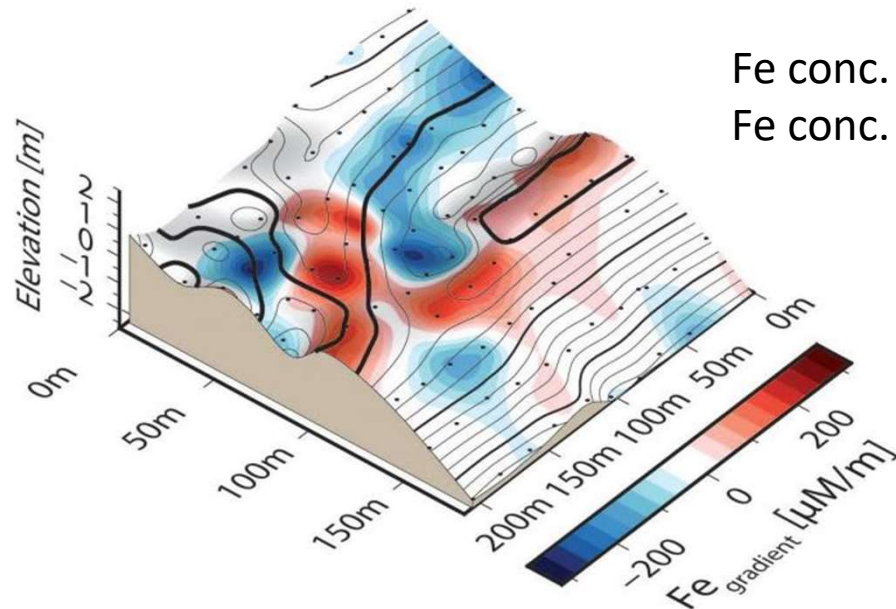


P4: Trace elements & metal isotopes

Reckhardt, Pahnke



Trace elements show clear retention/mobilisation features in STEs.
Trace elements & metal isotopes trace biogeochemical processes.



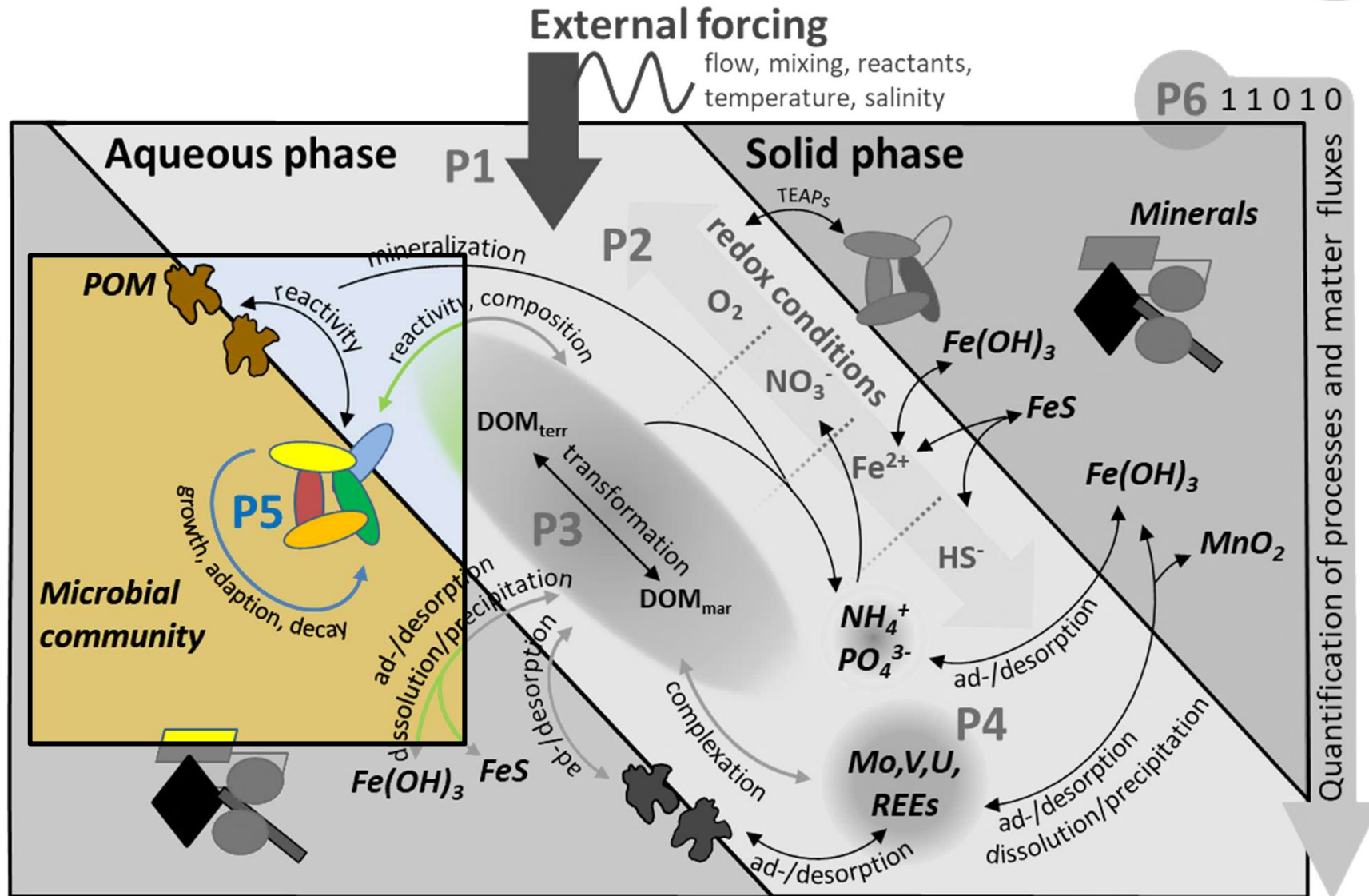
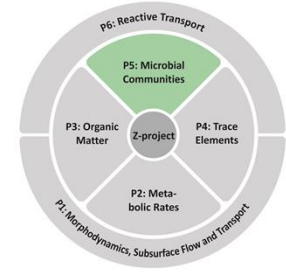
Fe conc. increase with depth → **infiltration (red)**
Fe conc. decrease with depth → **exfiltration (blue)**

Waska et al. (2019)

Open questions: Retention/mobilisation controls?
Reaction rates?
Characteristic zones?

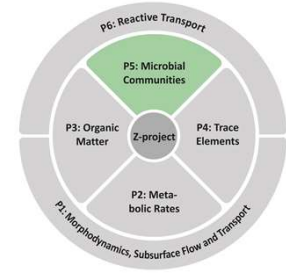
P5: Microbial communities

Engelen

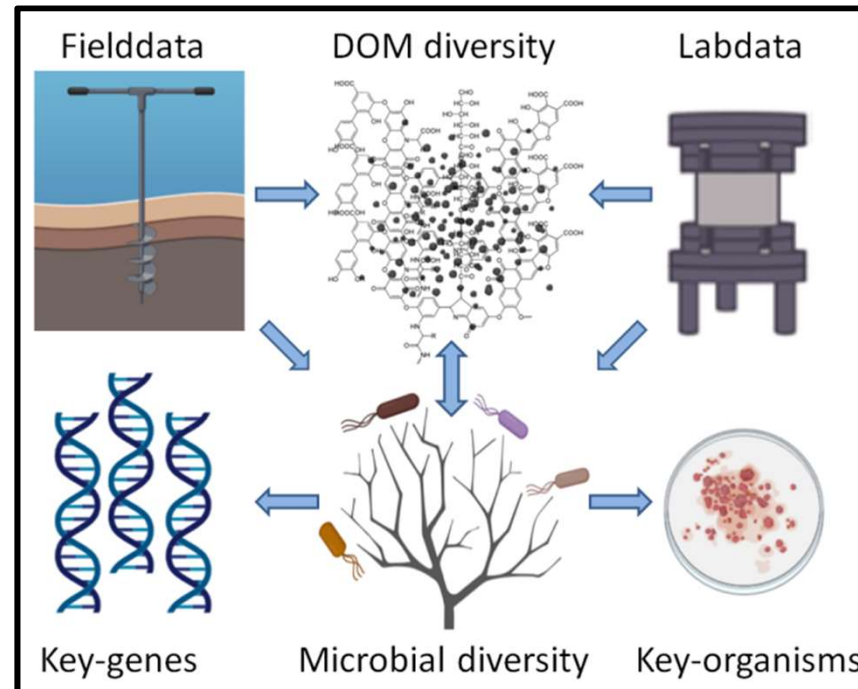


P5: Microbial communities

Engelen



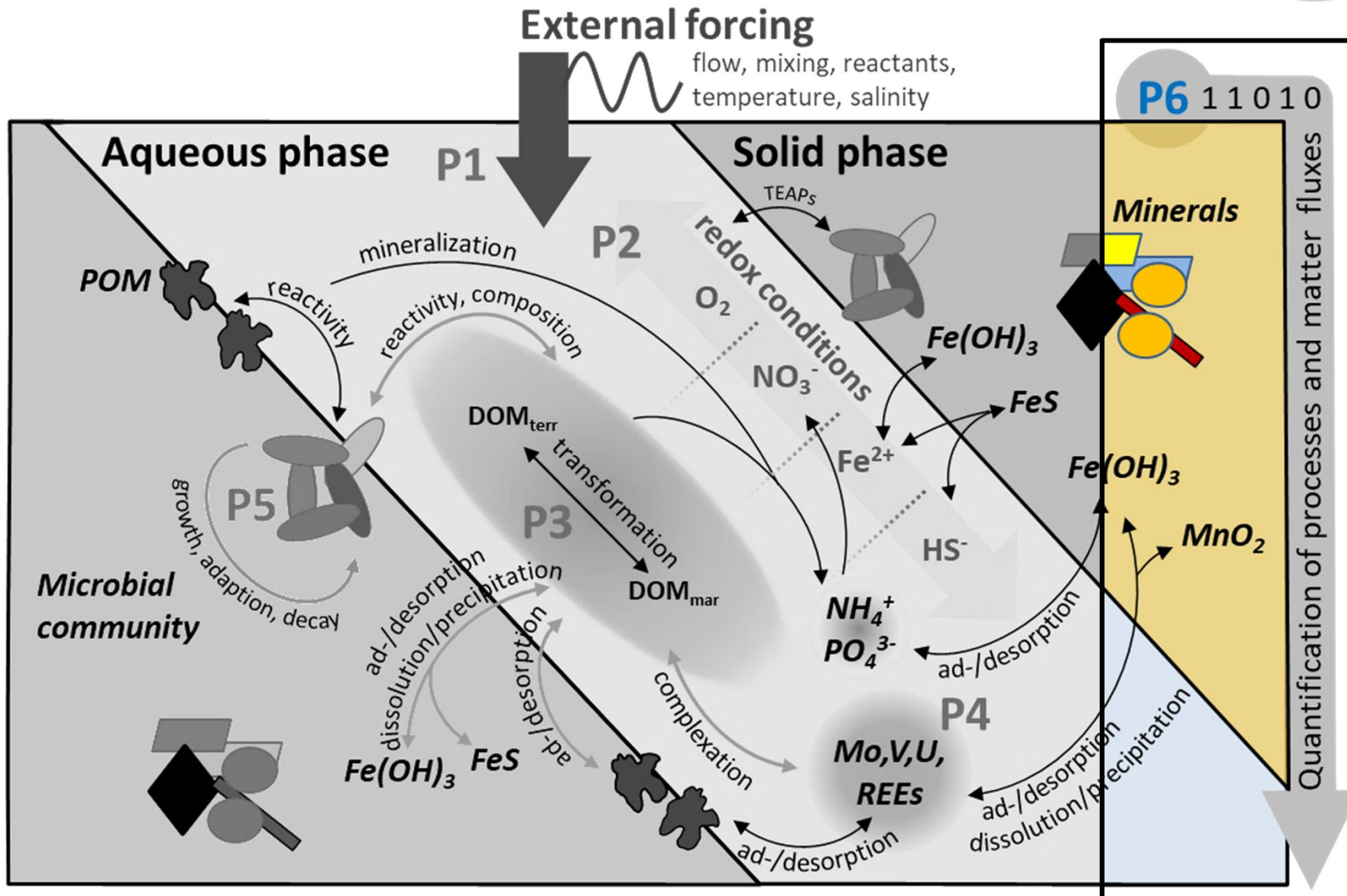
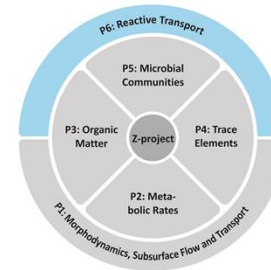
Transient conditions favor dominance of microbial generalists.
Dynamics drive metabolic response, reflected in metatranscriptomes.



Open questions: Diversity of attached vs. free-living communities?
Metabolic function and response?
Correlation of microbial and DOM diversity?

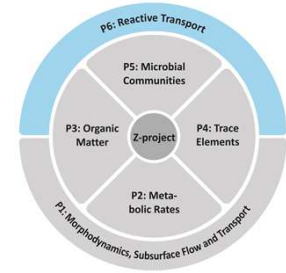
P6: Reactive Transport

Greskowiak, Post



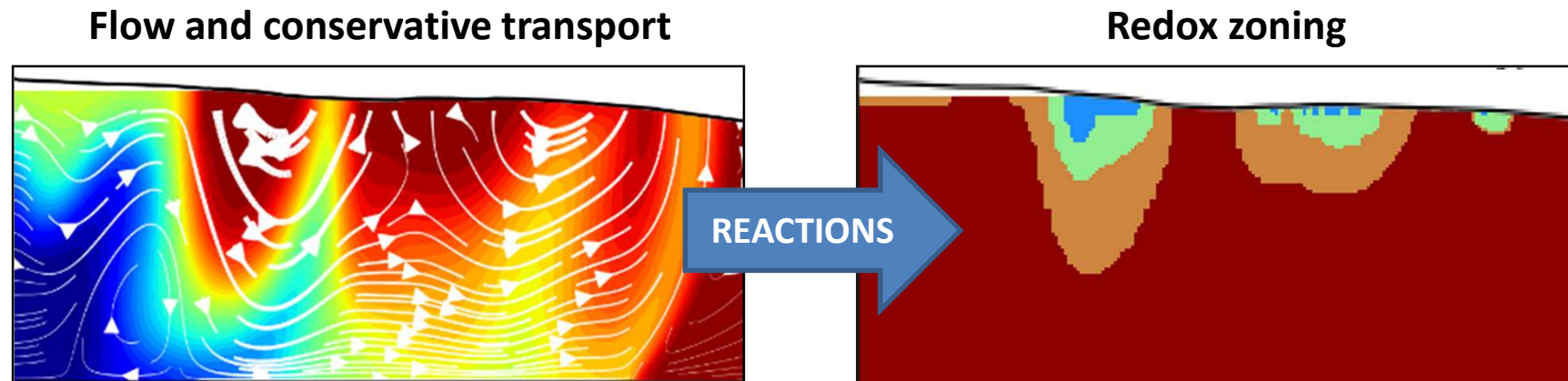
P6: Reactive Transport

Greskowiak, Post



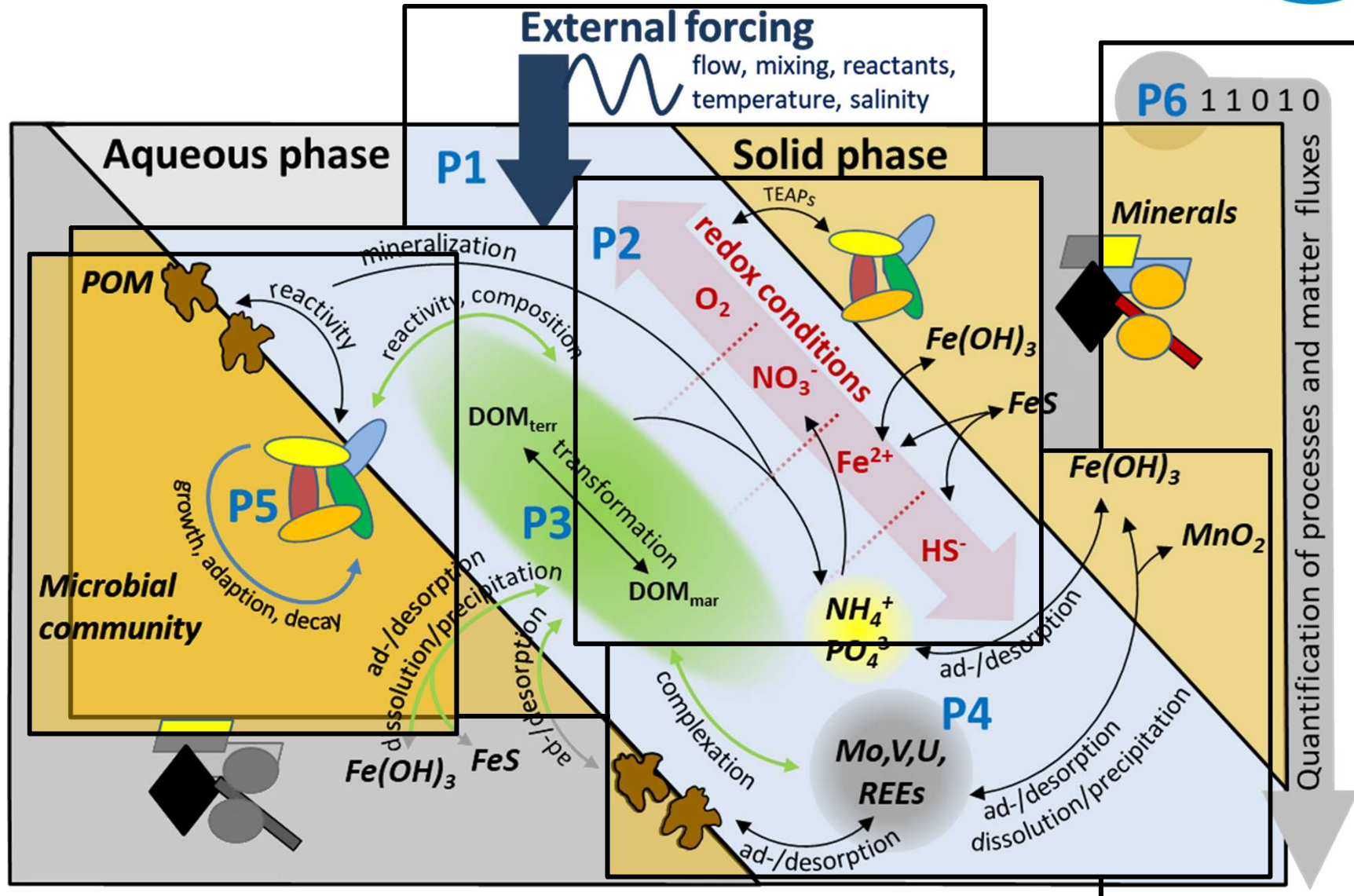
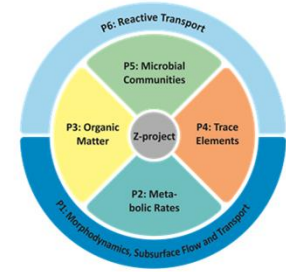
Dynamic boundary conditions control reactive transport in STE.

Reactive transport modelling tests hypothesis about overall system in spatio-temporal context.



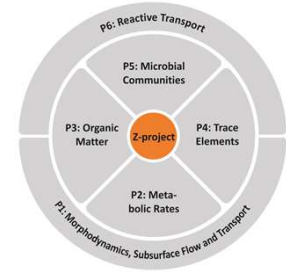
Open questions: Controlling factors for hydrobiogeochemistry?
To what degree can model be simplified?
Is model transferable to other sites?

Subproject interaction



PZ: Coordination & infrastructure

Massmann, Zielinski



WP4 - Data management

- Internal database
- Long-term archiving

WP5 - Public outreach & permissions

- Information platform on site
- Beach event days
- Website, exhibitions, seminars...



WP6 - Internal communication, career development & equal opportunity

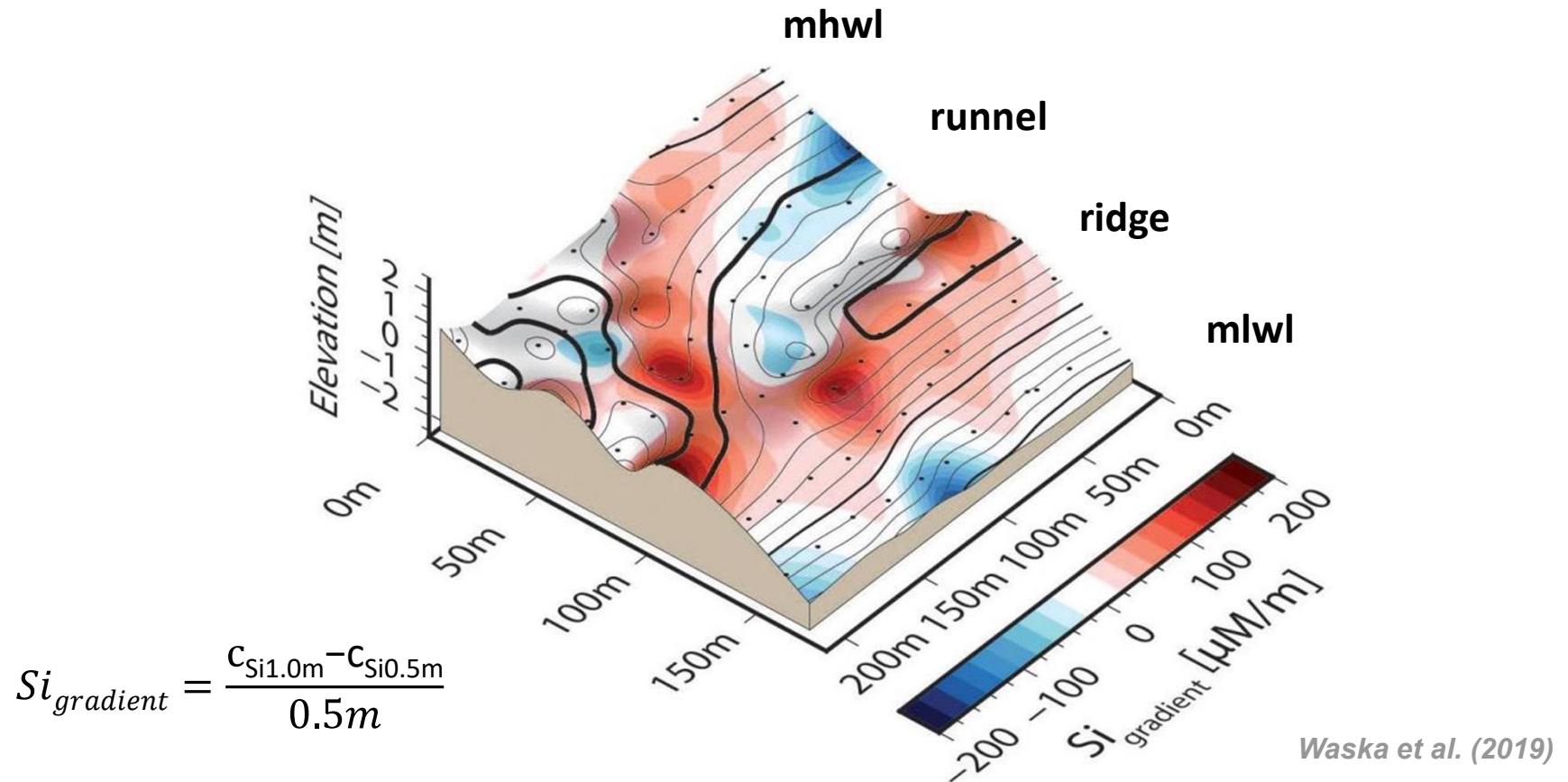
- Bi-annual status seminars, international workshops
- Educational early career workshops and mentoring
- Gender equality measures and family friendly environment

In four years, DynaDeep will...



- have achieved a qualitative and quantitative understanding of the **main drivers** and **relevant processes** controlling the interior of the dynamic deep subsurface below high-energy beaches
- will have characterized this specific **bioreactor** at our core field site with regard to its **functioning** and its **properties** as a **microbial habitat**

Subsurface flow is function of topography

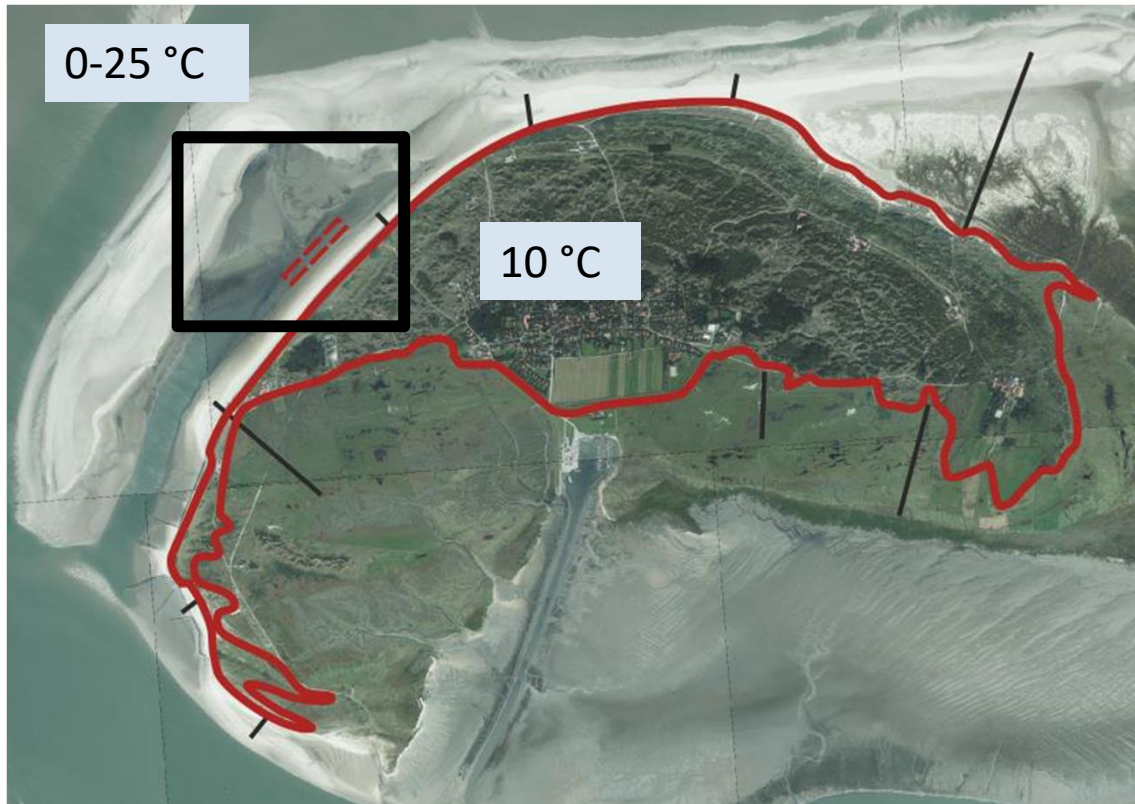


- Si-concentrations increase with depth → **infiltration (red)**
- Si-concentrations decrease with depth → **exfiltration (blue)**

Doktorarbeiten

- **Tania Röper (2014):** "Formation, Characterization and Groundwater Flow Patterns of a Barrier Island Freshwater Lens (Spiekeroog, Northwest Germany)"
- **Stephan Seibert (2019):** "Hydrogeochemical Processes in a Barrier Island Aquifer (Spiekeroog, Northwest Germany)"
- **Tobias Holt (2020):** "Hydrogeological evolution and dynamics of a young barrier island (Ostplate Spiekeroog),,"
- **Nele Grünenbaum (in Kürze):** "Spatial and temporal variability of submarine groundwater discharge on barrier islands"

SGD-Suche auf Spiekeroog....



- vermutete Ausdehnung der Süßwasserlinse in 2012 basierend auf Porenwassermessungen



Süßwasserquellen am Strand

