

CENTRUM FÜR NATURKUNDE (CENAK)

ZOOLOGISCHES MUSEUM

Universität Hamburg
Martin-Luther-King-Platz 3
20146 Hamburg
Email: cenak@uni-hamburg.de
Telefon: +49 40 42838-2276

WWW.CENAK.UNI-HAMBURG.DE

Abonnieren Sie unseren Newsletter
und folgen Sie uns auf Facebook.

WWW.UNI-HAMBURG.DE/WATTBODEN

Informieren Sie sich über unsere Ausstellung
und das Begleitprogramm.



WATT ERLEBEN – WATTBODEN VERSTEHEN

SONDERAUSSTELLUNG 12.12.2019–31.5.2020
ZOOLOGISCHES MUSEUM HAMBURG

WATT ERLEBEN – WATTBODEN VERSTEHEN: Die beiden Kinder entdecken das Watt



INHALT

Der Boden des Watts	2
Wat is Watt	3
Das Watt: Was und wo ist das überhaupt?	3
Ebbe und Flut	4
Wattgeschichte	5
Ausgezeichnet!	6
Mehr als nur nasser Sand	7
Sand ist nicht gleich Sand	8
Sandwatt, Schlickwatt, Mischwatt	9
Zwei Horizonte	10
Elbschlick - Wenn Schlick zu viel wird	11
Wattboden verstehen	12
Fest, flüssig, gasförmig, lebendig und dynamisch	12
Wie untersucht man eigentlich Boden?	13
Lackprofile	14
Das Watt unter der Elektronenlupe	15
Meereswatt	16
Neuwerk	17
Flusswatt	18
Das Watt im Binnenland. Selten und schützenswert	18
Lebensraum Watt	20
Reiches Leben im Verborgenen	20
Neue Arten im Watt	24
Leben in Lücken	26
Schutzgebiete	28
Naturschutzgebiete in Hamburg	29
Ausblick	30
Wie viel Tourismus verträgt das Watt?	30
Das Watt und der Klimawandel	31
Sprechen Sie Watt?	32
Begleitprogramm	33
Bildnachweise	34
Impressum	36

ZUR EINFÜHRUNG: DER BODEN DES WATTS

Sehnsuchtsort, Lebensraum und Kinderstube: Das Watt ist ein Zwischenreich – nicht immer Land, nicht immer Wasser und doch von beidem etwas. Es ist eine einzigartige Naturlandschaft, manchmal gefährlich, an manchen Stellen gefährdet und immer in Bewegung.

Sind Sie schon einmal durchs Watt gewandert?
Erinnern Sie sich an das Gefühl unter Ihren Füßen, wenn Sand und Schlack zwischen den Zehen hindurchquellen?

Haben Sie die feinen Strukturen an der Oberfläche beobachtet, die Rippeln und Muster und die Spuren von Würmern und Muscheln? Haben Sie auch die unterschiedlichen Farben bemerkt, die der Boden hat, wenn man ein paar Zentimeter tief gräbt?

Dann waren Sie dem Wattboden schon ganz nah: einem ganz besonderen Boden, untypisch, einzigartig und voller Leben. Sehen wir uns den Wattboden genauer an, um besser zu verstehen, wie er das Watt so vielfältig, reichhaltig und lebendig macht.

Die Erforschung des Wattbodens ist eine Herausforderung!



WAT IS WATT

DAS WATT: WAS UND WO IST DAS ÜBERHAUPT?

Das Wattenmeer liegt an der Nordsee, es reicht von Dänemark bis in die Niederlande. Aber nicht nur da, auch mitten in Hamburg gibt es Wattflächen.

- Mangroven-Wälder in den Tropen
- Wattflächen mit Salzwiesen subpolarer, borealer und gemäßigter Breiten

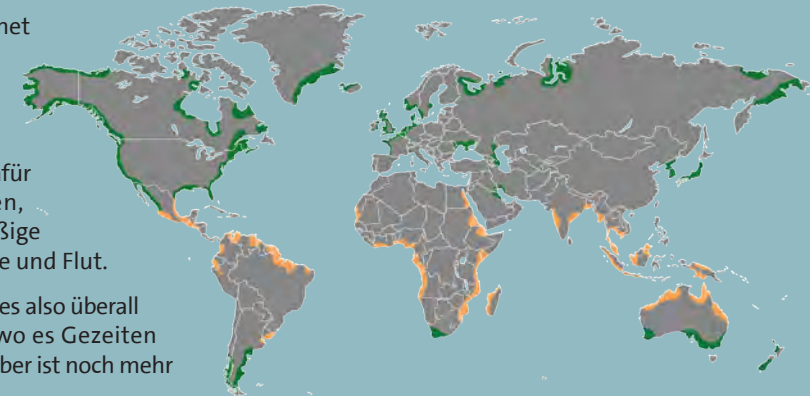
Als Watt bezeichnet man Flächen, die mal überflutet werden und mal trocken fallen. Verantwortlich dafür sind die Gezeiten, also der regelmäßige Wechsel von Ebbe und Flut.

Theoretisch kann es also überall da Watt geben, wo es Gezeiten gibt. Tatsächlich aber ist noch mehr nötig:

- Der Boden muss flach abfallen – an Steilküsten kann sich kein Watt bilden.
- Der Tidenhub - das ist der Unterschied des Wasserstandes zwischen Hoch- und Niedrigwasser - muss mindestens 1,50 Meter betragen. Er darf aber auch nicht zu stark sein, sonst wird aller Sand und Schlack von der Strömung weggespült.

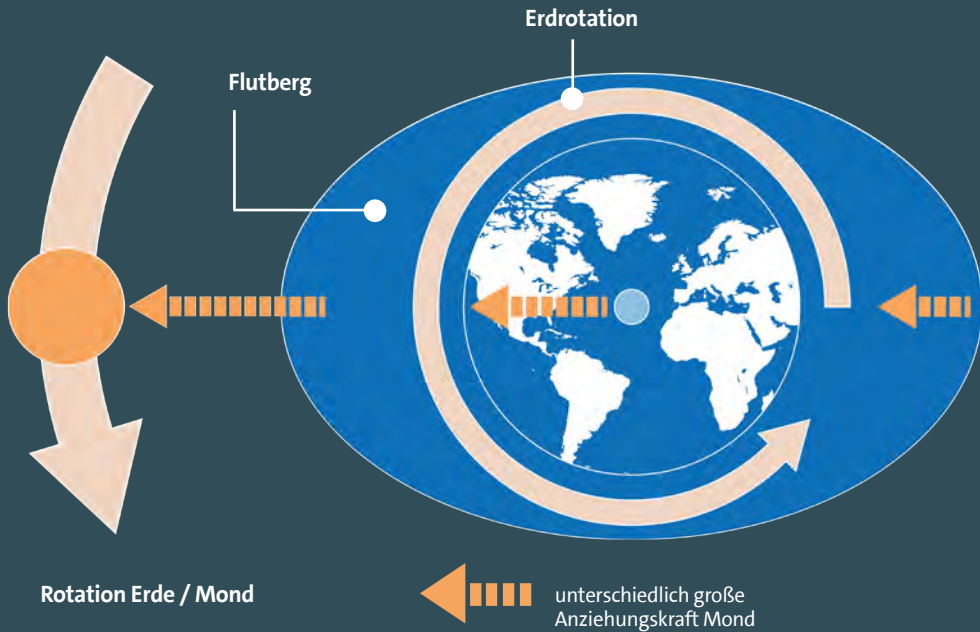
- Es muss genügend Sand und Schlack vorhanden sein, damit sich ein Wattboden bilden kann.

Wattböden gibt es auf allen Kontinenten: An der Nordwestküste Australiens und der Westküste Afrikas, an der Südspitze Nordamerikas, in Alaska, vor Bangladesch oder in Korea. Aber eben auch mitten in Hamburg, wo der Tidenhub im Durchschnitt fast 3,80 Meter beträgt.



EBBE UND FLUT

384.000 Kilometer ist der Mond im Mittel von der Erde entfernt. Und doch spüren wir seinen Einfluss täglich.



Die Anziehungskraft des Mondes wirkt sich auf unsere Meere und Ozeane aus. Sie zieht das Wasser an. So entstehen zwei „Flutberge“ – einer auf der dem Mond zugewandten Seite und ein zweiter genau gegenüber. Dazwischen liegen „Täler“, dort ist das Wasser niedriger.

Weil sich die Erde dreht, wandern diese Flutberge scheinbar um die Erde. Dann strömt

das Wasser an die Küsten und in die Flussmündungen hinein und fließt später wieder zurück.

Das geschieht zweimal am Tag. Weil der Mond dabei noch um die Erde kreist, liegen genau genommen 12 Stunden und 24 Minuten zwischen einem Hochwasser und dem nächsten.

WATTGESCHICHTE

Die Geschichte des Watts beginnt vor etwa 10.000 Jahren, am Ende der letzten Vereisung. Die riesigen Gletscher, die über Nordeuropa lagen, schmolzen ab und der Meeresspiegel stieg rasant. Anfangs um etwa zwei Meter pro Jahrhundert. Als die Gletscher geschmolzen waren, stieg das Wasser an den Küsten nur noch langsam und verrichtete sein Werk: Die Tide flutete und ebte gleichmäßig wie ein Uhrwerk und überspülte zweimal am Tag große Teile der flachen Ufer. Von der Nordsee und aus den Flüssen kam immer wieder „Baumaterial“ für das Watt hinzu und lagerte sich ab.

Der Wattboden jedoch ist noch viel jünger als das Watt. Der Boden bildet sich im Wattenmeer in kürzester Zeit. Zweimal am Tag kommt die Flut und nimmt einen Teil des Wattbodens mit oder bringt neues Material. Wenn mehr Material liegen bleibt, als weggespült wird, und wenn dann auf den höchstgelegenen Zonen im Watt auch noch Pflanzen Fuß fassen, kann aus Wattboden im Laufe der Jahrzehnte auch trockenes Land werden. Bodenkundlich sind das die Marschböden. Ebbe und Flut gelangen hier nicht mehr täglich hin.

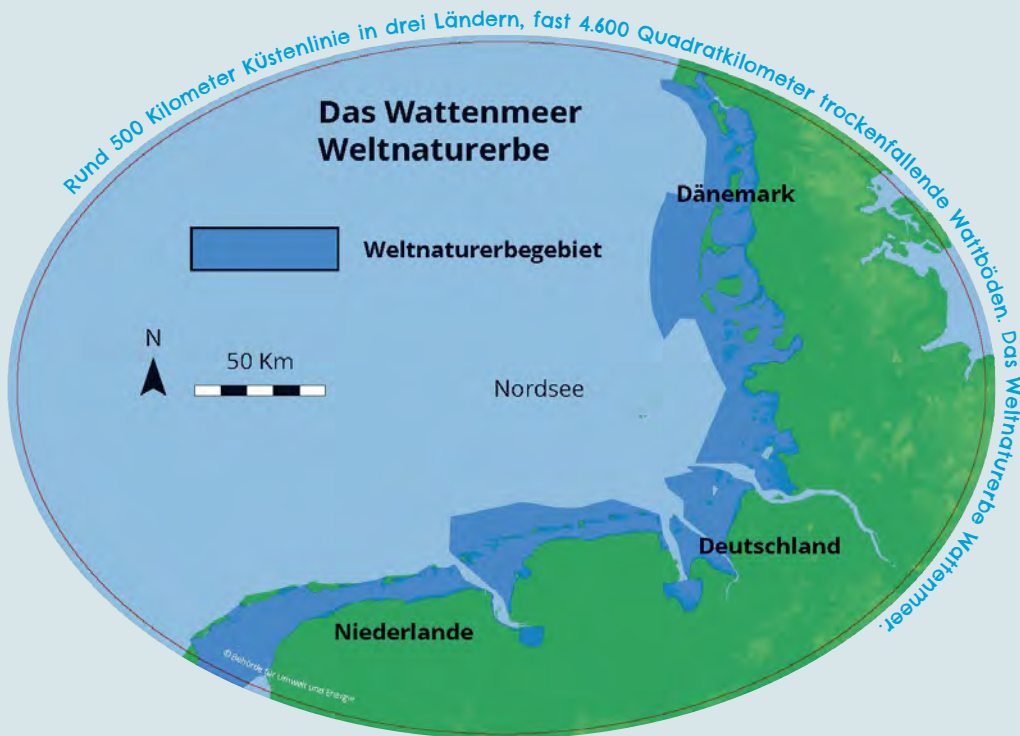
AUSGEZEICHNET!

Seit 2009 ist das Wattenmeer der Nordsee Weltnaturerbe. 2011 wurde der hamburgische Teil hinzugefügt, 2014 der dänische Teil. Damit hat die UNESCO eine Fläche von 11.500 Quadratkilometern als besonders schützenswert anerkannt.

Der Grund: Das Wattenmeer ist nicht nur die größte zusammenhängende Wattlandschaft der Welt, sondern auch eine der letzten Landschaften in Europa, die noch naturbelassen ist – eine Wildnis!

Was das Wattenmeer so besonders macht?

- Es ist jung und dynamisch. Es ist erst vor wenigen Tausend Jahren während der letzten Eiszeit entstanden und es verändert sich täglich im Rhythmus der Gezeiten, bei Spring- oder Sturmfluten auch plötzlich und dramatisch.
- Es ist ein Ort, an dem die Kräfte der Natur zu beobachten und zu erleben sind: Wind, Wellen, Tide, Salz-, Brack- oder Süßwasser formen einen einzigartigen Lebensraum.
- Es beherbergt eine erstaunliche Vielfalt des Lebens, denn es bietet überraschend viele verschiedene Lebensräume für über 10.000 Arten.



MEHR ALS NUR NASSER SAND

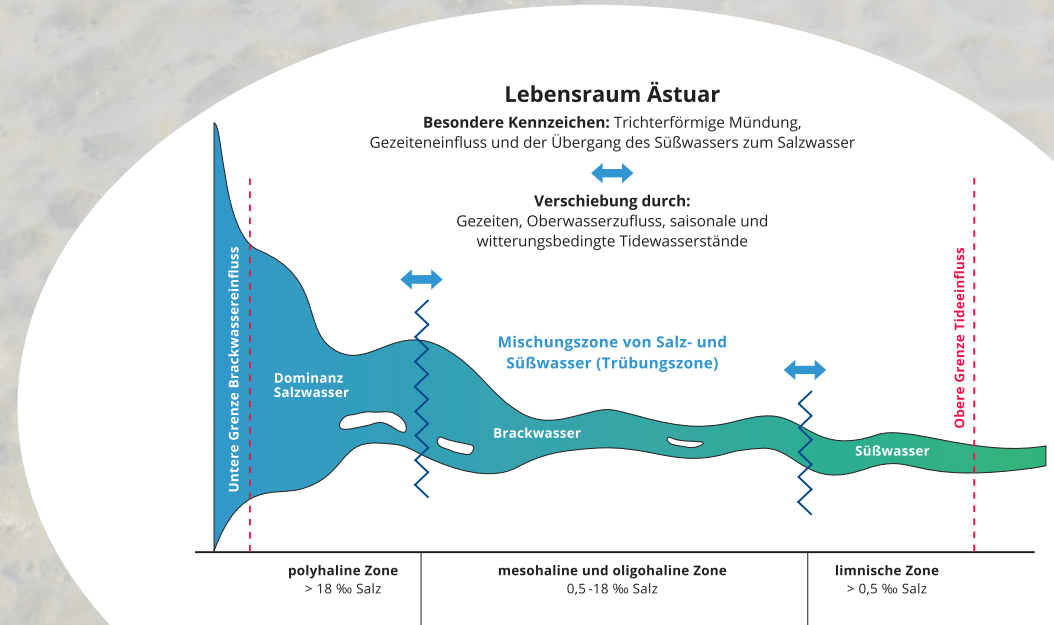
Der Wattboden ist ein Universum für sich, eine eigene Welt mit unterschiedlichen Zonen, Bereichen und Lebensräumen. Bereiche, die nah an der Hochwasserlinie liegen, fallen für eine längere Zeit trocken als Bereiche, die nah an der Niedrigwasserlinie liegen. Es gibt Priele, die nie trocken fallen, in denen das auf- und ablaufende Wasser schnell und voller Kraft strömt. Und das Watt ist auch nicht einfach platt, es ist keine ebene Fläche, sondern hat Erhebungen und Täler, es ist eine Landschaft für sich.

Wenn zweimal am Tag das Wasser kommt und wieder geht, werden ungeheure Mengen an Material in Bewegung versetzt, transportiert und wieder abgelagert. Erosion – Transport – Sedimentation, so lautet das ewige Spiel des Wassers mit dem Watt. Dabei bewegt das Wasser nicht nur Sand, sondern auch feine

Mineralpartikel, organisches Material, Muschel- schalen, Algenreste oder Plankton. Und weil immer wieder frischer Sauerstoff in die obere Schicht des Wattbodens gelangen kann, entsteht so einer der außergewöhnlichsten Lebensräume der Welt in einem Boden, der gleichzeitig ein Landboden und ein Meeresboden ist! Fachleute sagen dazu semisubhydrisch.

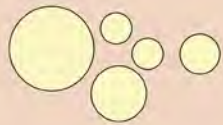
Wenn der Wattboden wie üblicherweise im Salzwasser liegt, haben wir es mit einem Meereswatt zu tun. Die weitaus selteneren Wattböden, die Flusswatten liegen in den Flusstälern, dort wo es zwar noch Ebbe und Flut, aber nur Süßwasser gibt. Zwischen den Flusswatten und den Meereswatten gibt es sogenannte Brackwatten, insbesondere in Flussästuaren, wie dem der Elbe.

Ein Flussästuar ist eine trichterförmige Flussmündung, die sich an flachen Küsten mit starken Gezeiten bildet. Die starken Strömungen tragen Sand und Schlack so ab, dass diese besondere Form der Flussmündung entsteht.



SAND IST NICHT GLEICH SAND

Es gibt groben, mittleren und feinen Sand. Wenn die Körner so klein werden, dass man sie nicht mehr mit bloßem Auge erkennen kann, spricht man von Schluff oder Ton. Jeder Boden besteht aus mineralischen Körnern. Je nach Größe der Körner unterscheidet man:



Sandkörner
2–0,063 mm



Schluff
0,063–0,002 mm



Ton
< 0,002 mm

Warum ist es so wichtig, genau zu wissen, ob ein Boden sandig, schluffig oder tonig ist? Weil sich damit die Eigenschaften der Böden verändern! So kann ein Boden aus Sandkörnern weniger Wasser speichern, ist aber besser durchlüftet. Ein Boden aus Ton kann dagegen sehr viel Wasser speichern, hält aber einen großen Anteil dieses gespeicherten Wassers so stark fest, dass Pflanzen es kaum nutzen können.

In der Regel enthält ein Boden ein Gemisch aus unterschiedlichen Korngrößen. Sind die Anteile von Sand, Schluff und Ton etwa gleich groß, spricht man von Lehm. Sonst gibt es viele unterschiedliche Mischformen wie etwa schluffigen Sand oder tonigen Schluff.

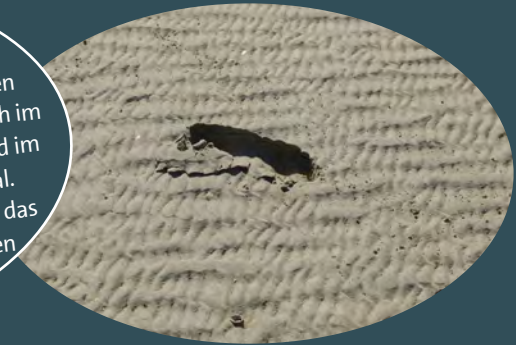
Bodenexpertinnen und -experten untersuchen die Zusammensetzung ganz genau. Mit Sieben und Laborgeräten können sie die Anteile der Korngrößen bestimmen und mit Hilfe von unterschiedlichen Buchstabenkombinationen genau bezeichnen.

SANDWATT, SCHLICKWATT, MISCHWATT

So wie es unterschiedliche Korngrößen im Boden gibt, so gibt es im Meer und auch im Fluss unterschiedliche Wattarten:

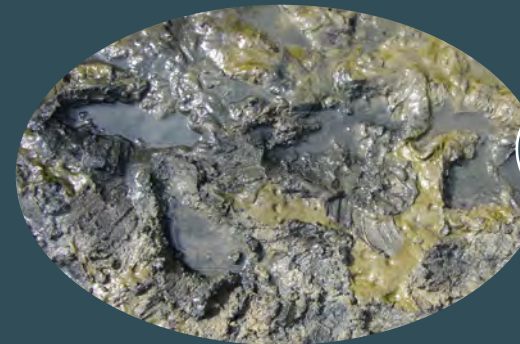
Sandwatt

besteht hauptsächlich aus Sand. Es ist fest und gut begehbar. Man erkennt es leicht an den Rippeln und Mustern auf der Oberfläche, die sich im Sand gut halten. Es enthält weniger Wasser und im Vergleich auch weniger organisches Material. Sandwatt entsteht in den Gebieten, in denen das Wasser stark strömt oder Wellen gebrochen werden.



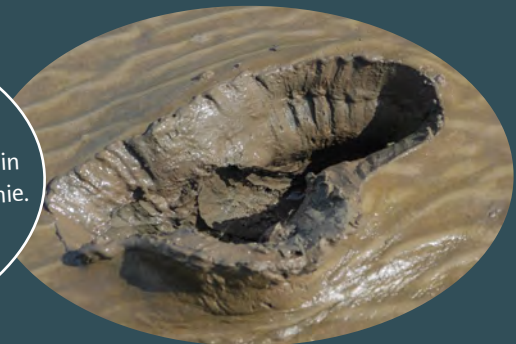
Mischwatt

enthält mehr Schluff. Es ist an der Oberfläche weicher, aber man sinkt nur einige Zentimeter tief ein.

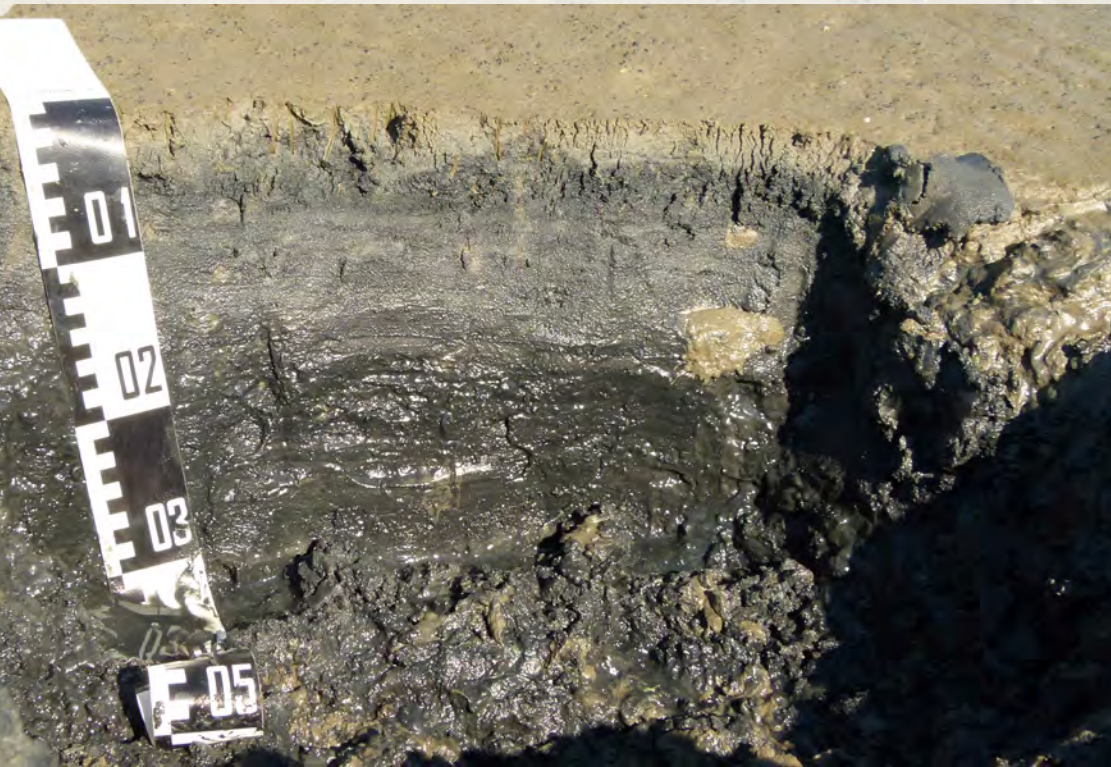


Schllickwatt

ist tonig und viel weniger grobporig. Es enthält viel mehr Wasser und ist daher ganz weich und eben schllickig. Schllickwatt liegt oft in geschützten Bereichen nahe der Hochwasserlinie. Es enthält mehr organisches Material als Sandwatt und ist grau bis schwarz.



UNTEN STINKT'S. ZWEI HORIZONTE



Typisch für den Wattboden sind die beiden Schichten oder Horizonte, wie es bodenkundlich heißt.

Die obere Schicht ist hell und nur wenige Millimeter bis einige Zentimeter dick beziehungsweise mächtig. Hier, nah an der Oberfläche, ist der Boden noch reich an Sauerstoff. Dadurch können die organischen Bestandteile in dieser Schicht mit dem Sauerstoff reagieren. Diese oxidativen Bedingungen sorgen für die hellere, bräunliche bis rot-orangene Farbe. In der Systematik der Bodenkunde ist das der Fo-Horizont.

Direkt darunter wird es deutlich dunkler, oft fast schwarz. In diese zweite Schicht gelangt kein

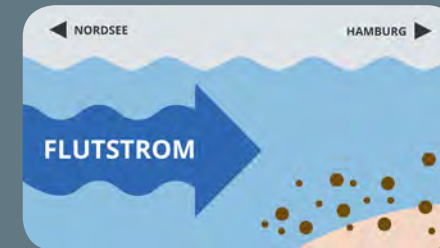
Sauerstoff mehr in den Boden. Organisches Material kann nicht mehr mit Sauerstoff oxidieren, es wird ohne Sauerstoff zersetzt, man spricht von einem Reduktionshorizont (Fr-Horizont). Bei den chemischen Umsetzungen unter reduzierenden Bedingungen entstehen unter anderem Methan und Schwefelwasserstoff, der für den typischen Geruch von faulen Eiern verantwortlich ist. Die Tiefe des Reduktionshorizonts variiert. Wattböden reichen aber häufig nicht tiefer als 40 Zentimeter. Oft kommen unter den schlackigen Schichten im Watt reine Sande, in denen nicht viel passiert und die auch nicht mehr zum eigentlichen Wattboden, sondern zum geologischen Untergrund gehören.

ELBSCHLICK – WENN SCHLICK ZU VIEL WIRD

Schlack ist nicht immer und überall erwünscht, auch wenn es der Stoff ist, aus dem die wertvollen Wattböden entstehen.

In der Fahrwinne der Elbe und in den Hafenbecken setzt sich immer wieder „Elbschlack“ ab und führt dazu, dass den Schiffen das Wasser unterm Kiel zu knapp wird. Um dies zu verhindern, muss gebaggert werden. Diese Daueraufgabe gehört zum gesetzlichen Auftrag der Hamburg Port Authority (HPA).

Dabei setzt sich immer mehr Schlack ab, je weniger Oberwasser aus dem Einzugsgebiet der Elbe nach Hamburg fließt. Gutes Wetter in Dresden bedeutet also mehr Baggern in Hamburg. Grund dafür ist, dass der starke Flutstrom Sedimente aus Richtung Nordsee nach Hamburg spült. Der schwächere Elbstrom kann die Sedimente nicht vollständig zurückspülen, so dass sie sich in der Summe im Hamburger Raum anreichern.



Allein in Hamburg müssen daher meist mehrere Millionen Tonnen Schlack pro Jahr gebaggert werden, wobei die Jahresmengen um das sechsfache schwanken können. Einen kleinen Teil des Schlacks, der mit hochbelasteten Altsedimenten verunreinigt ist, nimmt die HPA an Land, um ihn in eigenen Anlagen sicher zu behandeln und zu

entsorgen. Die Belastungen stammen überwiegend aus historischen Quellen im gesamten Einzugsgebiet der Elbe. Der weitaus größte Teil des frischen Elbschlacks ist jedoch inzwischen so sauber, dass er bedenkenlos im Gewässer verbleiben kann.

Schlack im Hamburger Hafen



WATTBODEN VERSTEHEN

FEST, FLÜSSIG, GASFÖRMIG, LEBENDIG UND DYNAMISCH

Mit dieser Kurzformel könnte man das zusammenfassen, womit sich die Wissenschaft vom Boden, die Pedologie, beschäftigt. Böden sind ein komplexes System, das so faszinierend ist, weil es so viele Aspekte verbindet.

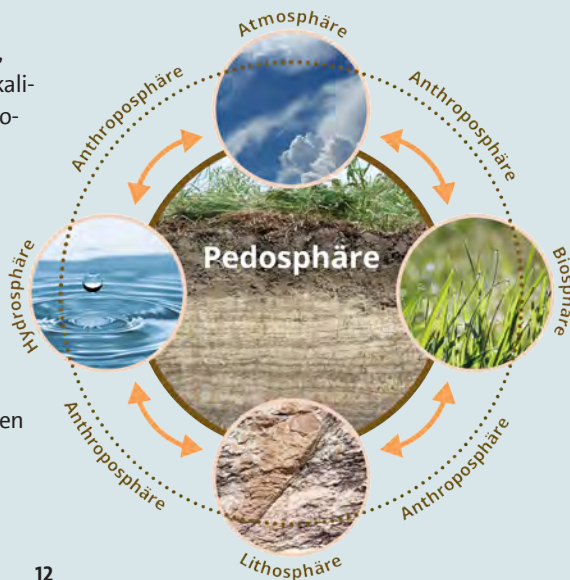
„Böden sind die dünne Haut der Erde“, heißt es in einem aktuellen Lehrbuch der Bodenkunde. Hier durchdringen sich Lithosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre. Böden sind porös und aus Mineralkörnern und organischen Partikeln zusammengesetzt. Wasser und Luft können in die Zwischenräume eindringen. Böden sind ein Lebensraum für viele verschiedene Organismen.

Ein Boden ist ein dynamisches und komplexes System. Energieflüsse, unterschiedliche mineralische Stoffe, lebendige Organismen, abgestorbenes organisches Material, physikalische Kräfte und Prozesse, chemische Reaktionen – all das führt dazu, dass Böden sich ständig wandelt und (neu) bildet. Im Boden wird angereichert und ausgespült, oxidiert, gefressen und verdaut, gegraben, gelöst und verwittert. Dabei entsteht die Grundlage allen Lebens.

Die Basis für den Boden bildet das Ausgangsgestein, das sich unter der dynamischen Bodenschicht befindet. Bei manchen Böden liegt das Ausgangsgestein in ein bis

zwei Metern Tiefe, im Watt sind es nur 20 bis maximal 40 Zentimeter. Hier bildet der unbelebte Sand den Untergrund für den lebendigen Wattboden.

In den meisten Fällen verlaufen die Prozesse, die Böden bilden über Jahre, Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte. Im Watt ist das anders. Im Durchschnitt alle 6 Stunden und 12 Minuten kommt die Flut und bedeckt den Wattboden mit Wasser. Eine wichtige Rolle für die Bodenbildung im Watt spielen übrigens all die Würmer, Muscheln und anderen in ihm lebenden Bodenorganismen. Ununterbrochen bewegen und durchgraben sie den Boden – dieser Vorgang wird Bioturbation genannt. Mit ihren Gängen und Röhren schaffen sie Strukturen, durch die Wasser und Sauerstoff tiefer in den Boden eindringen können.



WIE UNTERSUCHT MAN EIGENTLICH BODEN?



Bevor Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Boden untersuchen können, müssen sie ihn erst einmal haben. Ein wichtiger Teil ihrer Arbeit findet daher im Gelände statt – oder schon bei den Vorbereitungen vorher.

Anhand von Karten, Luftbildern und Fotos können sich die Forschenden einen ersten Eindruck vom Untersuchungsgebiet verschaffen, bevor dann im Gelände selbst ein geeigneter Standort für die Entnahme von Proben gesucht wird. Haben sie einen interessanten Standort gefunden, kommt der Pürkhauer zum Einsatz: Ein Probenentnahmestock, den man in der Regel einen Meter tief in den Boden schlägt und dann wieder herauszieht.

Anhand der Probe entscheiden die Bodenkundlerinnen und Bodenkundler dann, ob es sich lohnt, an dieser Stelle einen Aushub zu machen und Proben zu entnehmen. Dann graben sie eine Grube, die im besten Fall so tief ist, dass sie bis zum Ausgangsgestein reicht, so dass der gesamte Bodenaufbau in Augenschein genommen werden kann.

Bodenproben werden analysiert, Böden werden kartiert.

Farbe, Körnung, Schichtung, Gefüge ... mit Fingern, Augenschein, Sieben und Laborgeräten werden die Proben dann genau untersucht. Wie in anderen wissenschaftlichen Bereichen gibt es in der Bodenkunde ein systematisches Vorgehen, um Böden zu beschreiben. Zentraler Bestandteil einer solchen Beschreibung ist die Erfassung eines Standorts und des dortigen Bodens. Die Kriterien dafür finden sich in der Bodenkundlichen Kartieranleitung – kurz KA5.



LACKPROFILE

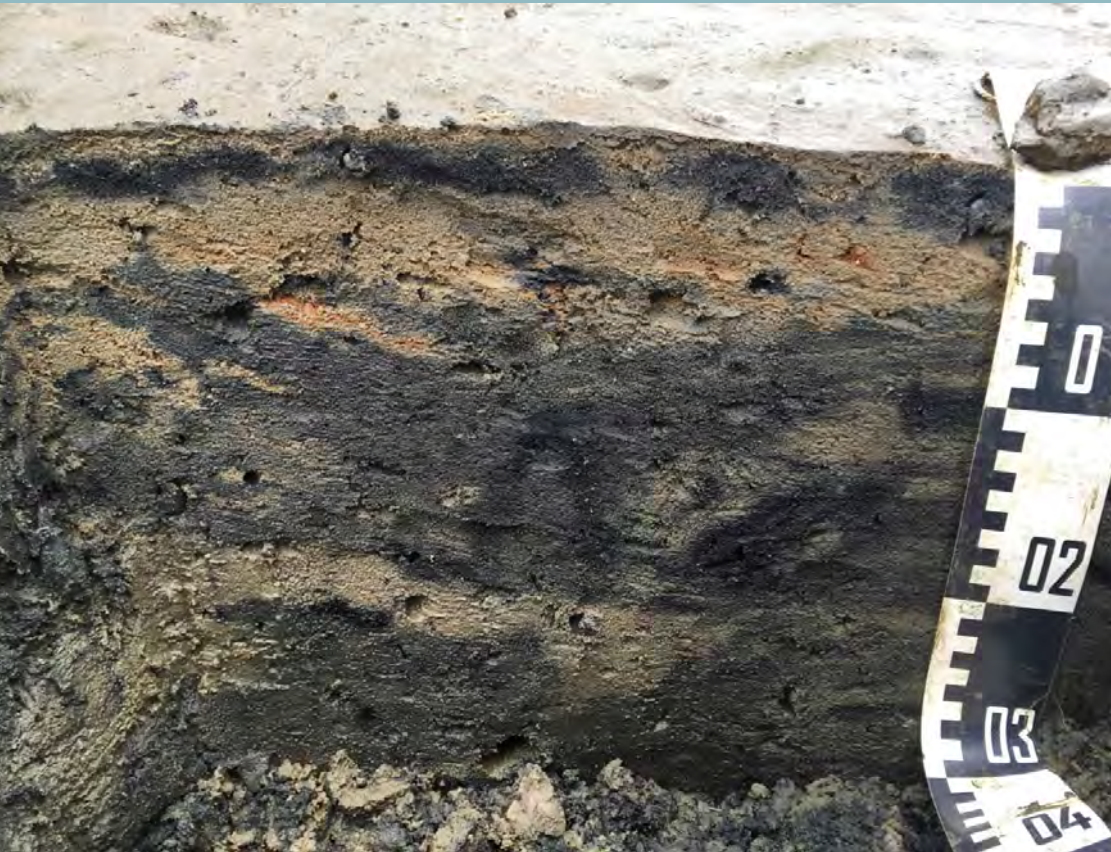
Um ein dauerhaftes und naturgetreues Abbild eines Bodens zu erschaffen, werden Lackprofile oder Lackabzüge erstellt.

Sie sind in gewisser Weise die künstlerische Seite der Bodenkunde und machen aus Boden Bilder. In einem aufwändigen Verfahren werden mit Kunstharzen und Lacken (daher der Name) dünne Schichten eines Bodenschnitts fixiert. So entsteht ein Bild, das allerdings spiegelverkehrt zur Situation im Gelände ist. Bei Wattböden ist

das eine besondere Herausforderung, weil das feuchte Material kaum lange genug in Form bleibt, um fixiert zu werden. Aus einem richtigen Schlickwatt kann man kein Lackprofil gewinnen.

Zweites Problem: Durch die Trocknung an der sauerstoffreichen Luft bleiben die ursprünglichen Farben des Bodenprofils nicht erhalten. Insbesondere dunkelgraue und schwarze Farben durch das Eisensulfid in der Reduktionsschicht sind im Lackprofil nicht mehr zu sehen, weil es an der Luft oxidiert.

So sah der Profilschnitt vor Ort aus, von dem ein Lackabzug gewonnen wurde.



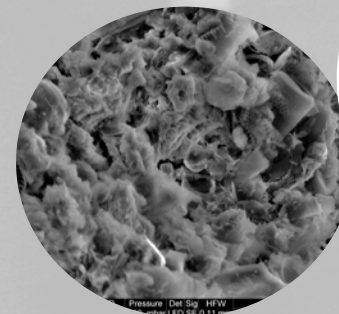
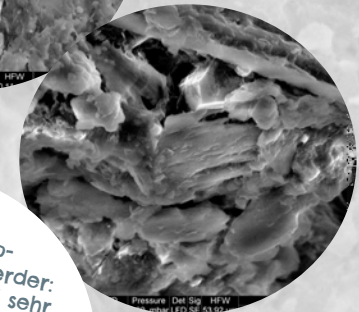
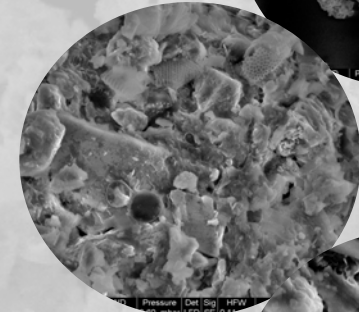
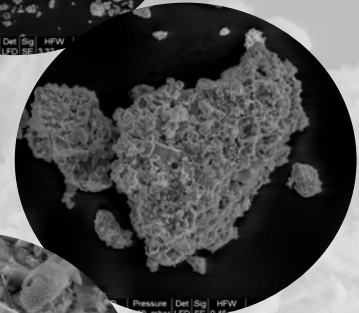
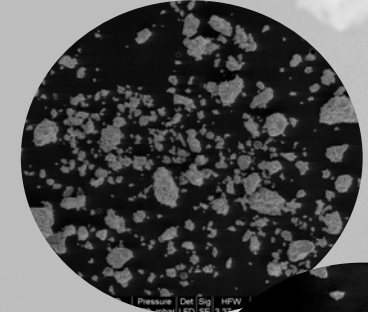
DAS WATT UNTER DER ELEKTRONENLUPE

Schon unter einer Lupe sehen die Oberflächen der winzigen Sandkörner fast aus wie Planeten oder fremde Welten.

Unter dem Rasterelektronenmikroskop aber zeigt sich, dass manche von ihnen selbst aus Tausenden kleiner Teilstücke zusammengesetzt sind, obwohl sie vielleicht nur einen Millionstel Millimeter groß sind. Die Bilder zeigen auch, welche Prozesse im Boden ablaufen.

Wattsedimente bestehen aus mineralischen und aus organischen Komponenten. Sand und Schluff bestehen überwiegend aus Körnern der Minerale Quarz, Feldspat und Glimmer. Im Tonanteil stehen die Tonminerale Illite, Smectite und Kaolinite im Vordergrund.

Zu diesen mineralischen Anteilen treten als organische Komponenten Ausscheidungsprodukte und Rückstände von Pflanzen und Tieren sowie Schalensplitter und Schalen dazu. Was wir als Watt in den Händen halten, ist immer eine Mischung aus mineralischen und organischen Komponenten.



Probe schlickiger For-Horizont, Entenwerder: Die schlickige und sehr algenreiche Probe besteht aus vielen Einzelbestandteilen, z. B. ein Quarzkorn, an das Kieselalgen, Pyrit und Tonminerale angelagert sind. Auch einige kalzitische Komponenten sind gut zu sehen.

MEERESWATT

Wenn man an Watt denkt, denkt man zuerst an die weiten, weiten Flächen vor der Nordseeküste, geprägt vom Wind und vom Salzwasser und von der großen Tidenwelle, die von West nach Ost die Küsten entlang rollt. Das ist das Meereswatt.

Man denkt an Deiche und Salzwiesen, an Vogelkolonien und Wattwürmer, an Muscheln und Krabben, an vorgelagerte Inseln und tiefe Priele, an Sandbänke und Kegelrobben.



NEUWERK

Ein Beispiel für Hamburger Meereswatt ist das Watt rund um Neuwerk in der Nordsee.

Neuwerk ist eine kleine Insel vor der Elbmündung, die seit 1299 zu Hamburg gehört. Gut zehn Kilometer Luftlinie sind es vom Festland zur Insel, die man gut auf einer Wattwanderung bewältigen kann. Verlaufen kann man sich hier kaum, da die Wegzeichen, die Pricken, sehr dicht stehen. Diese müssen jedes Jahr neu gesteckt werden, da die Priele von Jahr zu Jahr anders verlaufen.

Wenn man den Blick auf den Horizont richtet, könnte man das Watt fast für eine Wüste halten. Wer aber nach unten guckt und den



Wattboden genau betrachtet, der entdeckt überall Spuren von Leben: zuerst die typischen Wattwurmhaufen, dann Vogelspuren, große Strandkrabben und kleine Schlickkrebse, Muscheln und Austern, Strandschnecken und mit Glück auch einmal einen Seestern.

Und das ist nur das, was an der Oberfläche sichtbar ist. An einigen Stellen haben sich Tausende von Herzmuscheln im Sand eingegraben. Wenn man sie an die Oberfläche holt, arbeiten sie sich mit ihrem Grabfuß in wenigen Minuten wieder zurück in die Tiefe.

Mit der Kutsche durch das Watt



Spannend ist auch, was sich an Leben unter der Oberfläche tummelt. Abermillionen von kleinen und kleinsten Organismen verwerten das ganze organische Material und bilden so den Anfang einer Nahrungskette, die Fische und Zugvögel gleichermaßen versorgt.

FLUSSWATT

DAS WATT IM BINNENLAND. SELTEN UND SCHÜTZENSWERT

Die Flut rollt nicht nur die Küste entlang, sie drückt das Wasser auch in die großen Flüsse und ihre Nebenflüsse hinein. Dabei drängt die Flutwelle aus der Nordsee gegen das anströmende Wasser aus dem Fluss. Dadurch kann der Tidenhub im Binnenland sogar noch höher ausfallen als an der Küste. In Hamburg sind das im Mittel 3,79 Meter, vor Neuwerk nur etwa 2,90 Meter.

Aber es ist natürlich nicht so, dass das Meerwasser bis nach Hamburg strömt. Auf seinem Weg in die Nordsee mischt sich das Süßwasser aus dem Fluss mit dem auflaufenden Salzwasser aus dem Meer. So entstehen je nach Salzgehalt viele unterschiedliche Lebensräume. Und genau das Salz macht den Unterschied. Die Wattflächen in Hamburg sind Flusswatten, an der

Nordsee haben wir es mit Meerwatten zu tun und damit mit ganz anderen Ökosystemen. Und weil die Fläche der Flusswatten insgesamt viel kleiner ist als die großen Wattflächen an der Nordsee, sind sie besonders kostbar.

Wenn man einmal darauf achtet, kann man an überraschend vielen Stellen in Hamburg Wattflächen entdecken. Manche sind Naturschutzgebiete, andere liegen mitten in der Stadt. Zum Beispiel im Nikolaifleet: Der kleine Ponton, den man von der Deichstraße aus erreicht, steigt und fällt mit Ebbe und Flut. Sogar von der Willy-Brandt-Straße aus kann man hier das Flusswatt sehen. Auch in der Speicherstadt oder im Oberhafen tauchen bei Niedrigwasser an vielen Stellen Schlickflächen auf, manche nicht größer als der Garten eines Stadthauses.

All das ist Watt – mal Land, mal Wasser.



Entenwerder

Schweensand

Neßsand

Holzhafen

LEBENSRAUM WATT

REICHES LEBEN IM VERBORGENEN

Auf den ersten Blick ist das Wattenmeer eine öde und gleichförmige Sand- oder Schlickfläche. Jedes Jahr machen Millionen von Zugvögeln hier Rast, um sich vollzufressen. Das zeigt, dass dieser Lebensraum gar nicht so leer und öde sein kann. Tatsächlich ist das Wattenmeer ein einzigartiger und sehr reicher Lebensraum, in dem eine Vielzahl von Tieren, Pflanzen, Einzellern und Bakterien lebt, viele davon auch unter der Oberfläche.

Auf den Wattflächen werden bei jeder Flut Stoffe abgelagert: Sedimentpartikel und

organische Substanzen wie Muschelschalen oder Reste von Algen. Diese organische Substanz wird weiter zersetzt oder von kleinen Organismen gefressen. Diese sind wiederum Nahrung für größere, räuberisch lebende Tiere.

Auch wenn man sie nicht sieht, gibt es Pflanzen im Watt, die über Photosynthese CO₂ binden und in organische Substanz umwandeln. Meist sind es winzig kleine Algen, oft Kieselalgen, seltener größere Tange oder Seegräser. Auch diese Pflanzen sind Futter für Organismen. So ergibt sich ein engmaschiges Nahrungsnetz, in das am Ende der Nahrungskette auch die großen Tiere wie Fische, Krebse oder Vögel eingebunden sind.

Strandfloh (*Talitrus saltator*)



Der Strandfloh lebt gerne verborgen unter dem so genannten Strandanwurf, der aus Algen, Tang und anderen Materialien besteht, die von der Flut angespült werden. Er ist ein Vertreter der Flohkrebse.

Grüner Seeringelwurm (*Nereis virens*)



Der bis zu 90 Zentimeter lang werdende Grüne Seeringelwurm ist der größte Meeresborstenwurm im Watt, er bevorzugt den Wattbereich nahe der Niedrigwasserlinie und tiefere, ständig vom Wasser bedeckte Sedimente.

Bau des Wattwurms (*Arenicola marina*)



Einer der bekanntesten Wattbewohner ist der Wattwurm. Er sorgt für die Sandwürste, die für das Watt so typisch sind. Er sitzt in am Grund einer L-förmigen Röhre und frisst Sand. Dort, wo der Sand nachrutscht, entsteht an der Oberfläche ein Trichter. Der Wattwurm verdaut aus dem Sand die organischen Bestandteile, kriecht dann rückwärts seinen Gang hoch und entleert den Sand, der nun frei von organischer Substanz ist, an der Oberfläche.

Schlickkrebse (*Corophium volutator*)



Pas-send zu ihren Namen bevorzugen Schlickkrebse schlickige Wattbereiche. Sie leben dort in wenigen Zentimeter tiefen, U-förmigen Röhren. Bei Ebbe strecken sie ihr Vorderteil aus der Röhre und kratzen mit ihren Antennen die Oberfläche rings um die Öffnung ab. Es entstehen sternförmige Kratzmuster.

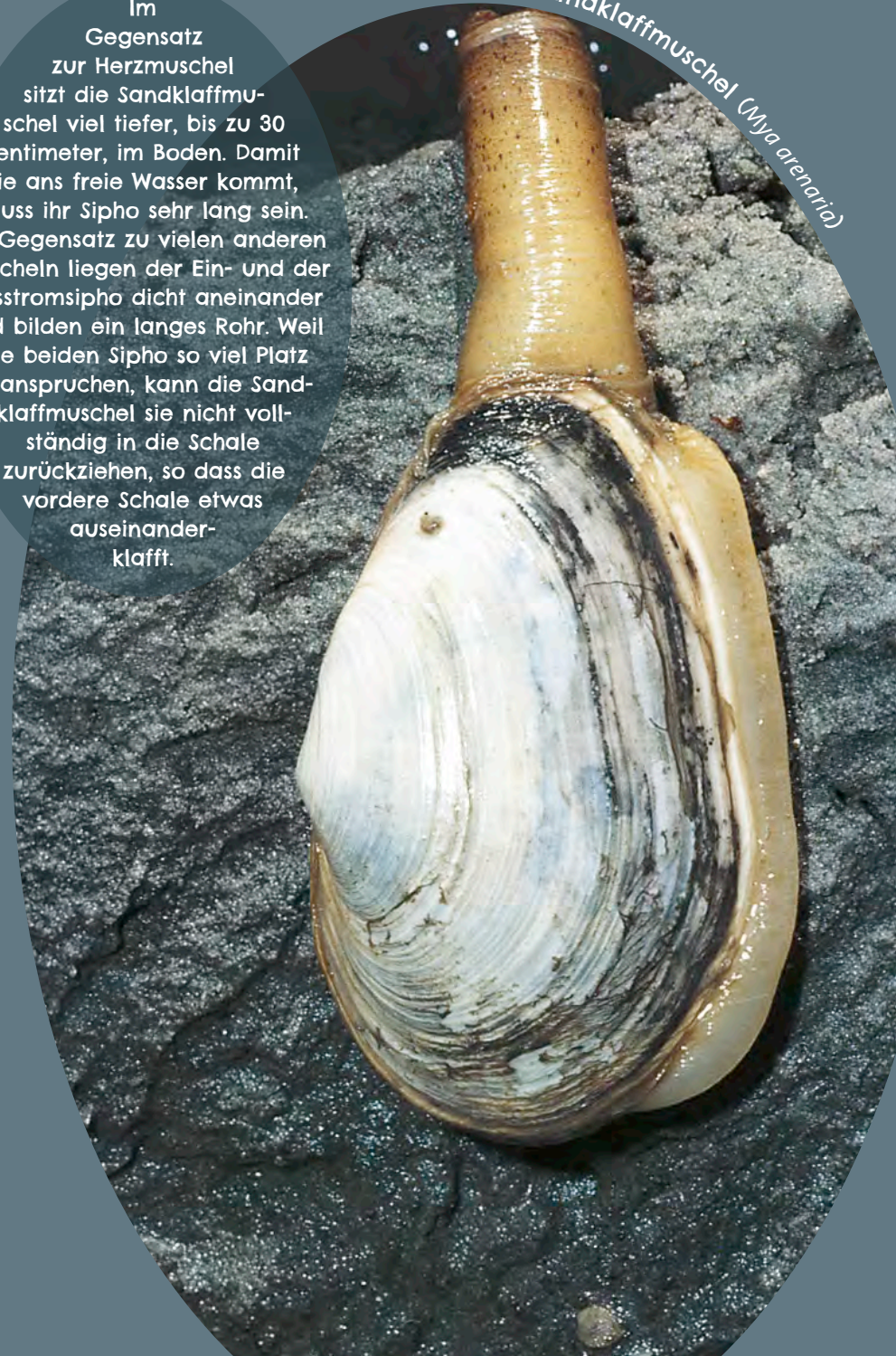
Herzmuschel (*Cerastoderma edule*)



Die Herzmuschel kennt jeder! Sie sitzt knapp unter der Oberfläche im Sand. Wird sie einmal freigespült, kann sie sich mit ihrem muskulösen Fuß sofort wieder eingraben. In ihrem Inneren besitzt sie Kiemen, die sowohl Sauerstoff als auch Nahrung aus dem Wasser filtern. Damit das Wasser in den Muschelkörper gelangen kann, wird es durch eine kurze Röhre, den Siphon, eingesogen und danach durch einen anderen Siphon wieder ausgestoßen.

Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*)

Im Gegensatz zur Herzmuschel sitzt die Sandklaffmuschel viel tiefer, bis zu 30 Zentimeter, im Boden. Damit sie ans freie Wasser kommt, muss ihr Siphon sehr lang sein. Im Gegensatz zu vielen anderen Muscheln liegen der Ein- und der Ausströmsiphon dicht aneinander und bilden ein langes Rohr. Weil die beiden Siphone so viel Platz beanspruchen, kann die Sandklaffmuschel sie nicht vollständig in die Schale zurückziehen, so dass die vordere Schale etwas auseinanderklafft.



NEUE ARTEN IM WATT

Das Leben im Watt verändert sich ständig. Neben den natürlichen Schwankungen in den Populationen der dort lebenden Arten kommt es auch zu dauerhaften und langfristigen Veränderungen – oft mit Folgen, die sich erst nach Jahrzehnten wirklich absehen lassen.

Durch den Klimawandel verschieben sich die natürlichen Verbreitungsgebiete der Meeres- und Wattbewohner. Neu hinzu kommen Arten, die entweder aus Versehen und ungeplant ins

Wattenmeer gelangen, zum Beispiel im Ballastwasser von Handelsschiffen, oder aber auch Arten, die absichtlich ausgesetzt wurden.

Einige Arten integrieren sich in ihren neuen Lebensraum und erhöhen die Vielfalt. Andere Arten nehmen jedoch die Nischen von heimischen Lebewesen ein und verdrängen diese, da sie sich schneller oder stärker vermehren oder keine Fressfeinde haben. Diese Arten werden als invasiv bezeichnet. Invasive Arten sind die Wollhandkrabbe oder die Pazifische Auster, sie sind für die heimischen Arten sehr problematisch.

Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*)



Neben Muscheln und Schnecken kommen immer wieder auch neue Krebsarten in die Nordsee. Die bekannteste ist die aus China stammende Wollhandkrabbe. Auch sie ist schon Anfang des 20. Jahrhunderts wahrscheinlich im Ballastwasser von Schiffen mitgereist. Da sie sehr geringe Salzgehalte tolerieren kann, wandert sie weit die Flüsse hinauf. Teilweise können Massenvorkommen von Wollhandkrabben die Wehre verstopfen, so dass die Wollhandkrabbe mancherorts eine regelrechte Plage ist. In der chinesischen Küche dagegen gelten die Krabben als Delikatesse, sie kosten umgerechnet bis zu 40 Dollar.

Pazifische Auster (*Crassostrea gigas*)



Ende der 1980er Jahre gab es kaum noch einheimische Austern in der Nordsee, der Bestand wurde stark überfischt. Als Alternative wurde zunehmend die große Pazifische Auster angeboten, die vom Pazifik kommend, lebend im Nordseewasser frisch gehalten wurde. Angeblich sollte das Nordseewasser zu kalt für die Fortpflanzung der Austern sein, aber diese Behauptung erwies sich als falsch. 1986 wurde die Pazifische Auster erstmals freilebend in der Nordsee nachgewiesen, noch 2002 war ihr Vorkommen sehr beschränkt. Heute ist die Pazifische Auster überall im Wattenmeer zu finden.

LEBEN IN LÜCKEN

Sandkörner sind unregelmäßig und liegen im Wattboden nicht passgenau nebeneinander, sondern lassen Lücken zwischen sich. Diese Lücken werden vom Wasser durchspült und bilden Lebensräume für winzige Tiere.

Mit einer Körpergröße von einigen Zehntel-Millimetern und einer meist wurmförmigen Gestalt schlüpfen diese Tiere durch das Sandlückensystem. Die faszinierende Lebensgemeinschaft ist sehr vielfältig und sehr zahlreich. In einer einzigen Handvoll Sand können Zehntausende von Organismen vorkommen. Einige Arten, wie Rundwürmer und Ruderfußkrebse, sind in fast jeder Sandprobe zu finden. Andere sind seltener, weil sie beispielsweise an bestimmte Größen der Sandkörner angepasst sind. Es gibt Spezialisten, deren Namen bei uns unbekannt sind wie Kiefermünder, Bauchhärlinge oder Korsettierchen. Einige Tiergruppen sind

ausschließlich im Sandlückensystem zu finden, andere haben nur ein paar besondere Vertreter in diesem Lebensraum.

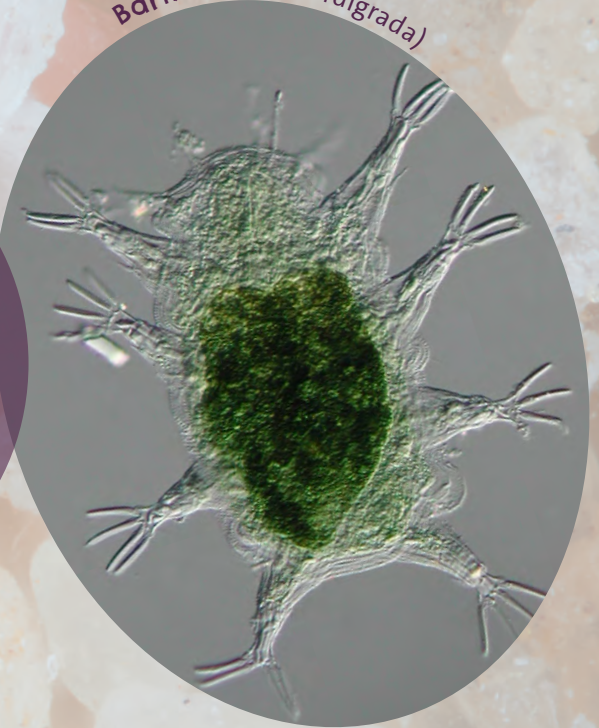
Weil die Sandlückenbewohner größtmäßig zwischen den Mikroorganismen wie Bakterien und der Makrofauna wie Muscheln, Würmern und Krebsen stehen, werden sie auch Meiofauna genannt, das bedeutet etwa so viel wie Mittel-Tiere.

Einige Tiere des Sandlückensystems ernähren sich von Bakterien, kleinsten Einzellern oder kleinen Algen, die auf den Sandkörnern wachsen. Andere fressen organische Substanzen, wie Reste sich zersetzender Tiere oder Pflanzen oder Kotpartikel. Wieder andere sind Räuber und fressen andere Sandlückenbewohner. Sie selbst sind Nahrung für größere Würmer, Krebse oder Fische. Damit nehmen sie eine wichtige Rolle im Nahrungsnetz der Meere ein.

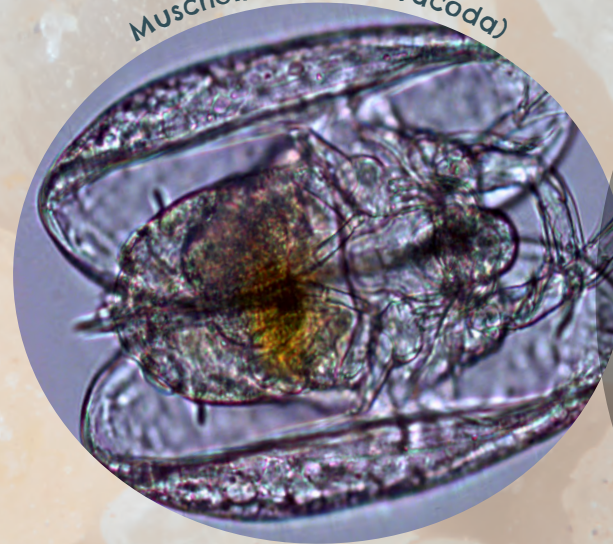


Bärtierchen mit ihren vier Beinpaaren und ihrem gemütlichen Gang kennen viele Menschen. Die Bärtierchen des Sandlückensystems sind vielgestaltiger als ihre landlebenden Artgenossen und beeindrucken mit ganz unterschiedlichen Körperformen und Körperanhängen.

Bärtierchen (Tardigrada)



Muschelkrebse (Ostracoda)



Auf den ersten Blick sehen Muschelkrebse Muscheln zum Verwechseln ähnlich. Wenn sich die Schalen öffnen und krebsartige Beinchen hervorgestreckt werden, wird klar, dass es sich um ganz besondere Krebse handelt. Bei ihnen ist der Panzer in zwei Schalen geteilt, in denen sich der gesamte Krebskörper verbergen kann. Nur zum Laufen oder zur Aufnahme von Nahrung, werden die Schalen geöffnet und die Beine hervorgestreckt.

SCHUTZGEBIETE – GROSSFLÄCHIG UND KLEINTEILIG

Die Wattflächen – nicht nur an der Elbe – sind hochgradig wertvolle Biotope und werden daher gesetzlich geschützt.

Vor der Elbmündung liegt der im Jahre 1990 gegründete Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer, der die Inseln Neuwerk, Scharhörn

und Nigehörn mit ihren Salzwiesen und Dünen sowie das Watt bis Cuxhaven umfasst. 1992 erfolgte die Anerkennung als Biosphärenreservat durch die UNESCO. Seit Juni 2011 gehört der Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer aufgrund seiner dynamischen und vielfältigen Landschaft zum UNESCO-Welterbe.



NATURSCHUTZGEBIETE IN HAMBURG

Die Freie und Hansestadt Hamburg hat nach aktuellem Stand 35 Naturschutzgebiete, die insgesamt fast 10 Prozent der Landesfläche einnehmen.

Hierzu gibt es Naturschutzgebietsverordnungen, in denen jeweils Schutzzwecke, Entwicklungsziele, Ge- und Verbote definiert sind, die dazu führen sollen, den bestmöglichen Zustand der einzelnen Gebiete herzustellen beziehungsweise zu erhalten.

Mit der Anzahl an Naturschutzgebieten ist Hamburg deutscher Spitzenreiter, was Naturschutzgebietsflächen angeht. Die Naturschutzgebiete beinhalten Wälder, Moore, Heiden, Dünen, Grünländer, Gewässer und natürlich auch Wattflächen. Hier zeigt sich, wie vielfältig Hamburg ist. Zahlreiche Tier- und Pflanzenarten finden hier geschützte Lebensräume.

In einer Stadt wie Hamburg kommt es jedoch häufiger zu Interessenskonflikten, wenn es um die Erhaltung von Grünflächen und die Erweiterung von Wohn- oder Industriegebieten geht. Normalerweise dürfen grüne Lebensräume nicht einfach entfernt werden um dort zu bauen, doch es gibt die Regelung der Ausgleichsmaßnahmen. Das bedeutet, dass es doch möglich sein kann, in Natur und Landschaft einzugreifen, wenn die Beeinträchtigung die dadurch entsteht, an einer anderen Stelle ausgeglichen wird.



WATT WOHN?

WIE VIEL TOURISMUS VERTRÄGT DAS WATT?

In den letzten Jahrzehnten sind immer mehr Touristen an die Nordsee und ins Watt gekommen.

Dadurch werden einige Wattregionen als Naturraum stark gestört oder sogar zerstört. Trittschall und Trittspuren besonders im Schlickwatt und zurückgelassener (Plastik-)Müll bleiben oft wochenlang im Watt erhalten. Mit dem Einsinken in das Substrat wird der Boden durchwühlt und Tierbauten werden zerstört. Neue Trendsportarten wie etwa Kitesurfen wirken sich an bestimmten Stellen negativ auf die Natur aus, da sich nicht alle Sportler an vorgegebene Regelungen halten und es

häufiger zu Störungen brütender oder rastender Vögel oder Robben kommt.

Das Problem: Einerseits ist der intakte Naturraum die Grundlage des Tourismus, andererseits wird der Naturraum aber stark durch den Tourismus belastet. Besonders wichtig sind Ruhezeiten für Tiere und Pflanzen. Insofern ist nicht die Zahl der Gäste im Watt entscheidend, sondern ihr Verhalten und die Lenkung der Touristenströme. Es kommt darauf an, die Urlauber für den Naturraum und das Leben darin zu sensibilisieren, um Rücksichtnahme zu fördern und dennoch Naturerleben zu ermöglichen.

In der Saison fahren hunderte Urlauber mit dem Wattwagen nach Neuwerk



DAS WATT UND DER KLIMAWANDEL

Globale Erwärmung, der Anstieg des Meeresspiegels und immer häufiger vorkommende Wetterextreme wie zum Beispiel die lange Trockenperiode 2018 stellen vor allem für das Salzwasserwatt und das Wattenmeer eine große Gefahr dar.

Die Folgen: Erhöhtes Auftreten von Sturmfluten, ein höherer mittlerer Tidenhub, verstärkte Erosion und Küstenabbrüche und dauerhafte Überflutung von Wattflächen verursachen nicht nur einen erheblichen ökonomischen Schaden für Wirtschaft, Tourismus oder Fischerei, sondern

führen auch zu einem großen ökologischen Schaden. Arten und Biomasse verschwinden und einzigartige Wattflächen drohen verloren zu gehen. Salz- und Brackwasser gelangen weiter ins Landesinnere.

Zurzeit ist es noch schwierig, die Auswirkungen des Klimawandels im Watt genau nachzuweisen oder vorherzusagen. An vielen Stellen überwiegen die Auswirkungen von Eindeichung, Fahrrinnenvertiefung oder Tourismus. Ob sich das Watt und seine Bewohner anpassen können, hängt stark davon ab, wie schnell sich die Veränderungen vollziehen.

Klimaschutz bedeutet auch Schutz für das Watt und seine Bewohner



SPRECHEN SIE WATT?

Gezeiten:

Oberbegriff für die regelmäßigen Wasserbewegungen der Ozeane, die durch die Anziehungskraft des Mondes (und der Sonne) verursacht werden.

Ebbe und Flut:

Ablaufendes Wasser, sinkender Wasserspiegel (Ebbe) beziehungsweise auflaufendes Wasser, steigender Wasserspiegel (Flut). Eine Ebbe oder eine Flut dauert an der Nordsee im Mittel 6 Stunden und 12 Minuten, in Hamburg dauert die Flut nur 5 Stunden.

Hochwasser und Niedrigwasser:

Der Moment, wenn das Wasser seinen höchsten beziehungsweise seinen niedrigsten Stand erreicht hat.

Tide:

Die Gezeiten insgesamt – oder eine einzelne Abfolge von Ebbe und Flut.

Tidenhub:

Der Unterschied des Wasserstandes zwischen Hochwasser und Niedrigwasser.

MThw und MTnw:

Mittleres Tidehochwasser und mittleres Tideniedrigwasser. Sozusagen die Standardwerte ohne Sturm oder Springflut.

Springtide (Springflut):

Eine besonders hoch auflaufende Flut bei Vollmond und bei Neumond.

Nipptide:

Eine besonders schwach auflaufende Flut bei Halbmond.

Sturmflut:

Besonders hoch auflaufendes Wasser, das der Wind gegen die Küste drückt.

Wattenmeer:

Wasserflächen, Watt und Küste von der Linie, an der das Wasser 10 Meter tief ist, bis an die Sturmflutkante, also den äußersten Punkt, den das Wasser erreichen kann.

Watt:

Boden aus Gezeitensedimenten im Übergangsbereich zwischen Land und Meer, meist mit reichhaltiger Fauna und Beimengungen von organischer Substanz.

Meereswatt:

Boden aus Gezeitensediment im marinen Bereich, also im Salzwasser.

Flusswatt:

Boden aus Gezeitensediment im Rückstaubereich der Flüsse, also im Süßwasser.

Brackwatt:

Boden aus Gezeitensediment im brackisch-marinen Bereich, also im Brackwasser.

Schlick:

Ein Sediment, das überwiegend aus sehr feinen Partikeln und daran gebundener organischer Substanz besteht.

Priel:

Gewissermaßen ein Fluss im Watt – ein Wasserlauf, der auch bei Niedrigwasser nicht trockenfällt.

BEGLEIT-PROGRAMM

WATT-EXKURSIONEN

Mit dem Fahrrad oder zu Fuß: Begleiten Sie Expertinnen und Experten auf Wattwanderungen u. a. in die Nordsee und auf Radtouren zu den Hamburger Flusswattflächen. Hier ein paar Highlights:

16.05.2020 | Wattexkursion an die Nordseemündung der Eider: „Watt und was daraus wird. Boden- und Landschaftsentwicklung an der Nordseeküste“

30.05.2010 | Wanderung durchs Nordseewatt von Cuxhaven nach Neuwerk: „Lebensraum Watt: einzigartiges Ökosystem im Wechsel der Gezeiten“

VORTRÄGE UND FÜHRUNGEN

Vorträge und Führungen zu verschiedenen Themengebieten ergänzen die Ausstellung (kostenfrei).

15.01.20 | **18.00 Uhr** Rundgang durch die Ausstellung: „Leben im Watt“
Prof. Dr. Andreas Schmidt-Rhaesa, CeNak

19.02.20 | **18.00 Uhr** Rundgang durch die Ausstellung: *Prof. Dr. Lars Kutzbach, Institut für Bodenkunde, Uni Hamburg*

26.03.20 | **18.00 Uhr** Rundgang durch die Ausstellung: *Elisabeth Oechtering, Behörde für Umwelt und Energie Hamburg (BUE)*

07.05.20 | **18.00 Uhr** Rundgang durch die Ausstellung: *Elisabeth Oechtering, BUE*

02.04.20 | **18.00 Uhr** Vortrag „Lebensraum Watt: einzigartiges Ökosystem im Wechsel der Gezeiten“, *Prof. Dr. Andreas Schmidt-Rhaesa, Kurator Wirbellose Tiere, CeNak*

PROGRAMME FÜR KINDER

25.01.20 | **11.00-16.00 Uhr:**
„Watt geht ab?“ – ein Familiennachmittag

Taucht ein ins Flusswatt bei unseren Nachmittagsangeboten rund ums Thema! Es dreht sich alles um die Frage: Watt geht ab im Watt? Werdet selbst zu Forschenden: Analysiert Sandproben unter dem Mikroskop, bestimmt eigene Strandfunde und lernt mehr über die Gefahren der weichen Flusswatten und die Beeinträchtigung unserer Gewässer. Es erwarten Euch spannende Mitmachaktionen, Vorträge und knifflige Rallies.

Zum vollständigen Programm und zur Anmeldung:

www.uni-hamburg.de/wattboden

BILDNACHWEISE

Alexander Gröngröft, Institut für Bodenkunde; Motivcollage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung: Titelmotiv

Laura Marrero Palma, CeNak: S. 1, S. 35

Gisela Gröger, Behörde für Umwelt und Energie: S. 2, S. 13, S. 17

Martin Elsen: S. 3

Behörde für Umwelt und Energie: S. 6, S. 10 (Hintergrund)

Thure Daalsgard, CeNak: S. 8, S. 26, S. 27 (Hintergrund)

Alexander Gröngröft, Uni Hamburg: S. 9 (oben + Mitte), S. 10, S. 19 (unten links), S. 32 (Hintergrund)

Larissa Möckel, CeNak: S. 5 (Hintergrund), S. 7 (Hintergrund), S. 9 (unten), S. 16, S. 19 (oben rechts, Mitte links), S. 37

Boris Hochfeld, HPA: S. 11

Karen Kiehn, Behörde für Umwelt und Energie: S. 14

Yeliz Akkul, Uni Hamburg: S. 15

Falcon Crest, HPA: S. 18

Oliver Gies, mgp ErlebnisRaumDesign: S. 19, (Mitte rechts), S. 29

Arnold Paul, wikicommons: S. 20

Klaus Janke: S. 21 (oben), S. 22 (unten); S. 23, S. 24

Georg Mayer: S. 21 (unten)

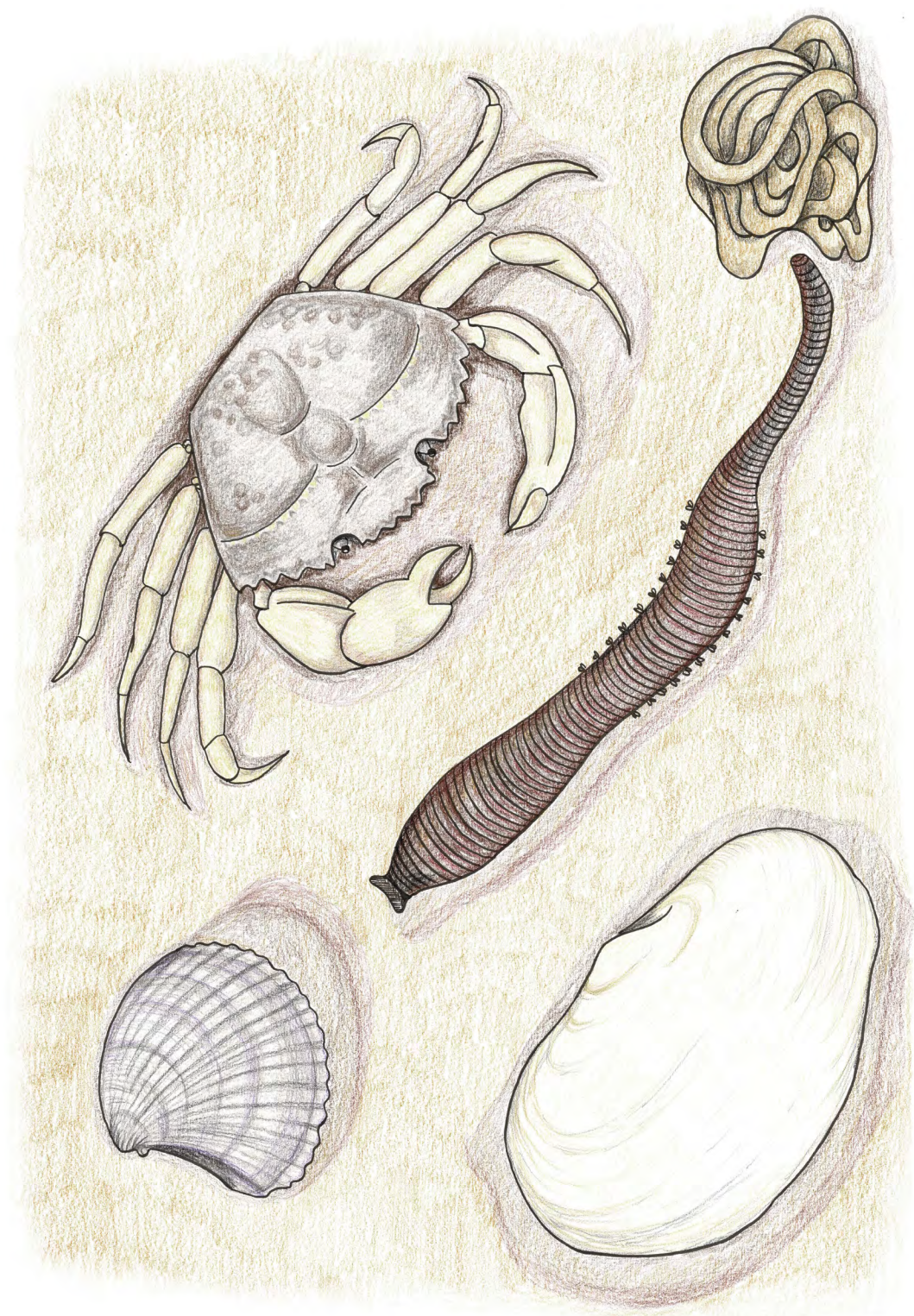
C. Löser, wikicommons: S. 22 (oben)

Andreas Schmidt-Rhaesa, CeNak: S. 25, S. 27

Andreas Giesenberg, Behörde für Energie und Umwelt: S. 28

Schult: S. 30

NDR / Kai Salander: S. 31



IMPRESSUM

Konzeption

Oliver Gies (Missall Gies + Partner)

Projektmanagement

Gisela Gröger (Behörde für Umwelt und Energie, Abteilung Bodenschutz und Altlasten)

Dr. Lioba Thaut (Universität Hamburg, Centrum für Naturkunde)

Redaktion

Dr. Alexander Gröngroft,
Prof. Dr. Lars Kutzbach, Yeliz Akkul
(Universität Hamburg, Institut für Bodenkunde)

Prof. Dr. Andreas Schmidt-Rhaesa,
Dr. Viktor Hartung (Universität Hamburg, Centrum für Naturkunde)

Elisabeth Oechtering, Karen Kiehn,
Dr. Thomas Däumling, Dr. Klaus Janke,
Sarah Zwerger, Nikolaus Classen
(Behörde für Umwelt und Energie)

Ausstellungsgestaltung

Oliver Gies, Nina Kersten, Torsten Heinrich
(Missall Gies + Partner)

Grafik

Wanderausstellung: Marcus Walczynski
(Blickeinsatz, Hamburg)

Öffentlichkeitsarbeit: Martina Mistera
(Universität Hamburg, Centrum für Naturkunde)

Vitrinen: Gega Schwickerath (Universität Hamburg, Centrum für Naturkunde)

Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Mareen Gerisch, Michael Kulmus (Universität Hamburg, Centrum für Naturkunde)

Jan Dube, Eva-Lotte May (Behörde für Umwelt und Energie)

Präparation, Ausstellungsbau, Lackprofil

Matthias Preuß, Martin Reinhardt
(Universität Hamburg, Centrum für Naturkunde)

Ekkehard Runge (Geo+Art Sandprofile)

Dank an

Jens Kerstan (Senator für Umwelt und Energie, Schirmherr Boden des Jahres 2020)

Dr. Gerhard Milbert (Sprecher Kuratorium Boden des Jahres)

Dr. Boris Hochfeld (Hamburg Port Authority)

Dr. Elisabeth Klocke (Stiftung Lebensraum Elbe)

Prof. Dr. Willi Xylander (Direktor Senckenberg Naturkundemuseum Görlitz) für Verbindung zum CeNak

Naturschutzverwaltung für Ermöglichung der Probenahme

Naturschutzwart Neuwerk für Ideen und Tipps vor Ort

Larissa Möckel (ehemals Centrum für Naturkunde) für die Fotos von den Exkursionsorten

Laura Marrero Palma (Centrum für Naturkunde) für die Skizzen der Kinderebene

© Dezember 2019, CeNak

