

Die Wunderwelt von Sand

Ob auf dem Bau oder am Strand – ohne Sand geht nichts. Das kaum beachtete Material birgt eine erstaunliche Wunderwelt in sich. Der Autor Oliver Lenzen trägt in seinem Werk «Das grosse Buch vom Sand» viele Details über das alltägliche Material zusammen.

Von Alexandra von Ascheraden

Keine Baustelle ohne Sand. Aber wer käme je auf die Idee, dass es sich lohnen könnte dieses alltägliche Material genauer anzusehen? Es beginnt ja schon damit, dass es einen gewaltigen Unterschied macht wie grob oder fein Sand ist. In den 1920er Jahren hat der Geologe

Chester Wentworth eigens eine Skala dafür entworfen. Sie beruht auf Verdopplungen des Durchmessers und ist heute als DIN EN ISO 14688 in Gebrauch.

Seiner Einteilung nach wäre Sand, der so grob ist wie unser Haushaltszucker als Grobsand definiert, also mit Korngrößen-

durchmessern zwischen 0,63 – 2 Millimetern. Und da Wentworth nur die Korngrösse, aber nicht das Material definiert, ginge der Zucker streng nach Tabelle tatsächlich als Grobsand durch.

Die grosse Mehrheit der Sandkörner hat übrigens nur einen Millimeter Durchmes-



Atlantiksand vom Kap der Guten Hoffnung in Südafrika. Durchsichtige Quarzkörner, farbige Seeigelstachel und links oben ein Teil einer Seepocke. Das Bild wäre 6,6 Millimeter breit.



Biologische Sandkörner aus Darwin, Australien. Sechs Sklerite in Rot, Orange und Hellgelb, dazu Foraminiferen, Schneckenhäuschen und zwei transparente Quarzkörner. Das Bild wäre 6,5 Millimeter breit.

Bilder: Oliver Lenzen



Die Rohne zwischen Leuk und Siders. Gletscher- und Flusssedimente mischen sich, werden in Kies- und Sandbänken zwischengelagert und später weitertransportiert.

ser und fällt damit ebenfalls unter Grobsand. Zum Vergleich: Feinsand darf maximal 0,2 Millimeter Durchmesser haben. Das und viele, viele andere Details über das alltägliche, wenig beachtete Material hat der offenbar enorm sandbegeisterte Autor Oliver Lenzen in seinem lesenswerten und umfangreichen Werk «Das grosse Buch vom Sand» zusammengetragen, das im Haupt Verlag erschienen ist.

Diese Millimeterspalterei scheint kleinlich. Sie hat aber ihre Berechtigung, wie er ausführt. Ein Sandkorn mit einem Durchmesser von zwei Millimeter hat den dreissigfachen Durchmesser und die tausendfache Fläche eines Sandkorns mit 0,063 Millimetern. Die Masse ist gleich 32000 mal grösser. Und hier wird es für die Physiker spannend.

Kleine Körner reisen weit

Das physikalische Verhalten des Sandes hängt direkt von der Masse des Kornes ab. Im Fluss mitgeführter Sand oder Wüstensand, der vom Wind zu Dünen aufgetürmt, verhält sich je nach Korngrösse unterschiedlich. Kleine Sandkörner reisen weiter, egal ob sie im Bach treiben oder vom Wind verweht werden. Das Phänomen kennen wir von unseren Autos, die ab und zu nach dem Regen plötzlich gelb überstäubt sind, weil Saharasand mit den Windströmungen bis zu uns gereist ist.

Sehr kleine Sandkörner werden als Schwebfracht sehr schnell und sehr weit von der Flussströmung mitgenommen. Grössere rollen und hüpfen über kurze

Strecken am Grund des Flusses als so genannte «Springfracht» dahin und kommen immer wieder kurz oder länger zur Ruhe. Die Strömung in Flüssen ist in Bodennähe nur sehr gering. Ausserdem kommt es darauf an, wie rau und somit wie bremsend das Flussbett ist. Ein Kiesbett etwa ist rauer als ein Sandbett.

Die grösseren Sandkörner taumeln also in einem Wechselspiel aus Auftrieb, Vortrieb der Strömung und Absinken im Fluss voran. Der Grossteil der Sandkörner wird irgendwann im Strömungsschatten einer Ausbuchtung des Flusses oder in einem Schwemmfächer für lange Zeit abgelagert, von anderen Sedimenten überdeckt und erst viel später etwa von mächtigen Schmelzwasserströmen wieder herausgelöst und weitertransportiert.

Je nach Gefälle und Strömung kann es zwischen tausend und einer Million Jahre dauern, bis ein Sandkorn im Fluss eine Strecke von 100 Kilometern zurückgelegt hat. Winzige Schwebpartikel wie Schluff oder Ton können dieselbe Strecke bei rassischer Strömung in wenigen Stunden schaffen.

Granit als Quelle

Woher aber stammt Sand? Klar, im Grunde aus verwittertem Gestein, weiss man. Aber aus welchem? Da Granit und granitähnliche Gesteine die häufigsten kristallinen Gesteine sind, bilden sie auch die Hauptquelle aller Quarzsandkörner auf den Kontinenten. Allein der Mississippi transportiert eine jährliche Schwebfracht von

470 Millionen Tonnen, wie Lenzen schreibt. Achtzig bis neunzig Prozent der europäischen Küstensande kommen über Flusstransporte zum Meer.

Im Meer selbst sieht das Ganze schon anders aus. Dort sind es beträchtliche Mengen an Überresten von Schalen oder Skelette winziger Lebewesen, die den Sand und vor allem den Tiefseeschlamm bilden. Und das obwohl Flüsse und Wind massenweise Quarzsand ins Meer bringen (siehe Interview). Mit blossen Auge halten wir Laien diese winzigen Schalen für Sandkörner. Erst unter dem Mikroskop wird sichtbar, dass es erstaunlich filigrane Gebilde sind.

200 Tonnen pro Einfamilienhaus

Lenzen geht auch auf den Sandverbrauch der modernen Gesellschaft ein. Ein Einfamilienhaus braucht 200 Tonnen Sand, ein Kilometer Autobahn 30 000 Tonnen. Der

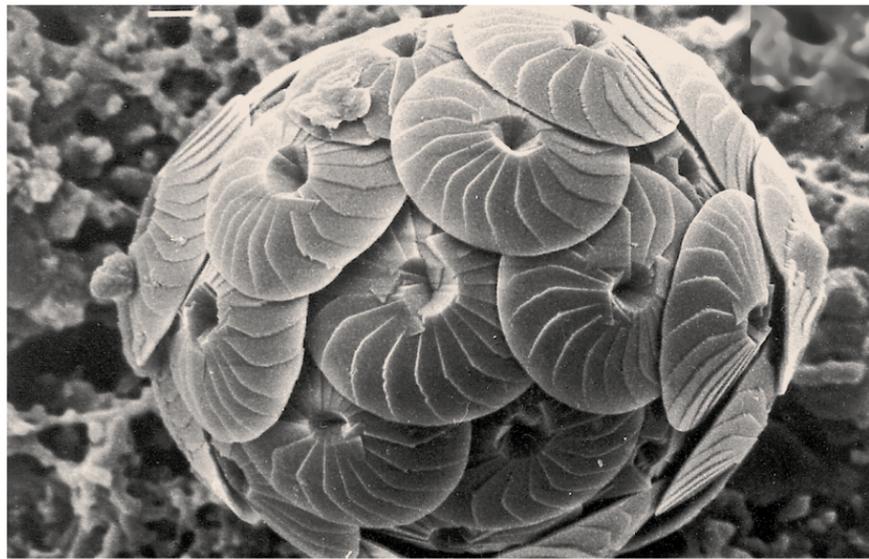


Bild: Naturhistorisches Museum Basel/Michael Knappertsbusch

Eine Coccolithophoride: *Calcidiscus leptoporus*. Ihre Kalkplättchen bilden einen Grossteil des Meeresbodens in der Tiefsee. Im Feinanteil des Kalkes für die Zementherstellung gibt es ähnliche Gebilde von Coccolithen. Der weisse Strich oben ist einen tausendstel Millimeter lang.

Interview mit Michael Knappertsbusch

Sandkörner – Wunderwerke im Beton

Was für Laien normale Sandkörner sind, erkennt der Mikropaläontologe Michael Knappertsbusch als winzige Fossilien. Aus einst mikroskopisch kleinen Kalkalgen im Jurameer wird auch Portlandzement hergestellt. Eine Entdeckungsreise in eine unbekannte Mikrowelt.

Michael Knappertsbusch, Sie sind Mikropaläontologe, beschäftigen sich also mit winzigen Fossilien.

Was hat das mit Bausand zu tun?

Michael Knappertsbusch: Oh, mehr als die Leute glauben. So werden zum Beispiel für den Portlandzement Juraschichten bei Wildeggen abgebaut. Der Kalkstein und die Mergelvorkommen dort sind besonders gut als Ausgangsstoff geeignet. Der feine Kalkanteil besteht unter anderem aus den Kalkschälchen winziger Kalkalgen, die im damaligen Meer als Plankton lebten. Deren Reste finden wir heute noch in den Ablagerungen dort. Solche und andere planktonische Mikrofossilien aus Meeresablagerungen sind mein Spezialgebiet. Ich arbeite als Kurator für Mikropaläontologie am Naturhistorischen Museum in Basel und betreue dort Forschungssammlungen mit Mikrofossilien. Darunter sind umfangreiche Sammlungen von Meeressanden aus der Tiefsee oder dem Flachmeer aus der ganzen Welt, die eine reichhaltige Welt an Mikrofossilien enthalten.

Was fasziniert Sie so am Sand?

Wenn die Leute wüssten, auf was sie da am Strand ihr Handtuch ausbreiten, sie wären fasziniert. Sand besteht nicht nur aus winzigen Gesteinsbruchstücken, wie die meisten vielleicht denken. Ein Grossteil der Meeresablagerungen, sei es aus den Tiefen des Meeres, auf dem Schelf, in Korallenriffen oder am Strand, wird von Schalen winziger Tiere gebildet, die man mit blossen Auge kaum von mineralischen Sandkörnern unterscheiden kann.

Das heisst, was man am Strand für Sandkörner hält, könnten in Wirklichkeit die Schalen von einzelligen Lebewesen sein?

Ja, zum Beispiel die Gehäuse von Foraminiferen. Das sind tierische Einzeller, die wunderschöne winzige Gehäuse aus Kalk bilden. Solche Foraminiferen leben auch in den heutigen Ozeanen. Wenn sie absterben, bleiben die kleinen Gehäuse zurück und werden Teil des Meeresbodens beziehungsweise des Meeressandes.



Michael Knappertsbusch (63) ist Geologe und Mikropaläontologe. Er arbeitet als Kurator am Naturhistorischen Museum in Basel.

Was sehen Sie, wenn Sie solchen Sand unters Mikroskop legen?

In Japan gibt es ganze Strände mit so genanntem «Sternensand». Sie bestehen einzig aus winzigen Foraminiferengehäusen die die Form fünf- oder mehrackiger Sterne haben. Wunderschön. Im normalen Meeressand gibt es eine unglaubliche Vielfalt an Mikrofossilenschalen, die aussehen wie Schneckenhäuschen, aber eben von einzelligen, amöbenartigen Tierchen stammen. Andere

Pro Kopf Verbrauch allein in Deutschland beträgt neun Tonnen pro Jahr. China ist der grösste Sandverbraucher überhaupt. Im Jahr 2016 wurden dort 7,8 Milliarden Tonnen Sand verbaut. So wird Sandraub längst zu einem Problem, das es auch immer mehr in die Medien schafft. Da Sand nicht als Rohstoff geschützt ist, sei die Ahndung schwierig, schreibt Lenzen. Um so unverständlicher, dass das Betonrecycling nicht längst weiter fortgeschritten ist.

Sandhungriges Fracking

Ein weiteres grosses Thema sind die besonders feinen und scharfkantigen Sande, die es für das vor allem in den USA beliebte und teils sehr umstrittene Fracking braucht. Beim Fracking wird ölhaltiges Schiefergestein mit Hilfe von unter hohem Druck stehenden, mit Chemikalien versetzten Wassers aufgebrochen und über Bohrlöcher gefördert. Damit sich die auf diese

Weise erzeugten Bruchstellen im Schiefer nicht wieder schliessen, wird dem Wasser auch Quarzsand beigefügt. Allein im Jahr 2016 wurden in den USA siebzig Millionen Tonnen des seltenen und begehrten Fracking-Sandes abgebaut.

Sand ist zwar in Massen vorhanden auf der Erde – ihn mit Bedacht zu verwenden, stünde dem Menschen trotzdem gut an. Gerade die Sandarten, die es für den Bau braucht, sind nicht unendlich vorhanden. Solange Polymerbetone nicht weiterentwickelt sind, können wir kaum auf Wüstensande zurückgreifen, wenn wir mit dem kantigeren und hafteren Bausand nicht sorgsam genug umgegangen sind. Und welche filigranen Wunderwerke wir da für Sandkörner halten und in den Beton rühren, das macht Lenzens Buch bewusst. Je länger man darin liest, desto besser kann man seine Faszination für das scheinbar banale Material verstehen. ■

Bestandteile sind winzige Bruchstücke von Korallen, Muschel- und Schnecken-schälchen, Moostierchen, Algenkrusten, Muschelkrebsschen, oder auch die winzigen dunkellila bis transparenten Stacheln von Seeigeln oder winzige Reste von Seelilien und Seegurken. Noch faszinierender sind Radiolarien – planktonisch lebende Strahlentierchen. Sie bilden ihre Schalen aus Kieselsäure und kommen in gewissen Meeresablagerungen in riesigen Mengen vor.

Wir reden hier von Meeressand. Der eignet sich ja leider so wenig für Zement wie Wüstensand.

Zu runde und abgeschliffene Sandkörner sind ungeeignet. Es braucht eckigere, die besser «verkantet» und so die Festigkeit von Zement steigern. Je nach Bedarf an Zementfestigkeit und Widerstandskraft gegen die Verwitterung kann zusätzlicher Sand mit entsprechenden Eigenschaften dazugemischt werden.

Die Häuschen und Skelette all dieser Mikroorganismen zeigen ihre Schönheit erst unter dem Mikroskop.

Ein einfaches Binokular genügt bereits um diese Welt zu entdecken. Für die ganz kleinen Mikrofossilien – kleiner als ein hundertstel Millimeter – braucht es stärkere Mikroskope oder gar ein Elektronenmikroskop. Mit letzterem kann man Coccolithen anschauen. Das sind meine Lieblinge. Sie zeigen eine un-

glaubliche Schönheit ihrer Skelette. Die Schreibkreide von Rügen besteht beispielsweise aus ihnen. Coccolithophoriden sind winzige einzellige Meeresalgen, so klein, dass man sie mit blossen Auge überhaupt nicht sehen kann. Sie umgeben sich mit fantastisch geformten Kalkplättchen so dass sie manchmal aussehen wie Miniatur-Discokugeln.

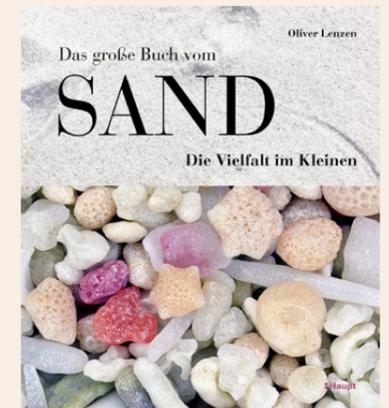
Sie haben auch zahlreiche Proben von Tiefseeschlamm in ihrer Sammlung. Was macht ihn für sie so spannend?

Etwa siebzig Prozent der Erdoberfläche sind vom Meer bedeckt und das schon seit Millionen Jahren. Über diese lange Zeit haben sich hunderte Meter dicke Ablagerungsschichten gebildet, die für Mikropaläontologen natürlich sehr spannend sind. Die Mächtigkeit dieser Schichten ist gewaltig wenn man bedenkt, dass es in der Tiefsee etwa tausend Jahre für ein paar wenige Zentimeter braucht.

Aus was besteht dieser Schlamm also?

In der Tiefsee besteht er fast ausschliesslich aus Skeletten von einer unfassbaren Anzahl von Mikrofossilenschalen, ist also von Einzellern biologisch entstanden. Das hat grosse Bedeutung für die Ökosysteme in den Meeren, da sich da unten jedes Jahr Gigatonnen dieser nur unter dem Mikroskop erkennbaren Winzlinge ansammeln. Sie sorgen für den Transport von Kohlenstoff aus der Luft in die Tiefsee. Im Budget des weltweiten Kohlen-

Buchtipps



Das grosse Buch vom Sand; Die Vielfalt im Kleinen, Autor: Oliver Lenzen, ISBN: 978-3-258-08270-7, 368 Seiten, Haupt Verlag, 46.00 Franken

stoffkreislaufs sind sie wichtiger als zum Beispiel Korallen, weil sie derart zahlreich sind. Zudem können wir aus dem Grad der Erhaltung der kalkigen Mikrofossilien ablesen, wie weit die Versauerung der Ozeane fortgeschritten ist.

Die Versauerung wird durch unsere moderne Lebensweise also den massiven Eintrag von Kohlendioxid in die Luft und in die Meere verursacht. Wo ist da die Rolle der Mikrofossilien?

Die Bildung von Kalkgerüsten wie in Mikrofossilien, sowie deren «Endlagerung in die Tiefsee» hilft der Natur, das komplizierte Budget von gelöstem Kohlenstoff im Meerwasser im Gleichgewicht zu halten. Dieses Gleichgewicht wird durch menschliche Verbrennung von Kohle, Öl und Gas mehr und mehr gestört. Mikrofossilien haben hier also eine wichtige ökologische Pufferwirkung gegen eine zu starke Versauerung der Meere.

Man sollte die Bedeutung dieser winzigen Lebewesen also nicht unterschätzen.

Allerdings. Und Beton, Zement und Fensterglas kann man aus ihnen auch herstellen. Mal abgesehen davon, dass das Mikropaläontologie die Basis der Nahrungskette für alle grösseren Organismen bilden: Sie sind auch in vielfacher anderer Hinsicht nützlich. Auch wenn die meisten Menschen von ihrer Existenz nichts ahnen. (Interview: Alexandra von Ascheraden)