

WISSEN

Ein starker Wind treibt die Sandkörner über einen Strand in den Niederlanden. Dabei werden die Körner abgeschliffen.

Sand hat viele Gesichter. An der Küste von Arnager auf der dänischen Insel Bornholm beispielsweise sammeln sich glimmernde, von Wind und Wetter stark verwitterte Grün-sand-Formationen.



## WIE DER SAND ZU SEINEN ECKEN UND KANTEN KAM

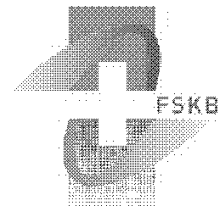
Es gibt mehr Sandkörner als **S**an am Meer. Und kein Steinchen gleicht dem anderen. Wir verfolgen die faszinierende Reise eines einzelnen Kornes vom Berner Oberland bis in die Nordsee.

— Text Hans-Martin Bürkli-Spycher

38 SCHWEIZER FAMILIE 41/2022

Fotos: Getty Images, Oliver Lenzen



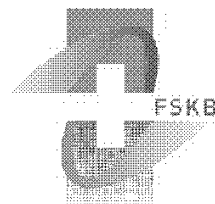


WISSEN

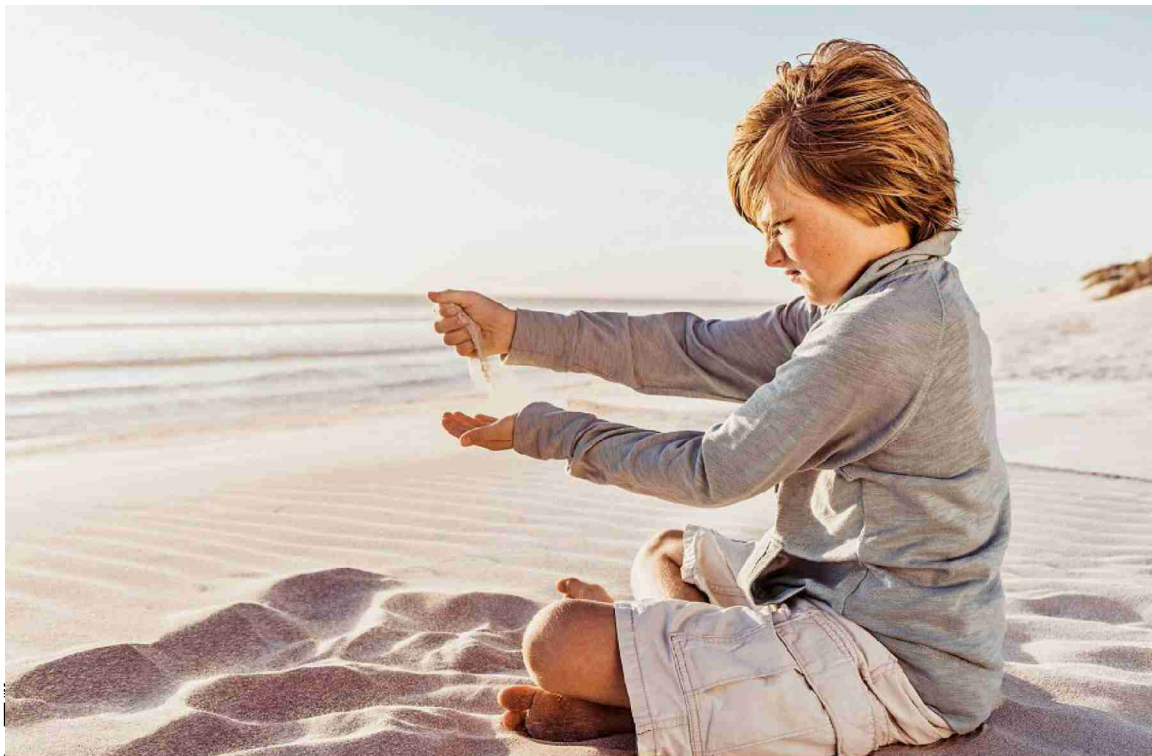
Der gelblich wirkende Sand aus der südnorwegischen Kommune Valle ist reich an Feldspaten. Er ist noch unreif. Das heisst: Seine Kanten sind erst leicht gerundet.

SCHWEIZER FAMILIE 11/2022 39





**Sandkörner  
sind 0,063  
bis 2 Milli-  
meter klein  
und rinnen  
leicht durch  
die Finger.**



**E**in sonniger Tag am Meer. Ein mildes Lüftchen streicht über den Strand, die Wellen rauschen im Takt. Gedankenversunken füllt ein Kind seine Hände mit trockenem Sand und lässt ihn zwischen den Fingern zu Boden rieseln. Es ahnt kaum, dass jedes einzelne dieser vielen tausend Sandkörner in seinen Händen eine eigene Form hat – und eine eigene Geschichte.

Wir betrachten ein Sandkorn, das an einem Finger kleben bleibt. Nennen wir es Sandy, und verfolgen wir seine Geschichte – die sich vielleicht so wie im Folgenden geschildert zugetragen haben mag.

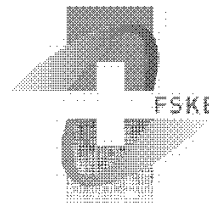
Die meisten Menschen verbinden Sand mit etwas Positivem: vom Sandkasten aus der Kindheit über das Sandmännchen, das mit jedem Sandkorn einen schönen Traum beschert, bis hin zum weissen Ferienstrand auf tropischen Inseln. Sand ist auch ein wichtiger Rohstoff für den Bau

von Häusern, und abgepackt in Säcke und zu Mauern aufgeschichtet, schützt Sand vor Hochwasser.

Auch wenn Sand in unserem Alltag an verschiedenen Orten und in unterschiedlichen Formen auftritt, fragen wir uns kaum je, woher er kommt, wie er beschaffen ist und ob er eine endliche Ressource darstellt. Betrachten wir eine Handvoll Sand mit der Lupe, haben wir zwar immer noch Tausende Körner im Blickfeld, erkennen aber schon, dass sie unterschiedliche Farben aufweisen. Nehmen wir ein Mikroskop zu Hilfe, sehen wir einzelne Sandkörner, gross und deutlich. Ein jedes hat seine Form, hat Ecken und Kanten, Schrammen und Vertiefungen. Vermutlich gibt es auf der ganzen Welt keine zwei Sandkörner, die gleich aussehen.

## Eis sprengt Sandy in die Welt

Sandy, unser Sandkorn, dessen Weg wir



verfolgt haben, ist durchsichtig, besteht aus Quarz und liegt an einem Strand an der Nordsee. Das Licht der Welt erblickt hat es vor Jahrmillionen in den Schweizer Alpen, genauer am Finsteraarhorn im Berner Oberland.

Im Gebirge nagen Wind und Wetter beständig am Gestein. Mit der Zeit bilden sich Risse und Spalten. Wasser dringt ein und gefriert. Der Frost sprengt Felspartien weg. Sie fallen oder rutschen bergab, zersplittern dabei zu kleineren Stücken, zu Steinbrocken, **Kies** und **Sand**. Das kantige und eckige Material sammelt sich zu Schuttkegeln und rutscht mit der Zeit weiter ab, bis es in einem Bach oder auf einem Gletscher landet.

Unser Sandkorn Sandy ist Bestandteil eines Brockens Granit, und wir erinnern uns an den Merkspruch aus der Schulzeit: «Feldspat, Quarz und Glimmer, die vergess' ich nimmer.» Gemeint war damit die Zusammensetzung von Granit, der aus den drei genannten Mineralien besteht. Der Granitbrocken also fällt durch eine Gletscherspalte direkt auf den Grund des Finsteraargletschers. Dort zermalmt der langsam zu Tale fliessende Gletscher den Gesteinsbrocken und entlässt Jahre später das fein zerbröckelte und zerstückelte Material in die Aare, die bei der Gletscherzunge entspringt.

Was nun geschieht, hängt von der Grösse der Brocken, Splitter und Körner ab. Die Fachleute machen folgende Einteilung: Gesteinsstücke mit einem Durchmesser von 6 bis 20 Zentimetern werden als Steine bezeichnet; solche von 2 Millimetern bis 6 Zentimetern als **Kies** und solche von 0,063 Millimetern bis 2 Millimetern als **Sand**. Was noch kleiner ist, wird Schluff oder Ton genannt. Mit seinen 1,5 Millimetern Durchmesser wird Sandy dem **Sand** zugeordnet.

Die junge Aare trägt den Ton und den Schluff fort, was dem Wasser seine grau-

braune, milchige Farbe verleiht. Sandy rollt und hüpf zusammen mit vielen anderen Sandkörnern im Wasser kurze Strecken über den Grund. Die Körner bleiben in Senken liegen und wandern beim nächsten Hochwasser weiter flussabwärts.

## 1 Million Jahre für 100 Kilometer

Sandy hat es nicht besonders eilig. «Je nach Gefälle des Flusses und nach Grösse und Beschaffenheit des Sandkorns kann die Bewältigung einer 100 Kilometer langen Strecke zwischen 1000 und 1 Million Jahre dauern», sagt Oliver Lenzen. Der 62-jährige Ingenieur und Rektor der Hochschule Heilbronn, Deutschland, befasst sich seit vielen Jahren mit **Sand** und hat ein umfangreiches Buch zum Thema geschrieben (siehe Hinweis am Ende des Artikels).

Irgendwann gelangt Sandy flussabwärts bis ins heutige Aaretal. Brienzersee und Thunersee werden erst später entstehen – in riesigen Becken, ausgehoben von mächtigen Gletschern. Links und rechts der Aare grüssen heute Kiesgruben, aus denen **Sand** und **Kies** gewonnen werden. Es sind dies die einzigen Schweizer Rohstoffe neben Wasser, die in Hülle und Fülle vorhanden sind. Flüsse und Gletscher lagerten das Material im Mittelland in einer bis zu 30 Meter dicken Schicht ab. Die Schweizer Sandreserven reichen noch für mehrere Jahrhunderte.

Sandy fliesst weiter flussabwärts, vorbei an der Stelle, wo heute die Stadt Bern liegt. Mächtig thront der Münsterturm auf der Aarehalbinsel. Nach dem grossen Stadtbrand von 1405, dem 600 Holzhäuser zum Opfer fielen, subventionierten die Behörden den Sandstein für Fassaden und schrieben Brandmauern vor. Der für den Bau benötigte Sandstein wurde rund um die Stadt aus dem Fels gebrochen – bis heute wird dies in Krauchthal, in Ostermundigen und am Berner Hausberg Gurten getan.

Wer weiss, vielleicht wird unser Sand-



korn Sandy dereinst auch zu Sandstein werden. Dann nämlich, wenn es das Meer erreicht hat, dort abgelagert wird und der Rhein stets neuen **Sand** nachliefert, der zu Boden sinkt und sich im Laufe der Jahrtausende unter dem grossen Druck zu Sandstein verfestigt.

### Vorbei am versteinerten Strand

Sandy rollt und fliesst in der Aare weiter nach Solothurn, wo sich etwas oberhalb, bei Lommiswil, eine beinahe senkrechte Felswand erhebt, übersät mit mehreren Dutzend stattlicher Löcher. Es sind dies Dinosaurier-Fussspuren, die seit 145 Millionen Jahren im Kalkstein verewigt sind. Die Kalksteinwand war damals ein flacher Meeresstrand, über den eine Herde Dinosaurier trottete. Nach dem Spaziergang der Saurier war es längere Zeit ziemlich trocken, die Fährten wurden nicht vom Meer verwischt, sondern härteten aus. Später versank die Uferzone, Algen und Schlamm überdeckten die Fährten, die im Laufe der Jahrtausende versteinerten. Erst viel später begann die Auffaltung der Juraketten, und die Schicht mit dem ehemaligen Strand mitsamt seinen Fussabdrücken wurde emporgehoben und ragt heute steil in den Himmel. Ein Sandstrand kann also versteinern, zu einem Gebirge aufgetürmt werden, und dieses wird dann von Wind und Wetter wieder zersetzt – und wird erneut zu **Sand**. Ein geologischer Kreislauf, der sich etwa über eine Zeit von 200 Millionen Jahren erstreckt. Sandexperte und Buchautor Oliver Lenzen schätzt, dass etwa die Hälfte aller Sandkörner bis zu sechs solcher Zyklen hinter sich gebracht haben.

### Die Nordsee schleift Sandy ab

Nach Tausenden bis Millionen von Jahren gelangt unser Sandkorn Sandy von der Aare in den Rhein und mit dem Strom schliesslich in die Nordsee. Dort wird es

von der Brandung herumgeschleudert, es stösst immer und immer wieder mit anderen Sandkörnern und Steinen zusammen und verliert einige seiner Kanten und Ecken. Die Wellen an den Meeresküsten runden Sandy und die anderen Sandkörner schneller ab, als es Flüsse vermögen.

Ein bisschen stolz darf Sandy sein, denn es hat es bis ans Meer geschafft. Dies vor allem dank seiner Festigkeit: Sandy besteht aus reinem Quarz. Sandkörner aus anderen Mineralien zerbröseln auf ihrem Weg vom Gebirge bis ins Meer, solche aus Quarz jedoch nicht. Fachleute sprechen daher von «reifem» **Sand**, wenn er fast nur noch aus Quarzkörnern besteht.

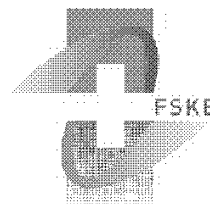
Während an Europas Küsten Quarzsand aus zerfallenden Gebirgen vorherrscht, ist der **Sand** von tropischen Inseln inmitten der Weltmeere völlig anders beschaffen. Korallenriffe umgeben die Inseln. In den Riffen leben Abermilliarden von Tieren mit Kalkschalen. Korallen, Schnecken, Seeigel und Muscheln hinterlassen nach ihrem Tod Schalen, Stacheln, Zähne, Skelette und Panzer, die eines Tages an den Küsten der Inseln angespült werden. Durch die andauernde Wellenbewegung des Wassers werden die Überreste nach und nach zerkleinert und bilden strahlend weissen **Sand**. Unter der Lupe entpuppen sich diese Sandkörner als winzige Bruchstücke von Schneckenhäusern, Seeigelstacheln und Muschelschalen.

### **Sand ist ein begehrter Rohstoff**

**Sand** entsteht laufend neu, sei es in Bächen, Flüssen, unter Gletschern oder an Küsten. Doch die Sandproduktion der Natur vermag nicht Schritt zu halten mit der Gier des Menschen nach dem Naturprodukt.

Seit etwa hundert Jahren ist **Sand** ein zunehmend begehrter Rohstoff. Er findet sich feinst zerrieben in Papier, in Zahnpasta, Kosmetika, Smartphone-Displays, Instant-Tees, Puderzucker sowie





Ziegeln, Wasserfiltern und Computenchips. Er ist auch Rohstoff für Glas und für Solarzellen (siehe Box links). Vor allem aber wird der **Sand** für die Herstellung von Beton gebraucht. Pro Jahr werden weltweit etwa 50 Milliarden Tonnen **Sand** abgebaut, von denen rund zwei Drittel im Beton landen.

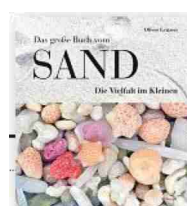
Der Raubbau nimmt beängstigende Ausmasse an. Laut der indonesischen Regierung sind in den letzten Jahren mehrere Dutzend Inseln durch illegalen Sandabbau verschwunden. Speziialschiffe hatten rund um die Inseln so viel **Sand** vom Meeresboden abgesaugt, dass die Strände ins Rutschen gerieten und die Inseln schliesslich im Meer versanken.

Bereits werden Reisende da und dort ermahnt, keinen **Sand** als Souvenir mitzunehmen. In Sardinien ist der Export eines privaten Andenkens selbst in kleinsten Mengen verboten. Am beliebten Strand La Pelosa ist sogar das Mitbringen von Handtüchern, Taschen und Kühltaschen untersagt. Denn mit diesen Utensilien tragen die Leute unbeabsichtigt **Sand** fort. Und bei Tausenden Besuchern täglich summiert sich das.

Bei knapper werdenden Sandreserven, vor allem wegen der Bauwirtschaft, stellt sich die Frage, warum man denn nicht **Sand** aus der Wüste für die Betonproduktion nehmen kann. In der Wüstenstadt Dubai lägen die Sandquellen direkt vor der Tür. Das Problem ist, dass die Körner von Wüstensand runder sind als die kantigen vom Meeressand. Abgerundete Sandkörner machen den Beton instabil. «Neueste Entwicklungen mit Polymerbeton werden in Zukunft aber vermutlich den Einsatz von Wüstensand ermöglichen», hofft der gelernte Ingenieur Oliver Lenzen.

Die Sonne senkt sich langsam gegen den Horizont. Der Vater kommt zu seinem Kind am Strand und heisst es, die sandigen Hände im knöcheltiefen Meerwasser

abzuspülen. Sandy, unser Sandkorn, versinkt im Wasser. Was wird wohl aus ihm? Vielleicht wird es ins Meer hinausgetragen, irgendwann zu Sandstein gepresst und in vielen Millionen Jahren wieder zu einem Gebirge emporgehoben, das langsam zerbröselt und vom Wasser ins Meer gespült wird. Ein Sandkorn im ewigen Kreislauf der Natur. ■

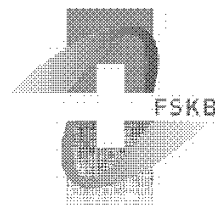


## BILDERREICH

Oliver Lenzen,  
«Das grosse Buch  
vom **Sand**. Die Vielfalt im Kleinen»,  
Haupt, 46 Franken.



Im Artikel verfolgen wir die Reise eines einzelnen Quarz-Sandkorns und nennen es Sandy. Auf seinem Weg vom Berner Oberland in die Nordsee kann Sandy zerbrechen und zerstückelt werden. Sandkörner aus anderen Mineralien zerbröseln.

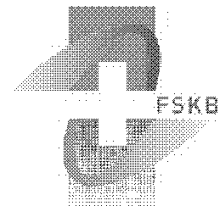


Unser Sandkorn Sandy  
stammt aus dem Gebiet  
des Finsteraargletschers  
im Berner Oberland.

Kantig sind die teils  
glimmernden Steinstücke  
beim Walliser Riedglet-  
scher, bevor Bäche und  
Flüsse sie rund schleifen.

SCHWEIZER FAMILIE 41/2022 41





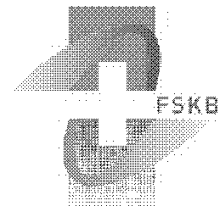
Einer der weissesten Strände der Welt liegt im Tularosa Basin im Süden der USA. Er besteht aus Gipssand, der aus 250 Millionen Jahre alten Meeresablagerungen entstand.

Mineralische Körner und Schalenreste von Schnecken, Muscheln und Seeigeln formen den Sand vom Kap Trafalgar, Provinz Cádiz, Spanien.



Am Strand von Bornholm, Dänemark, sammeln sich schwere, metallisch glänzende Minerale, rosa Granatkristalle sowie die hellen, glasig aussehenden Quarzkörner.





Wachstumslinien  
zieren das Sandkorn  
eines Quarzkristalls  
aus den Alpen.

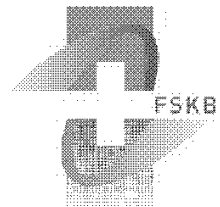


Die bunten Sandkörner  
auf der indonesischen  
Insel Bali stammen von  
Vulkangesteinen.



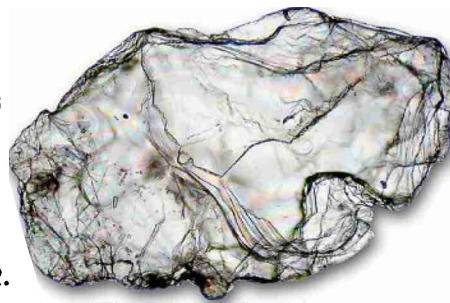
Ooid-Sand aus dem  
Tanganjikasee zwischen  
dem Kongo und Tansania.  
Das Wasser hat die Körner  
geschliffen und poliert.



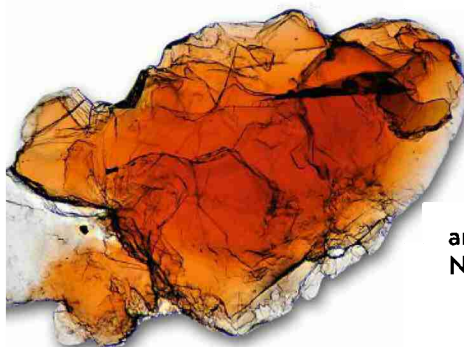


Flüsse wie der Hinterrhein führen häufig in der Nähe der Quelle unreifen **Sand** mit vielen Ecken und Zacken. Die beiden dunklen Körner sind Biotitkristalle.

Sandkorn aus Muskovit, einem schimmernden Material. Gefunden wurde es am Hinterrhein bei Nufenen GR.

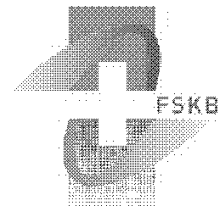


Die dunkle Farbe hat dieses Sandkorn aus Biotit vom Eisen. Gefunden ebenfalls am Hinterrhein bei Nufenen GR.

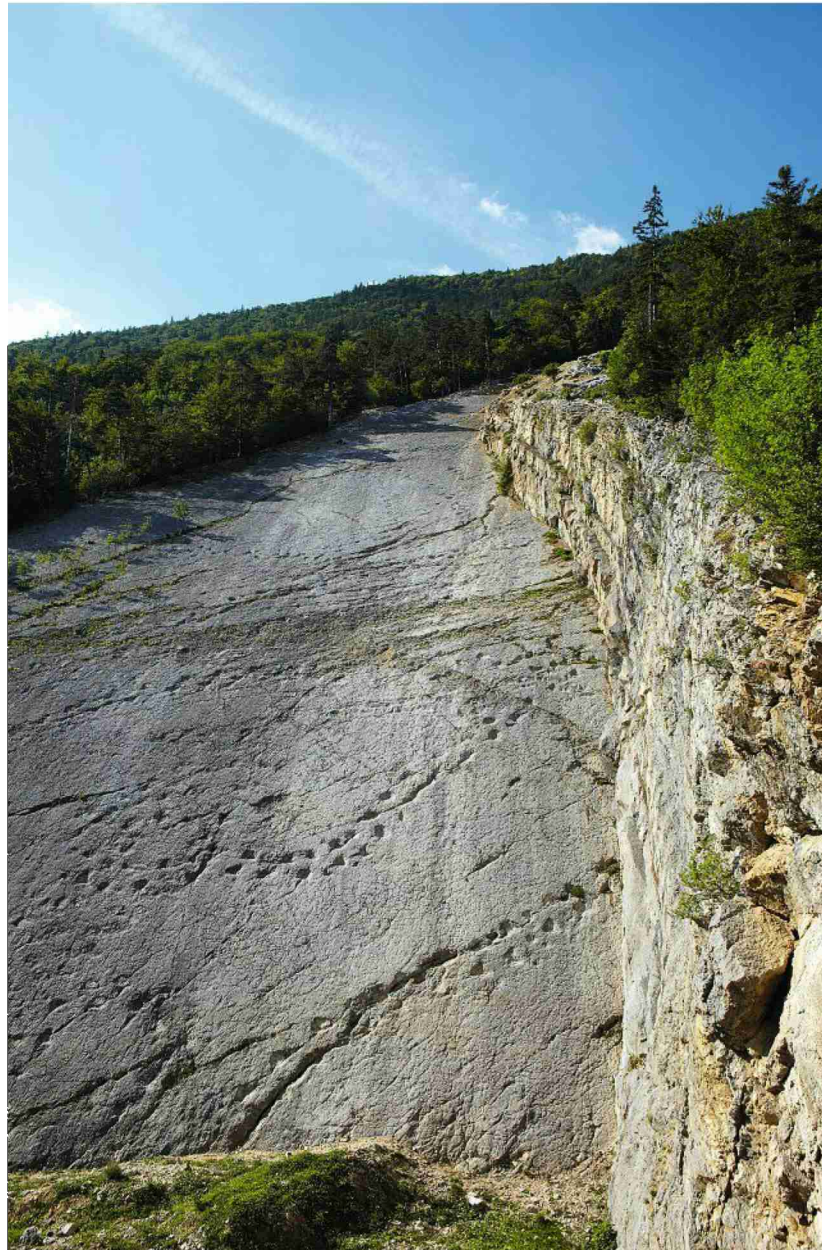


*Sandy rollt und hüpfzt zusammen mit vielen anderen Sandkörnern über den Grund der Aare.*



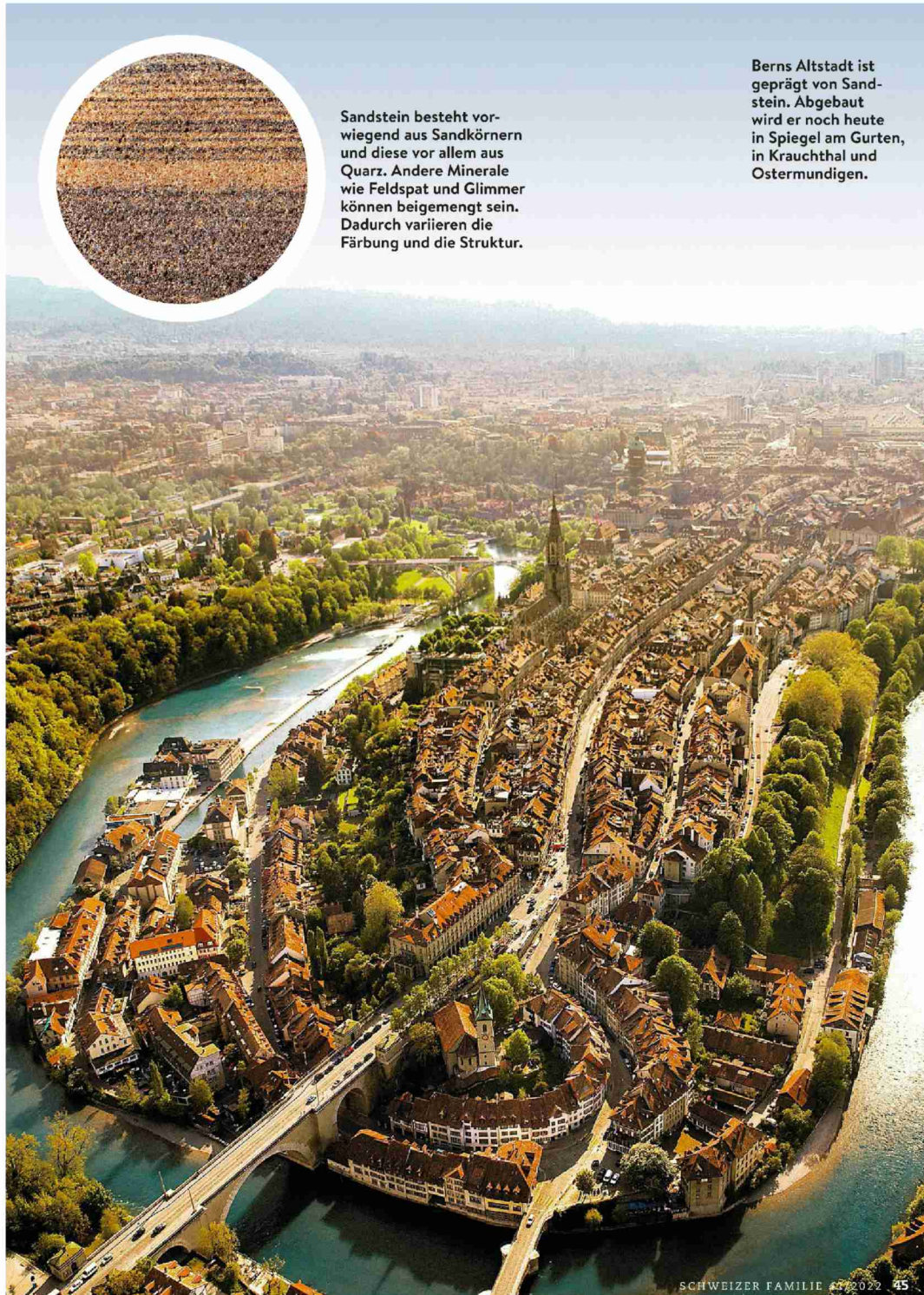
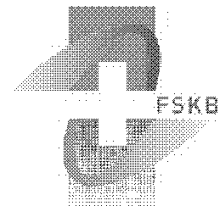


Die Steilwand  
im **Steinbruch**  
Lommiswil SO  
ist mit den Fuss-  
abdrücken von  
Pflanzen fres-  
senden Sauriern  
überzogen.

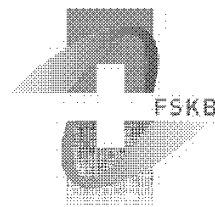


*Sandy fliesst in der Aare nach Solothurn,  
wo sich bei Lommiswil eine Felswand erhebt,  
übersät mit Dinosaurierspuren.*









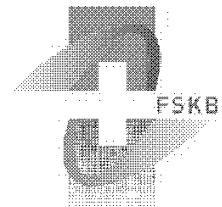
Um Betonbauten wie  
das elegant geschwungene  
Rolex Learning Center  
in Lausanne zu realisieren,  
wird viel **Sand** benötigt.

Reiner  
Quarzsand von der  
kambodschanischen  
Saracen Bay.

Pro Jahr werden weltweit etwa  
50 Milliarden Tonnen **Sand** abgebaut, von denen  
rund zwei Drittel im Beton landen.

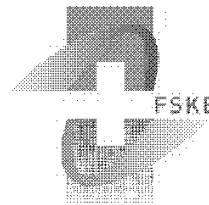


Solarzellen von  
Fotovoltaikanlagen  
bestehen aus Silizium,  
dieses wird aus Quarz-  
**sand** gewonnen.



**Glasflaschen  
und Trinkgläser  
entstehen aus  
einem Mix aus  
Quarzsand, Pott-  
asche und Metall-  
oxiden, der bei  
etwa 1500 Grad  
Celsius geschmol-  
zen wird.**





## WO IM ALLTAG **SAND** DRINSTECKT

Auf den ersten Blick mag es erstaunen, dass durchsichtiges Glas aus **Sand** hergestellt wird. Bedenkt man aber, dass **Sand** hauptsächlich aus Quarz besteht und man sich dabei einen Bergkristall aus reinem Quarz vorstellt, dann leuchtet es ein. Für die Glasherstellung wird Quarzsand unter Zugabe von Natriumkarbonat, Kaliumkarbonat und Kal-

ziumkarbonat geschmolzen. Ohne **Sand** gäbe es keine Fensterscheiben, keine Glasflaschen und keine Trinkgläser.

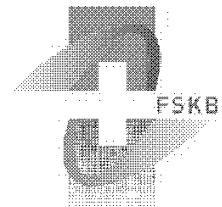
Auch die Fotovoltaik – das Gewinnen von elektrischem Strom aus Sonnenlicht – braucht einen Bestandteil von Quarzsand: das chemische Element Silizium. Quarz ist nichts anderes als Silizium, verbunden mit

Sauerstoff. Dünne Schichten von Silizium werden in der Solarzelle durch das Licht angeregt. Elektronen beginnen sich zu bewegen, es fliesst Strom.

Computerchips, die Herzstücke von PCs, Laptops und Handys, werden aus hauchdünnem Silizium hergestellt, das aus Quarzsand gewonnen wird.

Der typische **Sand** einer tropischen Pazifikinsel enthält zerstückelte Reste von farbigen Korallen und Muscheln.





**Der Wüstensand der Sahara besteht aus Quarzkörnern, um die sich ein feiner Film aus rötlichem Hämatit gelegt hat. Die Körner sind derart stark gerundet, dass sie als Zuschlagstoff für Beton ungeeignet sind.**