

Was ist Treibsand?

Von Walter A. FRANKE

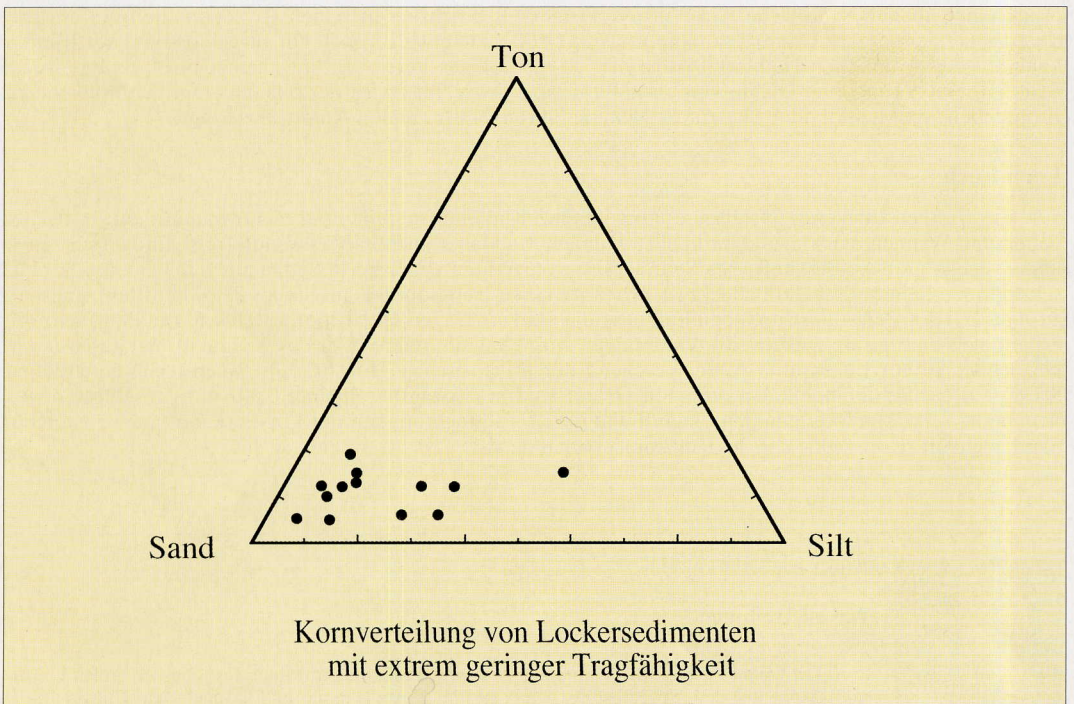
Einleitung

Die Situation ist bekannt aus Abenteuerromanen und Filmen: Im einsamen Gelände jagt der Held den Schurken oder umgekehrt. Plötzlich versinkt einer der Protagonisten spurlos im Boden, aus rein dramaturgischen Gründen trifft es meist den Schurken oder eine der Nebenfiguren, die Überlebenden murmeln schauernd „Treibsand“.

Geowissenschaftlich interessierte Leser und Zuschauer fragen dann mit Recht, ob es so etwas in der Natur überhaupt gibt. Zur vernünftigen Behandlung muss die Frage entsprechend formuliert werden und lautet dann etwa so: „Gibt es Lockersedimente mit einer Tragfähigkeit die erheblich kleiner als 0,25 kg pro Quadratzentimeter ist?“ - Die Antwort ist ein dreifaches „Ja, aber mit Einschränkungen.“

Quicksand

Sand ist ein Lockersediment mit Korngrößen zwischen 2 und 0,07 mm, seine Tragfähigkeit ist abhängig von der Korngrößenverteilung und Kornform. Trockene Sande haben meist Werte zwischen 0,45 und 1 kg/cm². Schon spielende Kinder im Sandkasten wissen, dass die Festigkeit mit steigendem Wassergehalt steigt, allerdings nur bis fast alle Poren mit Wasser gefüllt sind. Wird mehr Wasser zugegeben und ist für



eine gleichmäßige Durchmischung gesorgt, so sinkt die Festigkeit dramatisch. Ein mit Wasser gesättigter Sand, der mechanisch mit einer Wassermenge von mehr als 14 % seines Volumens vermischt wird, verliert jede Scherfestigkeit und verhält sich wie eine Flüssigkeit (BAGNOLD 1954).

Solche Verhältnisse treten in der Natur zuweilen an Meeresstränden und Flussmündungen auf, wenn Gezeitenströmungen Sandablagerungen von unten durchströmen. Sie werden im Englischen als „quicksand“ oder „running sand“ bezeichnet und sind eine ernste Gefahr für unvorsichtige Wanderer. Es ist oft nicht möglich sich aus eigener Kraft zu befreien und bei auflaufender Flut kann man ertrinken. Allerdings kann keine Rede sein von spurlosem Versinken, die Dichte der Wasser/Sandmischung liegt zwischen 1,3 und 1,6.

Im Unterwasserbereich können abrutschende Böschungen am Schelfrand mit Massen im Bereich von Kubikkilometern über große Entfernungen fließen. Mehrere so verursachte Brüche von Überseekabeln sind dokumentiert. Solche Turbidite können Geschwindigkeiten bis zu 50 km/h erreichen. Auch bei der Flutung von Braunkohlentagebauten muss der Effekt beachtet werden. Die Böschung zeigt hier meist ein Verhältnis 1:3 in der Abbauphase, vor der Flutung muss die Böschung auf 1:8 im Unterwasserbereich und 1:10 im Brandungsbereich umgelagert werden. Im Lausitzer Braunkohlenrevier sind bereits zwei Unfälle durch abrutschende wasserübersättigte Böschungen vorgekommen.

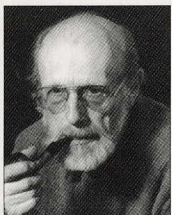
Schließlich werden wir in den Verkehrsmeldungen zuweilen mit dem Auftreten von „Treibsand“ konfrontiert. Bei Wasserrohrbrüchen wird der Sand unter dem Pflaster durch das mit hohem Druck ausströmende Wasser quasi verflüssigt und das Pflaster, bzw. die Bitumendecke sackt trichterartig ab.

Salzsumpf

In Wüsten können sich abflusslose Inlandsdepressionen mit einem Gemisch aus einer Salzlösung und angewehemtem Staub füllen. Der dunkle Schlamm enthält stets NaCl, daneben kann je nach den geologischen Gegebenheiten Gips oder Natriumkarbonat vorliegen. Ein gleichzeitiges Auftreten beider Substanzen ist ausgeschlossen, da sie miteinander nach der Formel $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ zu Kalk plus Thenardit, bzw. Mirabilit reagieren. In den langen regenlosen Perioden bildet sich eine dünne weiße Salzkuste auf der Oberfläche. Wenn solche Flächen von Sand überweht werden, entsteht der trügerische Eindruck einer ebenen Sandfläche. Sir Wilfried THESIGER beschrieb in seinen Reiseberichten ein entsprechendes Gebiet namens Umm al samim mit einer Größe von etwa 100 x 50 km am Südostrand der Rhub al khali auf der Arabischen Halbinsel. Auch hier ist ein völliges Versinken unwahrscheinlich, da bereits die gesättigte Salzlösung eine Dichte von etwa 1,2 besitzt. Allerdings wird der Salzschlamm beim plötzlichen Einbrechen von Mensch oder Tier zur Erstickung führen, falls er in den Atemtrakt dringt.

Fech Fech

Ein wirklich trockener „Treibsand“ tritt vereinzelt in einigen Teilen der Zentralsahara auf. In flachen Rillen und Wannen, vorwiegend parallel zu Dünenketten, aber auch in Kieswüsten (reg), findet sich zuweilen ein meist grau-weißes, äolisches Sediment (= vom Winde abgelagerte Sedimente). Da es oft von einer sehr dünnen Feinsandschicht bedeckt ist, erkennt man es insbesondere am Steuer eines Kraftfahrzeugs erst zu spät. Bei der Belastung durch den Fuß oder das Rad sackt man plötzlich um 10 bis 40 cm ab, gleichzeitig erhebt sich eine große, grau-weiße Staubfahne. Von Einheimischen wird das Sediment als „fesch-fesch“ bezeichnet, in der Literatur wird entsprechend der französischen Transkription „fech fech“ geschrieben. Schon aus der Staubfahne kann auf einen Gehalt an Ton (Korngröße kleiner 0,002 mm) geschlossen werden; beim Verreiben zwischen den Fingern und bei der Betrachtung mit der Lupe erkennt man, dass neben Sand auch Silt (Korngröße 0,07 bis 0,002 mm) vorhanden ist.



Walter A. FRANKE

Autor zum Artikel

Was ist Treibsand?

Prof. Dr. Walter A. FRANKE (Jahrgang 1930) war Professor für Mineralogie an der Freien Universität Berlin mit dem Spezialgebiet Mineral- und Kristallchemie und ist nach dem Eintritt in den Ruhestand weiter in der Lehre und der Industrieberatung tätig.

Probenahme und Untersuchungsergebnisse äolischer Sedimente

In den Jahren 1985 bis 1990 wurden anlässlich von jährlich stattfindenden Reisen in der Algerischen Sahara systematisch Proben gesammelt, neben „fech fech“ wurden auch Sande aus schwierig zu befahrenen Sandfeldern und zum Vergleich Dünen sande beprobt. Das Probengebiet lag zwischen dem 21ten und 28ten Grad nördlicher Breite und dem 2ten bis etwa 10ten Grad östlicher Länge. Die Nordgrenze entspricht etwa dem Südrand des Kalksteinplateaus des Tademaït und dem Südrand des Erg Issaouane, die Westgrenze dem Ostrand der Ebene der Tanezrouft; die Ostgrenze bildet etwa die Grenze Algerien/Lybien und im Süden liegen die verwitterten Sandsteine des Tassili du Hoggar. Durch die Mitfahrt in einem Begleitfahrzeug für Enduro-Motorräder konnten auch Gegenden abseits von Pisten erreicht werden, die Geländegängigkeit und Beweglichkeit der Motorräder erwies sich dabei als sehr hilfreich.

Insgesamt 38 gesammelte Proben wurden untersucht. Die Lockersedimente wurden durch einen Trichter in einen unter 20° schräg gestellten gläsernen Messzylinder eingefüllt und gewogen. Durch mehrfaches Aufschlagen des Zylinders auf eine Korkunterlage wurde der Volumenverlust beim Einrütteln bestimmt und die Schütt- und Rütteldichte berechnet. Der prozentuale Anteil an Sand- (Korndurchmesser 0,06-2 mm), Silt- (0,06-0,002 mm) und Ton-fraktion wurde durch Sedimentationsanalyse ermittelt. Die Tragfähigkeit wurde durch einen in einer Hülse geführten Teflonstab bestimmt; als Grenze der Tragfähigkeit wurde das Gewicht pro Fläche angenommen, bei dem bei spontaner Belastung der Stab mindestens 25 mm in die lockere Schüttung einsackte. Die maximale und minimale Korngröße der Sandfraktion wurde durch mikroskopische Untersuchung an Streupäparaten ermittelt. Röntgen-Diffraktometeraufnahmen von Silt und Ton zeigten die qualitative Mineralzusammensetzung; aufgrund der Prüfung am Polarisationsmikroskop bestand der Sandanteil durchweg zu mehr als 99 % aus Quarz.

Im Gelände konnten 16 „fech fech“-Proben an unterschiedlichen Stellen gewonnen werden. Im Stempelversuch zeigten sie eine Tragfähigkeitsgrenze zwischen 0,05 und 0,15 kg pro Quadratzentimeter, die Schüttdichten variierten zwischen 0,55 und 1,36 g cm⁻². Ein typisches Erkennungsmerkmal war der Volumenverlust beim Einrütteln der lockeren Schüttung: Hier zeigten sich durchweg Volumenverluste zwischen 14 und 31 %!

Die Sedimentationsanalyse ergab für die „fech fech“-Proben Sandgehalte zwischen 90 und 34 %, die entsprechenden Werte für Silt lagen zwischen 51 und 7 %, der Tonanteil variierte zwischen 24 und 2 %. Im Dreieck Sand-Silt-Ton liegen die darstellenden Punkte durchweg in einem schmalen Bereich der sich von der Sandecke zur Siltecke zieht (Abb. 1).

Der Tonanteil der „fech fech“-Proben besteht überwiegend aus gestörtem Montmorillonit + Illit, dazu treten in einzelnen Fällen noch Calcit, bzw. Gips. Der Siltanteil besteht ganz überwiegend aus Quarz; sofern Calcit bzw. Gips vorhanden sind, finden sich diese Minerale auch im Silt. In zwei Fällen fanden sich auch geringe Anteile an Steinsalz. Eine schwarze „fech fech“-Probe bestand sowohl im Silt-, wie im Ton-Anteil aus Klinochlor.

Die als Vergleich genommenen Dünen sandproben enthielten keinen Silt und hatten Tragfähigkeitsgrenzen zwischen 0,75 und 0,35 kg pro Quadratzentimeter; ihr Volumenverlust beim Einrütteln lag zwischen 1 und 10 %. Bei der Sedimentationsanalyse fiel der Sand sofort durch und hinterließ keine Trübung, allerdings löste sich bei der Behandlung mit Ultraschall eine extrem dünne Tonschicht von den Sandkörnern. Dieser anhaftende Tonanteil schwankte zwischen 0,1 und 1 %. Lediglich in Proben aus Sandfeldern wurden geringe Siltanteile zwischen 2 und 5 % gefunden. Die minimale Korngröße der Dünen sande lag meist bei 0,1 mm, die maximale Korngröße schwankte bei den verschiedenen Proben zwischen 0,35 und 0,9 mm. Dagegen konnte bei allen „fech fech“-Proben ein lückenloses Kornspektrum bis in den feinen Siltanteil beobachtet werden.

Wie BAGNOLD bereits 1954 theoretisch begründete und praktisch bewies, verhält sich Sand wie eine Flüssigkeit, wenn der mittlere Kornabstand durch Bewegung oder Einblasen von Luft hinreichend vergrößert wird. In der Technik wird dieser Umstand in Wirbelbettreaktoren ausgenutzt, die zum Beispiel in modernen Kraftwerken eingesetzt werden. So erklärt sich auch das Abrutschen von „Sandbrettern“ auf dem Leehang von Dünen. Aus BAGNOLDS Formeln ergibt sich eine notwendige Aufweitung der Kugelpackung, die etwa einem Volumenzuwachs von 16 bis 18 % entspricht. Rechnet man diese Werte um und zwar auf den Volumenverlust beim Zusammenfallen der aufgeweiteten Packung, so erhält man Werte um 14 %.

Die an den „fech fech“-Proben gemessenen Volumenverluste beim Einrütteln lagen gerade zwischen 14 und 31 %. Es kann daher angenommen werden, dass der stets überwiegende Sandanteil durch den Silteanteil aufgeweitet, sozusagen auf Abstand gehalten wird. Bei Belastung bricht dieser instabile Zustand zusammen, dabei rutschen die Silteilchen in die Kornlücken des Sandes. Die austretende Luft, immerhin mehr als 10 % des betroffenen Volumens, reißt Ton mit sich und bildet die Staubfahnen.

Fazit

Es bleibt noch die Frage wie dick solch eine „fech fech“-Schicht werden kann, bevor sie unter ihrem eigenen Gewicht zusammenbricht. Dies ist leicht aus der Schüttdichte und der Grenze der Tragfähigkeit zu berechnen. Nimmt man an, dass die untersuchten 16 Proben repräsentativ sind, so ergibt sich eine beruhigende Auskunft. Die maximal möglichen Dicken liegen zwischen etwa 80 cm und 120 cm, es ist also kaum zu befürchten, dass ein Erwachsener spurlos in einem „fech fech“-Loch verschwindet.

Zusammenfassung

In der Algerischen Zentralsahara tritt vereinzelt ein äolisches Lockersediment mit extrem geringer Tragfähigkeit auf, es wird von der ortsansässigen Bevölkerung als „fech fech“ bezeichnet. 16 Proben wurden gesammelt und untersucht. Es handelt sich um Gemische von viel Sand mit erheblichen Anteilen von Silt und geringen Mengen an Ton. Die Grenze der Tragfähigkeit liegt im Bereich 0,15 bis 0,05 kg pro Quadratzentimeter. Charakteristisch ist der Volumenverlust beim Einrütteln der lockeren Schüttung, er ist stets größer als 14 % und erreicht manchmal 30 %. Dagegen zeigten Sandproben aus Dünen und Sandfeldern keine oder extrem geringe Siltanteile; bei solchen Proben wurden Tragfähigkeitsgrenzen zwischen 0,35 und 0,75 kg pro Quadratzentimeter gemessen, ihr Volumenverlust beim Einrütteln lag zwischen 1 und 10 %.

Danksagung

Herrn Josef GELTL, EXPLO-Tours, Ostermünchen, danke ich für seine intensive Hilfe und Unterstützung bei der Probenahme im Gelände.

Literatur

- BAGNOLD, R. A. (1954): Experiments on a Gravity-Free Dispersion of Large Solid Spheres in a Newtonian Fluid Under Shear. - Proc. Roy. Soc., **255A**, 49.
- BAGNOLD, R. A. (1954): Physics of Blown Sand and Desert Dunes. - London Methuen
- THESIGER, W. (1991): Die Brunnen der Wüste. - Piper Verlag