Ü / 117

Auszugsübersetzung

N a l i v k i n, Dmitrij Vasil'evič

ORKANE, STÜRME UND TROMBEN. Geographische Besonderheiten und geologische Wirkung.

Leningrad: Verlag "Nauka", 1969.

Russ.: Uragany, bury i smerči. Geografičeskie osobennosti i geologičeskaja dejatel'nost'.
S. 125 - 134, 139 - 140, 436 - 437.

Nordafrikanische Stürme

In der Sahara sind Sandstürme eine sehr verbreitete und bedeutende Erscheinung. Sie haben deshalb besondere Namen erhalten. In der östlichen Sahara und in Ägypten heißen sie "Chamsin", in der nördlichen Sahara "Scheheli", in atlantiknahen Gebieten "Irifi", in der Zentralsahara "Ouachdsch" und in der südlichen Sahara "Harmattan". Die aus der Sahara und Arabien wehenden Winde heißen in Italien und an der Nordküste Afrikas "Scirocco".

Ihren Besonderheiten nach sind die Staubstürme der Sahara mit den asiatischen Staubstürmen identisch; es gibt jedoch zwei Unterschiede. Besonders wichtig ist der erste, nämlich die äußerst große Verbreitung des von ihnen transportierten Staubes. Nach Westen und Norden breitet sich der Staub auf einige Tausend Kilometer aus, wobei er sich auf riesige Flächen erstreckt. Infolgedessen kommt die Staubkonzentration nirgendwo in Lössdicke vor, wie es für Asien charakteristisch ist. Im Westen lassen sich die Hauptstaubmassen auf dem Grund des Atlantischen Ozeans nieder und bilden dort Windablagerungen im Meer, die von großem Interesse sind (diese sind auf den Seiten 431 - 440 beschrieben).

Dieser Umstand läßt sich durch die vertikale Staubausbreitung erklären. In Asien wird der Staub selten höher als 3 km hochgehoben; gewöhnlich steigt er auf eine Hohe von 1,5 bis 2,0 km und darunter. Deshalb stellen 5 - 6 km hohe Bergkämme für den Staub unüberwindliche Hindernisse dar, und so läßt er sich an den Hängen nieder.

In der Sahara steigt der Staub infolge der Windkonstellation auf eine Höhe von 6 - 7 km und wird in diesen Höhen transportiert. Deshalb können auch solche Bergrücken wie der Atlas und die Alpen seine Ausbreitung nicht aufhalten.

Der zweite Unterschied ist die Färbung des Staubes. In Asien ist der Staub gelber, weißlich gelber, bräunlicher Löss. Deshalb gehören diese Staubstürme zur Gruppe der gelben Stürme.

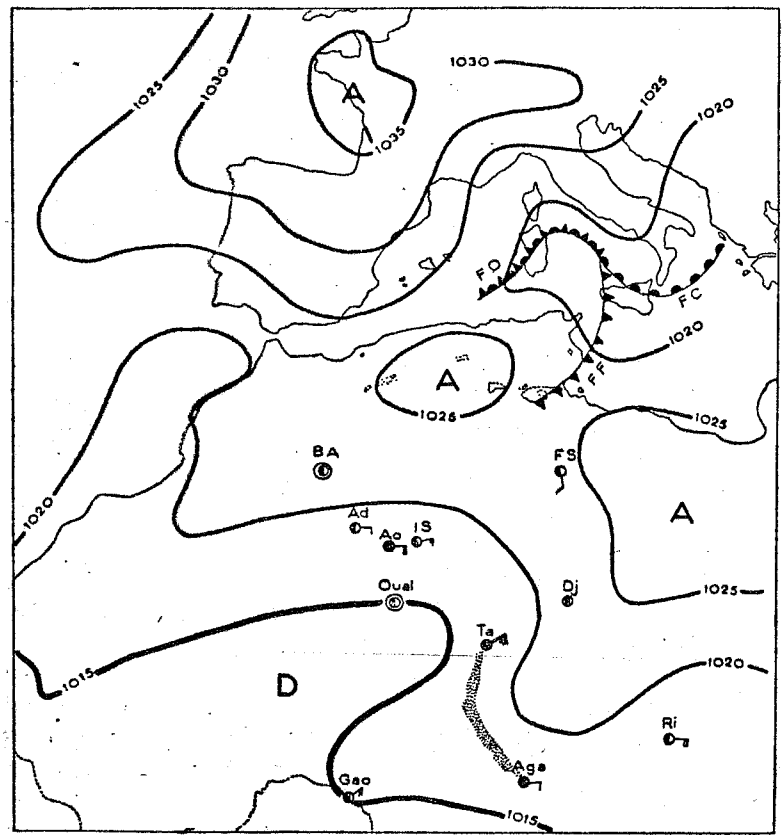


Abb. 65. "Sand"-Sturm (punktiert) zwischen Tamanrasset und Agades am 16. Dezember 1948 (Kapo-Rej, 1958, Abb. 7; Capot-Rey, 1953, Abb. 4).

A - Hochdruckgebiet; D - Tiefdruckgebiet.

In der Sahara herrscht roter Staub vor, und die Stürme gehören zur Kategorie der roten Stürme. Auf diese Besonderheit wurde vor mehr als 120 Jahren von Ehrenberg (Ehrenberg, 1849) hingewiesen. Er untersuchte den Staub unter dem Mikroskop und stellte fest, daß die darin vorherrschenden Quarzkörner einen feinen Mantel aus Eisenoxyd haben, der ihnen die rote und rötliche Farbe verleiht. Manchmal ist das Rot so stark, daß Regen mit Staub an Blut erinnert. Diese "Blut"-Regen haben abergläubische Menschen in Schrecken versetzt. Der rote Staub ist weiter unten beschrieben (siehe S. 135, 416 - 422).

Als letzter, sekundärer Unterschied gilt die große Anzahl der Tromben, die die Staubstürme in der Sahara begleiten, und die in den Wüsten Asiens beinahe völlig fehlen. Anscheinend hängt dies auch mit einem Unterschied in der Wolkendecke zusammen, die häufiger Staubstürme in der Sahara begleitet und in den asiatischen Wüsten sehr schwach ausgebildet ist. Diese Besonderheit läßt sich dadurch erklären, daß das Meer von zwei Seiten sehr dicht an die Sahara heranreicht und von den Wüsten Asiens sehr weit entfernt ist.

So ist es auch normal, daß die meisten Staubstürme an den Fronten entstehen, wo warme und kalte Luftmassen aufeinandertreffen. Im Winter treten derartige Fronten am häufigsten in der nördlichen Sahara auf, doch beobachtet man sie auch im weiter innen gelegenen Raum. Robert Capot-Rey führt in seiner Monographie (Kapo-Rej, 1958; Capot-Rey, 1953) drei Wetterkarten von staubigen Winterstürmen auf. Einer der Stürme (16.Dez.1948) trat im Süden der Sahara in Form eines relativ schmalen Streifens intensiver Winde auf, welcher sich von Osten nach Westen bewegte (Abb. 65). Der andere Sturm, 21. März 1942, entstand weiter nordwestlich, hatte jedoch ebenfalls die Form eines langen und schmalen Streifens, der sich nach Südwesten, zum Atlantischen Ozean bewegte (Abb. 66). Im Sommer dagegen beobachtet man im Norden der Sahara Stabilität, und im Süden eine Reihe von heftigen Sandstürmen, die von zahlreichen und großen Wirbeln begleitet werden. Beinahe alle Sandstürme bewegen sich auf den Atlantik zu, wobei sie Massen von rotem Staub dorthin transportieren. In der Zentralzone der Sahara heißen sie "Iri-

fi", im Süden "Harmattan". Die durchschnittliche Dauer eines Irifi ist einige Stunden. Nachts lösen sie sich auf, doch tagsüber brechen sie manchmal von neuem los. Angaben über die von ihnen transportierte Staubmenge liegen nicht vor.

Wie Winde, die vom Norden der Sahara nach Westen wehen, in Orkane übergehen, kann man gut auf einer Farbfotografie der Westküste Afrikas und des daran angrenzenden Teils des Atlantiks erkennen. Diese Aufnahme wurde von amerikanischen Astronauten während ihres Weltraumfluges im Jahre 1965 gemacht (Lowman, 1966). Auf dieser Aufnahme erkennt man einen Orkan im Anfangsstadium, noch ohne ausgeprägtes "Sturmauge". interessant ist die rötliche Färbung der spiraligen Wolkenmasse, die offenbar durch roten Staub hervorgerufen wurde.

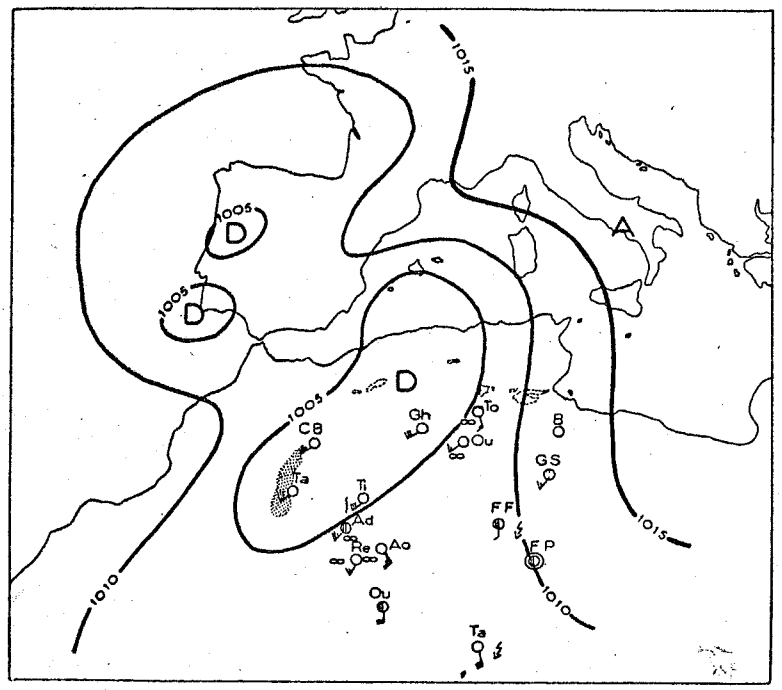


Abb. 66. Gewaltiger "Sand"-Sturm vom 21. März 1942 (punktiert). (Kapo-Rej, 1958, Abb. 8; Capot-Rey, 1953, Abb. 5).

A - Hochdruckgebiet; D-- Tiefdruckgebiet.

Noch interessanter ist die grellrote bis ziegelrote Färbung der gesamten Oberfläche des Festlandes. Wenn die ganze Landoberfläche eine derartige Färbung aufweist, dann ist die rote Farbe des Staubes, der sich auf ihr bildet, völlig verständlich.

Die Fotografie umfaßt das Gebiet von Marokko und Ifni und schließt den Westteil des Anti-Atlas, nach Süden von Agadir und nach Norden von den Kanarischen Inseln, mit ein.

Die rötliche, jedoch nicht so grelle Färbung des Festlands erkennt man auch auf einer anderen Farbfotografie, die mit einer automatischen Kamera von einem Raumschiff im Jahre 1961 aufgenommen wurde (Weaver, 1962). Diese Aufnahme umfaßt eine noch größere Fläche der Sahara, und auch hier ist überall die rötliche Färbung der Oberfläche vorhanden.

S a h a r a w i n d e. Die Winde der westlichen Sahara sind in einigen Arbeiten von Dubief detailliert untersucht und beschrieben worden (Dubief, 1952, 1958). Ihre Verteilungsschemata sind für Winter und Sommer verschieden (Abb. 67). Sehr be-

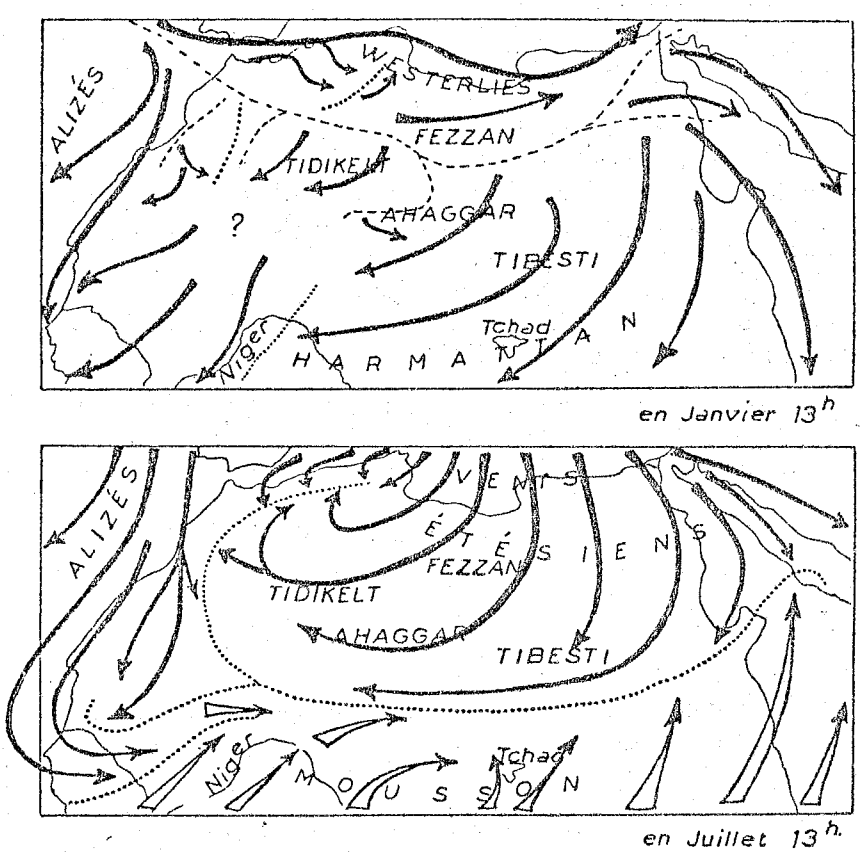


Abb. 67. Winde der Westsahara. Oben - im Januar, unten - im Juli. Der Januar-Harmattan wechselt mit dem Juni-Monsun ab. (Dubief, 1952, Abb. 3).

zeichnend und am häufigsten sind im Winter Winde, die zuerst von Norden wehen und dann in Ostwinde übergehen. Sie erreichen

eine beträchtliche Stärkemund Dauer. Entlang der Nordküste wehen Westwinde, und entlang der Westküste "Passat"-Winde. Beinahe die gesamte Staubmenge transportiert der Harmattan in den Atlantik.

Im Sommer verschwinden die Westwinde; die Passatwinde bleiben, doch ändern sie ihre Richtung etwas nach Süden. Im Mittelmeer herrschen die "Etesien"-Winde vor, die zuerst südlich wehen und dann nach Westen abbiegen. Ihrer Lage und Richtung nach sind die Sommer-Etesien über Afrika dem Winter-Harmattan ähnlich. Von Süden werden die Etesien durch den feuchten und kalten Monsun begrenzt.

Dubief ist der Meinung, daß der Harmattan und der Monsun nichts miteinander zu tun haben, doch sind andere Forscher der Ansicht, daß der südliche Teil der Etesien, der Nordrichtung hat, ein Sommer-Harmattan ist, und daß in der Südsahara in den unteren Regionen ein kalter und feuchter Monsun weht, wobei über ihm in umgekehrter Richtung der Sommer-Harmattan verläuft.

Im gesamten gesehen berücksichtigt Dubiefs Schema nur die Winde an der Erdoberfläche. In höheren Lagen, über 2 - 3 km, können sie eine andere Richtung, oft sogar die entgegengesetzte, einnehmen. Im Zentralteil der Sahara wehen sommers wie winters Nordwinde. Sie erzeugen eine Kaltfront und davor eine Staubwand (Abb. 68). Diese Staubströmung in Höhen um 2 - 3 km hat entgegengesetzte Südrichtung und strömt über das Mittelmeer und Europa ab. Nur so kann man die roten Staubstürme erklären, die von der Sahara nach Europa ziehen und von Ehrenberg und Hellmann beschrieben wurden.

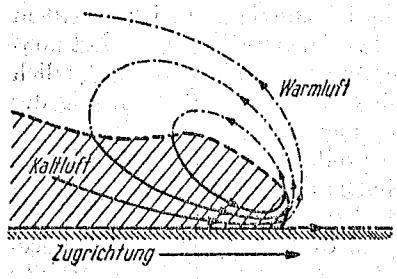


Abb. 68. Kaltluft, die auf Warmluft trifft, erzeugt nach oben steigende Wirbel, die Staub aufnehmen (Koschmieder, aus: Fett, 1958, Abb. 52).

Eine derartige Erklärung wurde auch in einer Arbeit von Bochet vorgeschlagen (Bochet, 1948). Auf einer hochgelegenen Hochebene inmitten des Atlasgebirges tritt vor einer Kaltluftfront ein Staubsturm auf. Ein Südwind nimmt ihn auf und trägt ihn zuerst zur Mittelmeerküste bei Oran, wo der Staub in Form eines Schlammregens auf die Erde

ÜBERSETZUNGSDIENST DER BIBLIOTHEK DER UNIVERSITÄT STUTTGART

fällt. Der Schlammregen ist von rötlicher Farbe. Daraufhin überqueren rötliche Wolken das Mittelmeer mit einer Geschwindigkeit von 50 - 60 km/h. In Südeuropa geht ebenfalls Regen mit rotem Staub nieder.

In Oran wurden rötliche Wolken in 1500 - 2000 m Höhe beobachtet. In derselben Höhe war an den Hängen der Alpen der Schnee rötlich gefärbt. Ursache dafür war der Staub aus der Sahara. Dadurch läßt sich die Höhe bestimmen, in der sich dieser heiße Wind aus der Sahara, welcher die Wolken mit rotem Staub transportierte, bewegt. Manchmal gehen sie auch über die Alpen hinweg, d.h. sie steigen bis auf 5000 - 6000 m hoch; auf diese Tatsache war schon hingewiesen worden.

Heiße trockene Winde, die rötliche Staubmassen aus Nordafrika befördern, beobachtet man ziemlich oft auf den Kanarischen Inseln. Hier haben sie auch die besondere Bezeichnung "Levanto". Manchmal erreichen sie Orkanstärke, wie z.B. am 20. September 1919. Die Entstehung des Levanto ist nicht ganz klar. Früher wurde er mit dem Scirocco in Zusammenhang gebracht, doch ist dies kaum wohl wahr. Wahrscheinlicher ist, daß er zur selben Gruppe von Winden gehört, die aus Nordafrika nach Südeuropa Staub transportieren.

Die Staubstürme und Schlammregen, die über die nordwestliche Sahara ziehen, wurden von Petitjean in einer gemeinsamen Monographie beschrieben (Combier, Gaubert, Petitjean, 1937). In der Zeit von 1926 bis 1934 gab es elf starke Staubstürme, begleitet von Schlammregen. Vier davon gingen nicht über Algier und Marokko hinaus, fünf endeten in Schlammregen in Südfrankreich bzw. Spanien, zwei drangen bis hinter die Alpen vor, wobei sich in den Alpen in Jugoslawien "gelber Schnee" bildete. Petitjean beschreib äußerst ausführlich die Winde und die meteorologischen Verhältnisse, doch ist beinahe niemals von Staub die Rede.

In derselben gemeinsamen Monographie (Combier, Gaubert, Petitjean, 1937, S. 50-68) gibt es einen Aufsatz, der sich mit der Staubzusammensetzung befaßt. Die darin angeführten Fakten sind allgemein bekannt. Von Interesse ist der Hinweis (ebenda, S. 59), daß im Jahre 1872 Staub beobachtet wurde, der aus Versteinerungen, aus oberkrestazischen Protozoen, die aus den

ältesten ausstreichenden Schichten in der Ägyptischen Sahara ausgeblasen worden waren, bestand. In der pliozänen kontinentalen ölhaltigen, "produktiven" Erdrine der Halbinsel von Apscheron kommen nicht selten Protozoen (Foraminferen) der Oberkreide vor. Es ist sehr wahrscheinlich, daß ihr Transport über mehrere hundert oder sogar tausend Kilometer auf der Tätigkeit von Staubstürmen beruht, und nicht, wie allgemein angenommen wird, auf Flußströmungen. Diese Möglichkeit ist deshalb interessant, da sie zeigt, daß auch im Altpliozän die Halbinsel von Apscheron dieselbe nackte Halbwüstenoberfläche besaß wie gegenwärtig.

Im dritten Aufsatz (Combier, Gaubert, Petitjean, 1937, S. 40-49) beschreibt Combier Staubstürme in Syrien und Mesopotamien, im Euphrat-Tal, und stellt einige interessante und bezeichnende Fotografien vor. Diese Fotografien können mit vollem Erfolg auch auf unsere mittelasiatischen Stürme bezogen werden. Interessant sind die Angaben über Höhe und Aufbau der Staubwand, die dem Sturm vorausgeht; sie wurden aufgrund von Flugzeugbeobachtungen gemacht. Die Höhe der Staubwand ist auch hier nicht groß, nämlich nur 1500 - 2000 m.

H a r m a t t a n. Der Harmattan ist entlang des Südrandes der Sahara am typischsten ausgebildet. Er ist ein starker stürmischer, manchmal orkanartiger Wind mit Ostrichtung. Wenn er über die Trockensümpfe des oberen Flußlaufes des Niger zieht, dann nimmt er große Mengen hellen, weißlichen Staubes auf, der sich durch einen hohen Gehalt an Süßwasserdiatomeen auszeichnet. Dieser Staub läßt sich längs der Küste der Bucht von Guinea nieder, nach Süden vom Entwicklungsbereich des roten Passatstaubes. Ein Beispiel für einen sehr starken Winterharmattan ist von Semmelhack (Semmelhack, 1932), Danckelmann (Danckelmann, 1899, 1913) und Gruner (Gruner, 1899) beschrieben worden.

Der vom Harmattan transportierte Staub wurde von Seefried (Seefried, 1913) und Leinz (Leinz, 1937) untersucht. Meeresablagerungen mit Beimengungen dieses Staubes (Leinz, 1937) sind weiter unten, im Abschnitt "Windablagerungen im Meer", beschrieben. Alle Autoren weisen auf die ungewöhnlich große Menge an Süßwasserdiatomeen und die normale Beimengung an pflanzlicher Kohle aus Wald- und Sumpfbränden hin.

ÜBERSETZUNGSDIENST DER BIBLIOTHEK DER UNIVERSITÄT STUTTGART

Interessant ist die im Zusammenhang mit Dubiefs Ansicht (Dubief, 1952) aufkommende Frage, ob der rote Passatstaub auch vom Harmattan ins Schwarze Meer transportiert wird. Diese Ansicht wurde von keinem der vorhergehenden Forscher vertreten; sie sind der Meinung, daß der rote Staub und der graue Diatomeenstaub von verschiedenen Windsystemen in den verschiedensten Gebieten des Atlantischen Ozeans verbreitet wird, und daß der Harmattan nur grauen und weißlichen Staub transportiert. Wenn Dubiefs Ansicht richtig ist, dann ersehen wir daraus, daß ein und dasselbe Windsystem Staub stark unterschiedlicher Zusammensetzung transportieren kann.

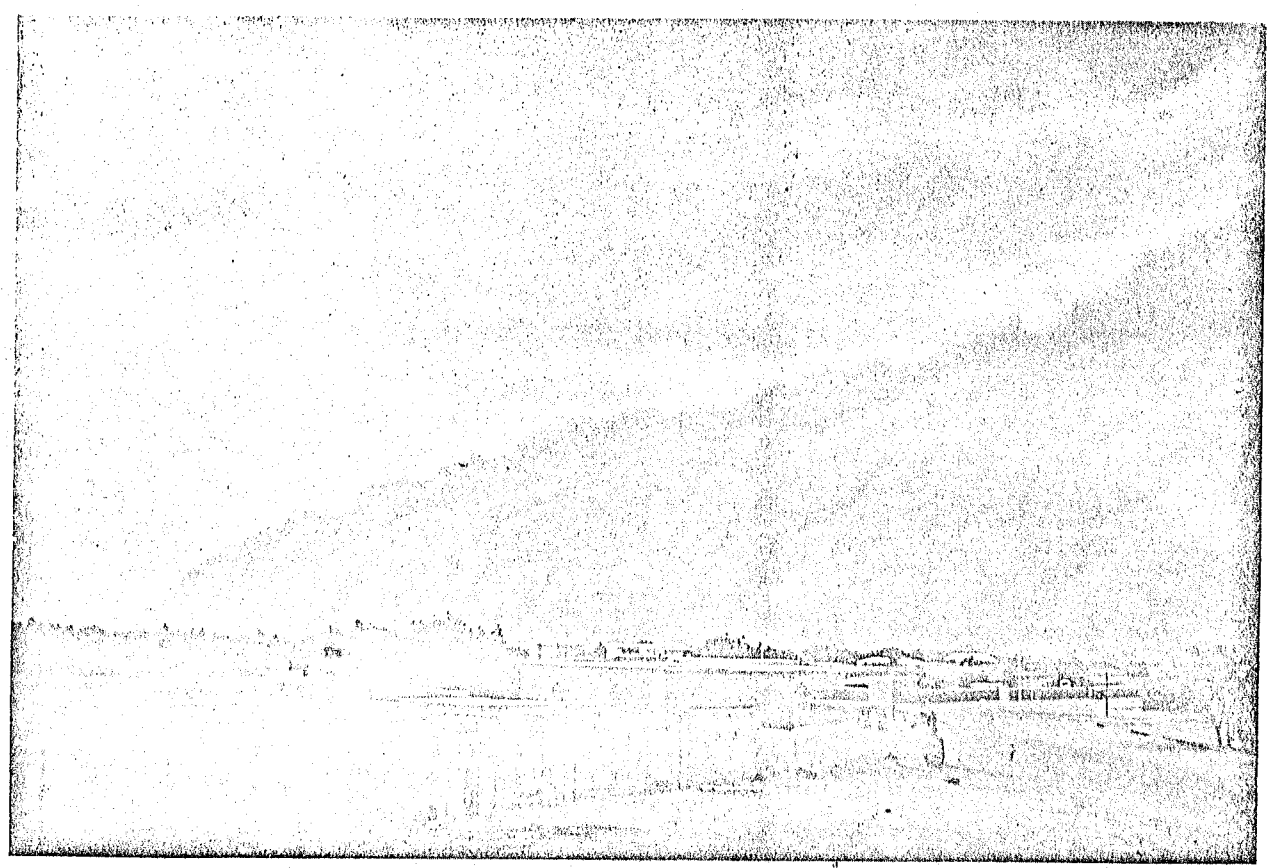
Der Unterschied der Staubstürme hängt nicht von der Windstärke und - richtung ab, sondern vom Staub, den sie aufnehmen. Auf diese Tatsache wurde mit vollem Recht von M.M. Zukov (Zukov, 1964) hingewiesen.

H a b o o b. Im Südosten der Sahara, im Südan, sind Staubstürme ebenso häufig und vielfältig wie in Mittelasien. Hier herrschen ebenfalls die unbedeutenden kurzen Stürme vor, welche Staub bis zu einer relativ niedrigen Höhe aufheben; sehr selten kommen auch gewaltige Stürme mit einer Dauer von zwei bis drei Tagen vor, die eine Staubwand von riesiger Höhe erzeugen und jede menschliche Tätigkeit unterbinden. Einen kurzen Überblick darüber enthält Freemans Arbeit (Freeman, 1952). Sie wurde für die Zwecke der Luftfahrt geschrieben, wie auch N.N. Romanovs Arbeit (Romanov, 1961).

Die stärksten Sommerstaubstürme heißen "Haboob". Sie treten bei der Fortbewegung von Kaltluftmassen auf. Längs der Kaltluftfront streben turbulente Warmluftströme vom Boden nach oben, wobei sie Staubmassen mit sich reißen. Es entsteht die für die Habbobs charakteristische und stark ausgeprägte Staubwand, die sich mit der Kaltluftfront fortbewegt. Oft stellt diese Staubwand ein imposantes und erschreckendes Schauspiel dar (Abb. 69). Sie reicht 1500 - 2000 m hoch und geht in eine dunkle, mächtige Wolke, den Staubtransporteur, über; manchmal reicht sie auch noch höher.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Die Farbe des Staubs hängt von der Farbe des Sandes in dem Gebiet ab, durch das der Haboob zieht. Beim Harmattan ist sie rötlich, doch an anderen Stellen ist sie gelegentlich gelb und manchmal sogar schwarz. Dies unterstreicht ein weiteres Mal die Schwierigkeit, die roten Staubstürme von den gelben abzusondern.



Reproduced by courtesy of Karakashian Bros.

Abb. 69. Ein typischer Haboob über Khartoum, Sudan. Die Staubwolke bewegt sich nach links, zusammen mit der Kaltluftfront (Freeman, 1952, Abb. 4). (Vgl.Abb. 68).

Die Auswertung des Staubs, der in 15 m Höhe aufgefangen wurde, zeigte, daß er aus Quarzteilschen, organischen Stoffen (Humus, fossilen Resten und Pflanzenresten) und Lehmteilchen besteht. Ihr jeweiliger Anteil bestimmt die Farbe des Staubes. Die Abmessungen der Staubteilchen sind $(10\text{-}70)10^{-6}$ Meter, wie

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

sie für Staubstürme normal sind (Schempff, 1943).

Schempff hat darauf hingewiesen (Schempff, 1943), daß der Haboob immer mit riesigen Gewitterwolken verbunden ist. Dieser Hinweis stimmt mit den Beobachtungen von Farcqueharson überein (Farcquharson, 1937), der die Wetterlage des Haboob im Detail beschrieben hat. Nach seinen Beobachtungen gehen der Überschiebung der Staubwand immer eigentümliche Wirbelbildungen voraus (Abb. 70). Ihrer Form und Größe nach erinnern sie an große Staubwirbel, die jedoch mit der über ihnen befindlichen Gewitterwolke in Zusammenhang stehen. In dieser Beziehung sind sie mit Tromben identisch, und anscheinend werden sie nicht selten auch so bezeichnet. Von den Tromben unterscheiden siemsich durch ihre Durchsichtigkeit, unbestimmte Konturen und beträchtliche Breite. Dies sind irgenwelche eigentümliche Bildungen, die zwischen den Staubwirbeln und den Tromben eingruppiert werden können.

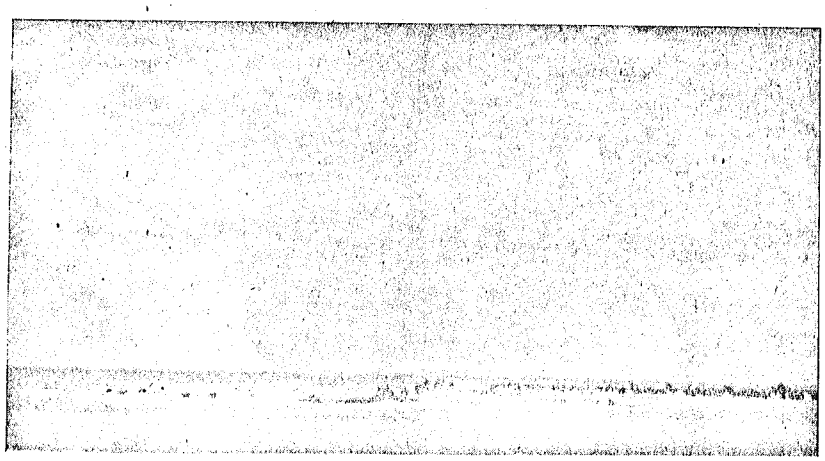


Abb. 70. Vertikale Staubstürme, die einem Haboob vorausgehen, Sudan. (Farcquharson, 1937, plate 30, Abb. 4).

Der Haboob tritt als eine Serie von säulenförmigen sich berührenden Wirbeln auf. Ihnen folgt eine kompakte, homogene Staubwand. Sie wird bis 20 - 30 km breit.

Die Staubmenge ist bisweilen gewaltig. An Hindernissen

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

hatten sich innerhalb von zwei Monaten Sand- und Staubhaufen von 4 - 4,5 m Höhe angesammelt. Die Zahl der Haboobs ist ebenfalls beträchtlich. Innerhalb von acht Jahren (1916 - 1923) wurden in Khartoum 196 Fälle registriert, vor allem in der Regenzeit, wenn Gewitterwolken eine ganz normale Erscheinung sind. Die Dauer der Haboobs schwankt zwischen einer halben Stunde und mehreren Stunden, die durchschnittliche Dauer ist 3 Stunden. In der Regenzeit ist die Richtung von Süden und Osten, es wird rötlicher und gelber Staub transportiert. In der Trockenzeit ziehen die Haboobs von Norden und Nordwesten heran und transportieren schwarzen Staub. Der Entwicklungsraum ist ungeheur groß, er reicht vom Schwarzen Meer bis in Bereiche, die 800 km westlich vom Nil liegen. Nach Norden wurden sie am Assuan beobachtet, doch treten sie hier selten auf, in 18 Jahren nur ungefähr 10 mal.

Einigen Merkmalen nach kommt der Haboob dem Samum und den Staubstürmen Zentralasiens sehr nahe; häufig werden diese von trombenartigen Wirbelbildungen begleitet (Abb. 58).

C h a m s i n.[1] Der Chamsin ist ein trockener, heißer und staubiger Wüstenwind in Ägypten, auf der Sinai-Halbinsel und über dem Roten Meer. Die Hauptrichtungen sind Norden und Nordwesten. Nicht selten erreicht der Chamsin große Stärke und ruft Staubstürme hervor.

Fuchsrot zog der Chamsin durch die Wüste.
Von Leidenschaft gepeinigt, jagt er durch die Lüfte,
Den Sand mit seinen Flügeln streifend,
Verbrennt er ihn mit seinem Feueratem.
. . . . . .
Heiter wurde der Chamsin, als er sich erinnerte:
Damals kam die Wüste in Bewegung,
Damals wurde sie in den Himmel gejagt. Und im gelben Himmel
Verblaßte die Sonne.

1) Dieses Wort bedeutet "fünfzig". Man nimmt an, daß diese Winde 50 Tage lang nach der Frühjahrs-Tagundnachtgleiche wehen.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

So malerisch beschrieb Lesja Ukrainka den Chamsin (Proch, 1961, S. 132).

Weniger poetisch, aber konkreter wurde der Chamsin von Oliver beschrieben (Oliver, 1945, S. 28, 35 - 40). Gewöhnlich kommt nach dem Sonnenaufgang ein leichter Wind auf; er nimmt an Stärke zu und bildet in der Luft einen opalfarbenen Höhenrauch. Gegen ca. elf Uhr erreicht er Sturmstärke oder sogar Orkanstärke. Die ganze Luft ist voll von gelbem, heißem und trockenem Staub. Die Sicht nimmt auf 200 - 100 - 50 m ab und schließlich völlig; alles kommt zum Stillstand und wird an die Erde gepreßt; in den Häusern zündet man das Licht an; Nach ungefähr drei bis vier Stunden nimmt die Windstärke ab und die Sicht wieder zu. Gegen Abend ändert der Wind abrupt seine Richtung und fällt dann ab. In den seltensten Fällen dauert der Chamsin die ganze Nacht und den darauffolgenden Tag an. Die Windgeschwindigkeit beträgt bis zu 70 - 80 km/h (Abb. 71).

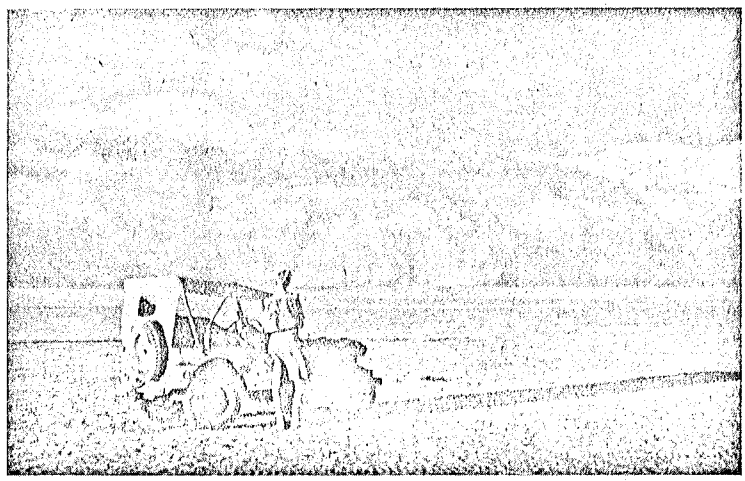


Abb. 71. Chamsin. Ägypten, Mittelmeerküste (Lane, 1966).

Die Größe der Staubkörner beträgt 7 bis $1 \cdot 10^{-6}$ Meter. Staubteilchen über $80 \cdot 10^{-6}$ Meter stellen Sand dar, der auch von starken Stürmen nicht über 1 - 2 m hochgehoben wird.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Eine ziemlich einfache Berechnung der Staubmenge ergab, daß in den stärksten Staubstürmen in 1 Stunde auf ein Acre (4 047 m^2) bis 0,5 t Staub fielen. Gewöhnlich ist es weniger: 0,2 - 0,1 t.

Militärische Aktionen haben die Pflanzendecke stark beschädigt, und die Anzahl der Staubstürme nahm abrupt zu: von 8 Stürmen nahm sie auf 40 und 50 (in den Jahren 1941 - 1942) zu. Nach Einstellung der Kriegshandlungen erneuerte sich die Pflanzendecke schnell, und schon in den Jahren 1944 - 1945 nahm die Zahl der Stürme wieder auf 11 ab.

Mit dem Chamsin steht ein Staubsturm im Zusammenhang, der 1902 in der Bucht von Suez beobachtet wurde (Prager, 1903). Von Westen bewegte sich eine hohe Staubwand heran. Sie bestand aus heißem Staub und wurde von einem starken Geräusch begleitet. Der Staub war so dicht, daß man unmöglich die Augen offenhalten konnte. Der Sturm erreichte Windstärke 7 - 8. Er dauerte drei Stunden und verschwand so schnell, wie er gekommen war. Die ganze Wasseroberfläche in der Bucht war vom Staub rötlich geworden. Roter Staub bedeckte die ganze Oberfläche des Schiffes.

Ein ähnlicher Staubsturm trat 1913 über dem östlichen Mittelmeer auf. Er dauerte 2 Stunden. Die Luft war so von Staub voll, daß es stark dunkelte. Der Sturm kam schnell auf und verschwand wieder schnell.

Nicht selten weht der Chamsin in nördlicher Richtung, wobei er Massen rötlichen und gelbblichen Staubs aufs Meer hinausträgt. Oliver weist daraufhin (Oliver, 1945), wie im Jahre 1943 an den englischen Kriegsschiffen im Mittelmeer, in einer Entfernung von einigen Hundert Kilometern von Afrika, der frische Anstrich durch einen vom Chamsin herbeigebrachten Staubbelag beschädigt wurde.

Daß der Chamsin Staubmassen in der Sahara aufnimmt und aufs Mittelmeer hinausträgt, steht außer Zweifel, doch ist es unklar, ob man jenen Höhenwind, der diesen Staub aufnimmt und ihn in einer Höhe von 3 - 4 km und vielleicht noch höher nach Süd-und Mitteleuropa und sogar bis zum Ural trägt, Chamsin nennen kann.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Bisweilen wird für einen solchen Wind die Bezeichnung "interkontinentaler Sturm" vorgeschlagen. Dem Wesen nach ist diese Bezeichnung richtig, doch gibt sie nicht die synoptischen Besonderheiten dieser eigentümlichen Luftströmung wieder.

Einder der letzten großen interkontinentalen Staubstürme wurde von A.D. Zamorskij kurz beschrieben (Zamorskij, 1964). Er begann in Nordafrika am 20. - 22. März 1962 und erstreckte sich auf Syrien, Südgriechenland und die Türkei, am 23. erreichte er den Kaukasus, wo er ungefähr 4 km hoch stieg. Hier teilte er sich: die eine Hälfte zweigte nach Nordosten ab, in den Norden der Kaspischen Senke, die andere nach Norden, nach Pensa, wobei er, von Tunis aus, eine Entfernung von 5000 km zurückgelegt hatte.

Vertikale Frontalbewegungen, wie oben beschrieben, haben riesige Staubmengen in die Luft hochgehoben. Der Staub wurde von Höhenströmungen erfaßt und Tausende von Kilometern nach Nordosten weggetragen. Auf die Erde ging er als farbiger Regen oder Schnee nieder. In Pensa fiel rötlich-gelber Schnee. Im kaukasischen Hochgebirge waren Regen und Schnee zimtrot gefärbt. Die Staubmenge im Regen betrug im Kaukasus 0,3 % der gesamten Regenwassermenge. A.D. Zamorskij nimmt an (Zamorskij, 1964), daß ein Teil des Staubes in der Sahara aufgenommen wurde (der rötliche Staub) und ein anderer in der Libyschen Wüste (der gelbe Staub). Dieser These muß noch weiter nachgegangen werden. Der in der Sahara aufgenommene Staub gelangte in große Höhen, und es ist zweifelhaft, ob er sich mit der Kaltfront vereinigen konnte, die den Staub in der Libyschen Wüste aufgenommen hatte. Der in der Sahara aufgenommene Staub konnte aber auch sowohl rötlich als auch gelb sein; darauf war schon mehrmals hingewiesen worden.

Der Chamsin wird, wie auch der "Aphganetz", oft von intensiven Erscheinungen atmosphärischer Elektrizität begleitet; letztere entsteht beim Aneinanderreiben von trockenen Staubteilchen. Interessant und eigenartig sind die von Siemens gemachten Beobachtungen. Der berühmte Elektrophysiker und Ingenieur baute mit anderen Ingenieuren in Ägypten eine Telegrafenlinie. In Cairo angelangt, beschlossen sie, die Cheops-Pyramide

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

zu besteigen (Siemens, 1860). Als sie am 14. April früh morgens aus der Stadt hinausritten, verfolgte der Führer unruhig eine leichte blaßrote Wolke am südwestlichen Horizont. Um 9 Uhr morgens waren sie am Fuß der Pyramide angelangt und wurden in 20 Minuten von den Arabern, je drei pro Ingenieur, wie "Waren-Ballen" auf den Gipfel der Pyramide verbracht.

Oben wehte ein scharfer, kalter Wind, der immer stärker wurde. Die Rötung am Horizont ging in eine Farblose Trübung über, die Cairo und die gesamte Umgebung nicht mehr wahrnehmen ließ. Mit Interesse verfolgte Siemens, wie Staub aufgewirbelt wurde, wobei er mit einem undurchsichtigen gelben Schleier alles bedeckte. Der Staub stieg immer höher und höher. Schließlich erreichte er mit ohrenbetäubendem Lärm den Gipfel. Die Araber, die sich vor dem Wind hinter den Steinen verkrochen hatten, sprangen mit dem Ruf "Chamsin! Chamsin!" plötzlich auf. Sie hoben die Hände in die Höhe und streckten den Zeigefinger aus, und sofort konnte man einen eigenartigen feinen Ton hören, der an "singendes" Wasser erinnerte. Siemens streckte ebenfalls seinen Zeigefinger aus und stellte mit Konsternierung ein leises kaum auffallendes Prickeln am Finger fest, wie sie von den ihm gut bekannten elektrischen Entladungen ausgehen.

Darauf hob Siemens eine Weinflasche, deren Kopf mit Stanniol bekleidet war, empor. Es ertönte derselbe singende Ton, und vom Etikett auf der Flasche sprangen fortwährend kleine Funken zu seiner Hand über. Er hielt die Flasche noch höher und legte den Daumen auf den Kopf der Flasche. Es gab einen großen Funken, und er spürte eine heftige elektrische Erschütterung. Da wurde ihm klar, daß die Flasche eine eigenartige Leidener Flasche bildete; er und seine Begleiter begannen, verschiedene Experimente mit ihren Flaschen durchzuführen.

Der Wind wurde zum Orkan und trieb Staubwolken daher. Die arabischen Führer, welche auf den Steinen lagen, sahen den Deutschen mit Schrecken zu. Schließlich kamen sie zu der Überzeugung, jene trieben Zauberei und verlangten, daß man absteige. Die Ingenieure verneinten kategorisch und untersuchten die Funken weiter. Die Araber fingen darauf an, sie mit Gewalt

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

von der Spitze zu entfernen. Der Führer der Araber packte Siemens an der Hand und begann ihn vom Stein zu zerren, auf dem jener stand. Darauf nahm Siemens die Flasche und hielt sie dem Araber mit dem Stanniolkopf unter die Nase. Man hörte einen starken trockenen Knall, es blitzte ein Funke von ungefähr 10 mm Länge auf, und der Araber fiel wie vom Blitz getroffen zu Boden. Mit lautem Geheul sprang er wieder auf und war mit einigen mächtigen Sprüngen von der Fläche verschwunden. Die anderen Araber folgten seinem Beispiel. Die Ingenieure blieben allein zurück, bis der Chamsin nach zwei Stunden vorüber war. Der Sturm verging, die Araber tauchten wieder auf, und der Abstieg ging wohlbehalten vonstatten.

In dieser lebendigen und unbefangenen Beschreibung ist außer den von den Elektroingenieuren beobachteten elektrischen Erscheinungen auch der Hinweis auf den kalten und hefigen Wind von Interesse, welcher dem Chamsin vorausgeht, und auf jenes Faktum, daß keine wandernde Staubwand vorhanden war. Der Staub wurde am dieser Stelle aufgewirbelt, wie dies viel später von Oliver angegeben wurde (siehe S. 132).

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Kleinasiatische und arabische Stürme

Rote und gelbe Staubstürme sind in den Wüsten und Halbwüstenebenen Kleinasiens (Naher Osten): der Türkei, Syrien, Jordanien, Palästina, dem Irak und Arabien, weit verbreitet und erreichen äußerst große Stärke.

In der Nähe der Mittelmeerküste stehen sie zu den Winden, die die Bezeichnung "Scirocco" tragen, in Beziehung, im Landesinnern mit dem "Samum", am Persischen Golf mit dem "Schemal" und an der Südküste Arabiens mit dem "Belat".

S c i r o c c o. Der Scirocco - vom arabischen Wort "shark" (Osten) kommend - ist ein heißer starker Wind an der Mittelmeerküste, der nicht selten Sturmstärke und sogar Orkanstärke erreicht. An der Nordküste Afrikas und der Ostküste des Mittelmeers ist er trocken, heiß und staubhaltig. Wenn der Scirocco über das Mittelmeer zieht, wird er feucht und steht oft in Verbindung mit niedriger Bewölkung. Derart ist er an der Küste Italiens, von wo er auch seinen Namen hat. Hier und in Palästina hat der Scirocco stellenweise Föhncharakter.

Zweifellos werden mit "Scirocco" an der Küste Afrikas und Asiens dieselben Winde bezeichnet, die im Landesinneren Chamsin, Haboob und Samum heißen. Deshalb besitzt die Bezeichnung "Scirocco" hier unbestimmten Charakter. Ganz eindeutig ist die nur für die Winde an der europäischen Küste.

Scirocco ist die europäische Bezeichnung für verschiedene Winde, die aus der Sahara und den asiatischen Wüsten zur Mittelmeerküste wehen. Ihre Entstehung hängt mit der Bildung von Hochdruckgebieten über den Wüsten und von Tiefdruckgebieten über dem Mittelmeer zusammen (Wittschell, 1930).

S a m u m. Der Samum ist ein heißer und trockener Wind der Wüsten und Halbwüsten Kleinasiens und Asiens. Nicht selten erreicht er eine große Stärke und hat Böencharakter.

Der böige Orkanwind nimmt riesige Mengen glühenden Sandes mit in die Luft; der Himmel wird schmutziggrau; infolge des Staubes ist die Sonne nicht mehr sichtbar. An der Erde wird mit sehr starker Kraft Sand und sogar feiner Schotter trans-

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

portiert. Gewöhnlich dauert der Samum nicht lange, einige Stunden und weniger, doch bisweilen hört er mehrere Tage nicht auf. Dann heißt er mit Recht "Feuersturm" oder auch "Todesatem".

Der altgriechische Geschichtsschreiber Herodot berichtet, daß in einem dieser furchtbaren Stürme eine ganze Armee des persischen Königs Kambizos in der Wüste umkam. Man nimmt an, daß in diesem Fall ein sogenannter S e m u s i n, eine Mischung aus Samum und Chamsin, wehte. Derartige Winde stellt man sehr selten fest: einmal in 10 - 12 Jahren. Es sind sehr heiße Winde mit Staubstürmen; sie zeichnen sich durch große Dauer aus. Die gegenwärtigen Spezialisten bezweifeln, daß dies möglich sei. Doch der Tod von tausenden von Rindern und einiger Menschen ist eine unbezweifelbare Tatsache (Kapo-Rej, 1956, S. 65; Capot-Rey, 1953).

Zitieren wir eine Beschreibung des Samums in Unter-Mesopotamien: "Im Sommer herrscht am untern Euphrat ein Nordwestwind. Er hebt mit Sonnenaufgang an, wird stärker und wirbelt Staub und Sand auf. Der Himmel überzieht sich mit einer Dunstschicht, durch welche die rötliche Sonne nur noch blaß durchscheint. Mit Sonnenuntergang wird der Wind schwächer, und der Himmel wieder klar. In den meisten Fällen sind diese Staubstürme nicht groß, nur einige Kilometer im Durchmesser. Manchmal nehmen sie dagegen unerwartet an Stärke zu und erstrecken sich auf mehrere hundert Kilometer.

Ein solcher Sturm versetzte am 20. Mai 1857 die Einwohner von Bagdad in Schrecken. Am Morgen wehte ein Wind aus Südwest. Er wurde stärker, ging in einen Staubsturm über, und nachmittags hatte die Sonne, durch Staub verdunkelt, die Blässe des Mondes. Um 5 Uhr abends trieb eine düstere Wolke von Staub heran, welche in einem Augenblick die ganze Stadt bedeckte. Der Tag wurde zur Nacht. Der Eindruck war erschreckend.

Die Finsternis, größer als die der dunkelsten Nächte, währte fünf Minuten. Darauf nahm der Himmel allmählich eine rote Färbung ah; wie bei einer großen Feuersbrunst konnte man 20 Minuten lang auf 20 Schritt nichts unterscheiden, man sah nur Feuer. Die Einwohner stießen ein schreckliches Geschrei aus;

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

sie suchten einander, um in Familie gemeinschaftlich zu sterben, da sie das Ende der Welt erwarteten. Zwanzig Minuten vor Sonnenuntergang verfiel man in die vollständigste Finsternis; alles war voll von ziegelrotem Staub. Erst zweieinhalb Stunden nach Sonnenuntergang erschienen wieder die Sterne.

Derselbe Staubsturm wurde am Meer, 240 km südlich von Bagdad, und weiter nördlich davon beobachtet. Zwei Tage nach dem Sturm stieg das Wasser im Euphrat plötzlich um 1 m an und wurde rot vom Staub. Am andern Morgen nach dem Sturm herrschte zu Bagdad eine angenehme Frische.

Der Samum kommt aus westlicher oder südwestlicher Richtung, aus den glutheissen Wüsten Arabiens". (Schläfli, 1870, S. 470).

Eine malerische Beschreibung eines anderen Samums in Südpersien enthält eine Arbeit von Schaubert (Schaubert, 1897). Die ungestümen Windböen reißen einem allen aus den Händen; die Kamele schmiegen sich an die Erde; die Menschen hüllen sich in ihre Kleider und legen sich mit dem Gesicht nach unten auf die Erde; furchtbar ist die Staubwand, die hoch aufsteigt und die Sonne kaum hindurchscheinen läßt. Noch einen Augenblick, und die Sonne ist völlig verschwunden; alles versinkt in Finsternis, die voll von glühendem und atemraubendem Staub und Treibsand ist. Die herumliegenden Skelette von Kamelen und Menschen sind stumme Zeugen früherer Orkane.

Wir zitieren noch eine Beschreibung eines anderen Samums in Bagdad am 4. April 1960. Morgens tauchte am Horizont eine kleine dunkle Wolke auf; sie kam schnell heran und war binnen 10 Minuten zu einer riesigen grauen Wand geworden, die sich auf die Stadt zubewegte. Es vergingen weitere 5 Minuten: die Wand hatte die ganze Stadt bedeckt und war dunkelbraun geworden; weitere 10 Minuten: schon näherte sich eine dunkelrote Wand der Stadt. Es wurde finster. Nach 3 Stunden hellte es ein wenig auf. Die Staubwolke stieg 10 m, dann 30 mm und verschwand schnell. Dies wiederholte sich drei Tage lang (Nikitin, 1961). Hundert Jahre sind vergangen, doch der Samum hat sich nicht verändert.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Beide Beschreibungen beziehen sich auf einen Samum von mittlerer Stärke und kurzer Dauer. Manchmal ist der Samum viel schrecklicher und länger, sodaß der Untergang von Karawanen und, früher viellicht, ganzer Armeen völlig im Bereich des Möglichen liegt. Bezeugte Beispiele für derartige Ereignisse gibt es jedoch nicht.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Die Wüstenrinde

Untersuchungen des aus der Sahara in den Atlantischen Ozean und nach Europa transportierten Staubes zeigten, daß ihre Basis "Wüstenrinde" ist. Sie ist gleichzeitig die bezeichnendste Besonderheit für den Staubtransport. Alle Mineralkörner, die zum Staub gehören, sind mit einer dünnen Kruste von roter, zimtroter, brauner und gelber Farbe überzogen. Diese Kruste ist mit dem "Wüstenlack" identisch und kann als "Wüstenrinde" bezeichnet werden.

Wie der Wüstenlack, die dunkle Kruste, welche die Steine und Kiesel überdeckt, ist die Wüstenrinde äußerst widerstandsfähig, fest und oft auch glänzend oder schillernd. Sie zeigt beinahe keine Reaktion auf schwache Säuren und Laugen, wie sie in der Natur vorkommen. Auch nach Tausenden von Jahren auf dem Meeresgrund oder im Sumpf verändert sie sich in keiner Weise.

Die Dicke der Wüstenrinde ist verschwindend gering: einige Bruchteile eines Mikrometers, ganz selten ganze Mikrometereinheiten. Sie ist fest mit dem Mineralkern verwachsen, und kann nicht von ihm abgelöst werden.

Die Zusammensetzung der Rinde ist bis jetzt unzureichend untersucht. Man nimmt gewöhnlich an, daß sie aus Eisenoxyden besteht, doch können Eisenoxyde allein keine derartige Widerstandsfähigkeit und Härte besitzen. Es ist möglich, daß die beiden letzteren Merkmale durch die Beimischung von Kolloidkieselsäure bestimmt werden. Diese spielt in der Geochemie der Wüsten eine große Rolle.

Die chemische Zusammensetzung der Wüstenrinde ist im Detail nicht untersucht. Die vollständigsten Angaben werden von Radczewski gemacht (Radczewski, 1937, S. 262, 276). Er nimmt an, daß die rote-ziegelrote Rinde aus Fe_2O_3 besteht und nur in der Wüste gebildet werden kann. Die gelbliche Rine besteht vorwiegend aus Muskovitschüppchen und fein verteiltem FeOOH mit beigemischten Kalzitkörnchen und den Schuppen tonhaltiger Mineralien. Diese kann sich nicht nur in der Wüste, sondern auch

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

auf dem Meeresboden bilden. Die rote Rinde baut auf Quarz auf, die gelbe kommt auch auf der Basis von Feldspat vor.

Raczewski nimmt an, daß die runde Form der Quarzkörner und der Feldspate von den Ablagerungen abhängen, welche die an sich eckigen Körner umgeben, sodaß der äußere Umriß des Körnchens gerundet erscheint.

Daß sich die Wüstenrinde nicht auf dem Meeresboden bildet, sondern auf der Oberfläche einer Wüste, wurde auf glänzende Weise durch Farbaufnahmen von der Oberfläche Nordafrikas bewiesen. Schon auf Aufnahmen aus Satelliten ist die rosarote-rötliche Färbung der ganzen Oberfläche der Sahara zu erkennen. Noch interessanter sind die Aufnahmen, welche von den amerikanischen Astronauten im Jahre 1965 nach dem Hinweis des Geologen Lowman, dem Leiter für Luftbildaufnahme, gemacht wurden. Sie sind in Lowmans Artikel abgebildet (Lowman, 1966). Viele davon sind ausschließlich für Geographen und Geologen wichtig und interessant, doch von besonderer Wichtigkeit für uns ist ein Bild der nordafrikanischen Küste, das die Sahara und das Atlasgebirge umfaßt wie auch den sich daran anschließenden Teil des Atlantischen Ozeans. Die gesamte Oberfläche der Sahara und der sich nach Norden anschließenden Berge zeigt sich in einer ziemlich grellen ziegelroten Färbung, der Farbe des "Wüstenlacks". Wenn das ganze Festland eine derartige Färbung besitzt, dann folgt daraus letzten Endes, daß der Staub dieselbe Farbe hat.

Auf derselben Aufnahme ist ein über dem Atlantischen Ozean im Entstehen begriffener tropischer Orkan zu sehen. Seine Lage ist über den Kapverdischen Inseln. Man sieht eine Sprialstruktur, doch ist das "Sturmauge" noch nicht ausgebildet. Es ist interessant, daß die Wolken, die den Orkankörper bilden, ebenfalls rosarot gefärbt sind; diese Färbung ist jedoch beträchtlich schwächer als die des Kontinents, der Sahara.

Es besteht kein Zweifel, daß der Orkan schon über der Sahara begann, und daß seine rosarote Färbung durch den in der Sahara aufgenommenen Staub bedingt wird.

In den gegenwärtigen Meeresablagerungen dient die rote Wüstenrinde auf den Quarzkörnchen als ausreichende Grundlage

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

für die Feststellung von Windablagerungen im Meer. Die außerordentlichen Widerstandsfähigkeit dieser Rinde läßt die Annahme zu, daß auch in Ablagerungen der Vergangenheit die Beimischung von Quarzkörnern mit rotem Wüstenlack ausreichend ist, um Windablagerungen im Meer ausfindig zu machen. Gleichzeitig bestimmt diese Beimischung, daß es eine Wüste vom Typ der Sahara irgendwo in unweiter Ferne, in einer Entfernung von wenigen hundert Kilometern oder näher gibt: der Bildungsstätte eines "Wüstenquarzes", wie ihn Radczewski nennt (Radczewski, 1937, S. 276).

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Literatur

B o c h e t, R.L.: Tempêtes de sable et météores sableux en Oranie.
- La Météorologie. Paris, 1948, Nr 12, S. 215 - 277.

C a p o t - R e y, Robert: Le Sahara français.
= D e s p o i s, Jean: L'Afrique blanche française.
Paris: Presses Universitaires de France, 1953, Tom II.

Капо-Рей Р. Французская Сахара. М., 1958, 496 стр., Литература.

K a p o - R e j, Rober: Francuzskaja Sachara.
Moskva: 1958.

C o m b i e r, Ch., G a u b e r t, P., P e t i t j e a n n, L.: Vents de sable et pluies de boue.
= Mémorial de l'Office National Météorologique de France.
Paris: 27 (1937).

D a n c k e l m a n n, A.: Die Natur des Harmattanstaubes in Togo.
- Meteorologische Zeitschrift. Berlin, 30 (1913), S. 448 bis 449.

D u b i e f, J.: Le vent et déplacement du sable au Sahara.
- Traveaux de l'Institute de recherches Sahariennes. Alger, 8 (1952), S. 123 - 144.

D u b i e f, J.: Le climat du Sahara.
Paris: 1959, Tome II, pt. IV.

E h r e n b e r g, C.G.: Passatstaub und Blutregen, ein großes organisches unsichtbares Wirken und Leben in der Atmosphäre. Mehrere Vorträge. Vorgetragen in der K.Preuss.Akademie der Wissenschaften zu Berlin v.23.Mai 1944 bis 1949. [Abhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.] Berlin/Leipzig: Voss, 1849.

F a r q u h a r s o n, J.S.: Haboobs and instability in the Sudan.
- Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. London, 63 (1937), Nr 271, S. 393 - 414.

F e t t, Walter: Der atmosphärische Staub.
Berlin: 1958.

F r e e m a n, M.H.: Duststorms of the Anglo-Egyptian Sudan.
- Meteorological Reports. Meteorological Office. London, 2 (1952), Nr 11, 22 S.

G r u n e r, H.: Über das Harmattanphänomen in Togo (Beobachtungen über den Harmattan.).
- Meteorologische Zeitschrift. Berlin, 16 (1899), Juli, S. 289 - 296.

H e l l m a n n, Gustav, M e i n a r d u s, Wilhelm: Der große Staubfall vom 9. bis 12. März 1901 in Nordafrika, Süd- und Mitteleuropa.
= Abhandlungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts. Berlin: Asher, 2 (1901), Nr 1, 93 S., 6 Tafeln.

L a n e, F.W.: The elements rage.
Newton Abbot: 1966 (Philadelphia: 1965).

L e i n z, Viktor: Die Mineralfazies der Sedimente des Guinea-Beckens.
- Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen atlantischen

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff "Meteor". Berlin, 1937, Band 3, Teil 3, S. 245 - 262.

L o w m a n, Paul D.: The earth from orbit (Colour photographs by American astronauts yield new knowledge of man's home planet).
- National Geographic Magazine. Washington, 130 (1966), Nr 5, S. 645 - 671.

Никитин Н. А. Самум в Ираке. Природа, № 5, 1961, стр. 64—65.

N i k i t i n, N.A.: Samum v Irake.
- Priroda. Moskva, 1961, Nr 5, S. 64 - 65.
⟨Ein Samum im Irak.⟩ [russ.]

O l i v e r, F.W.: Dust-storms in Egypt and their relation to the war period, as noted in Maryut, 1939 - 45.
- Geographical Journal. London, 106 (1945), S. 26 - 49.

O l i v e r, F.W.: Dust-storms in Egypt as noted in Maryut: A Supplement.
- Geographical Journal. London, 108 (1946), S. 221 - 226.

P r a g e r, M.: Sandstürme im Golf von Suez.
- Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Berlin, 1903, Jan., S. 22 - 23.

Прох Л. З. Сердитые и добрые ветры. Л., 1961, 151 стр.

P r o c h, L.Z.: Serditye i dobrye vetry.
Leningrad: 1961.
⟨Bösartige und gute Winde.⟩ [russ.]

R a d c z e w s k i, Otto Ernst: Die Mineralfazies der Sedimente des Kapverden-Beckens.
- Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff "Meteor". Berlin, 1937, Band 3, Teil 3, S. 262 - 277.

R o m a n o v, N.N.: Pyl'nye buri v Srednej Azii.
Taškent: 1961.
⟨Staubstürme in Mittelasien.⟩ [russ.]

S c h a u b e r t, Hans von: Ein Sandsturm in Südpersien.
- Meteorologische Zeitschrift. Berlin, 14 (1897), S. 189 bis 190.

S c h e m p f f, W.H.: On Haboob in the Egyptian Sudan.
- Bulletin of the American Meteorological Society. Lancaster, 24 (1943), S. 371 - 377.

S c h l ä f l i, Alex.: Über Staubtromben und den "Samum" in Unter-Mesopotamien.
- Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Wien, 5 (1870), S. 469 - 472.

S e e f r i e d, Frhr.v.: Untersuchungen über die Natur der Harmattantrübe.
- Deutsches Kolonialblatt. Beih.: Mitteilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. Berlin, 26 (1913), Nr 1, S. 9 bis 12.

S e m m e l h a c k, W.: Sehr starker Harmattan an der Oberguinea-Küste im Winter 1931/32.
- Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Berlin, 60 (1932), Nr 3, S. 123 - 124,

S e m m e l h a c k, W.: Weiteres zum Harmattan an der Oberguinea-Küste im Winter 1931/32.
- Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Berlin, 60 (1932), Nr 5, S. 216 - 218.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

S i e m e n s, Werner: Beschreibung ungewöhnlich starker elektrischer Erscheinungen auf der Cheops-Pyramide bei Cairo während des Wehens des Chamsin.
- Annalen der Physik und Chemie. Leipzig, 185 (109.der 4. Reihe) (1860), S. 355 - 359.

W e a v e r, Kenneth F.: Tracking America's man in orbit.
- National Geographic Magazine. Washington, 121 (1962), Nr 2, S. 184 - 218.

W i t t s c h e l l, Leo: Über Sand- und Staubstürme und ihre Bedeutung für die Morphologie der Erdoberfläche.
- Zeitschrift für Geomorphologie. Leipzig, 6 (1931), S. 1 bis 18.

Заморский А. Д. Межконтинентальный перенос пыли струйными течениями. Мет. и гидрол., № 4, 1964, стр. 33—35.

Z a m o r k s i j, A.D.: Mežkontinental'nyj perenos pyli strujnymi tečenijami.
- Meteorologija i gidrologija. Moskva, 1964, Nr 4, S. 33 bis 35.
〈Interkontinentaler Staubtransport durch Wirbelströmungen.〉
[russ.]

Жуков М. М. Оценка эолового фактора образования лёсса в свете изучения черных бурь. Тр. Инст. геол. и геофиз. Сибирск. отд. АН СССР, вып. 24, 1964, стр. 5—25.

Ž u k o v, M.M.: Ocenka èolovogo faktora obrazovanija lessa v svete izučenija černych bur.
- Trudy Instituta geologii i geofiziki. Sobirskoe otdelenie AN SSSR. Novosibirsk, 24 (1964), S. 5 - 25.
〈Bewertung des äolischen Faktors der Lössbildung unter dem Gesichtspunkt der Untersuchung der schwarzen Stürme.〉
[russ.]

Stuttgart, den 18. März 1976 übersetzt von

Ottmar Pertschi

(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart