©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Studien zum Klima der Wüste Lut und ihrer Randgebiete[1])

Von Gustav Stratil-Sauer

Mit 8 Skizzen und 1 Situationsskizze

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. November 1951)

Inhalt

	Seite
I. Analyse der Druckstörungen (Beispiele)	20
A. Basis Birdjand	20
1. Der erste Regen des Winterhalbjahres am Wüstenrand	23
2. Eine Osttrift	24
3. Ein Sandsturm in der Wüste	25
4. Zugrichtung der Depressionen	29
B. Basis Zahidan	40
1. Die 29. „westliche Störung"	40
2. Die 33. „westliche Störung"	43
3. Die 35. „westliche Störung"	43
4. Folgerungen	43
II. Die Wetterlagen	45
A. Im Winter	45
B. Im Frühjahr	55
C. Im Sommer	65
D. Im Herbst	73
Literaturverzeichnis (Auszug)	76

Da sich für meine Abhandlungen „Die ostpersische Meridionalstraße" (67) und „Routen durch die Wüste Lut und ihre Randgebiete" (68) keine Druckmöglichkeit bietet, habe ich mich, um wenigstens die klimatischen Resultate veröffentlichen zu können, auf Rat der Herren Prof. Ficker und Prof. Steinhauser zu einer Kürzung des betreffenden Manuskriptes entschlossen. Das Original in etwa doppeltem Umfang mit genauer Analyse der beobachteten Druckstörungen kann von Interessenten im Archiv der Österreichischen Akademie der Wissenschaften eingesehen werden. Genannten Herren sowie Herrn Dr. Neunteufel bin ich für die Durchsicht des Manuskriptes und für freundliche Ratschläge sehr verbunden.

Die Schreibweise der Ortsnamen richtet sich nach der 1 : 1.000.000-Karte; siehe auch Situationsskizze.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

I. Analyse der Druckstörungen (Beispiele).

Von ausschlaggebender Bedeutung für die klimatischen Verhältnisse unseres Gebietes sind die von W nach O ziehenden Depressionen. In fast ganz Vorderasien — vielleicht mit Ausnahme von Südarabien — bedingen sie ja die Regenfälle im Winterhalbjahr, wie vornehmlich Walker (76), Krugler (39), Eckhardt (12—14), Knoch (38), Weickmann (77), Banjeri (3), Bauer (4) u. a. nachgewiesen haben.

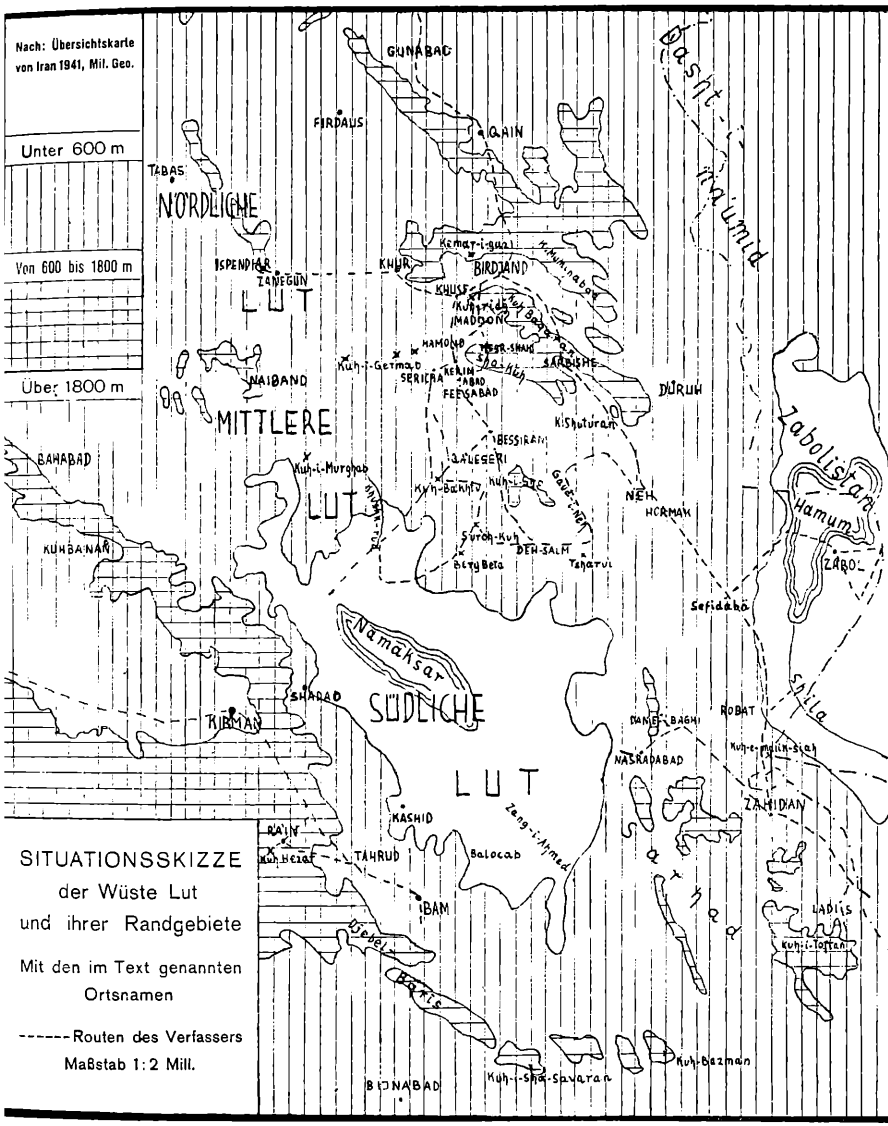
A. Basis Birdjand (21. 12. 1932 bis 20. 4. 1933).

Zum Unterschied von den Bildern, die unser Barograph in den übrigen Stationen Innerirans während meiner Forschungsreise dort 1932/33 wiedergab, wurden die Druckstörungen in Birdjand am Ostrand der Wüste Lut meist als „Wannen" mit „Treppen" gezeichnet, wobei in den Wannenboden manchmal noch „Trichter" eingesenkt waren, wenn der Kern der Störung nahe vorbeigezogen war (Skizze 1). In der Zeit vom 21. 12. 1932 bis 20. 4. 1933 war bei 30 registrierten Druckstörungen in 28 Fällen eine solche typische „Wanne" ausgeprägt. In 22 Fällen setzen sie zwischen 10 und 15 Uhr an, und diese Zeitmarken bilden gleichzeitig die Hoch- und Niedrigpunkte der Tagesamplitude im Luftdruck von Birdjand. Im allgemeinen läßt sich feststellen, daß im Zusammenhang mit der Dauer des „Wannenbodens" auch die Intensität der Druckstörung zusammenhängt.

In 20 Fällen erstreckte sich die Dauer des „Wannenbodens" über 14—20, in 4 Fällen sogar über 24—26 Stunden. In dieser letzteren Gruppe wurde der Wannenboden noch durch „Trichter" oder „Einmuldungen" vertieft, so daß Druckunterschiede bis zu 10 mm gegenüber dem Ausgang entstanden. Von zwei Ausnahmen abgesehen, lag der Ausgang der „Wanne" höher als ihr Eingang oder war ihr zumindest gleich. Wiederholt charakterisierte sich der Ablauf der Witterung so, daß mit Beendigung der Wanne die kalte Rückseite hereinbrach und damit der Luftdruck anstieg. Regelmäßig ließ sich das beobachten, wenn ein deutlicher Frontdurchgang mit Temperatursprung erfolgte, wie es besonders in der offenen Wüste oft beobachtet wurde.

Neben diesen akuten Luftdruckstörungen wurden auch rhythmische Schwankungen des Luftdruckes, meist über mehrere Tage (fünf bis sechs) erstreckt, festgestellt. Winters sind sie mit den

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schwankungen der zentralasiatischen Antizyklone in Verbindung zu bringen; denn sie teilten sich dem Birdjander Raum nicht vom südlichen Balocistan und Indien, sondern von Iran aus mit.

In den Wintermonaten stehen diese Luftdruckwellen mit den aus dem Westen heranwandernden Depressionen im Zusammenhang: in ihrem „Sattel" liegt immer die „Wanne" der Störung. Mit zunehmender Erwärmung aber werden die wandernden Tiefs von diesen Luftdruckwellen immer mehr unabhängig und treten endlich, wie wir in Zahidan beobachten konnten, wo der Barograph und Thermo-Hygrograph in der Zeit vom 24. 4. bis 28. 6. liefen, selbständig auf. Da auch festgestellt werden konnte, daß Hochdruckvorstöße die nach Osten ziehenden Tiefs nach Süden abdrängten, so zeigt das Zusammentreffen von „Sattel" der Luftdruckwelle und „Wanne" der Störung, daß durch diese rhythmischen Schwankungen die wandernden Depressionen während des Winters in das Hochland einbrechen können.

Das Kapitel bringt nun die Druckstörungen der Registrierstationen von Birdjand und später von Zahidan, die meteorologischen Beobachtungen auf den vielen Routenpunkten der Forschungszüge in die Wüste Lut oder in deren Randgebieten und die Beobachtungen Gabriels (20), der fast zur gleichen Zeit die Große Kewir bereiste, in Zusammenhang mit den Wetterkarten der Sowjetunion (6), des indischen Wetterdienstes (24) und derjenigen von Ägypten (52). Es ergab sich dabei, daß die konstatierten Druckstörungen bis auf vereinzelte Ausnahmen durchwegs als „westliche Störungen" aufzufassen sind. Wohl ließ sich meist feststellen, ob der Kern der Depression nördlich oder südlich, näher oder ferner vorübergezogen ist; doch konnten viele Erscheinungen gar nicht oder nur recht hypotetisch geklärt werden. Das Material reichte vielfach zu einem sicheren Urteil nicht aus; zudem zeigte es sich auch, daß die Vorstellungen der genannten Wetterkarten den Tatsachen nicht immer entsprachen.

Die analytische Betrachtung, die freilich nur in Beispielen und mit ihren Ergebnissen veröffentlich werden kann, war aber nicht zu missen; denn nur dadurch ergaben sich verschiedene neue Gesichtspunkte, die Licht in die klimatischen Verhältnisse unseres Gebietes werfen. Einige charakteristische Beispiele mögen die Verhältnisse illustrieren:

1. Der erste Regen des Winterhalbjahres am Wüstenrand

3. Wanne des Jahres (vom 16./17. 1. 1933)

Das am 16. 1. in den sowjetischen Aufzeichnungen vermerkte Tief wird bis nach Mittelpersien hineingeführt. Da es nach den Wetterkarten vom Vortage nicht aus dem Schwarzmeergebiet stammen kann, müssen wir seinen Ursprung im Mittelmeer suchen. Wirklich wird es auch von Ägypten gemeldet. Der Südraum verzeichnet in Balocistan gesteigerte Temperaturen und zunehmende Bewölkung. In Kaschmir wirkt sich die vorhergehende Depression noch in leichtem Regen aus. In Birdjand bringt gegen Abend eine Südströmung wärmere Luft mit Niederschlägen heran. Im Becken von Serichah trübt sich nachmittags der Himmel ein. Die Stationen von Isfahan und Teheran melden vom 16. bis 17. 1. die Maximalniederschläge des Monats.

Am 17. 1. liegt ein seichtes Tief über Turan. In Balocistan ist die Temperatur bei starker Bewölkungszunahme gestiegen. Fast alle Stationen verzeichnen Niederschläge, Nok-kundi und Quetta sogar die stärksten des Monats. In Birdjand wird es unter Drehen zur O-Strömung im allgemeinen trockener; doch läßt die unausgeglichene Temperaturkurve in Verbindung mit dem Hygrogramm erkennen, daß verschiedene Luftströmungen aufeinanderstoßen. In Kerimabad (1300 m) fallen zwar mit Pausen, aber doch fast den ganzen Tag Hagel und Regen unter böigen Winden, die bald aus S und bald aus W wehen. Wechselnd tröpfelt es nur leicht und gießt es dann wieder wolkenbruchartig in so schneller Folge, daß man bei einem in einer Pause angetretenen kurzen Gang bis auf die Haut naß werden kann. Man sieht die Regenfront manchmal herankommen und manchmal strichartig vorbeiziehen. Trotz der kurzen Hageldauer bedeckt sich der Boden bald geschlossen mit mittelgroßen Eiskörnern. Die graue Wolkendecke ist von tieferliegenden Nimbifetzen unterlagert.

Am 18. 1. hat Turan normale Wetterlage. Die „westliche Störung Nr. 5“ nach indischer Zählung, deren Durchgang im Verlauf des 17. 1. in Balocistan registriert wurde, liegt am 18. 1. über Sind und dem Westen Rajputanas. In Birdjand wird die Temperatur durch N-Strömung stark herabgedrückt. Wir reiten bei N-Wind und 5—10° Wärme von Kerimabad nach Hammon (1500 m), wobei wir beobachten können, wie die schnell herangewehten Haufenwolken an der N-Wand des 2600 m hohen Shah-kuh in einheitlicher Begrenzungslinie etwa 500 m unter dem Gipfel anprallen und den Hang bis 1800 m beschneien, während die Südwand nur vereinzelt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schneefelder trägt. Im Gegensatz dazu weisen die nördlichen Gebirge (Kuh-i-Baqaran, Kamar-i-gaz usw.) auch auf den Südhängen eine zusammenhängende Schneedecke auf, und das erweist, wie später noch oft, den Shah-kuh als Wetterscheide.

Das große Regenfeld, das sich im Zusammenhang mit dieser Störung über ganz Mittel- und Ostiran zu erstrecken scheint, dürfte sich aus einem Aufgleiten der feuchten Warmluft über den Kaltsektor erklären, der seinerseits den Hochlagen Schnee bringt. Der Kern des Tiefs müßte westlich und südlich an Birdjand vorbeigegangen sein.

2. Eine Osttrift.

Den 12., 13. und 14. 3. zeichnet in Birdjand eine sonderbare, Tag und Nacht anhaltende O-Strömung aus, deren in mäßigen Stößen herangebrachte Luft konstant im engen Spielraum von 25—35% relativer Feuchtigkeit bleibt. Trotz des klaren Himmels verläuft die Temperatur nur in flacher Kurve zwischen Extremen von 10—18°, wenn man von dem einen 3° tiefer liegenden Morgenminimum absieht. Diese Trift, die, durch den Absturz vom 2700 m hohen Muminabad-Gebirge föhnig erwärmt, die an und für sich trockenwarme Ostluft heranbringt, dauert drei Tage und zwei Nächte gleichförmig an. Die Ursachen dieses Phänomens konnten klargestellt werden.

Am 12. 3. liegt nach sowjetischer Meldung über dem Schwarzen Meer ein Tief von 1005 mb, das sich im Verlauf des Tages ohne Verflachung nach dem S-Kaspi bewegt. In Balocistan herrscht ein Hochdruck von 1018 mb, dessen Kern jedoch über Afghanistan zu suchen ist. Er hat sich auch Birdjand mitgeteilt; doch beginnt hier um 10 Uhr, wohl im Zusammenhang mit dem Anrücken des erwähnten Tiefs, der Luftdruck in einer Stufe von 4 mm zu fallen, wobei auch die Triftströmung einsetzt. Daß diese zur selben Zeit ebenfalls am Kewirrand, 700 km westlich, zu beobachten war, erfuhr ich durch eine freundliche Nachricht von Gabriel. Wir selbst erleben diese O-Trift am 13. 3. am Kuh-ridj (2450 m), wo sie bei wolkenlosem Himmel zwar weniger böig als im Tal, konstant aber in ungleichmäßiger Stärke (2—4 Beaufort) trockenwarme Luft heranweht. In Balocistan, wo wie in Birdjand das Hoch noch erhalten ist, zeugen die N-Winde Dalbandins davon, daß der Druck nach Afghanistan zu noch ansteigt. Am 14. 3. liegt das nördliche Tief mit 1010 mb östlich des Aralsees. In Balocistan steigern Winde aus dem O-Quadranten die Tagestemperaturen, worin sich schon das Herannahen des neuen west-

lichen Tiefs aus dem Mittelmeer auswirkt (Nr. 16 indischer Zählung). In Birdjand dagegen hält die Trift noch bis Mitternacht bei fast unverändertem Luftdruck an.

3. Ein Sandsturm in der Wüste

18. Wanne mit Trichter vom 26. und 27. 3. 1933 (siehe auch Skizze 1).

An Hand des zur Verfügung stehenden Materials läßt sich dieses Tief durch eine Woche verfolgen. Am 21. 3. von der sowjetischen Wetterkarte als M 155 mit 1005 mb über S-Ungarn eingetragen, wandert es auf der Vc-Bahn am 22. nach O-Bulgarien, am 23./24. nach dem westlichen und am 25. nach dem östlichen Schwarzen Meer. Das vorhergehende hatte sich am 25. früh über dem Pandjab aufgefüllt, während über Balocistan mit der kalten Rückseite ein verhältnismäßig hoher Druck lag (1016 mb), der sich nach Afghanistan zu noch steigerte. Am 26. hat sich das Tief M 155 laut sowjetischer Auffassung nach Passieren der kaukasischen Senke mit 1010 mb über das Atrek-Gebiet NW-Khorassans verlagert, während sich der Luftdruck in Balocistan auf 1017,6 mb erhöht hat. In der Masileh östlich Kum spielt sich der Vorgang, wie wir Gabriels präziser Darstellung (20) entnehmen, so ab, daß am frühen Nachmittag des 26. ein NW-Sturm mit unheimlicher Kraft fegt („es ist, als ströme der gepeitschte Boden unter unseren Füßen hinweg"). Darin, daß der Wind dann bei gleichzeitigem Temperatursturz von 24° auf 15° nach NW dreht, spiegelt sich der Frontdurchgang deutlich wider. Balocistan verzeichnet bei klarem Himmel einen Luftdruck von fast 1018 mb, und da auch Birdjand um 7 Uhr morgens noch einen hohen Barometerstand aufweist, verläuft das Luftdruckgefälle in O-Persien von SO nach NW. Erst um 13 Uhr beginnt der Luftdruck in Birdjand zu sinken, und es setzt ein SO ein, der die ganze Nacht über anhält. Im Kern der Lutwüste (250 m) beobachten wir inzwischen wechselnde, aber meist aus S wehende schwache Windstöße und ab 20 Uhr einen starken, die ganze Nacht anhaltenden Sandsturm aus OSO. Er weht nicht gleichmäßig, sondern fegt über die Wüste in an- und abschwellenden Stößen, die bei einer Dauer von nicht mehr als 10 Sekunden oft so stark sind, daß mit dem herangetragenen Sand und Grus bisweilen Gesteinsbrocken bis zu 4 cm Durchmesser aufgewirbelt werden und wie Geschosse auf uns niederschlagen. Sobald wir am verstärkten Brausen und am Klirren des Gesteinsschuttes das Herankommen solcher Stöße hören, müssen wir deshalb regelrecht Deckung nehmen. Erst nach 22 Uhr wird die Luftbewegung schwächer und gleichmäßiger; doch hält sie bis zum Morgen an.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Am 27. 3. früh zeichnet die sowjetische Wetterkarte das Tief M 155 mit 1005 mb südöstlich des Aralsees, während der indische Wetterdienst über Afghanistan ein Hochdruckgebiet und in Balocistan früh Winde aus N oder O (Dalbandin (ONO) bei gedrückten Temperaturen und Bewölkung, aber bei normaler Feuchtigkeit meldet. In Birdjand steigert der nach O drehende Wind föhnartig seine Trockenheit und Wärme bis 14 Uhr, als gleichzeitig mit dem Tiefstpunkt des in die „Wanne" eingezeichneten „Trichters" von NNW Regen und ein Temperatursturz um 9° herangetragen wird: die Front ist durchgezogen, 24 Stunden später als in der Masileh. In der Wüste Lut am Wege nach Dehsalm (650—850 m) begleitete uns bis 10.30 Uhr ein Sandsturm aus OSO, bis 14 Uhr aus S und SSW und bis 18 Uhr bei sporadischen Wassertropfen aus S. Die Windbewegung war so heftig, daß ich beim Besteigen benachbarter Hügel auf allen Vieren kriechen und mich bei besonders starken Stößen platt niederlegen und anklammern mußte, um nicht fortgerissen zu werden.

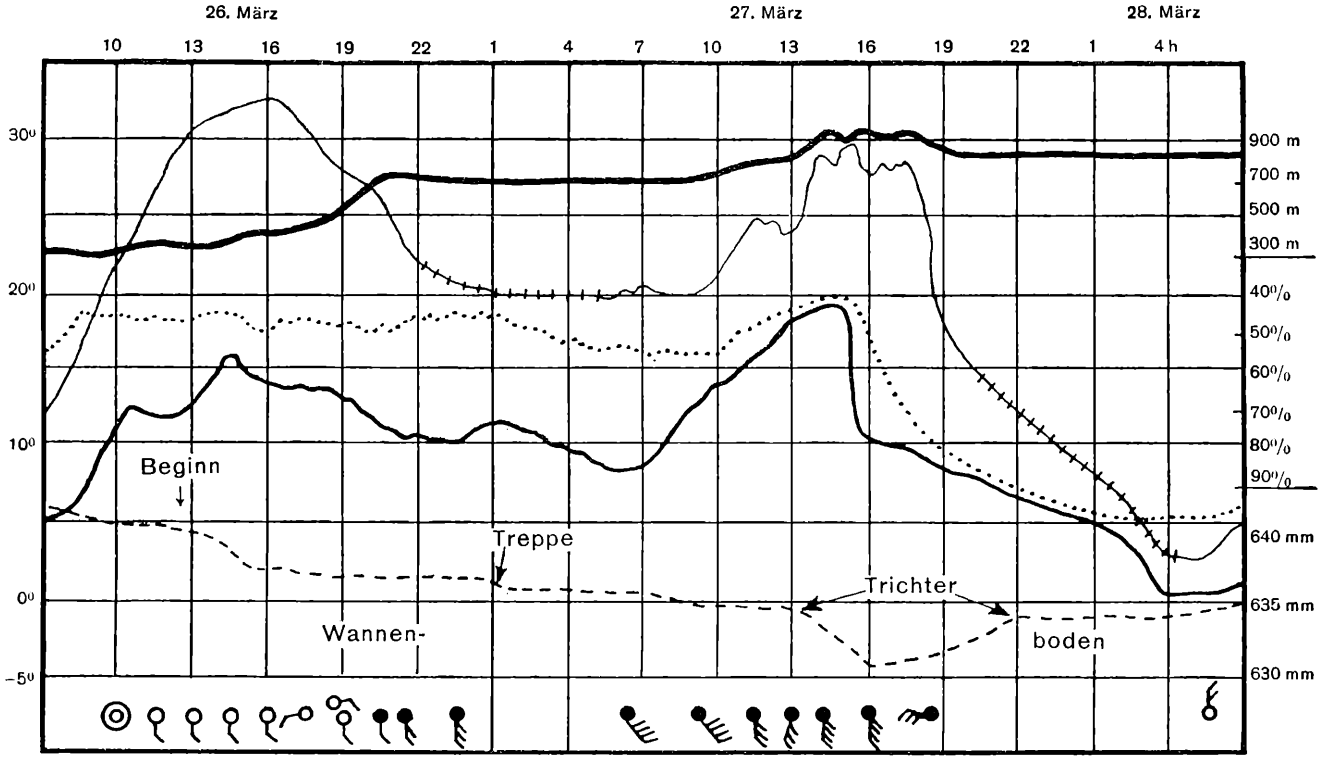
Die erste Bewölkung zeigte sich in der Lut am 26. abends. Am 27. früh war der Himmel meist mit Cirrostrati bedeckt. Um 9.30 Uhr kam wohl die Sonne durch; doch bald umzog sich der ganze Himmel grau, und man glaubte bisweilen, in Dunst und Staub dahineilende Regenwolken zu erkennen. Wirklich fiel auch ab und zu ein vereinzelter Tropfen. Offenbar verdunstete der Regen schon im Fallen. Die Luft, schon früh sehr dunstig und trüb, erfüllte sich völlig mit Staub und Sand. Bei wechselnder Sicht ließen sich in den Vormittagsstunden bisweilen noch Berge bis zu 10 km Entfernung erkennen; doch engte sich der Gesichtskreis später bis auf 1 km und weniger ein. In Verbindung mit den Luftstößen änderten sich auch die Temperaturen, so daß der Körper den oft jähen Wechsel zwischen heißer trockener und feuchter kühlerer Luft ständig empfand. Für die Zeit von 14—16 Uhr z. B ergaben sich von einem Routenpunkt zum anderen folgende Werte, wobei, wie die Aneroidablesungen zeigen, an Höhe wenig gewechselt wurde:

Routenpunkt	Entfernung in km	Aneroidwert (mm)	Temperatur (Grad)
40	0	680	30
41	7,5	679	27
42/43	12	677	26
44	24	680	29
45	27	676	26
46	29	680	25
47	33	684	26

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Skizze 1.

Wetterlage am 26.—28. 3. 1933 in Birdjand und in der Lut.



©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Dieser Sturm ließ gute Beobachtungen über die Massenbewegungen von Material in der Wüste zu. Bis in die höchsten Lagen transportierte er feinen, später die ganze Atmosphäre erfüllenden Staub. Zumal bei vehementen Stößen ließ sich deutlich erkennen, wie das Material sozusagen in verschiedenen Stockwerken transportiert wurde. Der feine Sand stieg zu Höhen zwischen 10 und 30 m, während er an Berghängen sogar noch weiter hinaufwehte. Grobsand und Grus hielten sich in einer oft dicken Schicht zwischen 2 und 10 m Höhe, der Grant dagegen zwischen 1 und 2 m. Mittelgroße Kiesel wurden bis 20 cm hoch hinweggerissen, während größere Steine sich in weiten Sprüngen über die zum Panzer verfestigte Oberfläche bewegten. Von den erstiegenen Hügeln sah ich den Sturm Steine und Felsstücke losreißen, und ich erkannte, welch bedeutender Abtragungsfaktor auf solchen Hügeln allein die deflatorische Wirkung darstellt. Ein derartiger Sturm vermittelt eine Vorstellung davon, welch enorme Materialmassen in Gebieten von mehreren 100 km² verfrachtet und verlagert werden können. Die seltenen Regengüsse in der Lut wirken sich dagegen meist nur linear und mit nur einem geringen Bruchteil der Sturmenergie aus.

Um 18 Uhr am 27. 3. fanden wir, halb verdurstet, Dehsalm im Sandsturm (64). Die Oase zeigte sich bei den wechselnden Sichtverhältnissen plötzlich, als ob ein Schleier hinweggezogen worden wäre, und bald auch trat eine Windstille ein, wie sie im „Auge des Sturmes“ nicht ausgeprägter vorgestellt werden kann. Nach wenigen Minuten Böigkeit setzte dann ein Weststurm ein, der, später nach N drehend, die Luft von Staub völlig befreite. Er hielt die ganze Nacht hindurch heftig an. Die Depression muß also zwischen Birdjand und Dehsalm hindurchgezogen sein, wie aus der Wucht des Sturmes, der Plötzlichkeit des Wettersturzes, der kurzen Windstille in der Oase und der registrierten Trichterbildung zu schließen ist. Vermutlich ist der Kern des Tiefs über Sär-chah und durch die breite Senke Gaud-e-Neh zwischen Kuh-shah und Kuh-e-neh gewandert, wo auch Sven Hedin einmal am 30. 3. einen typischen Zyklonendurchgang erlebt hatte (27). Der Einfluß machte sich bis zum Golf von Oman bemerkbar, wo Jask die — an und für sich geringen — Maximalniederschläge des März verbuchte.

Die sowjetische Wetterkarte trägt das Tief M 155 am 28. auf dem Wege nach Ostturkestan ein. Die besprochene Depression, eine Teilung von M 155, ist an diesem Tage wohl in dem Tief von 1010,8 mb zu suchen, das, über Balocistan lagernd, S-Winde und in Dalbandin heftige ONO-Winde hervorruft. Im Verlaufe des Tages setzten hier, im Grenzgebiet und in Kaschmir Sandstürme und gewitterige Niederschläge ein. An der Rückseite ist auch in Balo-

cistan der starke Temperatursprung charakteristisch. Das Tief, in Indien bis zum 30. zu verfolgen, wird dort als das 19. des Jahres bezeichnet.

Hinsichtlich der Zugrichtung führt eine Analyse aller Druckstörungen zu dem aus der Tabelle auf Seite 30 und 31 ersichtlichen Ergebnis.

Aus dieser Zusammenstellung ist vorerst zu entnehmen, daß durch den Barographen stets die charakteristischen „Wannen" geschrieben werden mit Ausnahme zweier „Einsattlungen" (E 16 und E 24), nämlich Druckstörungen, die der Barograph ohne die für die Wannen typischen scharf stufenförmigen Ränder zeichnet. Das durch Südarabien ziehende D 17 bedingt der größeren Entfernung wegen die Einsattlung E 16. Die Ursachen für E 24 werden auf S. 30 gegeben.

4. Zugrichtung der Depressionen.

Fünfmal (D 43 v. 1932, D 2, D 11, D 13 und D 27) zieht eine „westliche Störung" nach Indien, ohne in Birdjand eine Einsattlung, „Wanne" oder Einmuldung hervorzurufen. In allen Fällen herrscht in unserer Stadt Hochdrucklage. Auch in Turan ist eine solche immer zur gleichen Zeit ausgeprägt. Wohl läßt sich am 28. 2. beim Heranziehen von D 13 ein stufenförmiges Absinken des Barographen erkennen, als ob hier der Anfang einer „Wanne" gezeichnet werden sollte; doch setzt sich dieses Absinken selbst nach Abzug der genannten Störung noch fort. Erst später ist es neu herangetragenen Tiefs möglich, auf das Hochland selbst überzugreifen oder sogar mit dem Kern dorthin vorzustoßen.

Wir finden an Beispielen deutlich belegt, wie die Hochdrucklage die „westlichen Störungen" im allgemeinen davon abhält, in das Hochland selbst einzubrechen. Aber schon aus den knappen Ausführungen läßt sich erkennen, daß dieser Zustand, der mehr oder minder als Ausnahme zu gelten hat, keineswegs so vorherrschend auftritt, wie man auf Grund der gemittelten Isobarendarstellung annehmen möchte, nach welcher sich Ausläufer des sibirischen Winterhochs auch über Iran erstrecken.

Das Gegenstück zu dieser Wetterlage bildet die vom 12. bis 14. 3., wo ein aus dem Schwarzen Meer nach Turkestan gewandertes Tief bei Hochdrucklage im Südraum vom Birdjander Barographen nicht verzeichnet wird, während eine Trift kontinentaler Ostluft nach Art eines trockenen Schirokkos die Situation charakterisiert. Wie bei der vorhergezeigten Wetterlage erfolgt auch hier ein stufenförmiger Abbau des Hochs.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabellarische Zusammenstellung der Druckstörungen von Birdjand vom 21. 12. 1932 bis 20. 4. 1933 im Vergleich mit denen der weiteren Umgebung:

Datum	Bezeichnung	Entspricht im		Herkunft der Störung		Lage der Zugrichtung zu Birdjand	Bes. Anmerkung
		Südraum	Nordraum	Südraum	Nordraum		
1932:							
22./23. 12.	W² I	D³ 42 (1932)	Tief	Mittelmeer?	Mittelmeer?	nördl.	N-Winde
24./25. 12.	—	D 43	Hoch	Mittelmeer	—	südl.	
27./28. 12.	W II	D 44	Tief	Mittelmeer?	Mittelmeer?	nördl. u. östl.	
30./31. 12.	W III	D 1 (1933)	Normal	Mittelmeer?	—	südl.	Kälteeinbruch
1933:							
3.–6. 1.	—	D 2	Hoch	Mittelmeer	—	südl.	N-Winde
8.—9. 1.	W 1	D 3	Tief	Mittelmeer?	Mittelmeer?	nördl. u. östl.	—
14./15. 1.	W 2	D 4	Tief	Mittelmeer?	Mittelmeer?	nördl. u. östl.	—
16./17. 1.	W 3	D 5	seichtes Tief	Mittelmeer	—	westl. u. südl.	—
20./21. 1.	W 4	D 6	Normal	Mittelmeer?	—	westl. u. südl.	—
25./26. 1.	W 5	D 7	Tief	—	Schwarzes Meer	nördl. u. östl.	—
27./28. 1.	W 6	Hoch	Tief	—	Stationär?	nördl.	S-Trift
29./30. 1.	W 7	D 7	Tief	Mittelmeer?	—	nördl. u. östl.	—
4./5. 2.	W 8	D 8	Tief	Mittelmeer	Mittelmeer?	nördl.	—
6.—8. 2.	W 9	D 9	Tief	Mittelmeer?	Mittelmeer?	nördl. u. östl.	Kern unweit an Birdjand vorbei
13./14. 2.	W 10	D 10	seichtes Tief	Mittelmeer?	Mittelmeer?	südl.	—

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

18.—22. 2.	—	D 11	Hoch	Mittelmeer	—	—	Schönwetterlage
20./21. 2.	W 11	D 12	Tief	Mittelmeer ?	Mittelmeer ?	—	Unklar
28. 2.	—	D 13	Hoch	Mittelmeer		südl.	Stufen
3. 3.	W 12	D 14 ?	Tief	Mittelmeer	Mittelmeer ?	nördl.	—
6. 3.	W 13	—	Hoch	Neubildung ?	—	?	—
9./10. 3.	W 14	D 15	Tief	Mittelmeer ?	Mittelmeer ?	nördl.	—
12.—14. 3.	—	Hoch	Tief	—	Schwarzes Meer	—	Trift
16./17. 3.	W 15	D 16	Tief	Mittelmeer ?	Mittelmeer ?	nördl. u. östl.	Kern unweit vorbei
19./20. 3.	E 16	D 17	Hoch	Mittelmeer ?	—	südl.	„Einsattlung“
22./23. 3.	W 17	D 18	Hoch	Mittelmeer und thermisch	—	südl.	Kaltluft
26. 27. 3.	W 18	Tief	(M 155) [4] = D 19	Teilung der Störung M 155 ?	Schwarzes Meer	nordwestl. und südöstl.	Trift, Sandsturm in der Lut
30./31. 3.	W 19	D 20	Tief	Mittelmeer ?	Mittelmeer ?	nördl.	—
31. 3.	W 20	D 21	Tief	Mittelmeer ?	Mittelmeer ?	nördl. u. östl.	—
1. 4.	W 21	Tief	Tief	Arab. See	—	erst südl. und dann nördl.	—
2./3. 4.	W 22	D 22	Tief	Mittelmeer ?	Mittelmeer ?	nördl. u. östl.	—
6. 4.	W 23	D 23	Tief	Mittelmeer ?	Mittelmeer ?	nördl. u. östl.	—
9./10. 4.	E 24	D 24	Tief	Mittelmeer ?	Stationär	nördl. u. südl.	„Einsattlung“
11.—13. 4.	W 25	D 25	Tief	Mittelmeer ?	Schwarzes Meer	nördl. u. südl.	—
14./15. 4.	W 26	D 26	seichtes Tief	Mittelmeer ?	Stationär	südl.	Luftdruckgefälle von N nach S
15./16. 4.	W 27	Hoch	Tief	—	Schwarzes Meer	nördl.	—
17.—19. 4.	—	D 27	Hoch	Mittelmeer ?	—	südl.	O- u. N-Winde
24.—26. 4.	—	D 28	(siehe Zahidan S. 63)				—

[2] W = „Wanne“. — [3] D = Depression. Nach Bezeichnung des indischen Wetterdienstes. — [4] Nach Bezeichnung des sowj. Wetterdienstes.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Eine weitere Möglichkeit ist dadurch gegeben, daß die „westlichen Störungen" in den Südraum übergreifen, während über dem Nordraum Normalwetterlage (W 4) oder ein seichtes Tief (W 3 und W 26) ausgebildet liegt. Die meisten westlichen Störungen aber ziehen nördlich an Birdjand vorbei, wobei in Turan immer ein Tief ausgedrückt ist. Vereinzelte Störungen ziehen auch vom Schwarzen Meer über den Kaspi nach Osten (W 5, Tief am 12.—14. 3., W 18, W 25 und W 27).

Hinsichtlich der Tiefe des Eindringens von S nach N lassen sich demnach verschiedene Stufen erkennen:

1. Westliche Störungen ziehen südlich vorbei, ohne in Iran einzudringen. Der barometrische Gang in Birdjand wird gar nicht oder nur unwesentlich beeinflußt (D 43, D 2, D 11, D 13, D 27). Voraussetzung dazu ist Hochdrucklage über Turan und dem Ostpersischen Gebirge.

2. Westliche Störungen dringen nicht unmittelbar in das Hochland ein, sie bewirken zwar keine „Wanne", aber doch eine „Einsattlung" in die Zeichnung unseres Barographen (D 17 = E 16). Voraussetzung: Hochdrucklage im Nordraum und entfernte Zugrichtung der Störung, z. B. Südarabien. (Die „Einsattlung" E 24 hat freilich andere Ursachen. Siehe S. 38.)

3. Westliche Störungen dringen in das südliche Hochland Irans ein, wobei sie auch in Birdjand eine „Wanne" zeichnen (D 1, D 5, D 6, D 10, D 18, D 26). Voraussetzung: Normaldruck oder seichtes Tief im Nordraum.

4. Westliche Störungen dringen in das nördliche Hochland von Iran ein, wobei sie im Birdjander Barographen ebenfalls eine „Wanne" zeichnen (D 42, D 44, D 3, D 4, D 7, D 8, D 9, D 12, D 14, D 15, D 16, D 20, D 21, D 23). Voraussetzung: Ausbildung eines Tiefs in Turan.

Analog ergibt sich für die Störungen, die aus dem Schwarzen Meer kommen, folgende Gliederung hinsichtlich der Eindringtiefe:

5. Störungen aus dem Schwarzen Meer durchqueren das Hochland von Iran (M 155 = D 19). Voraussetzung: Tief im Südraum.

6. Störungen aus dem Schwarzen Meer dringen in das nördliche Hochland Irans ein (W 6, W 27). Voraussetzung: Hochdruck im Südraum.

7. Störungen aus dem Schwarzen Meer ziehen über den Kaspi nach Osten, ohne den barometrischen Gang in Birdjand wesentlich zu beeinflussen (am 12.—14. 3.). Voraussetzung: Hochdrucklage über dem Südraum und über dem Ostpersischen Gebirge.

8. Doch ist auch der Fall möglich, daß im Nord- und Südraum Tiefs ausgebildet sind, die über die Luftauflockerung Irans miteinander korrespondieren (E 24 und W 25).

Weickmann (77) hat die van-Bebberschen Zugstraßen durch die westlichen Gebiete Vorderasiens weiterverfolgt und nachgewiesen, daß die Zugstraße V c von geringster Bedeutung sei, die Zugstraße III a, auf der die Depressionen von der Ostsee zum Gebiet des Schwarzen Meeres ziehen, von größerem und die Zugstraße V d von größtem Einfluß sind; die letztere zerteilt sich in der Ägäis meist, um als V d 1 und V d 2 nördlich bzw. südlich der Randgebirge nach Osten zu ziehen. Weniger frequentiert, führt endlich V e deltaartig vom Mittelmeer in die südliche Levante.

Aus dem verfügbaren Material läßt sich die Herkunft der Druckstörungen nur in Einzelfällen sicher ermitteln, meist jedoch mit Wahrscheinlichkeit synoptisch aus den Wetterkarten erschließen. Bei Verteilung auf die einzelnen Monate ergibt sich nachstehende Aufstellung über die

Herkunft der Druckstörungen von Birdjand

Monat	Vom Mittelmeer		Vom Schwarzen Meer (erwiesen)	Fragliche Herkunft oder fragliche Neubildung	Anzahl der Druckstörungen in Birdjand
	erwiesen	wahrscheinlich			
21. bis 31. Dezember 1931	—	3	—	—	3
Jänner 1932	1	4	1	1	7
Februar 1932	1	3	—	—	4
März 1932	1	6	1	2	9[5]
1. bis 20. April 1932	—	6	2	1	7[5]
Summe	3	22	4	4	30[5]

Der indische Wetterdienst meldet indessen in den restlichen Dezembertagen 4, im Jänner 6, im Februar 6, im März 8 und bis zum 20. April 6 „westliche Störungen", von denen in den entsprechenden Monaten 3, 5, 4, 8 und 5 „Wannen" bzw. „Einsattlungen" des Birdjander Barographen bedingen. Nach allgemeiner Ansicht

[5] Die Anzahl der Störungen ist geringer als die der einzelnen Depressionen, weil zwei Ursachen eine Druckstörung in Birdjand veranlassen können.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

kommen die „westlichen Störungen“ Indiens aus dem Mittelmeer. D 8 und D 19, die die „Wannen“ 5 und 18 bedingen, konnten an Hand der sowjetischen Wetterkarten als Einwanderungen über das Schwarze Meer nach Indien nachgewiesen werden.

Angaben über jene Depressionen, die aus dem Schwarzen Meer nach Turan gelangen, lassen sich mühelos den sowjetischen Wetterkarten entnehmen. Es ist daher der Schluß gerechtfertigt, daß die „wahrscheinlich aus dem Mittelmeer stammenden“ Tiefs ihre Benennung zu Recht führen; denn kämen sie etwa aus dem Schwarzen Meer, so müßte sich ihre Herkunft erschließen lassen. Zum anderen ließen sich auch Störungen feststellen, die, wahrscheinlich tropischen Ursprungs oder gar neugebildet, andere und abweichende Auswirkungen hervorrufen, so daß die Wahrscheinlichkeit für die fragliche Mittelmeergruppe der Depressionen durch Einengung noch mehr anwächst.

Diese Überlegung hat wohl Geltung für alle Depressionen, die südlich vorbeigezogen sind. Zahlreiche Störungen jedoch sind nördlich an Birdjand vorbeigewandert, oder es wurde sowohl im Norden als auch im Süden Tiefdruck gemeldet. Auch für diese nördlichen Depressionen aber gilt die obige Überlegung: läßt sich eine Herkunft dieser Tiefs aus dem Schwarzen Meer synoptisch nach den sowjetischen Wetterkarten nicht erweisen, — und das ist bei der Mehrzahl der Fall, — und bieten sich auch keine Anhaltspunkte dafür, daß es sich um tropischen Ursprung oder eventuell um Neubildungen handelt, so spricht die höchste Wahrscheinlichkeit für die Annahme, daß auch diese Depressionen aus dem Mittelmeer stammen, besonders wenn die ägyptischen Wetterkarten diesen Schluß rechtfertigen.

Wiederholt scheinen auf den sowjetischen Wetterkarten im Gebiet Kaspi—Aralsee neue Depressionen von unbekannter Herkunft auf. Zeitlich fallen sie jedoch mit den „westlichen Störungen“ des indischen Wetterdienstes zusammen. Die Tabelle zeigt — unter den insgesamt 36 Druckstörungen des weiteren Raumes — 15 Fälle, also etwa 40%, wo aus Nord- und Südraum zugleich im Zusammenhang mit einer wohl aus dem Mittelmeer stammenden „westlichen Störung“ Tiefdruck gemeldet wird.

Monat	Depression				
Dezember 1932	D 42	D 44			
Jänner 1933	D 3	D 4			
Februar 1933.	D 8	D 9	D 10	D 12	
März 1933	D 14	D 15			
April 1933	D 22	D 23	D 16	D 20	D 21

Es sind weniger „westliche Störungen“ im Süden vorbeigegangen (D 43, D 1, D 2, D 6, D 11, D 13, D 17, D 18, D 27), ohne von einem entsprechenden Tief im Nordraum begleitet zu sein. Die Hälfte von ihnen konnte des über Iran liegenden Maximums wegen gar nicht in das Hochland eindringen.

Entweder ist dieses auf den Wetterkarten aufscheinende Zwillingspaar das Resultat einer Teilung, wie sie z. B. der Meteorologische Atlas von Iraq (8) aus späteren Jahren wiederholt aufzeigt, oder einer Resonanzbildung, wie sie z. B. Banjeri (3) für eine Depression nachgewiesen hat, oder es kann sich auch um einen Trog niederen Luftdrucks handeln, der Nord und Süd verbindet, aber in den Wetterkarten beider Räume mangels Nachrichten aus Iran nicht zum Ausdruck kommt. Es kann nicht die Aufgabe dieser Zeilen sein, diese Fragen zu klären; doch wird man kaum fehlgehen in der Annahme, daß alle drei Möglichkeiten sich in den gezeigten Beispielen ausprägen; die letztere scheint im April besonders — bei zunehmender Erwärmung — aufzutreten.

Auf die Frage nach der Herkunft der in Birdjand beobachteten Luftdruckstörungen ist zu antworten, daß ein überwiegender Teil (nämlich 23 Fälle) aus dem Mittelmeer stammen muß, während nur annähernd ein Fünftel (5 Fälle) über das Schwarze Meer und den Kaspi heranzieht. Nach den Untersuchungen Banjeris (3) sind 1928—1930 in den Monaten Jänner, Februar, März und April 6, 8, 6 und 1—2 „westliche Störungen“ aus dem Mittelmeer nach dem Persischen Golf gelangt. Es würde sich also ein beachtlicher Unterschied zu Birdjand mit den entsprechenden Monatswerten von 6, 4, 7 und 6 zeigen; doch ist er wenig überzeugend, da nur ein einziges Jahr bei anderer geographischer Lage wiedergegeben wird. Immerhin zeigt der Unterschied von Jänner und Februar (10) gegen März und April (13) deutlich das Überwiegen der Frühjahrsberegnung unseres Gebietes gegenüber den Verhältnissen am Golf, wo ja bekanntlich die Winterniederschläge durchaus vorherrschen. Zumeist sind diese Depressionen wohl der Zugstraße V d 2 gefolgt, die nach Weickmann (77) aus dem östlichen Mittelmeer und dem Raum von Cypern nach Osten führt. Sie können, wie Boesch (5) nachgewiesen hat, nur dann durchstoßen, wenn sie das Hoch über der Syrischen Wüste nicht zu stark abriegelt. Aber auch auf der freilich weniger frequentierten Zugstraße V e, die südlich davon liegt, stoßen Depressionen in das Tafelland Vorderasiens vor. Nach Weickmann (77) wird diese Zugstraße in den fraglichen Monaten von durchschnittlich 4—5, nach Bauer (4) von 7—8 Depressionen befahren. Natürlich läßt sich nicht klar unterscheiden, welche Depressionen nun auf V d 2 und welche auf V e herange-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bracht wurden; doch darf man wohl annehmen, daß jene Störungen im Süden, die, ohne die normale Wirkung auf den Birdjander Barographen erzielt zu haben, nach Osten abzogen, sich aber im Persischen Golf bemerkbar machten, weiter entfernt, demnach südlich der Zugstraße V d 2 — möglicherweise auf V e —, vorbeigezogen sind. Es handelt sich dabei um die Störungen D 43, D 2, D 11, D 13, D 27 und die „Einsattlung" E 16, insgesamt also um 6 Störungen, was der von den genannten Autoren angegebenen Zahl für die Zugstraße V e nahekommt. Die anderen „westlichen Störungen" jedoch, die aus der Tabelle hervorgehen, müssen auf der Zugstraße V d 2 herangebracht worden sein, die sich freilich hier nicht als eine direkte „Straße", sondern eher als eine große Fahrbahn erweist, die auch nach dem Süden des Hochlandes übergreift. Durch die im iraqischen Raum erfolgten Teilungen können die Tiefs hier sehr häufig doppelgeleisig, d. h. sowohl durch die Golfe als auch durch das nördliche Hochland von Iran, fahren; dies gilt natürlich a priori für die Resonanzbildungen im Golf.

Normalerweise drückt sich in Ostpersien ein Luftdruckgefälle von N nach S aus. Im Winter ist dies durch die innerasiatische Antizyklone, im Sommer dagegen durch das Luftdruckminimum Südostirans bzw. Südostarabiens bedingt. Es charakterisiert alle nördlich von Birdjand vorbeiwandernden Tiefs, daß zur Zeit ihres Vorbeizuges das Luftdruckgefälle umgekehrt verläuft oder zumindest, soweit sich aus einem Vergleich der sowjetischen und indischen Wetterkarten vergleichen läßt, sich annähernd gleich verhält. Die Umkehrung des Luftdruckgefälles scheint demnach mit dem Vorbeizug von Depressionen im iranischen Raum nördlich von Birdjand gekoppelt zu sein. Ist nun die Gefälleumkehr durch das Tief bedingt, oder ist durch eine Luftdrucksenkung das Tief zum Einschlagen der nördlichen Route veranlaßt worden? Für den Winter scheint die Luftdrucksenkung das Primäre zu sein. Es konnten verschiedene Luftdruckwellen festgestellt werden, die, wohl durch die rhythmischen Schwingungen der Atmosphäre bedingt, „westliche Störungen" aus dem Süden heranzogen. So liegt z. B. W III im Sattel der Luftdruckwelle vom 29. 12. bis 1. 1.; W 1 im Sattel der Luftdruckwelle vom 6.—12. 1.; W 2 und W 3 im Sattel der Luftdruckwelle vom 12.—18. 1. usw. Auch die Störungen W 3 und W 4, die wohl das iranische Hochland befahren haben dürften, aber im südlichen und westlichen Vorbeiziehen nicht so weit nach N griffen, sind durch ihre Lage in großen Luftdrucksätteln charakterisiert. Im März und April jedoch greifen Störungen auch o h n e solche unterstützende Hilfe durch große Luftdruckwellen nach dem Hochlande über. Es ist auch bezeichnend,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

daß diese Luftdruckwellen cum grano salis mit den Registrierungen in Turan korrespondieren, während sonst die Birdjander Witterung mehr mit der von Balocistan verbunden ist. Diese großen Luftdruckschwankungen der asiatischen Antizyklone machen es verständlich, daß sich im Jänner und anfangs Februar den westlichen Störungen ein Weg nach dem nördlichen Hochland eröffnet, der ihnen durch die Auflockerung des Luftdruckes in der Regel erst ab Ende Februar oder anfangs März dank den zunehmenden Erwärmungen offenstünde.

Zur Zugrichtung der Depressionen durch Iran selbst liegt erst eine Untersuchung über einen Einzelfall vor. Banjeri (3) nämlich verfolgte ein Tief vom Mittelmeer, das vom Iraq aus in 10 Stunden den Westrand der Großen Kewir erreichte, südlich der Nordketten in 14 Stunden in das Gebiet von Herat zog, sich am afghanischen Zentralgebirge staute und dann dessen Ausläufer überschritt, um über die Räume von Kandahar und Quetta, freilich schon sehr geschwächt, Sind zu erreichen, wo eine Begegnung mit einer durch die Golfe gewanderten Resonanzdepression erfolgte. Diese Zugbahn möge die „Banjeri-Linie“ heißen.

Von der Tiefe der genannten Gruppe dürften, wie bereits erwähnt, diejenigen, welche W 6, W 27 und besonders die Trift vom 12.—14. 3. hervorgerufen haben, am weitesten nördlich von Birdjand vorbeigezogen sein. Vom Schwarzen Meer kommend, müssen sie sich nördlich der iranischen und zentralasiatischen Randketten gehalten haben, weil sie beim indischen Wetterdienst gar nicht in Erscheinung treten.

Eine zweite Gruppe von Depressionen, nämlich eine Untergruppe von den unter 4 auf S. 32 genannten, muß noch nördlich der Banjeri-Linie ziehen. Sie zeigt nämlich keinen oder nur einen minimalen Einfluß auf Balocistan und wird auch in Birdjand in W I, W 8, W 12, W 14 und W 19 nur schwach markiert.

Eine dritte Gruppe von Tiefs folgt wohl der von Banjeri bekanntgemachten Linie. Auch nach Balocistan Rückseitenwetter bringend, macht sie sich in Birdjand bei drehenden Winden stark bemerkbar. Es handelt sich hier um W II, W 1, W 5, W 7, W 20 und W 23. Grundsätzlich andere Begleitumstände verbinden sich in Birdjand aber mit den „Wannen“ 15 und mehr noch 9 sowie 22, die, kräftig ausgedrückt, ihren unebenen Boden sogar noch trichterförmig vertiefen. Die vehementen Bewegungen, das Kentern der Winde sowie die Temperatursprünge rechtfertigen den Schluß, daß der Kern dieser Tiefs unweit von Birdjand östlich nach Balocistan gezogen sein muß. Auch die Nachbarstationen verbuchen bei Durchzug dieser kräftigen Störungen die Maximalniederschläge des

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Monats, leider die einzigen Meldungen über die atmosphärischen Vorgänge. Diagonal durch Iran und unmittelbar südl. an Birdjand vorbei ist die zu W 18 gehörige Depression gezogen (s. S. 25).

Im Süden von Birdjand ziehen mit Druckstörungen am Ort nach unserer Tabelle noch folgende westliche Störungen vorbei:

Dezember	D 1			entspricht	W III		
Jänner	D 5	D 6			W 3	W 4	
Februar	D 10 [6]				W 10		
März	D 17	D 18			E 16	W 17	
April	D 24 [6]	D 25 [6]	D 26		E 24	W 25	W 26

Keine Wannen oder Einsattlungen wurden bei den im Süden vorbeiziehenden westlichen Störungen D 43, D 2, D 11 und D 27 gezeichnet.

Über die Zugrichtungen der Tiefs im Süden von Birdjand lassen sich wenig konkrete Angaben machen, weil von den in Frage kommenden Stationen keine Luftdruckangaben zur Verfügung stehen und die indische Wetterkarte gewöhnlich nur bis zur Grenze von Balocistan gezeichnet wird. Immerhin konnte erschlossen werden, daß die zu W 3 und W 4 gehörigen Depressionen erst westlich und dann südlich, die zu W III, W 17 und W 26 gehörigen dagegen allgemein südlich an Birdjand vorbeiziehen. Die W 10 entsprechende passiert wohl südlich durch die Golfe, ohne daß sich nähere Angaben darüber machen ließen.

Die zu E 16 gehörige Depression zog wohl südwestlich der Golfe durch Arabien, wogegen E 24 durch Depressionen hervorgerufen wurde, die sowohl im Süd- als auch im Nordraum ostwärts ziehen. Darin spiegelt sich wohl die für April zu erwartende große Luftauflockerung wider, die dann mit temporären Neubildungen in das stationäre thermische Minimum hinübergleitet. Die Störungen D 43, D 2, D 11 und D 27, die im Süden vorbeiziehen, lassen uns nach den spärlichen Unterlagen nur vermuten, daß die entsprechenden Depressionskerne südwestlich des Golfs gewandert sein müssen, weil ja keine Auswirkungen in der Luftdruckbewegung in Birdjand zu erkennen waren. Wahrscheinlich ist in den Golfen auch die Zugbahn der Teiltiefs oder der Resonanztiefs zu suchen, die sich meist entsprechend denen der „nördlichen" Gruppe ausgebildet haben.

Damit sind aber die Druckstörungen unseres Raumes noch nicht erschöpft; denn wir hatten auch auf Neubildungen hinzuweisen (W 17) bzw. solche zu vermuten (W 13). Zu dieser Frage schrieb bereits v. Ficker (16): „Vielleicht liegt in Sistan, das

Auch im Nordraum Tiefs vorhanden!

dem Einbruch kalter Luftströme besonders ausgesetzt ist, das Entstehungsgebiet der . . . kleinen Depressionen, die südlich des Himalaja weiterziehen.“ Es wäre, so führt er weiter aus, eine dankenswerte Aufgabe, die Entstehung dieser Depressionen, die vielleicht denen vom Mittelmeer analog sind, im Zusammenhang mit denen im Nordraum zu untersuchen. Bauer (4) fragt, ob nicht auch andere Tiefs als die auf den südlichen Zugstraßen zum Golf gelangen können, und Banjeri (3), dem das meteorologische Nachrichtennetz zur Gänze aus erster Hand zur Verfügung stand, weist auf entsprechende Probleme hin. Zweifellos ist W 17 durch ein thermisches Tief entstanden, das dann freilich noch durch eine anrückende „westliche Störung“ vertieft wurde. Mit einer richtigen Neubildung freilich hätten wir es nur bei W 13 zu tun; denn bei der vorhergenannten ließe sich auch eine Verneinung rechtfertigen. Leider verbieten es die mangelhaften Unterlagen, ein Urteil abzugeben, das über mehr als eine bloße Möglichkeit solch lokaler Bildungen aussagen dürfte.

Endlich sei auf das wahrscheinliche Eindringen einer tropischen Störung (W 21) und auf die folgenden ausgedehnten Beregnungen hingewiesen, deren Analyse freilich nur im Manuskript gegeben werden konnte. Undeutbar bleibt W 11.

Unsere Darlegungen sind natürlich oft hypothetisch und konnten auch nicht anders sein. Die orographischen Verhältnisse jedoch ermöglichen es, hinsichtlich der Zugrichtung begründete Vermutungen auszusprechen. Zumal in Ostiran erscheinen die weiten, sich leicht und schnell erhitzenden Becken zwischen hohen Gebirgen als Zugbahnen für Depressionen wie geschaffen. Da nun viele Störungen erwiesenermaßen das Hochland von Iran nördlich oder südlich von Birdjand passiert haben, dürfte man mit Recht die Vorstellungen von den Zugstraßen auf Grund der getroffenen Feststellungen wie folgt zusammenfassen:

Die vermutliche Zugrichtung der Birdjand beeinflussenden Druckstörungen (siehe Skizze 2).

A. Nördlich an Birdjand vorbeiziehend:

1. Kaspi—Aralsee (W 6, W 27 und die zur Trift am 12. bis 14. 3. gehörige Depression).
2. Nordpersien—Tor von Iran—Afghanisch Turkestan, nördlich der „Banjeri“-Linie gelegen (W I, W 8, W 12, W 14, W 19).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

3. Längs der „Banjeri"-Linie, Kewir—Herat—Ausläufer des Zentralafghanischen Gebirges—Kandahar (W II, W 1, W 2, W 5, W 7, W 20, W 23).
4. Innerpersien—unweit nördlich sowie östlich von Birdjand (W 9, W 15, W 22).

B. Südlich an Birdjand vorbeiziehend:
1. Nördliche Lut—Zirreh-Becken (W 18).
2. Erst westlich, dann südlich von Birdjand nach Balocistan (W 3, W 4).
3. Längs der Golfe (W 10 und die Depressionen, die sich im Iraq beim Eintritt nach Iran geteilt oder beim Durchzug durch das nördliche Hochland in den Golfen Resonanzdepressionen hervorgerufen haben).
4. Allgemein unfern südlich vorbeiziehend, ohne nähere Bestimmungsmöglichkeit (W III, W 17, W 26).
5. Südwestlich der Golfe durch Arabien (D 43, D 2, D 11, D 27 und E 16).

C. Neubildungen: W 13, W 17.

D. Tropische Störung: W 21.

E. Undeutbar: W 11.

B. Basis Zahidan (24. 4. 1932 bis 28. 6. 1932).

Zahidan liegt nur um etwa 100 m tiefer und 500 km südlicher als Birdjand, aber zum Rande des balocistanischen Beckens offen und darum auch klimatisch diesem angeschlossen. Der indische Wetterdienst unterhält im indischen Konsulat der Stadt eine Station dritter Ordnung, über deren Beobachtung zusammenfassend berichtet wird (24/25).

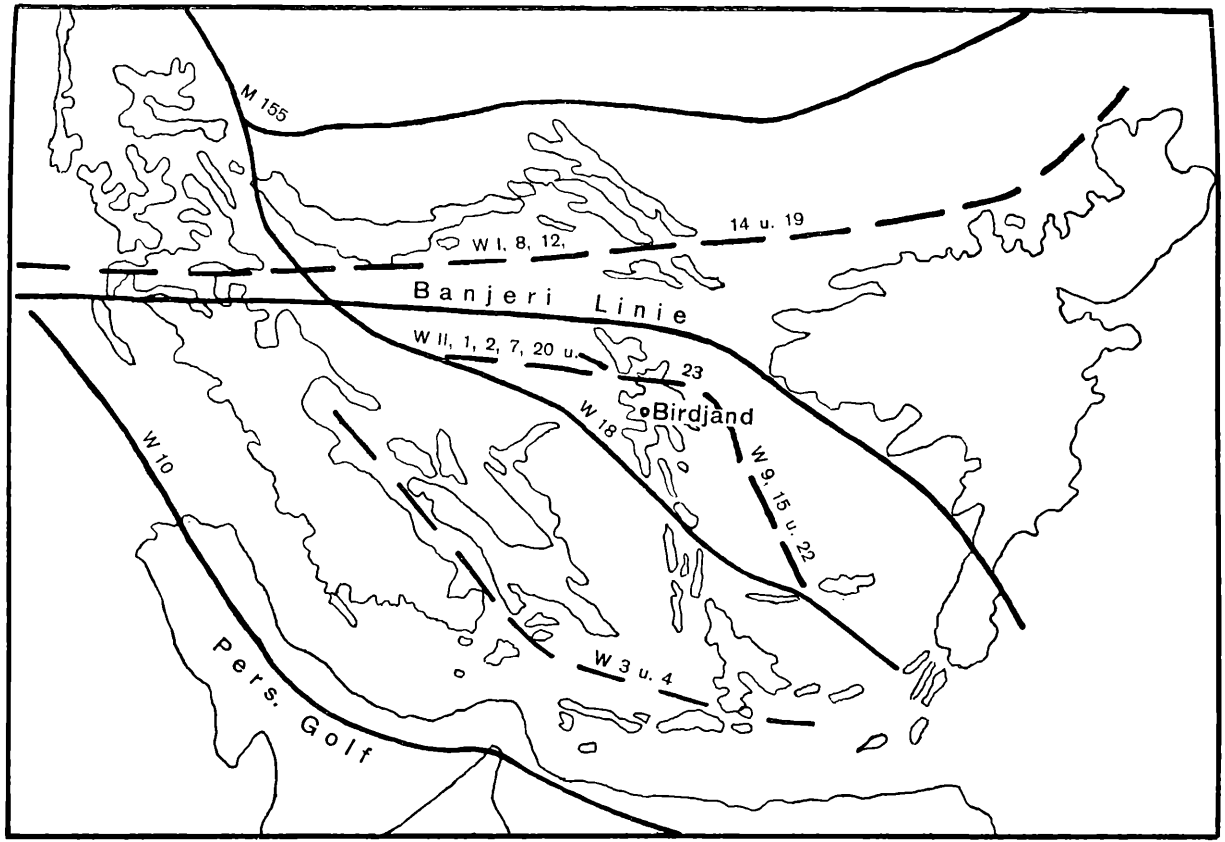
Unser Barograph zeichnete hier ein ganz anderes Bild als in Birdjand. Die dort typischen „Wannen", hier nur vereinzelt auftretend, sind oft von dem viel lebhafteren Tagesgang kaum zu unterscheiden. Von den analysierten 9 Druckstörungen sei vor allem jene wiedergegeben, die durch

1. die 29. „westliche Störung" vom 27.—30. 4.

hervorgerufen wird. Sie bewirkt Sandstürme und Gewitter über einem weiten Gebiet von NW-Indien, den Vereinigten Provinzen und den Zentralgebieten. In Zahidan zeichnet der Barograph vom 26.—30. 4. eine weitgezogene seichte Senke, in die sich, besonders stark ausgeprägt am 27., 28. und 29., die Mulden des Tages-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Skizze 2.



Vermutliche Zugrichtung der Birdjand beeinflussenden Druckstörungen.

Gebirge über 200 m schematisch. Maßstab 1 : 20 Mill.

Die Beschriftung W II, 1, 2, 7, 20 u. 23 gehört zur Banjeri Linie.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ganges einlegen. Besonders die vom 28. mit ihren scharfen „Treppen“ gleicht einer seichten Birdjander „Wanne“.

Am 27. liegt ein Tief über dem Kaspi. Gabriel (20) beschreibt morgens von der Kewir nach Südsturm einen Temperatursturz mit Westwind, das gewohnte Bild eines Frontdurchganges. In Zahidan ziehen nach dunstigem Morgen mittags einige Kumuli auf, und abends gewittert es fern im Gebirge. Balocistan meldet keinen Regenfall. Am 28. liegt nach der sowjetischen Wetterkarte das Tief des Vortages über N-Khorassan, während Gabriel aus der Kewir bereits klaren Himmel meldet, in NW-Indien aber Sandstürme und Gewitter beobachtet werden. Die um 7 Uhr beginnende Zahidaner „Wanne“, 1,5 mm tief, endet nach 15 Stunden. Nachmittags bricht ein an Heftigkeit bald nachlassender Gewitterregen los, ohne daß von den Stationen Balocistans weitere Regenfälle verzeichnet werden. Am 29. liegt das Tief des Vortages über Taschkent, während Gabriel einen klaren Tag meldet, in den Vereinigten Provinzen und Zentralgebieten Indiens aber Staubstürme und Gewitter auftreten. Um Zahidan regnen sich abends Gewitter wolkenbruchartig ab. In der Stadt selbst betragen die Niederschläge nur 2 mm.

Im 30 km entfernten Faltengebirge hingegen ging ein ungewohnt heftiger Wolkenbruch nieder, den wir beobachten konnten. Mittags war der Himmel noch klar; doch war es dunstig und schwül bei Temperaturen zwischen 30 und 32 Grad. Ab 16 Uhr begann sich der Himmel unter Windstößen zu beziehen, und um 17 Uhr brach ein heftiges Gewitter los. Die Entladungen folgten kurz hintereinander, während man den Regen in Böen fallen sah. Nach einer halben Stunde regnete es sich intensiv ein. Die Entladungen hatten zwar aufgehört, doch die herabstürzenden Wassermassen ergossen sich dick wie Stricke, und zeitweise schien es, als ob ganze Wasserkörper herabkämen. Die Torrenten füllten sich jäh mit brausenden Fluten. Man sah deutlich, wie sich den steilen Hang hinab eine geschlossene Schichtflut bewegte. Die von der Autostraße benutzte Haupttorrente füllte sich stellenweise mit 2,3 m Wasser. Um 19 Uhr hörte der Regen allmählich auf. Auch nachts blieb der Himmel bedeckt.

In Nok-kundi und Dalbandin fielen Niederschläge von 1 bzw. 3,5 mm. Entsprechend dem zum Teil umgekehrten Luftdruckgefälle und der Regenverteilung dürfte das Tief nördlich der Banjeri-Linie gezogen sein. Es fällt schwer, vornehmlich die Gewitter vom 29. in Verbindung mit der Störung Nr. 29 zu bringen, die sich ja schon am gleichen Tag in Indien auswirkt. Da auch keine merkliche Vertiefung des Luftdruckes über Balocistan vorliegt, kann man eine Teilung nicht annehmen.

2. Die 33. „westliche Störung“ vom 17.—20. 5.

indischer Zählung bringt in N-Indien und Assam Gewitterregen. Gleichzeitig drückt sich in Zahidan ein seichter Luftdrucksattel aus. Während Gabriel (20) aus Madjra (östlich Kewir) am 17. Gewitter und Sturm meldet, weht in Zahidan abends noch bei geringer Zirrostratus-Bewölkung ein schwacher O-Wind, und tags darauf zeigt sich in dunstiger Hitze eine Art Schirokkoströmung, die dann auch Gabriel abends verspürt, obwohl er 1000 km weiter nördlich ist. Das Druckgefälle verläuft also wieder von S nach N. Auf unserer Fahrt nach Danebaghi spüren wir um Mitternacht geringen Tropfenfall, wie auch das NW-Grenzgebiet Indiens Regen meldet. Am 19. um 15 Uhr regnet in Zahidan bei Gewitter das zweite Mai-Maximum (1 mm) ab. In Danebaghi dauert das Gewitter von 18—21 Uhr; doch erst die Nacht bringt Abkühlung. Während Gabriel klaren Himmel meldet, treten auch nur im NW-Grenzgebiet des indischen Raumes Gewitterregen auf.

Am 20. mittags ist der Himmel bei NNO (Stärke 3—4) meist mit Zirri, Nimbi und Kumuli bedeckt. Um 16 Uhr fällt eine Viertelstunde lang heftiger Gewitterregen bei starkem S-Wind, der auch nachtsüber anhält. Die 33. Störung ist indes in Assam mit lokalen Regenfällen wirksam, tritt also nur bei Beginn ihrer Tätigkeit in der Schirokkoströmung unmittelbar in Erscheinung. Sie ist wohl nördlich der Banjeri-Linie vorbeigezogen.

3. Die 35. „westliche Störung“ vom 4.—6. 6.

bringt Staubstürme im NW-Grenzgebiet und Gewitter in Kaschmir, ohne daß sich in Zahidan und auch in Zabolistan (Sistan), wo wir uns vom 28. 5. bis 5. 6. aufhielten, etwas Besonderes beobachten ließe. Am 3. 6. setzt in Sistan der als Wind der 120 Tage bekannte Nordsturm ein, interessanterweise während eines vom 2.—4. 6. andauernden Luftdruckanstieges!

Damit sind die „westlichen Störungen“ des Winterganges nach dem indischen Wetterbericht abgeschlossen. Vom 17.—20. 6. und vom 23.—26. 6. prägen sich noch Luftdruckwellen aus; doch ist damit ursächlich nur eine Bewölkungszunahme verknüpft.

4. Folgerungen.

Die Gewittervorkommen in Zahidan zeigen, daß sie sich, je weiter die Erwärmung fortschreitet, desto mehr vom direkten und indirekten Zusammen-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hang mit den „westlichen Störungen“ lösen. Die unbedingte Gleichsetzung von wandernder Druckstörung und Niederschlag, wie wir sie während der Monate in Birdjand noch nachweisen konnten, ist aufgehoben. Damit bestätigen sich auch die Ausführungen Bauers (4), daß die „im Frühjahr so stark ausgeprägte Gewittertätigkeit nicht mehr so häufig an das Auftreten von Zyklonen gebunden“ ist. Zum andern zeigt sich, daß die große Luftdruckwelle vom 27. 5. bis 2. 6. die Aktion der „westlichen Störungen“ Nr. 34 weit überdauerte. Gewiß geschah es auch während der Wintermonate in Birdjand vereinzelt, daß der Luftdruck noch nach dem Durchzug einer „westlichen Störung“ weiter fiel; doch nahm die tiefste Stelle der Luftdruckwelle immer auch zugleich das Tiefst der durch eine nachfolgende „westliche Störung“ hervorgerufenen „Wanne“ ein. Diese Loslösung des Luftdruckganges von den an und für sich immer seltener werdenden Depressionen führt endlich zur absoluten Vorherrschaft des thermischen Tiefs im Sommer. Immerhin konnte im April und Mai noch öfter das umgekehrte Luftdruckgefälle von S nach N festgestellt werden. Erst vom 3. Juni an, als der Wind der 120 Tage einsetzt, wiederholt sich eine solche Umkehr für den Sommer nicht mehr. Dieser Termin beendet auch die „westlichen Störungen“. Doch in späteren Veröffentlichungen des indischen Wetterdienstes werden auch vereinzelte „westliche Störungen“ — freilich ohne Auswirkung — während des Sommers gezählt.

Die Zugrichtung der „westlichen Störungen“ ist, soweit feststellbar, auf oder nördlich der Banjeri-Linie zu fixieren.

Der Unterschied zwischen den Druckstörungen von Birdjand und Zahidan liegt also vorerst in der vorgeschrittenen Erwärmung. Zum andern aber ergibt sich, daß die für Birdjand so charakteristische „Wannen“bildung des Barographen in Zahidan selten zum Ausdruck kommt. Bezeichnenderweise ändert sich der Luftdruck in Birdjand sprungartig, und zwar nicht nur bei den „Wannen“rändern, sondern auch bei den vielen „Treppen“ am Eingang und besonders am Ausgang der „Wannen“. Weil diese Erscheinung in den anderen Stationen, wo unser Barograph lief, also in Kerman, Bam, Teheran, Zahidan und zumal in Ra'in, sich nie so ausgeprägt beobachten ließ, ist wohl die von Bergen hufeisenförmig eingefaßte Lage von Birdjand dafür verantwortlich zu machen. Daß aber bei den genannten Stationen, wie Teheran und Zahidan, die Stufenbildung nicht fehlt, läßt wohl den Schluß zu, daß Stufen auftreten, wenn eine über die Ketten von Iran übergreifende Störung mehr oder minder plötzlich den Luftdruck senkt.

Deshalb ist auch für die Höhenbestimmungen die zeitliche Abstimmung der Aneroidablesungen mit der Registrierstation sehr wichtig.

Interessant ist die Tagesamplitude beider Stationen zu vergleichen. In Birdjand ist sie gewöhnlich gut ausgedrückt. Die erste erreicht ihren Scheitel gegen 10 Uhr und ihr Minimum gegen 15 Uhr, während die zweite, meist nur angedeutet, ihren Tiefstpunkt gegen 3 Uhr zeigt. Dies entspricht auch dem von uns in Bam (66) und Kirman festgestellten Tagesgang. Von 120 Fällen fehlt die erste Amplitude in Birdjand 22mal, nämlich dann, wenn ihre Wirkung durch große Druckstörungen verwischt oder ausgeglichen ist. In Zahidan drückt sie sich noch klarer aus, da die Stadt offener und der Erwärmung exponierter liegt als Birdjand. Ihr Maximum zeigte sich gewöhnlich um 7 Uhr (32mal), selten um 6 Uhr (4mal), um 8 Uhr (7mal) und um oder nach 9 Uhr (5mal), wobei es wiederholt noch durch eine besondere kleine Spitze betont erschien. Das Minimum verschiebt sich mit zunehmender Erwärmung im allgemeinen von 16 Uhr auf 18 Uhr. In der merklichen Verlängerung der Amplitude von Zahidan spiegelt sich also wohl die Erwärmung wider. Die zweite Tagesamplitude ist nicht genau ausgeprägt.

Beachtlicherweise schließt sich der Tagesgang des ebenfalls sehr offen und tief liegenden Bam (1000 m), wo unsere Station während der heißen Zeit lief, an Birdjand statt an Zahidan an. Hinsichtlich der Tagesamplitude scheint sich also das Becken der Lut von dem Westbalocistans zu unterscheiden.

II. Die Wetterlagen.

A. Im Winter.

1. Die Normalwetterlage.

Normalwetterlage mit wolkenlosem Himmel und seltenen, nur schwachen Winden zeigen die kontinentalen Züge Ostirans am reinsten. Diese Wetterlage kommt den Durchschnittswerten der klimatischen Darstellung am nächsten. In Birdjand beginnt die Temperaturkurve entsprechend der intensiven, durch keine Wolken gemilderten Ausstrahlung mit einem tiefen Minimum und steigt, bis 10 Uhr meist rasch, zu der gewöhnlich um 15 Uhr erreichten mehr spitzen Kuppe des Maximums an. Von hier fällt eine meist schwach konkav durchgebogene Linienführung zum Minimum etwa eine halbe Stunde nach Sonnenaufgang zurück. Ab Mitternacht voll-

zieht sich die Abkühlung etwas langsamer. Die Tagesschwankungen der Temperatur, die in dieser Wetterlage immer ziemlich extreme Werte erreichen, steigern sich zeitlich mit fortschreitender Erwärmung sowie regional entsprechend dem Eindringen in die Wüste. Im Dezember und Jänner werden in Birdjand meist aperiodische Werte zwischen 8° und 12°, im Februar solche von 8—15° erreicht. Der Durchschnitt zwischen den Extremwerten im Winter wurde von Ficker (16) in Husseinabad bzw. Kerman mit 11,4° und 14,7° errechnet. Beim Kuh-Bakhtu (880 m), in Dehsalm (860 m) und in Kerimabad (1300 m) z. B. wurde in dieser Wetterlage am gleichen Tage Mitte Jänner eine Birdjand gegenüber um 6° bzw. 6° bzw. 4° vergrößerte Differenz gemessen, wobei für die erstgenannte Zahl gewiß die Bergnähe bremsend wirkte. In der Wüste Lut scheint das Maximum sich etwas früher als in Birdjand zu bilden. Seltener in den Randgebieten, sehr häufig jedoch in der Lut, treten über der sich bereits erwärmenden Hamada kleine turbulente Luftbewegungen und Tromben auf, während bei kurzen Windstößen aus verschiedenen Windrichtungen solche aus dem N-Quadranten weit überwiegen. Selbst in dieser Wetterlage mit vorherrschenden Kalmen in Birdjand schläft die — an und für sich schwache — Luftbewegung in der Lut nur nachts ein.

Die Luft ist an solchen Tagen meist klar. Auch Sykes (71) hebt hervor, daß er im Jänner von Shadat aus über die Lut hinweg den 200 km östlich gelegenen Kuh-Shah sah. Die relative Feuchtigkeit bewegte sich in Birdjand zwischen 30 und 60%. Thermo- und Hygrogramm korrespondieren im großen und ganzen, doch verläuft das letztere nachts mehr ausgeglichen. Im Februar vergrößern sich die Schwankungen.

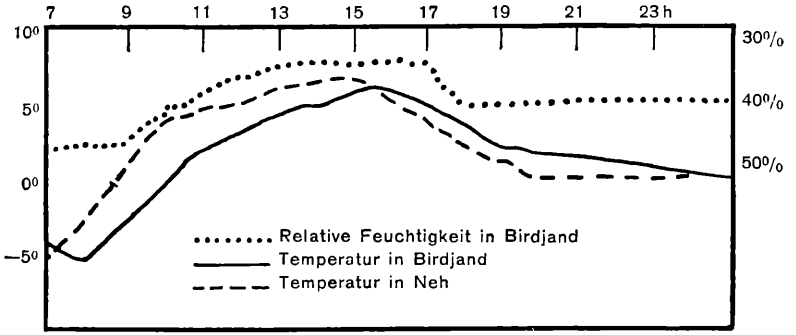
Diese Wetterlage, eine Art Zwischenhoch, ist deutlich an die Zeiten zwischen den durch wandernde Depressionen geänderten Vorgängen gebunden. Sie tritt regelmäßig auf, wenn nach dem Vorbeizug einer Depression sich die atmosphärischen Verhältnisse beruhigt haben, und fehlt bezeichnenderweise, wenn eine gleich folgende Druckstörung diese Beruhigung unterbindet. In den beobachteten 70 Wintertagen war diese „normale Winterwetterlage“ nur 16mal vertreten, wobei sogar Tage mit Spuren von Beginn oder Ende einer anderen Wetterlage mitgezählt wurden, so daß also die Durchschnittswerte des schematischen Klimas im genannten Zeitraum nicht einmal ein Viertel der Gesamterscheinungen ausmachen.

2. Die Kaltluftwetterlage.

Diese Wetterlage ist durch das Vorherrschen kalter N-Winde bestimmt. Machten sich bei der Normalwetterlage Winde aus dem N-Quadranten räumlich und zeitlich nur vereinzelt und nachts überhaupt nicht bemerkbar, so kennzeichnet sich die Kaltluftwetterlage durch ausgesprochene, manchmal auch nachts noch anhaltende N-Winde. Gewöhnlich ist zwar der Himmel klar; doch stellten wir auch Kaltlufteinbrüche bei bedecktem Himmel und Schneefall fest.

Skizze 3.

Kaltluftwetterlage am 6. 1. 1933.



An klaren Tagen verläuft in Birdjand die gezeichnete Temperaturkurve mit nur kleinen Unterschieden zu der vorher beschriebenen. Abgesehen davon, daß bei im ganzen gedrücktem Temperaturablauf die extremen Minima erreicht werden, liegen die Maxima später (16 Uhr), und von ihnen erfolgt ein schneller Abstieg bis zum Sonnenuntergang. Hier zeigt sich ein deutlicher Knick, von dem sich dann der Nachtverlauf, langsam absinkend oder bei leichter Windbewegung öfter leicht gebrochen, absetzt (s. Skizze 3). Die Bilder, überraschend gleichartig gezeichnet, modifizieren sich nur durch die fortschreitende Erwärmung oder durch Wolkenbildung. Die Differenzen zwischen den Extremtemperaturen erreichen nicht die hohen Werte der Normalwetterlage, stehen ihnen aber nur wenig nach.

In Birdjand selbst empfindet man diese Wetterlage nicht als unangenehm. Man kann sich leicht vor der — an und für sich schwachen — Windbewegung schützen und an einer sonnigen

Mauer die wärmende Kraft der Einstrahlung genießen. Freilich macht sich die Abkühlung und Ausstrahlung zur Nachtzeit empfindlich spürbar, zumal da die Frage der Beheizung noch schwer zu lösen ist. Unangenehmer sind die Kaltlufteinbrüche mit Schneefällen und bedecktem Himmel, die zwar keine Minima, dafür aber sonnenlose Tage bringen. Die Einwohner halten sich dann meist im Hause vor dem Holzkohlenfeuer auf oder kriechen unter ihre Baumwolldecken, in der Hoffnung, daß dieses Ungemach nicht lange anhalte. Die Chauffeure und Reisenden aus Khorassan dagegen begrüßen dieses Wetter, da sie aus einem Gebiet mit wesentlich tieferliegenden Temperaturen kommen.

Ähnlich verläuft der Temperaturgang in Neh (1180 m), grundlegend anders jedoch in der nördlichen Lut, wie wir am 25. 12. beobachten konnten. Die Nordströmung in diesem großen Windkanal ist so stark, daß sich trotz der tiefen Lage (900—1000 m) die Erwärmung tags nur wenig durchsetzt und die Temperaturen daher viel ausgeglichener verlaufen als in Birdjand. In nicht ganz so starkem Ausmaß trifft dasselbe für Kerimabad zu, da es nach N hin geschützt ist. Bei größerer Erwärmung ändert sich das aber, wie wir sehen werden. Über die Heftigkeit der winterlichen N-Winde dieser Wetterlage in der Lut und ihren Randgebieten liegen keine Nachrichten vor. Nach unseren freilich lückenhaften Beobachtungen überschreitet sie in der freien Wüste die Stärke 3—4 nach Beaufort-Skala nicht, und in den gebirgigen Randgebieten ist sie entsprechend schwächer. Der Gang der relativen Feuchtigkeit ist gemäß der einheitlichen Luftströmung und geringen Erwärmung äußerst träge. Auch der Feuchtigkeitsschreiber bewegt sich zwar korrespondierend dem Temperaturanstieg, doch ist sein Ausschlag jetzt der geringste unter allen Windwetterlagen. Öfter zeigen kleine Treppen gewisse Veränderungen im Feuchtigkeitsgehalt der herangebrachten Luft. Mit fortschreitender Jahreszeit wird natürlich der Gang des Hygrographen lebendiger. In Birdjand bewegt sich die relative Feuchtigkeit bei dieser Wetterlage zwischen 30 und 50%.

Das Kaltwetter mit wolkenlosem Himmel vom 1.—6. Jänner trat bei einer Hochdrucklage auf, die in Turan noch verstärkt vorherrschte, während eine Depression südlich des iranischen Hochlandes vorbeizog. Kaltwetterlage bei bedecktem Himmel aber zeigte sich in Birdjand, wenn die Druckstörung südlich oder östlich der Stadt mit kalter Rückseite vorbeizog. Der erwähnte Kaltluftvorstoß anfangs Jänner zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit dem Kälteeinbruch in Mesopotamien, bei dem Knoch (37) Hochdrucklage unter gleichzeitigem Vorbeiziehen einer wandernden Druckstörung

im S feststellte. Wir kommen dadurch zur Frage der Kaltlufteinbrüche in unserem Gebiet; denn der Winter 1932/33 charakterisierte sich sowohl durch abnorme Schneefälle wie auch durch mäßige Einbrüche von Kaltluft.

Die Kältewellen im westlichen Teil Vorderasiens sind bereits durch Weickmann und Zistler (77 und 79) eingehend behandelt worden. Nach den Ausführungen beider Autoren lassen sie sich auf ihrem Zug durch Mittel- und SO-Europa bis nach Kleinasien und teilweise bis nach dem Iraq verfolgen. Nach den Untersuchungen von Ficker (18) über die Ausbreitung kalter Luftmassen in Rußland und Vorderasien überschreiten diese Strömungen selten den 45. Breitegrad. Bauer (4) bringt die kalten N-Winde aus dem Gebiet südlich des Elburs und aus der Kewir, die er mit den „Northers" des Pandjab vergleicht, mit wandernden Druckstörungen in Zusammenhang. Er hält es für möglich, daß kalte Luftmassen aus dem N besonders durch Gilan und das Herirud-Tal nach dem Hochland überquellen, und nimmt auch die äußerst heftigen N-Stürme des Herirud-Tales als wahrscheinliche Folgen der von Ficker beobachteten Kältewellen an. Das ihm zur Verfügung stehende Material läßt jedoch eine sichere Schlußfolgerung nicht zu.

Kälteeinbrüche in Ostpersien sind wiederholt nachgewiesen worden. Wir kennen sie aus Meshed (64 a) und wissen durch Gabriel (20) von dem bitterkalten „schwarzen Wind" aus Khwaf. Ferrier (15 a) berichtet, daß er in dem gegen N gut abgeschirmten Turshiz Ende Dezember durch einen großen Frost über eine Woche festgehalten wurde. Von der Oasenstadt Tabas haben Hedin (28) und Gabriel (20) berichtet, daß ihr Palmenbestand durch Kälteeinbrüche oft schwer heimgesucht wird, wie beide Forscher überhaupt wiederholt ihr Erstaunen über die tiefen Temperaturen ausdrücken, denen sie in der Kewir, im Gärm-sir (Warmland), begegneten. Tomaschek (74) berichtet von Extremen bis —25°. Stahl (61) meldet am 23. 12. von Anarek und am 2. 2. von Bafk 11—12 Frostgrade sowie Iven (34) von Kerman Extreme mit —17°. Von Sistan sind Kaltluftvorstöße gut bekannt und mehrfach belegt; Ficker (16) führt das in Husseinabad beobachtete absolute Minimum von —12,7° auf Kaltluftvorstöße aus Westturkestan zurück. Am 31. 1. registriert Goldsmith (23) sogar —15° in Sistan, während Herzfeld (30), der dort den „eisigen Wind" erwähnt, immerhin das Eis auf flachen Gewässern als seltenes Naturereignis bezeichnet. Zweifellos setzen sich, wie das extreme Maximum von Zahidan (—12,7°) beweist, die Kaltlufteinbrüche auch noch weiter südwärts fort. Der von Anfang

Jänner 1933, der in Westturkestan Temperaturen von —14° brachte, ist gleichzeitig in Sistan und Zahidan durch die Jahresminima belegt.

Sind die Kaltlufteinbrüche demnach im O und W der Wüste Lut nachgewiesen, so müssen sie auch in ihr selbst anzutreffen sein. Die einzige Angabe einer Wintertemperatur von Rosen (57) mit einem Wert von —25° scheint freilich kaum im Bereich des Möglichen zu liegen; denn die in der Lut festgestellte Temperaturumkehr kann so tiefe Werte kaum hervorbringen. Sollte es sich dabei aber um einen Kaltluftvorstoß aus dem N handeln, so müßten die N-Winde, ehe sie zu dieser Tiefe von 250—300 m herabsinken, Extremwerte aufweisen, wie sie in Nordpersien noch nie festgestellt wurden.

Wie mir in Bam von Dattelpalmpflanzern erzählt wurde, muß man winters wegen Frostes für die Kulturen bangen, womit gesagt wird, daß die Kaltluft durch den großen Kanal der Wüste Lut bis an den Südrand, das 1000 m hohe Bam, gebracht wird. Der südlich von Bam gelegene Djebel Bariz ist wohl nach Bauer (4) ein Quellgebiet kalter Luftmassen, kann sie aber unmöglich in solchen Graden hervorbringen, daß sie Dattelkulturen zu gefährden vermöchten. Außerdem ist südlich davon am Djaz Murian durch Gabriel (19) vom Winter nur ein nicht lange haftender Schnee bekannt. Überhaupt scheint der Djebel Bariz zusammen mit dem Kuh-i-hesar und dem Kermaner Gebirge den Kältewellen des Winters eine Grenze zu setzen; denn in Schiraz sind trotz der Höhenlage (1580 m) extreme Temperaturen unbekannt.

In der nördlichen Lut (1000 m) erlebten wir unter N-Winden einen freilich bei bedecktem Himmel nur mäßigen Kälteeinbruch mit einem Minimum von —5°, um 2° tiefer als der gleichzeitig in Birdjand registrierte Wert. Demnach ist die nördliche Lut infolge ihrer nach N offenen Lage intensiver der Kaltluft ausgesetzt als Birdjand mit seiner ostwestlichen Tallage. Gewiß wirken auch Temperaturumkehr und geringe Mächtigkeit der Kaltluft mit — ähnlich den Verhältnissen, die Ficker (17) in Westturkestan feststellte. Die wenigen Palmen ohne Fruchtertrag in Khur und Saneghun stellen gewiß Reste ehemaliger größerer Pflanzungen dar, die Kälteeinbrüchen zum Opfer gefallen sind; denn selbst die von Hedin (28) besonders geschilderten Dattelkulturen von Neibänd (900 m) leiden, wie schon Gotthardt (26) und Stewart (63) nachgewiesen haben, troz ihrer geschützten und tieferen Lage noch immer unter Kälte und Schnee.

Über Kältewellen aus der mittleren Lut im Winter ist nichts bekanntgeworden. Auf unsere Minimatemperatur von —4° am

Khosh-rud zu Ende März kommen wir noch zurück. Die am südlichen Lutrand gelegenen Dattel- und Zitruspflanzungen von Shadat (550 m) haben nach Sykes (71) im Jahre 1905 starken Kälteschaden erlitten. Auch in Dehsalm (840) m) an der Ostseite der Lut schadet bisweilen stärkerer Frost den Dattelkulturen, wie mir Ortsbewohner, wohl durchaus glaubwürdig, berichteten, da ja die Oase fast 300 m höher und auch offener liegt als Shadat. Für den kalten N-Wind hat man in Dehsalm wie auch in Zabolistan die spezielle Bezeichnung „bad-e-Khorassan" (Khorassaner Wind).

Nach diesen Ausführungen sind in der Lut und ihren Randgebieten Kaltlufteinbrüche wohl vorhanden, wobei es sich gemäß unseren freilich lückenhaften Unterlagen um zwei verschiedene Arten handeln muß. Einmal sind es bei gleichzeitigem Hochdruck in unserem und dem nördlichen Gebiet mehrtägige Kaltluftvorstöße der Antizyklone, die mit entfernt südlich vorbeiziehenden westlichen Störungen korrespondieren. Das andere Mal handelt es sich um die kalte Rückseite von Druckstörungen, wie wir sie in Birdjand beobachtet haben. Diese zweite Art, ein bis höchstens zwei Tage andauernd, kann auch Schneefälle bringen, die wir bei der ersten nicht registriert haben.

Daß aber im Herzen der südlichen Lut je Schnee fallen sollte, ist kaum anzunehmen. Schon im 300 m höher gelegenen Becken von Zabolistan und in Dehsalm zählt Schnee zu den Seltenheiten. Als bei dem großen Schneefall am 30. 12. (bei W III) auch Dehsalm einige Flocken beschert wurden, erinnerte man sich an den Parallelfall „im letzten Winter, ehe die Deutschen kamen", also 1913/14; denn 1915 hatten einige deutsche und österreichische Soldaten der Expedition Niedermayer (48) Dehsalm berührt. In Bam am Südrand der Lut (1050 m) kennt man Schnee als eine große Seltenheit, während er nach den Berichten der Karawanentreiber in Shadat, das im Winter ein sonniges, den Orangen- und Zitronenpflanzungen günstiges Rivieraklima hat, schon unbekannt ist. Um so mehr dürfen wir vermuten, daß er natürlich auch in dem tieferliegenden Becken der innersten Lutwüste nicht auftritt. Während die Kewir bekanntlich Schneefälle erlebt, dürfte die Lut wohl die Ausnahme von der Regel bilden, daß das ganze Hochland von Iran Schnee kennt. Adamov (2 a) berichtet über den Kaltlufteinbruch 1948/49, wo in Nordiran —25° und 1.5 m Schneehöhe gemessen wurden. Ähnliche Werte sind 1881/82, 1924/25, 1929/30, 1931/32 und 1935/36 bekanntgeworden.

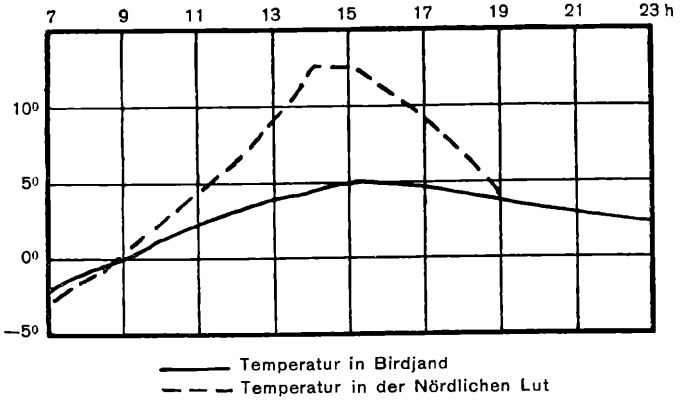
©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

3. Die Warmluftwetterlage.

Die Warmluftwetterlage ist bestimmt durch Winde aus dem S-Quadranten mit Temperatursteigerung und Wolkenbildung, die sich zu kräftigen Niederschlägen kondensiert, in den Randgebieten und selten in der Lut selbst. Wir registrierten solche Warmluftwetterlagen am 27. Dezember, am 7., 8., 14., 15., 25., 26. und 27. Jänner und am 4., 6., 19., 20. und 28. Februar — also häufig genug, um sie als einen wesentlichen Bestandteil des Winterklimas unseres Gebietes zu erkennen.

Skizze 4.

Warmluftwetterlage am 27. 12. 1932.



Das Bild des Thermographen kennzeichnet sich dabei, abgesehen von der allgemeinen Temperatursteigerung, durch ein in breiter Kuppe von 14—17 Uhr zerdehntes Maximum. Hält die Südströmung nicht über den Abend hinaus an, so tritt als Charakteristikum noch der anomale Nachtverlauf hinzu, der, mit scharfem Knick nach Sonnenuntergang absetzend, in nur mäßigem Fall fast geradlinig zum Minimum führt, da die Wolkendecke die Ausstrahlung und Abkühlung abbremst. Hält aber, wie nicht selten, die Südströmung auch nachts über an, so sinkt die Tagesgangkurve langsam verflachend zu einem Minimum, das die relativ höchsten Werte unter allen Wetterlagen aufweist. Die Differenz zwischen den extremen Temperaturen dieser Tage ist mäßig, steigert sich aber mit fortschreitender Erwärmung. In der Lut hingegen, wo die

Wolkenbildung meist fehlt, bringt diese Wetterlage, zumal wenn die nächtliche Abkühlung nicht durch Warmluftzufuhr gemildert wird, ziemlich extreme Werte. So maßen wir z. B. am 8. 1. in Dehsalm nach einem Minimum von 0° um 14 Uhr bereits 20°, indes der Thermograph in Birdjand die Extreme von 2° und 10° verzeichnete. Diese Steigerung der Extreme geht auch aus der Skizze der Nordlut hervor (Skizze 4). Bei bedecktem Himmel sind die Unterschiede geringer. Kommt es zur Kondensation, so zeigt die Temperaturkurve einen entsprechenden kleinen Sprung.

In dieser Wetterlage bewegt sich die Luft meist böig. Besonders im Februar bringt der Süd in leichten Stößen angenehme Wärme nach Birdjand, wobei 16°, ja 18° erreicht werden können. In der Lut hingegen herrscht zwar eine einheitlichere, aber in ihrer Stärke öfter wechselnde und zeitweise zum Sturm gesteigerte Strömung. Dunst und in der Wüste Staub oder bei heftigerer Windbewegung Sand trüben die Sicht in dieser Wetterlage: es ist der „Bad-Käsif", der Schmutzwind, so besonders im Osten genannt, wo der Wind die Sande aus den östlichen großen Dünenzügen heranträgt. Die relative Feuchtigkeit beträgt vorwiegend 40—60%, streut hier aber besonders viel, zumal bei Regen.

Das Vorkommen dieser Wetterlage ist an den Vorbeizug westlicher Störungen und an die Umkehr des normalen Luftdruckgefälles gebunden. Oft ergibt sich diese Lage schon, wenn sich die anrückende Depression noch im Iraq befindet; besonders aber stellt sie sich bei nördlich oder westlich von Birdjand vorbeiziehenden Störungen ein.

4. Die Westwetterlage.

Die Westwetterlage, die eigentliche Schlechtwetterlage, wird bestimmt durch intensive Wolkenbildung, Niederschläge und gedrückte, wenig bewegte Temperaturen bei Winden aus dem W-Quadranten. Die eine ihrer Spielarten setzt mit einem augenscheinlich den Frontdurchgang dokumentierenden Temperatursprung ein, bei der anderen wieder sinken die Wärmegrade allmählich, fast ohne Tagesabgang, ab. Bei NW gestaltet sich diese Lage anders als bei dem nur vereinzelt auftretenden SW; doch ist uns hier, da die Unterlagen für weitere Spezialisierung nicht ausreichen, Zurückhaltung geboten. Eine Abart dieser Wetterlage bringt auch Aufklarung.

Der Temperaturgang dieser Wetterlage kennzeichnet sich in Birdjand durch Verflachung. Am 21. 12., 22. 12 und 16. 1. betrug die Spanne zwischen Maximum und Minimum nur 2°. Das allge-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

meine Absinken der Temperatur bei dieser Wetterlage bedingt es bisweilen, daß das Tagesminimum (z. B. am 17. 1.) um 24 Uhr auftritt. Nördlich von Madjon, nahe der Lut, beobachteten wir am 20. 1. bei einsetzendem heftigem NW-Wind einen Temperatursprung von 9° auf 4°, der sich im 30 km entfernten Birdjand überhaupt nicht bemerkbar machte. Ähnliche in Birdjand fehlende Sprünge zeichneten auch Kerimabad (1300 m) aus. Wir können nicht entscheiden, ob es ein Zufall oder eine klimatische Regel ist, daß solche Sprünge in Birdjand erst im Frühjahr einsetzen. Auch Gabriel (20) hat in der Kewir nach Kentern des Windes zum NW Temperatursprünge beobachtet.

Diese Periode zeigt auch die heftigsten Winde, zumal der offenen Wüste zu, in gesteigertem Maße. Der NW erreicht nach unseren Feststellungen die größte Heftigkeit. Während der W-Wind weniger stark, aber anhaltender beständig auftrat, trug der SW mehr böigen Charakter.

Die Sicht bei dieser Wetterlage ist meist schlecht; doch wurden feuchte Nebel, wie sie z. B. Hedin (28) in der Kewir als „charakteristisches Zeichen dieser Jahreszeit" beschrieb, hier nur einmal über dem See Shuturan, nördlich von Shusp, beobachtet, dessen Wasser bedeutend wärmer als die herangebrachte Kaltluft war.

Der Gang der relativen Feuchtigkeit dieser Periode bewegt sich in den höchsten Werten. Sprünge treten oft in Zusammenhang mit dem Fallen von Niederschlägen auf. Schon jetzt im Winter ereignet es sich, daß in der Lut der Regen im Fallen verdunstet und nur vereinzelte Tropfen den Boden erreichen. In der wärmeren Jahreszeit geschieht das fast regelmäßig. Soweit wir feststellen konnten, tritt im Mittel- und Nordteil der Wüste eine Wolkenbildung am häufigsten bei dieser Wetterlage auf.

Zwar ist die Westwetterlage an wandernde Druckstörungen gebunden; doch folgt der W-Wind nicht jeder Depression. Zieht diese nördlich vorbei, so bildet sich oft keine W-Windlage aus, sofern neu anrückende Störungen den Umlauf der Winde nicht aufkommen lassen.

O-Wind wurde verhältnismäßig selten beobachtet. Als SO schließt er sich trockener Warmluftwetterlage, als NO mehr der Kaltluftwetterlage an. Die Unterlagen reichen zum Aufbau einer besonderen Wetterlage hier nicht aus.

Auch gelang, da sich eben nicht alle atmosphärischen Vorgänge ganz klären ließen, nicht eine Klassifizierung aller Tage nach dem hier aufgezeichneten Schema; doch hoffen wir die klimatischen Hauptvertreter des Winterviertelljahres erfaßt zu haben.

B. Im Frühjahr.

In ganz Iran, besonders aber in Ostpersien, wird der Frühlingsanfang, das „Neujahr", als hoher Festtag gefeiert. Als Stichtag beeinflußt er die Bewohner unseres Gebietes stark; denn die landwirtschaftliche Bevölkerung der tiefer gelegenen Ortschaften verläßt tunlichst an ihm ihre Wohnsitze, um eine mehr dem Nomadendasein angepaßte Lebensform zu übernehmen. Mag dieser Brauch auch auf uralte präislamitische Kultvorstellungen zurückgehen, so haben ihn doch die klimatischen Gegebenheiten über Jahrtausende lebendig und lebensnotwendig erhalten. In der Regel fallen von nun ab die an Ergiebigkeit jäh abnehmenden Niederschläge nur noch im Gebirge, um nach einer „Gewitterfacies" in den trockenen Sommer überzuleiten. Die Becken sind immer stärker der dörrenden Hitze preisgegeben, und der Verkehr durch die Lut nach Shadat hört in der Regel nach dem 21. 3. ganz auf. Das Gebirge aber bietet die von den Herden gesuchten saftigen und blumigen Triften, und so „zieht man in den Frühling". Kommt dieser Umbau klimatischer Vorgänge besonders in den Gebieten unter 1200—1300 m scharf zum Ausdruck, so nimmt der Sommer an vielen Orten einen deutlichen Anfang durch den Ausbruch des 120-Tage-Windes. Die Herausstellung einer besonderen Frühlingsjahreszeit, die in vielen Gegenden Vorderasiens problematisch scheint, ist daher in unserem Gebiet für die Spanne vom 21. 3. (persisch Neujahr) bis Anfang Juni durchaus gerechtfertigt.

Dies zeigen auch die durchschnittlichen Luftdruckverhältnisse des März. Abgesehen von der allgemeinen Luftauflockerung und der dadurch bedingten Verringerung des Gradienten von N nach S unterscheiden sich die Isobaren dieses Monats kaum von denen des Winterdurchschnitts. Erst die Aprilkarte zeigt eine erheblichere Umgestaltung, indem die mehr nach W verlagerte innerasiatische Antizyklone stark abgebaut erscheint, während sich über NW-Indien ein thermisches Tief ausbildet, das schon öfter nach dem W ausgreift. Das inzwischen stark verringerte Luftdruckgefälle steigt im Mai wieder, weil das nun weit nach SO-Iran übergreifende thermische Tief weiter abgesunken ist. Beträgt der Winterdurchschnitt des Gefälles z. B. zwischen den Stationen Ashabad—Djask 6 mb, so ändern sich die Werte für März, April und Mai auf 5, 3,5 und 5,5 mb.

Nach den Strömungskarten Bauers (4) hat sich die Lage im März gegenüber dem Winterdurchschnitt überhaupt nicht verändert. Gerade nach ihnen scheint dieser Monat nur ein wärmeres Bild des Winters wiederzugeben. Wie Bauer auch hervorhebt, ist der April „die eigentliche Übergangszeit zwischen Winter und

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Sommer und damit auch die Herrschaft kleiner und kleinster Zirkulationssysteme" (S. 464). Wohl zieht noch eine Strömungslinie durch das Zugloch des Herirud nach Zabolistan und Balocistan; doch fehlt im April der westliche Zweig, der die Lut durchfuhr. Sobald neue Beobachtungen zur Verbesserung der Strömungskarten vorliegen, dürfte sich speziell für Ostpersien das Bild etwas wandeln, wobei für April eine lokale Zirkulation über dem bereits stark erhitzten Lutbecken aufscheinen dürfte; denn dieses — und nicht, wie Bauer irrtümlich annimmt, das von Sistan — ist ja das tiefste und damit auch heißeste Großbecken Irans.

Schon der Mai zeigt deutlich den Aufbau des Sommermonsuns. Das große Auflockerungsgebiet SO-Irans saugt die Luft an sich, und die Lut mit ihren Randgebieten wird, wie Bauer ausführt, mit kontinentalen, von der immer noch bestehenden Divergenzlinie im N, der Woekoffschen Achse, abströmenden Massen beschickt. Als echte Monsune fließen aber dem großen Tief auch Winde aus der Arabischen See zu, die sich freilich bei Übertritt auf das warme Land oder gar beim Abstieg in die heißen Becken thermisch und dynamisch dermaßen erwärmen, daß sie in der Regel austrocknen und nur ausnahmsweise Feuchtigkeit spenden können. Wohl ziehen noch westliche Störungen nach dem O, doch sind sie kraftlos und ohne wesentlichen Einfluß. Die Bewegung des Luftdruckes, in kühlerer Jahreszeit eng an die Störungen gebunden, hat sich im Mai bereits von diesen gelöst und gehorcht nun den Gesetzen des Sommers; die Tagesamplitude verändert den Luftdruck mehr als die Depression.

Bei Behandlung der Wetterlagen in den Frühlingsmonaten beziehen sich unsere Beobachtungen bis zum 20. 4. noch auf Birdjand, vom 24. 4. aber bereits auf Zahidan. Beide Stationen sind in ihrer Art so verschieden, daß wir, diesen Ausgangspunkten entsprechend, eine Zweiteilung vornehmen müssen.

a) Bis zum 20. 4. (Basis Birdjand).

1. Die Normalwetterlage.

Die auch in den ersten Frühlingsmonaten in Birdjand häufig vertretene Normalwetterlage zeigt dem Wintertyp gegenüber gewisse Abwandlungen. Das relativ stark gestiegene Minimum liegt nun näher den Warm- als den Kaltluftlagen und zeigt damit, daß die Einstrahlung zu- und die Ausstrahlung abgenommen hat. Wie im Winter erfolgt zwar auch jetzt ein ziemlich schneller Anstieg bis 10 Uhr, doch trägt die Maximumkalotte nun durch Zerdehnung der

stärkeren Erwärmung Rechnung. Der Abstieg vollzieht sich in der gleichen schwach konkaven Linienführung, die nun freilich öfter durch böige lokale Windbewegung etwas bewegt erscheint. Es ist charakteristisch, daß eine Vergrößerung der Differenzen der Extremtemperaturen, wie wir sie im Winter mit zunehmender Erwärmung feststellen konnten, nun nicht mehr zu konstatieren ist. Die Tagesmaxima und -minima liegen 12—15° voneinander entfernt. Ficker (16) errechnete für Husseinabad bzw. Kerman dafür 12.4 bzw. 16,4° als Durchschnittswerte.

Was wir dagegen in der Lut an Differenzen der Extreme feststellten, läßt die Durchschnittswerte weit hinter sich, die Ficker in Kerman als die höchsten derzeit (1927) bekannten bezeichnete. Am 25. 3. z. B., der bis zur Maximabildung noch der Normallage zuzurechnen ist, zeigte Birdjand eine Extremdifferenz von 12°, die innere Lut (290 m) eine solche von 24° (nämlich 6° Minimum und 30° Maximum), während Gabriel (20) am gleichen Tag am Westrand der Kewir eine Differenz von 22,4° bestimmte. Unsere Messungen korrespondieren auch mit den Angaben Khanikoffs (36), daß Ende März in Sericha, wo die Kontinentalität an und für sich durch die Gebirgsnähe etwas gemildert ist, Tagesschwankungen von 20—29° herrschten.

Die kurzen turbulenten Luftbewegungen, im Vergleich zum Winter bei dieser Wetterlage häufiger und vehementer, treten nun auch in den Randgebieten auf. Vielleicht im Zusammenhang mit der Abschwächung des Luftdruckgradienten ließ sich beobachten, daß dabei — und zwar vornehmlich in der Lut selbst — nicht mehr die Nordströmung dominiert. Die Klarheit der Luft hat infolge Wärmebrechung und höheren Staubgehaltes nachgelassen, ihr Feuchtigkeitsgehalt ist in Birdjand nur wenig gefallen; die Schwankungen jedoch sind gewachsen (25—60%). Wir maßen bei dieser Wetterlage in der Lut (freilich mit unvollkommenem Instrument) eine Feuchtigkeit von 19%, während Khanikoff ungefähr zum gleichen Termin unweit davon bei anscheinend gleicher Wetterlage 11% konstatierte.

Die Normalwetterlage erscheint wie im Winter an einen mehr oder minder störungsfreien Zustand der Atmosphäre gebunden. Sie trat jedoch, da im April 1933 abnorm viel wandernde Depressionen zu verzeichnen waren, damals verhältnismäßig selten auf.

2. Kaltluftwetterlage.

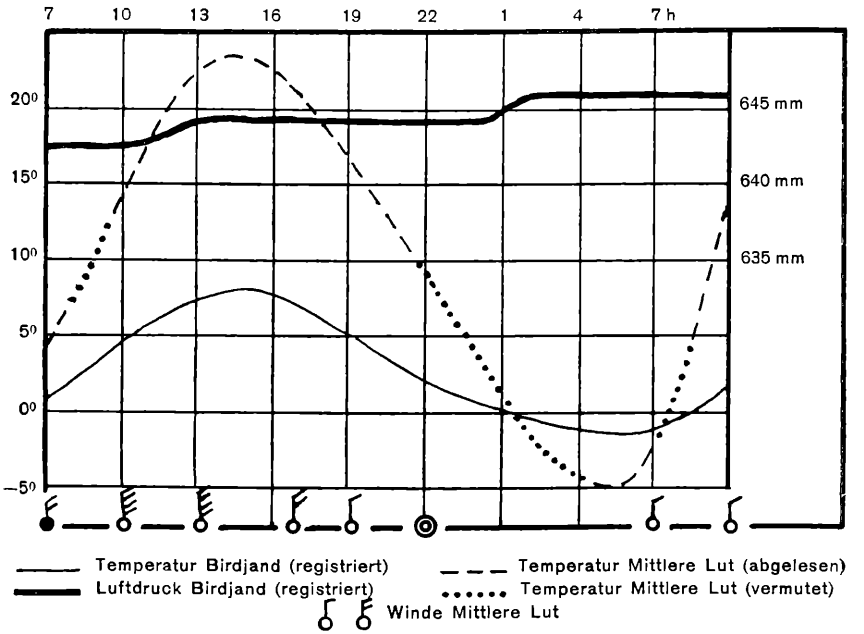
In Birdjand setzt das Minimum bis Ende März wiederholt noch unter 0° an, um sich dann zur spätliegenden Maximumkalotte mit

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einem stärkeren Ausschlag als im Winter zu erheben, da sich das Maximum durchschnittlich intensiver als das Minimum verändert hat. Geblieben ist die klare Luft jener Lage, gestiegen dagegen die relative Feuchtigkeit und bemerkenswerterweise auch die Heftigkeit der Winde, obwohl man gemäß dem abnehmenden Luftdruckgradienten das Gegenteil erwartet hätte. Auch das südlicher und

Skizze 5.

Kaltluftwetterlage am 23. und 24. 3. 1933.



tiefer gelegene Neh (1300 m) hat nach den Beobachtungen Khanikoffs (36) noch Märzminima unter 0°.

Die Lut zeigt bei dieser Wetterlage einen grundlegend anderen Temperaturablauf als im Winter. Die Erwärmung setzt sich gegenüber der Nordtrift durch, so daß die Extreme bei bedeutend höheren Maxima weit mehr als in Birdjand ausschlagen (siehe dazu Skizze Nr. 5, Temperaturablauf in Birdjand und auf der Route Kuhbakhtu—Khosrud [850—550 m]). Unter heftigen N-Winden, die uns auf den mäßigen Anhöhen längs der Route fast umrissen, stieg

das Maximum der mittleren Lut immerhin auf 23° an, also um 18° höher als das von Birdjand! Dies entspricht einer Temperaturabnahme von 1,8° je 100 m! Hält man sich dagegen die von Ficker (16) bestimmten durchschnittlichen Temperaturabnahmen zwischen Husseinabad und Kerman mit 6,5° bei 1150 m Höhendifferenz im Frühjahr vor Augen, so kann man die Kraft der Überhitzung ermessen. Unser Minimum vom 23. 3. lag infolge bedeckten Himmels und der Bergnähe etwas über dem der Registrierstation, am 24. aber trotz tiefer Ortslage bei Klarhimmel und schwachem Nord mit —4° unter dem Birdjander Wert, ein Kaltlufteinbruch, der sich als Rückseite aus der typischen Birdjander „Wanne" (Nr. 17) mit Treppenaufstieg zum Hochdruck entwickelt hat (Skizze 5). Daß auch die Südlut nicht selten Kälteeinbrüche im März erlebt, zeigen die Ablesungen Gabriels: am 7. 3. in Nasradabad (1170 m) —6°, am 8. 3. in Cha-saud (? m) und am 13. 3. in Cha-rui (? m), wo sich der Boden mittags bis 44° erhitzte, ebenfalls Werte unter dem Gefrierpunkt. Der N-Wind, nach Hedin (27) bei Gärm-ab (im SW von Khusb) bad-e-bähar (Frühlingswind) genannt, scheint in dieser Jahreszeit heftiger aufzutreten, wobei die Sicht jedoch ganz gut bleibt. Bei Hochdrucklage und gleichzeitigem Tief in SO-Balocistan wurden nur am 17. 4. N- und auch O-Winde ohne darauffolgende wesentliche Luftdrucksenkungen beobachtet. Die Zeit der Einbrüche der Fickerschen Kältewellen (18) ist wohl vorbei. Unsere Wetterlage entwickelt sich immer nur als Rückseite wandernder Druckluftstörungen.

3. Warmluftwetterlage.

Da während unserer Beobachtungszeit in der ersten Frühlingshälfte zahlreiche Druckstörungen nördlich von Birdjand vorbeizogen, war die Warmluftwetterlage sehr häufig ausgeprägt. Wenn auch die vielen wandernden Tiefs im April, wie bereits erwähnt, nach den bislang bekannten Tatsachen eine Ausnahme zu bilden scheinen, so dürfte auch bei Normalverhältnissen eine Umkehr des Luftdruckgefälles häufig auftreten, da ja gerade im April der Gradient am geringsten ist und die Erwärmung des Hochlandes den Depressionen aus dem W das Eindringen erleichtert.

Das Maximum der Temperaturkurve ist wie im Winter zerdehnt. Die seit Ende März bei dieser Wetterlage sich häufig bildenden Nachmittagsgewitter beschneiden mit ihrer Abkühlung die Maximalkalotte auffällig. Den Nachtverlauf der Temperatur hebt die oftmals noch durchhaltende S-Strömung. Die Windbewegung zeigt meist böigen Charakter. Die relative Feuchtigkeit ist etwas

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gestiegen. Niederschläge fallen bei dieser Wetterlage ausgiebiger als im Winter.

Schon in Kerimabad am Lutrand (1280 m) mildert sich die Minimabildung durch die Wolkendecke, wie etwa am 17. 3. um 7 Uhr in Kerimabad 10°, in Birdjand 5° abzulesen war. Weitere Beobachtungen bei Warmluftlage in der Lut werden später mit den Triftströmungen besprochen.

Gabriel, dem wir die besten Nachrichten über die südlichste Lut verdanken (19), meldet von dort häufige Frühlingssüdwinde und liest Mittagstemperaturen von 30—34° ab. Am 1. 4. registriert er in Baloc-ab (460 m) bei S-Wind den für diese Wetterlage verhältnismäßig niederen Feuchtigkeitswert von 22%, der nach seinen Angaben in Keshit (560 m) Ende März/Anfang April bei schwülem S-Wind nicht unter 45% sank, wobei die Temperatur zwischen Extremen von 19—30° schwankte. Freilich modifiziert hier wohl die Oase den Zustand der Atmosphäre. In der Zangi-Ahmed-Wüste, dem südlichsten Teil der Lut, beobachtete Gabriel gleichfalls S-Wind mit Temperatursteigerung. Er weist besonders darauf hin, daß sich an den Dünen hier wie südlich des Nämäksar und bei Nakhab (SO-Lut) die führende Rolle des S-Windes erkennen lasse.

Die Warmluftlage erfordert dieselben Voraussetzungen wie im Winter, nämlich eine Umkehr des normalen Druckgefälles, verursacht durch wandernde Depressionen. Die dadurch bedingten Temperatursteigerungen sind auffallend unterschiedlich. Auch Gabriel (20) kennt aus der Kewir den „kalten" Südwind; doch reichen unsere Unterlagen zur Klärung dieser Erscheinung nicht aus.

4. Luftströmungen aus SO und O.

Obwohl der Warmluftlage verwandt, ist dieser Typ doch wegen besonderer Eigenschaften herauszustellen, nämlich wegen der anhaltenden gleichen Luftfeuchtigkeit, der längeren Dauer, der verhältnismäßigen Trockenheit und der Windrichtung.

In der genannten Beobachtungszeit verzeichneten wir diese Triften nur zweimal. Zum erstenmal traten sie, wie bereits ausgeführt, vom 12.—14. 3. auf.

Vom 26.—28. 3. finden wir in Birdjand eine mäßige Strömung, in der Lut aber im Zusammenhang mit „Wanne" Nr. 18 (s. S. 25) starken SO- bzw. S-Sturm ausgeprägt. Skizze 1 veranschaulicht zusammenfassend die auf der Route vom Herzen der Lut (280 m) nach Dehsalm (860 m) gesammelten Beobachtungen, wobei in der

Gegenüberstellung die klimatische Sonderheit der Lut deutlich hervortritt.

Wenn in der Lut am 26. 3. die 7-Uhr-Ablesung 12° zeigte, so erscheint dieser Wert eigentlich für die in morgendlichen Kalmen ausgedrückte Normallage zu hoch; doch hatte die nachts in Stößen herangebrachte wärmere Südluft trotz des klaren Himmels eine intensive Abkühlung verhindert. Auch Birdjand, wo der S-Wind nachts einige Niederschläge gebracht hatte, registrierte einen relativ hohen Wert. Das Minimum am 27. 3. am Fuß des Berges Beta (680 m) wurde mit 20° bei OSO-Sturm und bedecktem Himmel gemessen. Es übersteigt den gleichzeitigen Birdjander Wert um fast 12°, obwohl dieser auch sehr hoch liegt wegen einer seit den Morgenstunden des Vortages gleichmäßig wehenden SO-Strömung. Das Minimum vom 28. 3. betrug in Dehsalm (860 m) nach dem Wettersturz bei N-Wind 4°. Gewiß hier durch Oasenklima, Bergnähe und Höhenlage sehr gemildert, dürfte es in der westlichen Lut analog der Minimabildung am Khosh-rud (s. S. 58) an die Frostgrenze herangekommen sein. Es liegt nun sehr nahe bei dem Wert von Birdjand, wo inzwischen gleichfalls der Wettersturz erfolgt ist. Das Maximum des 26. 3. in der Lut, zeitlich etwas später als das von Birdjand, übertrifft dieses bei leichtem S-Wind mit 33° um mehr als das Doppelte. Tags darauf werden dagegen in der Lut bei bedecktem Himmel und feuchtem S-Sturm, freilich in Höhen von 800—900 m, nur 30° erreicht, während Birdjand bei einem föhnigen. die Temperatur und Trockenheit steigernden Ostwind an 20° registriert.

Die Luftströmung in Birdjand am 26. und 27. 3. ähnelt der bereits geschilderten stark. Auch hier sind bis in die Vormittagsstunden des 27. die Schwankungen des Hygrometers minimal; nur der Feuchtigkeitsgehalt liegt etwas höher. Auch die Temperaturbewegung entspricht dem vorigen Fall. In der Lut beginnt, nachdem nur leichte Stöße aus S und zeitweise auch aus W und O geweht hatten, erst am Abend des 26. der SO als Sturm, über den berichtet wurde (s. S. 25).

Nicht allein dem Tagesgang, sondern auch der Föhnwirkung ist es zuzuschreiben, daß im Gegensatz zum oben Beschriebenen die Luftströmung am 27. in Birdjand immer trockener und wärmer wird; denn nun dreht sie, der Zugrichtung des angenäherten Tiefs folgend, nach O und fällt von den 2800 m hohen Ketten des Kuh-e-Muninabad. Beiden Strömungen ist das Vorhandensein eines Hochdruckgebietes über Mittelafghanistan (ausnahmsweise auch auf den indischen Wetterkarten verzeichnet) eigen, das in Luftaustausch mit einer aus dem Schwarzen Meer ostwärts ziehenden

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

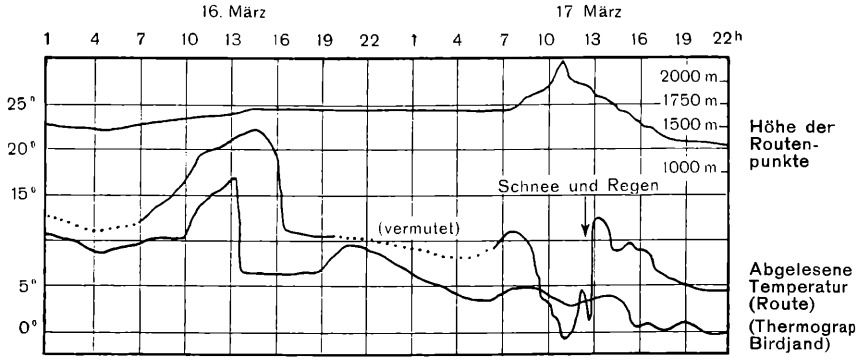
Depression steht. Die trockene Luft kommt also im wesentlichen aus dem südafghanischen Wüstengebiet. Von den Stationen Balocistans registriert nur Dalbandin mit ONO-Winden beide Triften, weil es dank seiner Lage als einzige von diesem Luftaustausch bestrichen werden kann.

5. Westwetterlage.

Wie im Winter sind auch jetzt zwei Arten zu unterscheiden, deren eine die Temperatur allmählich und deren andere sie sprunghaft absinken läßt. Zum Unterschied vom Winter spiegelt jetzt aber

Skizze 6.

Westwetterlage am 16. und 17. 3. 1933 in Birdjand und südlich Madjon.



auch die Birdjander Station dieses Bild wider. Wenn der Temperaturgang nun auch gedrückt und stark verflacht erscheint, treten doch so extrem geringe Differenzen wie im Winter nicht mehr auf. Bei schlechter Sicht und hoher relativer Feuchtigkeit fallen häufig Niederschläge. Auch hier ist die W-Wind-Lage ursächlich mit Druckstörungen verbunden, doch tritt sie dabei nicht regelmäßig auf und fehlt besonders dann, wenn die nördlich vorbeiziehenden Depressionen rasch aufeinanderfolgen.

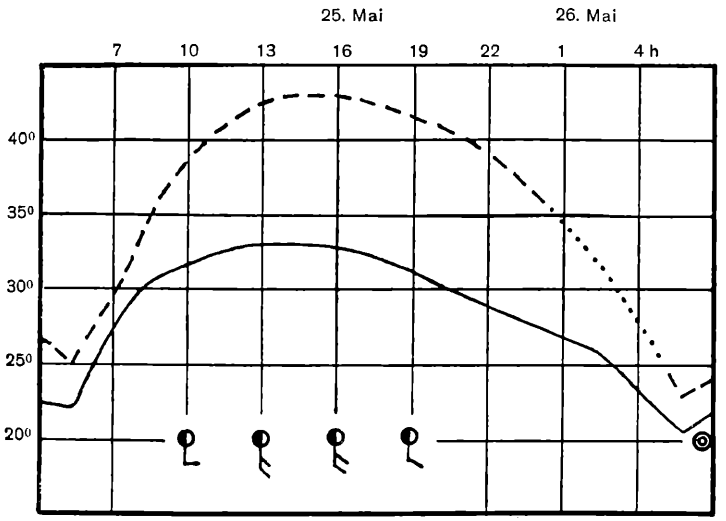
Wie in Skizze 6 zu den Verhältnissen am 16. und 17. 3. im Zusammenhang mit Wanne Nr. 14 veranschaulicht wird, verzeichnet die Birdjander Station einen Temperatursprung von 10°, der südlich von Madjon (1700 m) etwas später erfolgt. Zwar erleidet das allgemeine Absinken der Temperatur in diesem Falle vorerst eine Störung, doch leitet es dann nach durchaus klarer Fortsetzung in die N-Lage über.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

b) Vom 20. 4. ab (Basis Zahidan)

lief unsere Beobachtungsstation in Zahidan. Hier vollzog sich der Witterungsablauf bemerkenswert gleichmäßig, was sich, bei Unterbrechung durch die bereits geschilderten Gewitterregen, dem Sommer zu noch deutlicher ausprägte. Die „westlichen Störungen" dokumentierten sich erst nur in Gewitterregen und später, wie wir

Skizze 7.



Temperaturverlauf bei Südlage

in Zahidan = ——— (registriert)

und Nasradabad = — — — (abgelesen)

····· (vermutet)

sahen, überhaupt nicht mehr. An der Naht zwischen Lut und ostbalocischem Wüstenbecken, aber letzterem näher, gelegen, wird Zahidan ganz von der großen Luftauflockerung dieser Gebiete beherrscht, so daß sich die Uniformität des Sommers nur wenig modifiziert.

Im allgemeinen wickelt sich der Temperaturablauf so ab, daß sich vom Minimum aus die Kurve drei Stunden lang steil erhebt und als mäßig gewölbte Kalotte bis nach Sonnenuntergang aushält, um dann gestreckt oder mäßig gebrochen den Nachtverlauf

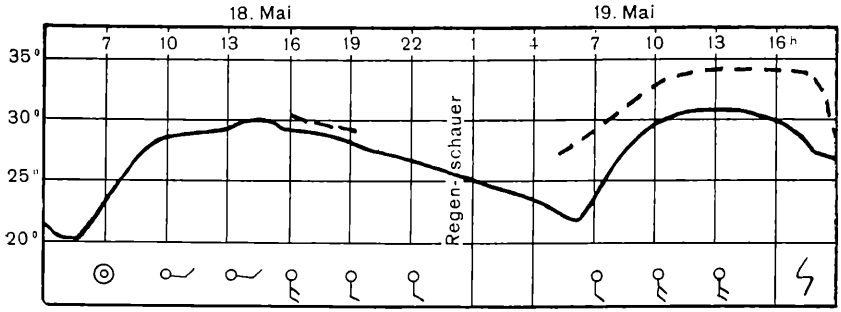
zu schreiben. Lebendigkeit in den unterschiedlichen Wetterlagen wie bei der Birdjander Zeichnung weisen die Zahidaner Registrierstreifen nicht mehr auf, was sich schon in den Differenzen zwischen Maximum und Minimum zeigt: sie betrugen bei 34 Fällen 1mal 7°, 9mal 8°, 10mal 9°, 9mal 10° und 5mal 11°. Größere und kleinere Werte wurden nicht beobachtet.

Am klarsten ergibt sich eine Art von Südlage, wobei die selten morgens, häufig mittags und vereinzelt abends wehenden Südwinde oft zerdehnte Minimakalotten, vereinzelt mit Wärmespitzen, oder Minima von einigen Grad Erhöhung gegenüber den

Skizze 8.

Temperaturverlauf bei Südströmung

in Zahidan = ——— und am Wege nach Danebaghi (etwa 1200 m) = -



Nachbartagen oder einen abgebremsten nächtlichen Temperaturgang bewirken, der bei Nachlassen dieser Luftströmung einen deutlichen Knick zeigt. Auch der Wert der relativen Feuchtigkeit liegt etwas höher als an normalen Tagen. Dunst wurde häufig, Staub nur bisweilen beobachtet. Es traten freilich auch Südwinde auf, welche den normalen Witterungsablauf kaum merklich veränderten.

Ähnlich, aber mit größeren Ausschlägen, verläuft die Temperaturkurve am Rande der Lut, wie Skizze 7 an Hand der Beobachtungen von Nasradabad (1150 m) zeigt. Andere Temperaturmessungen in diesen Monaten aus der Lut sind uns nicht bekanntgeworden.

Nahe verwandt der skizzierten Südlage, die während unserer Beobachtungszeit nur wenige Stunden anhielt, ist die Triftströmung, die wir am 18. 5. Tag und Nacht verfolgen konnten, und die auch Gabriel (26), obgleich an die 1000 km weiter nördlich,

registrierte. Wie bereits ausgeführt (s. S. 43), hängt sie mit dem Durchzug einer Depression im Nordraum zusammen. Sie machte sich mehr auf der Fahrt nach Danebaghi als in Zahidan bemerkbar, weil letzteres anscheinend durch das Gebirgsland Särhad gegen den Süden besser abgeschirmt ist als die Randgebiete der Lut mit ihrer größeren Nähe zum Windkanal der Wüste (Skizze 8). Unter dem Einfluß der Südtrift, die hier freilich nicht die früher geschilderte Stärke und Wirkung erreicht (s. S. 25), verläuft die Temperatur am Lutrand gleichmäßiger als in Zahidan. Erst mit dem Gewitter auf unserer Route am 19. abends sinkt sie plötzlich ab.

Ein annäherndes Bild von Westwetterlage finden wir in Zahidan nur einmal, am 3. Mai, gezeichnet, als die Temperaturkurve bei NNW und bedecktem Himmel nur um 7° ausschlägt und die relative Feuchtigkeit mit 50% den Maximalwert unserer Beobachtungszeit erreicht. Es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß in den früheren Monaten solche Wetterlagen öfter und auch deutlicher ausgeprägt auftraten.

Sonst herrscht das Bild der Normallage vor, wobei wir kleine Varianten an Hand des spärlichen Materials nicht besonders klassifizieren können. Natürlich bringt die wachsende Erwärmung eine abnehmende Trockenheit mit sich. Häufig stören Nachmittagsgewitter den normalen Ablauf der Temperaturkurve.

C. Im Sommer.

1. Luftdruck und Winde[7].

Die große Sommerzyklone über Südiran und Sind löst bekanntlich den SW-Monsun Indiens, den Schemal und die große NW-Trift aus, die über Europa und Vorderasien ausgetrocknete atlantische Luft heranbringt. Auch der bekannte „Wind der 120 Tage“, der hauptsächlich im persisch-afganischen Grenzgebiet bekanntgeworden ist, wird als „trockene Rückseite“ aufgefaßt.

Während dieser Nordsturm an manchen Orten mit nur vereinzelten Pausen Tag und Nacht anhält und Winde aus anderen Sektoren in dieser Zeit zu den die Regel bestätigenden Ausnahmen gehören, lassen sich oft in nächster Nachbarschaft Kalmen oder andere Windrichtungen feststellen. Längs der ostpersischen Meridionalstraße Meshed—Zahidan, die wir im Sommer dreimal befuhren, war der N- oder NW-Wind nur in Ebenen oder größeren

[7] Dieses Kapitel kann aus Raumgründen nur als Zusammenfassung gebracht werden. Im übrigen wird auf den Aufsatz „Die Sommerstürme SO-Irans“ (68 a) verwiesen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Becken zu beobachten. In der nördlichen Lut herrschen N-Winde vor, ohne daß aber die Intensität und Beständigkeit des 120-Tage-Windes erreicht würde, und nach Aussagen der Bevölkerung treten auch S-Winde auf.

Aus der mittleren Lut liegen keine meteorologischen Sommerbeobachtungen vor. Aus Kleinformen und Sandablagerungen jedoch läßt sich der Schluß ziehen, daß hier Winde aus dem N-Quadranten und besonders solche aus dem Nordwesten am stärksten wirksam sein müssen, daneben aber auch häufig Südwinde auftreten dürften. Im südlichen Teil mit dem Shadater Becken müssen N- und S-Winde von außerordentlicher Heftigkeit vorherrschen. Die Formen im Südteil der Wüste bestätigen diese Angaben. Von den wenigen Menschen, die während des Sommers als Wache in den Randsiedlungen zu bleiben haben, werden die Südwinde wegen der schier unerträglichen Steigerung der Hitze sehr gefürchtet. Bei längerer Dauer sollen sie tödlich sein.

An der Naht zwischen den Becken von Zabolistan und der Lut werden unterschiedliche Winde und auch Kalmen beobachtet. In Zahidan herrschen wohl mäßige Nordwinde vor, doch kennt man auch solche aus anderen Richtungen sowie Kalmen. Selbst in Mirdjawa, keine 70 km vom Zirreh-Becken mit seinen N-Stürmen entfernt, weiß man vom 120-Tage-Wind nichts mehr. Dagegen verzeichnet die Station Nok-kundi nur 5% Winde aus dem Süden und alle übrigen aus dem N-Quadranten mit einer Stärke, die der in Zabolistan nur wenig nachsteht. Es liegt am Nordsaum des balocischen Beckens. Auch am Südrand zeigen 6 km hohe Dünen die Arbeit des N-Windes an.

In den östlich gelegenen Stationen Dalbandin und besonders Chaman und Quetta läßt sich keine Zunahme der N-Winde mehr vermerken, ja in den beiden letztgenannten überrascht sogar ein häufigeres Auftreten sommerlicher Kalmen; denn sie liegen oft in der Divergenzlinie, die Süd- und Nordwinde, Vorder- und Rückseite der großen Sommerzyklone voneinander trennt, und die im allgemeinen von der Ormuzstraße nach NO verläuft. Die Aufgleitfläche hebt sich unter scharfer Krümmung auf; die trockene NW-Strömung überlagert bekanntlich Indien schon in geringer Höhe (75). Die Divergenzlinie verschiebt sich und bringt den nächstgelegenen Stationen bald Kalmen, bald Windänderung. Der typische 120-Tage-Wind ist eine besondere Abart der N-Strömung. Er ist eigentlich vorwiegend „orographisch“ bedingt, ein „Wind des Reliefs“, d. h. er ist lokal dort verhaftet, wo ihn die trichterförmige Anordnung der Bergzüge zusammenfaßt oder wo er ein Vakuum erhitzter Senken aufzufüllen hat. Er entstammt zwar einer zusam-

menhängenden Luftströmung, bleibt dann aber als Sturm lokal verhaftet. So hängen seine Geschwindigkeiten denn auch wesentlich vom Grade der Erhitzung ab.

Im Gegensatz zu Zabolistan scheint in der Lut der Südwind nicht selten aufzutreten, doch läßt sich diese Erscheinung vorläufig noch nicht klären. Vielleicht machen sich die auch im Sommer vereinzelt nachgewiesenen „westlichen Störungen" bemerkbar, wobei freilich schwer einzusehen wäre, warum sie sich in Zabolistan nicht auswirken.

Die morphologische Auswirkung dieser Sommerstürme ist beträchtlich. Dauernd werden die Becken weiter deflatorisch eingetieft.

2. Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Von den Sommertemperaturen in der Wüste Lut haben wir bereits vermutet, daß sie wohl eine Höhe erreichen, wie sie sonst an keiner anderen Stelle unseres Erdballes auftritt, so daß die Lut also wohl den „Hitzepol der Erde" bilde (65). Die Veranlassung zu dieser Annahme gab eine Mittagsablesung von 52°, die wir bei einem Vorstoß westlich von Nasradabad (Sipi) am 19. 6. bei S-Wind, 1050 m hoch, machten. Am gleichen Tag registrierten die Stationen von Zahidan, Zabolistan, Nok-kundi und Dalbandin mit 41°, 43°, 48° und 46° das Maximum des Jahres. In den indischen Jahresberichten (24) kehren diese Temperaturen öfters wieder und werden sogar überschritten, weswegen wohl auch der von uns gemessene Wert keine extreme Ausnahmsstellung beanspruchen kann. Er steht zudem in dieser Gegend nicht vereinzelt da, denn Niedermayer (48) las in der Dasht-e-na'umid gleichfalls 52° ab, aus den Tiefbecken Balocistans liegen ähnliche Meldungen durch McMahon auch vor, und Gabriel (19) beobachtete anfangs Juni in Baloc-ab am S-Rand der Lut bei heftigen NW-Winden, die die Hitze sehr dämpften, über 45°, in steter Sorge vor dem heißen Liwor, der die Temperatur bedeutend erhöht hätte. Ähnliche Werte fand er auf seinem weiteren Zuge nach Shadat. Stewart (63) ist bereits Ende Mai/Anfang Juni auf seinem Zuge durch die N-Lut vor Hitze fast umgekommen, und nicht ohne Grund schläft sommers jeder Karawanenverkehr durch die Lut ein; denn weder Mensch noch Tier könnten die hohen Temperaturen überleben, wie ja auch die Siedlungen am Wüstenrand bis auf vereinzelte Wachen über Sommer geräumt werden.

Durch einen Vergleich der in Zahidan registrierten Temperaturen mit den im Raum von Nasradabad (Sipi) abgelesenen aber läßt sich keine brauchbare Angabe für eine Temperaturzunahme bei

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Verringerung der Meereshöhe erzielen, weil, wie Skizze 7 zeigt, die Temperaturen in Nasradabad viel extremer ablaufen als im „Oasenklima“ von Zahidan. Bei unseren Fahrten in die Umgebung von Nasradabad, bei denen wir uns freilich auf die Morgen- und Abendstunden beschränken mußten, stellten wir vormittags einen Temperaturgradienten von 0,4° bis 0,5° bzw. 0,6° bis 0,7° pro 100 m fest. Diese Werte weichen nicht viel von dem Mittel ab, das Ficker (16) mit 0,61° pro 100 m für den Sommer zwischen Husseinabad und Kirman errechnet hat. Unter Zugrundelegung dieses Gradienten kommen wir zu der Vorstellung, daß zur Zeit, als wir 52° ablasen, im Herzen der Lut, an die 800 m tiefer, eine Temperatur von etwa 57° geherrscht haben muß.

Trotz aller angewandten Vorsichtsmaßregeln, über die anderwärts berichtet wurde (65), bleibt der genannte Wert von 52° problematisch, da ja auch nach Hellmanns Ausführungen (29) bei Bodenerhitzungen von über 70° die Bodenstrahlung schwer auszuschalten ist. Und solche Erhitzung muß mittags in der Lut meist vorliegen, denn in Bam, noch 800 m über der tiefsten Stelle dieser Wüste, fanden wir Ende Juni mit einem improvisierten Schwarzkugelthermometer immer Werte von über 70°. In Nasradabad fehlte uns leider ein Instrument für solche Ablesungen. Gabriel dagegen berichtet über Sonnentemperaturen zwischen 70° und 80°, und Ferrier (15 a) maß am Ferrah-rud solche von 79° im Juli. Auch aus der Sahara sind Bodentemperaturen von über 70° bekanntgeworden (58). Wenngleich also der absolute Wärmewert der Ablesung infolge Bodenstrahlung etwas verringert werden muß, so ist dieser Koeffizient doch bei allen hohen Messungen in Rechnung zu ziehen, weil sich der Boden bei Schattentemperaturen über 50° gewiß über 70° erhitzt.

In der erwähnten Arbeit hat Hellmann die damals bekannten Höchsttemperaturen der Erde zusammengestellt, doch lehnt er wie auch Kendrew (35) den Spitzenwert, die Rekordablesung von Azizia (Tripolis) mit 58° am 13. 9. 1922 als nicht verbürgt ab. Verschiedentlich wird darauf hingewiesen, daß die Azizia benachbarten Stationen am gleichen Tage solche extreme Werte nicht kannten. Garbell (22) jedoch rechtfertigt diese Ablesung. Er sagt, diese Temperatur von 137° F sei durch den Abfall der heißen S-Winde aus einer Höhe von 2000 Fuß bedingt; denn Azizia liegt am Fuße Djebel Garion südlich Tripolis. Eben dieser Absturz bewirke eine Lufterwärmung um 11° F. Ohne solche dynamische Erwärmung wäre in Azizia eine Temperatur von nur 126° F (52° C) zu beobachten gewesen — ein Wert, wie er in den Stationen der Umgebung öfter festzustellen ist.

Auch das Maximum von 57° bei der Hitzewelle im Death Valley (Kalifornien) im Juli 1913 hält Hellmann der Bodenstrahlung wegen für zu hoch gegriffen, obwohl die Thermometeraufstellung darauf Rücksicht nahm. Er kommt zu dem Schluß, daß sich die höchsten verbürgten Temperaturen zwischen 55° und 56° bewegen müssen, ohne daß er oder Kendrew (35) die Lut als extremheißen Platz überhaupt in Erwägung ziehen. Kendrew sucht die heißeste Stelle der Erde in der Sahara, wo Perret (50) 1931 über Maxima von 53° in der Oase in Salah berichtete. Nach Schiffers (58) fanden sich in der Sahara wiederholt Temperaturen von über 50°, nach Rohlfs (56) sogar schon zu Ende Mai. In Jacobabad (Sind) wurde am 13. Juni ein extremes Maximum von 52,5° gemessen, während in den nordamerikanischen Wüsten und in Neusüdwales Werte bis zu 54° gefunden wurden.

All diese Stationen mit extremen Temperaturen liegen außerhalb der Wendekreise, diesen nahe, aber doch meist weiter als die Wüste Lut, und keine zeigt solchermaßen zur Hitzesteigerung geeignete Gegebenheiten wie die Lut. Häufige S-Winde, wie sie an den tiefsten Stellen im Südteil unserer Wüste vorherrschen, verhindern, daß dem Boden in dem Maße Wärme entzogen wird wie in Gebieten mit regelmäßiger Passatströmung. Diese Winde aus dem S-Quadranten kommen als S oder SW aus dem sommerheißen Südarabien oder haben als SO ihre Feuchte bereits an den iranischen Randketten abgegeben. Durch einen Gebirgssturz schon dynamisch erwärmt, nehmen sie obendrein noch Bodenwärme in den sommerheißen Senken des Djaz-murian oder der innerbalocischen Becken auf. Beim weiteren Vordringen müssen sie, wenn man von wenigen Gebirgspforten absieht, die fast 4000 m oder mehr des Khabiser Gebirges, des Djamalbariz oder des Särhad-Gebirges überschreiten, wo sie den Rest ihrer Feuchtigkeit verlieren, um nun der tiefsten Stelle des iranischen Hochlandes zuzueilen. Zweimal dynamisch und einmal durch die erwähnten Senken vorgewärmt, dürften sie das Herz der Lut so überhitzt erreichen, daß sie nur noch relativ geringe Bodenwärme aufnehmen können. So erzeugt sich in einem an den Hochofen erinnernden Prozeß jene Temperatur, die wahrscheinlich die höchsten Werte der Erde ergeben dürfte. Das Death Valley zeigt ja eine ähnliche morphologische Gestaltung, bei der Fallwinde in Verbindung mit der Trockenheit Extremtemperaturen hervorbringen; doch wirkt das relativ schmale Tal nicht derart hitzesteigernd wie das höher umrandete und wesentlich breitere Lutbecken.

Erinnern wir uns nur an das wenige, was über die Sommerhitze in der Lut durch Nachrichten Ortsansässiger bekanntge-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

worden ist! Muß man auch gewiß bei der Wertung dieser Meldungen vorsichtig sein, so bleibt doch nicht nur beim persischen, sondern auch beim widerstandsfähigeren balocischen Element die einhellige Auffassung bemerkenswert, daß die Wüste Lut im Sommer unzugänglich sei. Schon nach dem 1. April wagt keine Karawane sie mehr zu durchqueren. Zwar haben auch andere aride Gebiete eine gleiche Sonneneinstrahlung zu verzeichnen; doch gibt es wohl keine zweite Stelle der Erde, wo den durchglühten Sandflächen durch Vorerwärmung und Absturz eine derart überhitzte Trockenluft zugeführt wird. Wir halten darum die Annahme für berechtigt, daß hier in der Tiefe der Lut — natürlich mit der kaum vermeidlichen Bodenstrahlung — die Höchsttemperaturen der Erde mit Werten nicht viel unter 60° zu erwarten sind. Eine ältere Ausgabe von Bartholomews Physikalischem Atlas, in der die heißeste Stelle der Erde mit der 90°-Fahrenheit-Isotherme in die Lut gelegt wurde, dürfte gegenüber der Neuausgabe, wo dieser Spitzenwert wieder gelöscht wurde, recht behalten.

Der Tagesgang der Temperaturen verlief in Zahidan äußerst gleichmäßig, wobei in der Regel das Minimum infolge Bewölkung oder Nachtwind um einige Grade mehr variierte als das Maximum. Beide Extreme differierten während unserer Beobachtungsdauer voneinander zwischen 10° und 13° und nur einmal um 14°. Kleine Störungen beim Wechsel der Windrichtung registrierte der Hygrograph genauer als der Thermograph. Würden also auch die verschiedenen Windrichtungen die Möglichkeit zur Systematisierung bieten, so wäre die Durchführung bei unseren spärlichen Beobachtungen doch zu gewagt, zumal die geringen Unterschiede wohl von den Instrumenten aufgenommen, aber von den Menschen nur vage als stärkere oder verminderte Schwüle empfunden wurden. Die indische Wetterstation Zahidan gibt folgende Mittelwerte der Maxima und Minima an:

	Juni	Juli	August
Mittleres Maximum	34,5	36,0	34,5
Mittleres Minimum	17,1	18,9	17,0
Differenz.	17,4	18,1	17,5

Wenn unsere Juniwerte unter dem Durchschnitt liegen, so mag daran schuld sein, daß in unserer Beobachtungszeit der Juni sehr heiß bei verhältnismäßig oft bedecktem Himmel war, noch mehr aber, daß unsere Station in einer Loggia aufgestellt war, während die indische in einem freistehenden Wetterhäuschen betreut wurde. Bei den Beobachtungen an den Sonnentemperaturen in Zahidan fällt auf, daß das absolute Maximum oft auch im Juni und ver-

einzelt im August auftritt, das absolute Minimum aber fast immer im Juli liegt. Einen solchen Verlauf kann man wohl auch für die Wüste Lut voraussetzen.

Die Tagesschwankungen in Husseinabad (Zabolistan) wurden durch v. Ficker (16) für die Sommermonate mit 11,8° berechnet und denen von Kirman mit 20,8° gegenübergestellt. Unsere Beobachtungen in Kirman, die sich nur auf wenige Tage zu Anfang Juni beschränkten, haben freilich nie so große Spannen zwischen Maximum und Minimum festgestellt. In Bam bewegten sich bei unserem ersten Aufenthalt (Ende Juni) die Tagesschwankungen zwischen den Beobachtungszeiten (7 und 13 Uhr) zwischen 10° und 12°, während die Minima meist 2—3° unter der 7-Uhr-Ablesung lagen. O- oder S-Wind erhöhte die Temperaturen.

Die täglichen Schwankungen in der Wüste Lut selbst belaufen sich nach einigen Angaben von Gabriel (19), denen auch unsere Beobachtungen entsprechen, auf etwa 20°. Als niedrigste Temperatur stellte Gabriel 26° fest. Die Nachttemperaturen sinken weniger tief, als man nach den Erfahrungen in anderen Wüsten erwarten dürfte, — gehören doch sommers in der Sahara 30° Tagesschwankung nicht zu den Seltenheiten. Wahrscheinlich auch ist die Abkühlung im Herzen der Lut größer als in der den extremen Temperaturgang mildernden Bergnähe, wo die Beobachtungen gemacht wurden. Im Frühjahr konnten wir im Shadater Becken (Südlut) eine Tagesschwankung von 30° feststellen. Da nun die Differenzen der Extreme in Kirman und Zahidan im Sommer zunehmen, werden sie dann sicher auch in der Lut wachsen; denn in Zabolistan werden sie nur des 120-Tage-Windes wegen geringer. Gewiß vergrößert sich die Spanne zu Ende August, wo das Maximum nur wenig, das Minimum aber stark absinkt. So berichtet Gabriel aus der Bahabad-Wüste (freilich 1300 m hoch), daß zu Ende August die Morgentemperatur 11,3° betragen habe und er mit so niederen Werten nicht gerechnet hätte, zumal da es gleich nach Sonnenaufgang wieder stechend heiß wurde und das Aktinometer bereits um 11 Uhr an 76° zeigte. Der gleiche Vorgang der „Wärmeexplosion“ ist auch aus dem Fessan bekannt (58).

Wahrscheinlich weist die Wüste Lut auch den geringsten Wasserdampf der Atmosphäre unserer Erde auf. An Hand eigener Beobachtungen und der Messung Khanikoffs, der anfangs April 11% relative Feuchtigkeit ermittelte, kam schon Sykes (69) zu dem Schluß, daß die Trockenheit der Lut auf der Erde unüberboten sei, wobei er seine Annahme mit der bereits erwähnten morphologischen Gestaltung begründete. Wie selbst die NW-Winde — von den nördlichen Randgebieten abgesehen, die

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einzigen mit verhältnismäßig leichtem Zutritt in die Lut — bei ihrem Zug durch Persien überhitzt und ausgetrocknet werden, geht z. B. aus der Feststellung Gabriels hervor, daß er Tabas, obwohl 500 m tiefer liegend, doch noch wesentlich feuchter als die Wüstengebiete nördlich von Kirman fand.

Auch die Nachbarstationen spiegeln diese Trockenheit wider. Von Ficker (16) bezeichnet Husseinabad in Zabolistan, in dieser Hinsicht Kufra und Death Valley überbietend, als die trockenste Station der Erde, was auf die Fallwinde zurückzuführen sei. Dies muß für die Lut in gesteigertem Maß zutreffen. Nach den Berechnungen Bauers (4) weisen die Nachbarstationen Seistan und Robat von Juni bis August, also in der Monsunzeit, die ganz geringe Bewölkung von 2, 2, 3 bzw. 8, 3, 9 % auf. Von der Lut liegen darüber keine Nachrichten vor. Weder Gabriel noch wir beobachteten in dieser Zeit Wolkenbildung. Gabriel meldete aus der Wüste die minimalen Werte von 4—6 % Feuchtigkeit, und wenn er ferner am Kuh-e-kahrigar am NO-Rand der großen Kewir nur 3 % ermittelte, so muß man für die südliche Lut entsprechend ihrer geringeren Luftfeuchtigkeit bei Nordwind noch minimalere Prozentzahlen erwarten, die ihresgleichen nicht finden dürften.

Obwohl Bauer in seine Juni- oder gar in seine Sommer-Regenkarte die Lutwüste in die Isohyete von 5 bzw. 10 mm einbezieht, erscheint es ausgeschlossen, daß hier sommers auch nur ein Tropfen Regen fällt.

Selbst die Nachbarstationen Robat und Husseinabad kennen sommers keinen, und die von Zabolistan oder Nok-kundi melden nur Spuren und auch dies bloß in Ausnahmefällen. Die Gebirge jedoch erhalten zweifellos auch im Sommer Niederschläge, sei es in Form von Gewittern, wie Stewart (63) und auch wir sie im Ostpersischen Gebirge erlebten und wie wir sie am Südrand in Bam beobachteten, sei es in Form der Monsunausläufer, die noch Sommerfeuchtigkeit in das Särhad tragen, wie Gabriel (20) und Skrine (60) bestätigen.

Die Trockenheit der Lut wird eindringlich durch die völlige Vegetationslosigkeit im Herzen der Wüste dokumentiert. Ob sich, abgesehen von den Polarkappen, noch auf der Erde so weite völlig vegetationslose Areale finden? Viele „Vollwüsten“ kennen ja wenigstens vereinzelte Grashalme oder Kräuter in Dellen, auf Dünen usw. Die südliche Hälfte der mittleren Lut und die Südlut größtenteils sind absolut wüst und leer. Wohl ist anzunehmen, daß selbst in den tiefsten Lagen hie und da ein Regen fällt, doch läßt sich kein untrüglicher Beweis dafür finden, da Kleinformen, die solche Schlüsse nahelegen, auch durch Windarbeit entstanden

sein können. Auf jeden Fall wird das Innerste der Lut bisweilen von hie und da wasserführenden Torenten erreicht, unter denen der Shur-rud in der Längsachse am bekanntesten ist.

Ehe diese Betrachtung abgeschlossen wird, ist noch auf die elektrischen Erscheinungen einzugehen, die bei der herrschenden Lufttrockenheit erstaunliche Ausmaße annehmen. Vornehmlich bei Sandsturm sind die Entladungen so stark, daß sie fühlbar werden. Das Auto reagiert dabei wie eine Leidener Flasche, dem uns begleitenden Hund konnte man Funken aus dem Fell streichen, und die Haare ließen sich kaum kämmen, da sie am Hartgummi förmlich haften blieben. Konnten auch direkte psychische Einwirkungen durch die Elektrizität, wie man sie oft behauptet, nicht festgestellt werden, so bildeten doch Mißweisungen des Kompasses eine Quelle steter Unannehmlichkeiten.

Die Hitze wirkte sich natürlich in einer Überreizung der Nerven aus. Die Haut, stets mit einer dünnen Salzkruste bedeckt, wurde bei Durst blaßgrau, fast durchscheinend und brüchig. Bei quälendem Kopfweh spürte man das Herz äußerst angestrengt arbeiten. Eine krankhaft erregte Phantasie gebot den eigenen Beobachtungen gegenüber Vorsicht.

D. Im Herbst.

Während wir in Bam und Kirman nur die ersten Septemberwochen registrierten, liegen unsere Herbstbeobachtungen von Teheran wieder zu abseitig für eine Auswertung innerhalb des hier gegebenen Themas, wie auch über das Klima von Teheran weit mehr bekanntgeworden ist. Nur der Vollständigkeit halber wollen wir deshalb diese Jahreszeit hier kurz behandeln.

Eindrucksvoll läßt sich in Ostpersien beobachten, wie der Luftdruck mit Abschwächung der Insolation und der Sommerzyklone steigt. Dieser Prozeß setzt schon zu Ende August ein, wie wir in Ra'in feststellten, wo der Gang des Luftdruckes mit nur minimalen Störungen fortschritt. Man kann damit sozusagen die Hand auf den Tag legen, wo der Umbau der Atmosphäre und damit der Herbst beginnt. Somit rechtfertigt es sich, eine Übergangsjahreszeit festzuhalten, wenngleich an diesem Ort natürlich die besonderen Verhältnisse der Höhenlage mit dem trägen Tagesgang des Luftdruckes besonders dazu einladen.

Als wir in Bam am selben Platz wie zu Ende Juni unsere Instrumente wieder aufstellten, zeigte das Barometer einen rund 6 mm höheren Stand. Wohl prägt sich im September das Tief über Südostiran noch aus, doch ist es bereits stark verflacht. Die Gradienten nach N dagegen haben sich verstärkt, da sich schon das inner-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

asiatische Hoch zu entwickeln beginnt. So zeigt der September eigentlich noch ein mehr sommerliches Bild, nur überraschend durch die Tiefe der Minima, während die Maxima langsam abgleiten. Immerhin deutet sich der Umbau der ganzen Atmosphäre schon durch häufige Gewitter an, deren wir in Bam gleich zwei in einer Woche erlebten. Im Oktober vollzieht sich dann die grundlegende Wandlung; denn nun ist das südostiranische Tief ganz verschwunden, und statt des Atlantik beschickt nun Innerasien das Hochland von Iran mit kontinentaler Luft. Mit der Überhitzung der Becken und dem 120-Tage-Wind ist es zu Ende gegangen. Der Verkehr ufert wieder über die Ränder der Lut wüstenwärts, die Bewohner kehren in die Randsiedlungen zurück, und die westlichen Störungen beginnen sich wieder bemerkbar zu machen. Zwar setzt die eigentliche Regenzeit im Ostpersischen Gebirge erst im Dezember und am Wüstenrand im Jänner ein; doch so langsam auch die Störungen nach Iran vorgreifen, kehren sie nun öfters das Druckgefälle um, was S-Wind und in Höhenlagen bisweilen Niederschläge auslöst. Zudem machen sich zur Zeit des Kenterns der Monsune auch wieder aus dem Arabischen Meer oder aus dem Golf von Bengalen westwärts ziehende tropische Zyklonen bemerkbar (49). Sie erreichen den Lutrand zwar nur selten, bringen dann aber verheerende Niederschläge. Anscheinend erklärt sich so auch die Hochwasserkatastrophe vom Oktober 1932, deren Spuren ich noch in Zahidan und Nasradabad (Sipi) fand.

Im November verdichtet sich das Bild des Vormonats mit häufigeren und wirksameren Mittelmeerdepressionen zu winterlichem Charakter. Wohl nimmt die Windheftigkeit im allgemeinen ab, doch bringt der häufige Einbruch westlicher Störungen wieder deutlich kenntliche Wetterlagen und lebhafteren Wechsel, indem die bewegte Temperaturkurve rasch absinkt.

Gabriels zweite Reise (20) durch die Lut und ihre Randgebiete vermittelt ein anschauliches Bild vom Herbst. Als er Ende September von Madjon nach Gärm-ab geht — ungefähr dort, wo wir die Grenze zwischen nördlicher und mittlerer Lut ziehen, — berichtet er einmal von einem SW-Sandsturm, sonst aber meist von N-Winden, welche die bis 33° steigende Hitze mildern, indes die Nächte schon empfindlich abkühlen. Auf seinem Zuge nach den Murgh-ab-Bergen schwanken die Temperaturen zwischen fast 40° und 10—15°, wobei die Minima in freier Wüste tiefer liegen als am Gebirgsrand. Die Feuchtigkeit beträgt nur 5%. In Shadat ist Mitte Oktober bei 24° mittlerer Tagestemperatur und dem ersten Auftreten von Bewölkung der Bann der Hitze gebrochen. Auf dem Zuge nach Dehsalm, wo mit scharfen N-Stürmen zu kämpfen ist, bewegt

sich die Temperatur zwischen 33° und 8°, und dieses Minimum wird als besonders kalt empfunden, weil das feuchte Thermometer nur 1,7° anzeigt. Zu Monatsende in Neh liegt das Minimum sogar schon bei + 3°.

In der ersten Novemberhälfte, als Gabriel am Ostrand der Lut nach Nasradabad (Sipi) zieht, beobachtet er Minima einige Grade unter Null, während die Maxima nicht mehr über 25° steigen. Dabei wird natürlich die Meereshöhe (bis 1600 m) die Maximabildung stark beeinflußt haben. Dichtes Gewölk zieht auf, die Feuchtigkeit erreicht 32 %, und unter Südwind fällt Regen, während es in den Bergen blitzt und donnert.

Im Särhad, wo Gabriel sich in der zweiten Novemberhälfte aufhielt, erlebt er einen abnormen Dreitageregen, den auch die Wetterstation von Zahidan mit 40 mm als außergewöhnlich verbucht. Meist wehen die Winde von O und S, selbst auf dem 2800 m hohen Gipfel des Shah-Savaran tobt S-Sturm.

Deutlich geht aus Gabriels Beobachtungen hervor, daß sich zwar die normale Klimalage mit N-Winden häufig ausprägt, daß öfter aber eine Südlage auftritt, wie wir sie vom Winter und Frühjahr her kennen. Da für so vorgeschrittene Jahreszeit kaum ein thermisches Tief über der Lut anzunehmen ist, können wir die Umkehr des Luftdruckgefälles nur durch eingedrungene Störungen erklären. Dies näher zu untersuchen, ist mangels Unterlagen nicht möglich, geht auch über den Rahmen unserer Untersuchungen hinaus, da es uns im wesentlichen darum geht, eigene Beobachtungen aus diesem Gebiet, gestützt auf die Literatur, zu verarbeiten.

Zum Schluß möchte ich noch zwei Messungen von Wassertemperaturen an Qanatausgängen wiedergeben. In beiden Fällen handelte es sich um unterirdisch gewonnenes, viele Kilometer weit in Stollen herangeleitetes Wasser, das sehr konstante Wärme zeigen mußte, die sich vom Jahresmittel nicht weit entfernen dürfte. Am 6. 1. morgens, als die stehenden Gewässer rings mit einer 1—2 cm dicken Eisschicht bedeckt waren, maß ich in Neh am dampfenden Austritt des von einer Unzahl kleiner Fische bevölkerten Qanatwassers 22°, wobei man es mit Thermalwasser zu tun zu haben glaubte. Tags darauf maß ich 1° mehr in Dehsalm, wo mir die Bevölkerung versicherte, daß ihr Qanatwasser im Sommer noch wärmer werde. Bei der geringen Tiefe des Austritts klingt das durchaus glaubwürdig, so daß man die mittlere Jahrestemperatur in der Oase um 1—2° erhöhen müßte, denn im Winter liegt sie zu tief. In Husseinabad (16), wo sie 21° beträgt, werden die Sommertemperaturen durch den 120-Tage-Wind stark herabgedrückt. Infolgedessen ist es verständlich, daß sie im höher gelegenen Neh,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wo der 120-Tage-Wind nicht die Wucht hat wie in Zabolistan, sich etwas gesteigert finden, und im Vergleich zu Neh scheint wiederum eine Jahrestemperatur von 23—24° den Verhältnissen im weit wärmeren Dehsalm eher gerecht zu werden.

Ich bin mir wohl bewußt, daß bei einer besseren und reichlicheren Ausstattung, besonders mit entsprechenden Instrumenten, bessere und reichlichere Resultate zu erzielen gewesen wären. Da aber meine diesbezüglichen Bitten von den zuständigen Stellen nicht beachtet wurden, habe ich die Mittel zur Forschung unter den größten persönlichen Opfern und Anstrengungen selbst aufgebracht, und so bin ich für die Erarbeitung des Materials niemandem als meiner Frau und Reisekameradin zu Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis (Auszug).

2 a. Adamov, P. N., Choloda na juge Sibiri i v Irane v januare 1949 goda Priroda Moskwa 1950.

3. Banjeri, B. N., Meteorology of the Persian Golf and Mekran. Central Publication Branch Calcutta 1931.

4. Bauer, G., Luftzirkulation und Niederschlagsverhältnisse in Vorderasien. Gerl. Beitr. z. Geoph. Bd. 45, 1935.

5. Boesch, H. H., Das Klima des Nahen Ostens auf Grund neuen Beobachtungsmaterials der Iraq Petroleum Company aus den Jahren 1935—38. Vierteljahrssch. Naturf. Ges. Zürich Bd. 86.

6. Buro pogodni SSSR: Eschederewij meteorologitscheskij bulletin. Moskau 1932/33.

8. Climatological Atlas for Iraq, Publication Nr. 8. Government of Iraq, Bagdad Survey Dep. 1945.

12. Eckhardt, W. R., Über die Ursache der jahreszeitlichen Regenfälle im Mittelmeergebiet, besonders in den östlichen Mittelmeerländern. Z. f. Balneol. Klima. u. Kurorthygiene IX, 1916/17.

13. Eckhardt, W. R., Über Zyklonenzug und Regenfall in Vorderasien. Z. f. angewandte Meteorol. (Das Wetter) 1917.

14. Eckhardt, W. R., Klimatische Sonderfragen IV. Die Herkunft der Winterregen in Vorderasien. Pet. Mitt. LXIX, 1923.

15 a. Ferrier, J. P., Caravan Journeys and Wanderings in Persia, Afghanistan, Turkestan and Belochistan. London 1856.

16. Ficker, H. von, Ergebnisse meteorologischer Beobachtungen in Husseinabad. Met. Z. 1921.

18. Ficker, H. von, Die Ausbreitung kalter Luft in Rußland und Vorderasien. Wiener Sitzungsber. Ak. Wiss. Abt. II a, Bd. 120.

18 a. Flohn, H., Aufbau und Ablauf des Sommermonsuns in Ostasien. Verh. d. deutsch. Geographentag. 1948 München.

19. Gabriel, A., Im weltfernen Orient. München-Berlin 1929.

20. Gabriel, A., Durch Persiens Wüsten. Stuttgart 1935.

21. Gabriel, A., Aus den Einsamkeiten Irans. Stuttgart 1939.

22. Garbell, M. A., Tropical and equatorial Meteorology. London 1947.

23. Goldsmith, Fr. J., Eastern Persia. 2 Bde, London 1876.

24. Government of India. Met. Dep.: Indian daily Weather Report. Calcutta 1932—33.

25. Government of India, Met. Dep.: India Weather Review. Calcutta 1932 ff.
26. Gotthardt, W., Studien über das Klima von Iran. Diss. Marburg 1889.
27. Hedin, Sven, Eine Routenaufnahme durch Ostpersien. Bd. I, Stockholm 1918.
28. Hedin, Sven, Zu Land nach Indien. 2 Bde, Leipzig 1910.
29. Hellmann, G., Grenzwerte der Klimaelemente. Sb. d. Preuß. Ak. Wiss. Phys. Math. Kl. 1925, XI.
30. Herzfeld, E., Reisebericht. Z. d. D. Morgenl. Ges. 1926.
34. Iven, W., Das Kulturland Persien. Diss. Berlin 1922 (Masch.).
35. Kendrew, W. G., The Climates of the Continents. Oxford 1937, 3. Aufl.
36. Khanikoff, N. de, Memoire sur la partie méridionale de l'Asie Centrale. Paris 1861.
37. Knoch, K., Ungewöhnlich strenge Kälteperiode in Mesopotamien. Met. Z. 1920.
38. Knoch, K., Die Herkunft der Winterregen in Nordindien. Pet. Mitt. LXVIII, 1922.
39. Krugler, H., Die Windverhältnisse im östlichen Mittelmeer und seinen Randgebieten. Diss. Berlin 1912.
40 a. Lautensach, H., Der hochsommerliche Monsun in Süd- u. Ostasien und auf den angrenzenden Meeren. Pet. Mitt. 1950, S. 18—24.
48. Niedermayer, O. von, Im Weltkrieg vor Indiens Toren. Hamburg 1936.
49. Normand, Storm tracks in the Bay of Bengal. India Meteorol. Department Publication 1912.
50. Perret, R., Le climat de Sahara. Ann. Géogr. Bd. 44, 1935.
52. Phys. Departement Cairo: Daily Weather Report. Cairo 1932/33.
54. Ramathan, K. R. und Ramakrishran, K. P., The Indian south west Monsoon and the structure of depressions associated with it. Mem. Ind. Met. Dep. Bd. 26, P. II.
54 a. Ramathan, K. R. und Ramakrishran, B. A., The general Circulation of The Atmosphere over India and its Neighbourhood. Mem. Ind. Met. Dep. XXVI 10, 1931.
56. Rohlfs, G., Drei Monate in der Lybischen Wüste. Kassel 1875.
57. Rosen, F., Persien in Wort und Bild. Berlin 1926.
58. Schiffers, H., Die Sahara und die Syrtenländer. Stuttgart 1950.
58 a. Schneider-Curius, K., Der aerologische Aufbau des ostasiat. Monsuns. Geofizica Pura e Applicata XIV, 1949, 15 S, mit Lit.
60. Skrine, C. P., The Highlands of Persian Baluchistan. Geogr. J. Bd. 78, 1931.
61. Stahl, A. F., Reisen in Nord- und Zentralpersien. Pet. Mitt. Erg. Bd. XXV, 1895.
63. Stewart, C. E., The Herat valley. Proc. of the S. S. VIII, 1866.
64. Stratil-Sauer, L. und G., Kampf um die Wüste. Berlin 1934.
64 a. Stratil-Sauer, G., Meschhed. Leipzig 1937.
65. Stratil-Sauer, G., Der Hitzepol der Erde. Umschau 1936.
66. Stratil-Sauer, G., Beobachtungen zur Sommerwitterung einer südpersischen Höhenstation (Ra'in). Gerl. Beitr. z. Geophysik, Bd. 57, 1941.
67. Stratil-Sauer, G., Die ostpersische Meridionalstraße. (Manuskript) Wien 1946.
68. Stratil-Sauer, G., Routen durch die Wüste Lut und ihre Randgebiete. (Manuskript) Wien 1947.
68 a. Stratil-Sauer, G., Die Sommerstürme SO-Irans. Archiv f. Meteorologie, 1952.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

69. Sykes, H. R., The Lut, the Great Desert of Persia. J. Manchester Geogr. S. Bd. 23, 1907.
71. Sykes, P., A Fifth Journey in Persia. G. J. XXVIII, 1906.
74. Tomaschek, W., Zur historischen Topographie von Persien I. und II. Sitz.-B. d. K. Ak. d. W. phil.-hist. Kl. CII Bd. I und CVIII Bd. II, Wien 1883 und 1884.
75. Wagner, A., Zur Aerologie des indischen Monsuns. Gerl. Beitr. Geoph. S. II. 1931.
76. Walker, G. T. und Rai Bahadur, H. R., The cold weather storms of Northern India. Mem. Ind. Met. Dep. 21. Bd. Part. VII, Simla.
77. Weickmann, L., Zum Klima der Türkei. Bd. I. Luftdruck und Windverhältnisse im östlichen Mittelmeer. Bayerische Landeswetterwarte, München 1922.
79. Zistler, P., Die Temperaturverhältnisse in der Türkei. Der Schirokko. Leipzig 1926.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: 161

Autor(en)/Author(s): Stratil-Sauer Gustav

Artikel/Article: Studien zum Klima der Wüste Lut und ihrer Randgebiete. 19-78