

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Ostschweizerischen Geographisch-Commerciellen Gesellschaft in St. Gallen  
**Herausgeber:** Ostschweizerische Geographisch-Commercielle Gesellschaft  
**Band:** - (1931)

**Artikel:** Winde, Windwirkungen und Windschutz  
**Autor:** Schmid, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1092111>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Winde,  
Windwirkungen und Windschutz

von

Dr. E. Schmid.

---

# INHALTS-VERZEICHNIS.

	Seite
Einleitung . . . . .	67
<b>I. Die Entstehung der Winde</b>	
Die Passate . . . . .	70
Die westlichen Winde der gemäßigten Breiten . . . . .	74
Die Monsune . . . . .	75
Die lokalen Winde . . . . .	76
<b>II. Windwirkungen</b>	
Morphologische Wirkungen . . . . .	80
1. Aeolische Abtragung . . . . .	80
2. Aeolische Aufschüttung . . . . .	85
Windwirkungen an Pflanzen und Tieren . . . . .	91
Wirkungen des Windes auf Mensch und Siedelungen . . . . .	95
<b>III. Windschutzeinrichtungen</b>	
1. Stangen- und Lattenschutz . . . . .	102
2. Windziegel . . . . .	105
3. Die Wetterwand . . . . .	108
4. Vorwand und Vordach . . . . .	108
5. Baumschutz . . . . .	109
6. Vorgebaute Wirtschaftsgebäude . . . . .	109
Literatur-Verzeichnis . . . . .	117

---

## EINLEITUNG.

Mensch, Tiere und Pflanzen sind vom Klima in hohem Maße abhängig. Klima- und Wetterbeobachtungen aller Art sind daher fast so alt, wie die Menschheit selbst.

Schon die altasiatischen Kulturvölker, wie z. B. die Chinesen, Araber, Phönizier, Perser, Assyrer und Babylonier, stellten gewisse klimatologische Beobachtungen an, um daraus Nutzen zu ziehen für die Bodenkultur, die Bewässerung oder die Schifffahrt. Zumal diese letzte nützte seit undenklichen Zeiten die Meer- und Seewinde aus. Auf dem indischen Ozean und auf dem australasiatischen Mittelmeer spielten die Monsunwinde von jeher für den Segelschiffverkehr eine wichtige Rolle. Auch die regelmäßigen Passatwinde haben besonders in der Zeit der großen Entdeckungsfahrten hohe Bedeutung erlangt. Die alten Griechen nützten für ihre vielen Fahrten die Etesien des Mittelmeeres.

Aus der griechischen Mythologie hören wir von Aeolus, dem Herrn der Winde, der diese in einer Felshöhle zusammenhielt. Und Odysseus führte in einem Schlauche Winde mit für seine kühnen Fahrten, doch Poseidon läßt seine eigenen Stürme furchtbar gegen Odysseus' Fahrzeug schmettern. — Homer kennt und beschreibt bereits vier wichtige Winde: Notos, der Feuchte, kommt von S und bringt Nebel; Euros ist ein warmer Südostwind, der den Schnee schmilzt; Zephyros, der West- und Nordwestwind, ist regenarm, scharf, kühl, streng und böse. Bei dessen Auftreten treibt der Hirte sein Vieh in den Schutz der Höhlen. Boreas ist der N-, NO- und NW-Wind. Er weht scharf, bringt Schnee und ist gut für die Südfahrt, aber schlecht für die Gegenfahrt. Seinetwegen wurde Odysseus am Cap Malea lange aufgehalten. Wie Zephyros wird Boreas in Roßgestalt dargestellt.

In Virgils Aeneaslied finden wir im ersten Buch eine herrliche Schilderung der Macht der Winde. Auf Wunsch der Göttin Juno, die Aeneas' Schiffe vernichten möchte, stößt Aeolus mit seinem Speer gegen die Wandung der Höhle mit den Winden und

„zu geschlossenem Zuge geordnet  
Fahren die Winde heraus zum Spalt und durchwirbeln die Lande  
Stürzen sich wild aufs Meer und der Ost- und der West- und der  
Südwind  
Wühlen es auf zugleich in innerster Tiefe des Grundes  
Wälzen die Fluten weit über die nahen Gestade.“

Unter dem Einfluß des Windes vollführten nicht nur die alten Seevölker, sondern auch die Normannen und andere Stämme, kühne Fahrten ins weite Meer hinaus. Ums Jahr 1000 erreichten die Normannen unter Erich Leif auf ihren Segelschiffen über Grönland die Küste von Nordamerika. Und ein paar Jahrhunderte später folgten die kühnen Entdeckungsfahrten der Spanier, Portugiesen, Engländer und Italiener.

Erst das Aufkommen der Dampfer machte die Schifffahrt unabhängig vom Winde. Andererseits aber erkennen wir ebensosehr, daß die moderne Technik sich den Wind dienstbar macht. Denken wir bloß an die wissenschaftlichen und sportlichen Ballonfahrten, ferner an den modernen Flugverkehr. Ja, bereits geht der Mensch darauf aus, nicht nur die Kraft der Wellen, oder die Sonnenstrahlen, sondern auch die Windkraft in Elektrizität umzuwandeln.

Welch mächtigen Einfluß die Winde auf die Wetterlage ausüben, ist eine altbekannte Tatsache. Fast so alt wie die Menschheit ist daher auch das Verlangen des Menschen, Wind und Wetter voraus zu erfahren und vorauszusagen. Seeleute, Bauern, Jäger und Fischer, Wüsten- und Steppenvölker zumal, haben aus einer Unmenge von Beobachtungen an Pflanzen, Tieren, an Gewässern, an der Erde, den Wolken und Gestirnen Wetterprophezeiungen abgeleitet.

## I. Die Entstehung der Winde.

Die Winde sind kein primärer, sondern ein sekundärer Bestandteil des Klimas. Durch die Verschiedenheit geographischer Lage, sowie der daraus resultierenden Unterschiede in der Sonnenbestrahlung werden zunächst Temperaturunterschiede erzeugt. Daraus entstehen Luftdruckunterschiede und aus diesen vornehmlich die Winde. Ob wir dabei eng beschränkte Gebiete oder aber ausgedehnte Erdräume ins Auge fassen, stets können wir feststellen, daß Temperaturunterschiede, Luftdruckunterschiede und diese Luftbewegungen auslösen.

Die Luft ist ein Körper, Trotz der geringen Schwere übt sie einen Druck aus auf ihre Unterlage. Auf den  $\text{cm}^2$  beträgt dieser Druck 1,033 kg.

Der Druck der Luft ist zeitlich und örtlich oft recht verschieden. In tiefen Erdlagen drückt die Last oberer Luftschichten auf die untern. Dadurch werden diese gepreßt und darum schwerer und dichter.

Die Stärke des Luftdruckes wird bekanntlich mit dem Barometer gemessen. Am Meere hält die Luft einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe das Gleichgewicht, d. h. der mittlere Barometerstand beträgt hier 760 mm. Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck begreiflicherweise ab. St. Gallen mit seinen 670 m

Höhe hat im Mittel nur noch 703 mm mittleren Barometerstandes. In 1000 Meter beträgt der Barometerstand 671 mm, in 3000 Meter 522 mm, in 7000 Meter 317 mm usw. Die Abnahme des Luftdruckes in den verschiedenen Höhenlagen ist ungleich. Bis rund 1000 Meter Höhe hat man 10,5 Meter zu steigen, bis das Barometer um 1 mm fällt. Die Anzahl der Meter, um die man steigen muß, bis das Barometer um 1 mm fällt, nennt man *barometrische Höhenstufe*. Sie beträgt zwischen 1—2000 Meter Höhe 11,9—13,5 Meter, zwischen 6—7000 Meter Höhe 22,3—25,3 Meter usf.

Die Unterschiede des Luftdruckes hängen nicht allein mit der verschiedenen Höhenlage zusammen. Von weiterm Einfluß sind auch die Temperatur der Luft und der Feuchtigkeitsgehalt. Warme und feuchte Luft hat meist einen niedrigen Barometerstand. Hier ist daher in der Regel ein *barometrisches Tiefdruck- oder Minimumgebiet*, eine Depression. Kalte, trockene Luft erzeugt ein *Hochdruck- oder Maximumgebiet*, auch kurzweg *Hoch* genannt. Linien, die Orte gleichen Luftdruckes miteinander verbinden, heißen *Isobaren*.

Auf der Erde haben wir in der Gegend des Aequators ein ständiges Tiefdruckgebiet, ebenso über dem atlantischen Ozean in der Umgegend von Island. Umgekehrt finden wir in der Gegend des 30. Breitengrades ein Luftdruck-Maximum.

Hoch- und Tiefdruckgebiete bilden Gleichgewichtsstörungen in der Natur. Die Ungleichheiten werden durch Luftströmungen, die wir als Winde bezeichnen, ausgeglichen. Stets wandern die Winde dabei von Hochdruck- zu Tiefdruckgebieten.

Im einzelnen können die Windbewegungen auf folgende Art entstehen:

Wo auf der Erde eine Fläche besonders stark erwärmt wird, dehnt sich die aufgelockerte Luft darüber nach oben zu aus, um in höhern Lagen wieder abgekühlt zu werden. Diese abgekühlte Luft fällt nachher wieder erdwärts. Ueber der erhitzten Bodenoberfläche entsteht bei diesem Vorgang ein *Tief* oder *Minimum*. Dieses ist rings umgeben von Schichten hohen Luftdruckes, die ins „Tief“ abfließen. Spiralförmig steigt diese Luft hier als *Zyklone* in der Tiefdruckzone vom Boden an in die Höhe.

Ein *barometrisches Maximum* kann entstehen über einer stark abgekühlten Partie der Erdoberfläche. Hier wölben sich die verdichteten Luftschichten erdwärts. Es entsteht dadurch ein *Maximum- oder Hochdruckgebiet* mit absteigendem Luftstrom, der seitlich als *Antizyklone* herausfließt.

Der allgemeine Ausgleich der Luftdruckunterschiede an der Erdoberfläche geschieht nach dem Gesetz von *Buy-Ballot*, das da lautet: „Die Luft strömt von der Gegend höhern Luftdruckes nach Gebieten niedern Druckes und wird dabei durch die Achsendrehung

der Erde W-O auf der nördlichen Halbkugel nach rechts, auf der südlichen Halbkugel nach links abgedreht.“ — Jeder Nordwind muß auf der Nordhalbkugel allmählich zu einem NO, jeder Südwind zu einem SW werden. Umgekehrt auf der Südhalbkugel.

In unserer Studie wollen wir lediglich auf die allgemeinen geographischen Erscheinungen der Winde eintreten und zwar zunächst auf eine kurze Uebersicht der wichtigsten Winde und deren Entstehung. Daran wird sich ein Kapitel angliedern über die Wirkung der Winde auf die Erdoberfläche, die Pflanzen, Tiere und Menschen. Schließlich untersuchen wir die Schutzeinrichtungen, die gegen heftige und dauernd wehende Winde durch den Menschen geschaffen worden sind. Derart gewinnen wir ein übersichtliches und geschlossenes Bild der Winde und ihrer Wirkungen.

Eine Uebersicht der wichtigsten Luftströmungen der Erde läßt uns drei große Windsysteme erkennen. Es sind dies die Passate \*), die vorherrschenden Westwinde der gemäßigten Breiten und die Monsune. Während die beiden ersten Winde die allgemeine Luftzirkulation zwischen Aequator und Pol vermitteln, sind die letztern lediglich Ausgleichströmungen zwischen den thermisch verschiedenen Kontinenten und Ozeanen. Somit bilden die Monsune gewissermaßen große Störungsgebiete in der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre.

### Die Passate.

Bekanntlich ist die Erwärmung der Erde am stärksten in der Aequatorialzone, am geringsten in den Polargegenden. Infolge der starken Erhitzung über der Aequatorialgegend sucht sich die Luft dort auszudehnen. Sie steigt senkrecht empor, so daß wir in niedrigen Breitenlagen einen ständigen, nach aufwärts gerichteten Luftstrom haben. Diese vertikale Luftströmung ist aber nicht spürbar, weshalb dieses Gebiet variabler Winde und häufiger Stillen als Kalmengürtel\*\*) oder äquatoriale, windstille Zone bezeichnet wird. Weil die Nordhalbkugel größere Landmassen und damit eine stärkere Erwärmung und längern Sommer aufweist als die Südhalbkugel, so breitet sich der Kalmengürtel logischerweise auf der Nordhalbkugel weiter aus. Er reicht von 0°—11° n. Br., welches Maximum im Mittel im September und zwar auf dem atlantischen Ozean erreicht wird. Auf der Südhalbkugel reicht die Kalmenzzone nur bis rund 7° s. Br.

Aus den oben gegebenen Erklärungen leuchtet ohne weiteres ein,

---

\*) Der Name *Passat*, vom spanischen „passata“ heißt Ueberfahrt, weil die Segelschiffe diesen Wind von jeher zur Ueberfahrt von Spanien nach Südamerika benützten.

\*\*) Die Kalmenzzone entspricht den „Mallungen“ der deutschen Seeleute oder den „Duldrums“ der Engländer.

daß die aufströmende Luftbewegung der Kalmenzone ein äquatoriales Tiefdruckgebiet erzeugt. Ebenso läßt sich erwarten, daß die aus den Kalmen aufsteigende Luft in größerer Höhe abgekühlt und dadurch wieder schwerer wird.

Übersicht über die Hauptwindsysteme der Erde.

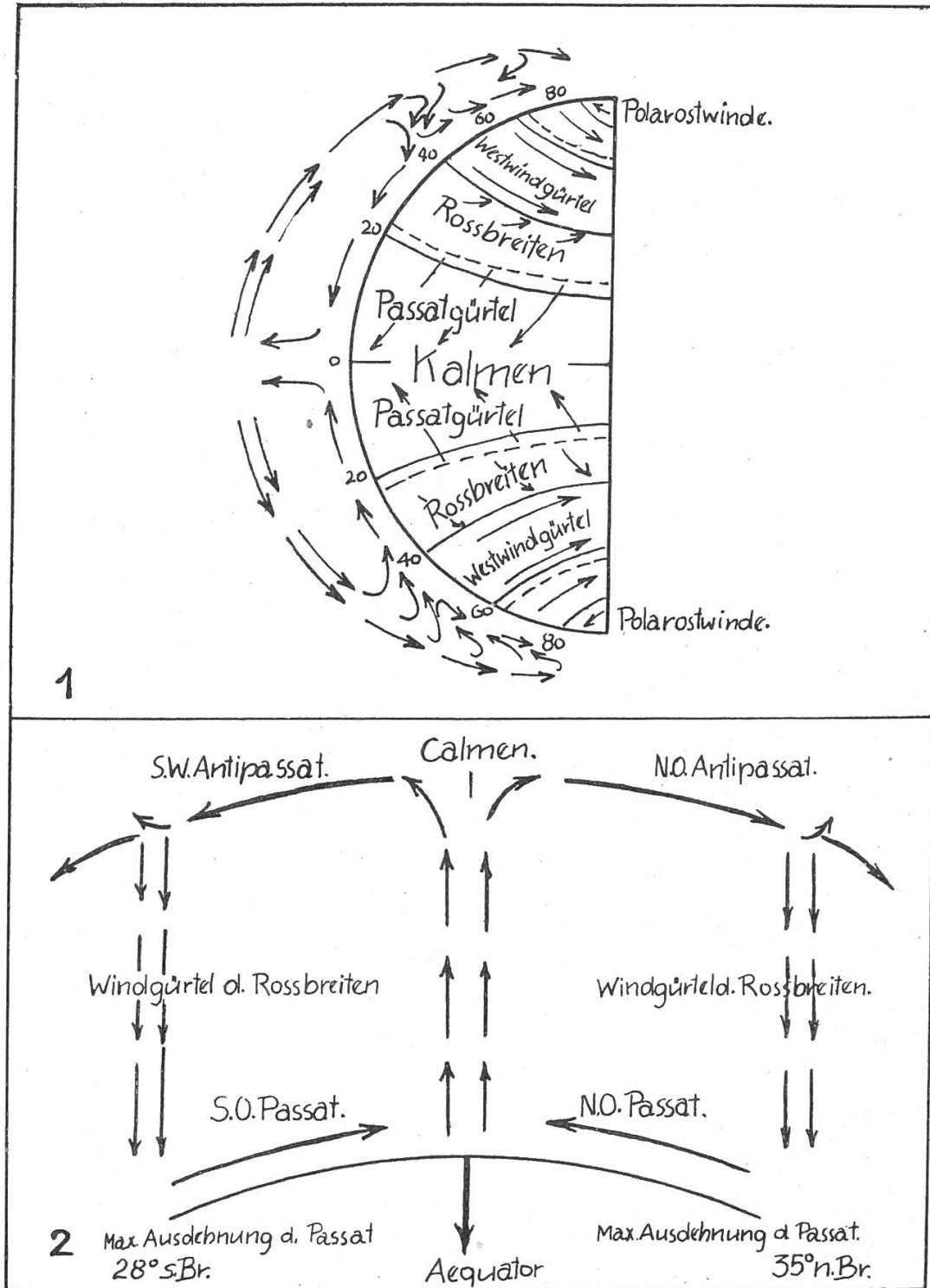


Abb. 1: Schematische Darstellung der Hauptwindströmungen der Erde (nach Passarge).  
Abb. 2: Der Windkreislauf zwischen Äquator und den Rossbreiten.

In ansehnlicher Höhe, 4—5000 m über der Erdoberfläche, fließen die abgekühlten Luftmassen gegen die beiden Pole hin ab. Diese, in den Höhen polwärts wandernden Winde sind die *Anti- oder Gegenpassate*, die als primäre Oberströme vom Äquator polwärts wandern. Auf der Nordhalbkugel ist der Antipassat infolge der Erdrotation ein SW-, auf der Südhalbkugel ein NW-Wind.

Diese Oberströme (die in etwa 20° Entfernung vom Äquator oft deutlich sichtbar werden) dringen nur so weit gegen die Pole hin vor, bis zwischen den Antipassaten und den polaren Gegenströmen das Gleichgewicht hergestellt ist. Dieser Gleichgewichtszustand wird in rund 30° Breite erreicht. Da der äquatoriale Oberstrom infolge der polaren Gegenwinde nicht weiter polwärts vordringen kann, umkreist er in der angegebenen Breite die Erde in einem geschlossenen Ring von West nach Ost. Die Luftstauung mit den polaren Luftströmungen führt in dieser Breite zur Bildung subtropischer Hochdruckgebiete, aus deren Zone ein weiterer Luftstrom zur Erde niedersteigt. Dieser Strom zieht dann als sekundärer Unterstrom gegen das äquatoriale Tiefdruckgebiet, bzw. die tropischen Kalmen, wo dieser Ersatz willkommen ist. Der Windstrom direkt über der Erdoberfläche heißt *Passat*. Infolge der Erdrotation besteht auf der Nordhalbkugel der *Nordostpassat*, auf der Südhalbkugel der *Südostpassat*. Die Grenzen der Passatgürtel folgen dem höchsten Sonnenstand und reichen auf der Nordhalbkugel bis 35° n.Br., auf der Südhalbkugel bis 28° s.Br. Die Passate bilden mit den Antipassaten und den entsprechenden Vertikalbewegungen in den Kalmen und Subtropen einen geschlossenen *Windkreislauf*.

Durch die vertikalen Windströmungen, die in den Subtropen von oben nach unten ziehen, entsteht auf jeder Halbkugel nochmals eine windstille Zone; es ist die der *Roßbreiten*. Sie trennt die Passate von den Westwinden der gemäßigten Breiten.

Das Gebiet der Passate zeichnet sich durch eine auffallende Beständigkeit des Wetters aus. Regen sind selten und nur von kurzer Dauer. Die Heiterkeit des Himmels wird meist nur unterbrochen durch die hohen Federwolken der Antipassate.

Nur selten sind die Passate Regenbringer. Als solche kommen sie z. B. vor an der ostbrasilianischen Küste.

Im Gebiete der tropischen Passate treten oft schwere Wirbelstürme, als „*tropische Zyklone*“ auf. Zwar sind diese räumlich meistens eng beschränkt und ohne nachhaltigen Einfluß auf die Witterung. Trotzdem sind diese Wirbelstürme gefürchtet wegen ihrer meist katastrophalen Wirkungen, die in der Regel viel ärger sind als die Verwüstungen der Zyklone gemäßigter Breiten.

Berüchtigt sind auf dem nordatlantischen Ozean die *Hurrikane Westindiens*, die mitunter furchtbare Verheerungen anrichten.

Meist wandern diese Wirbel in der Tropenzone erst westlich, nachher östlich. In der Wirbelmitte herrscht Windstille. Dieses „Auge des Sturmes“ ist der unregelmäßigen Wellenbewegung und des Umspringens des Windes wegen besonders gefährlich. In Westindien

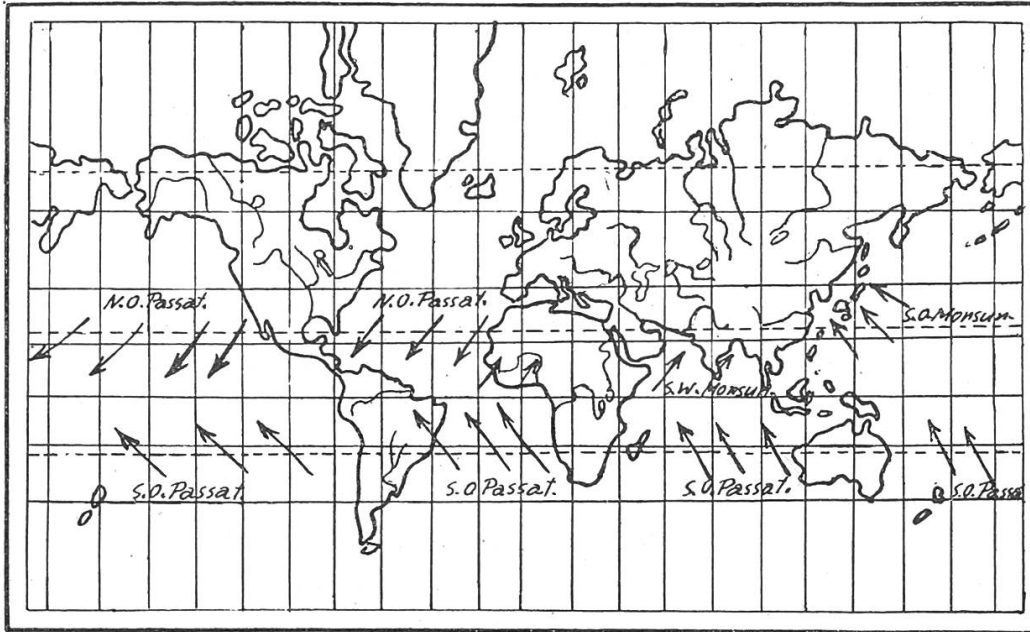


Abb. 3. Passate und Monsune im Juli.

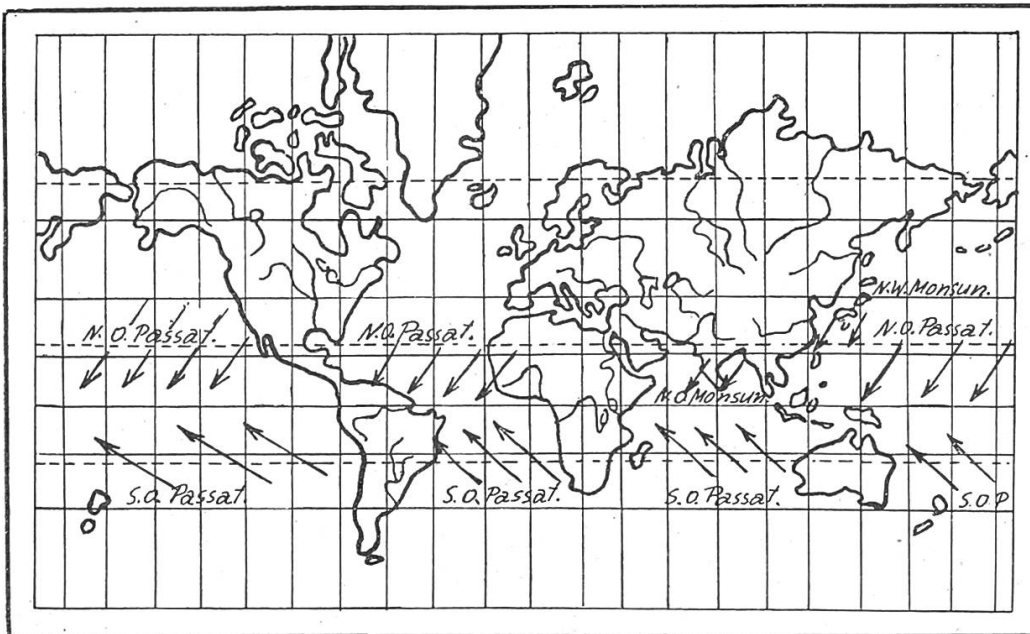


Abb. 4. Passate und Monsune im Januar.

treten die Hurrikane jährlich drei- bis viermal, vorzugsweise im Herbst auf. Ihr Verlauf geht hier von Westen nach Nordosten. Die mittlere Umkehr der Wirbelbahnen liegt in der Nähe der exponierten Halbinsel Florida. Just in den letzten Jahren haben die Gebiete hier unter den tropischen Zyklonen furchtbar gelitten,

An der ostatlantischen Küste treten ähnliche, aber weniger starke zyklonale Stürme als Tornados auf. (Tropisch Westafrika, Kap Verdische Inseln, Australien.) Oft durchkreuzen die Tornados den nordatlantischen Ozean, um nachher in die Hurrikane Nordamerikas überzugehen. — Ostasien besitzt in den Taifunen ähnliche Schreckensstürme. Andere tropische Zyklone stehen im Zusammenhang mit dem Monsunwechsel, so die Wirbelstürme des südlichen und indischen Ozeans und des bengalischen Meerbusens. Die Mauritiusorkane entstehen aus dem Zusammenwirken zwischen Nordwestmonsun und Südostpassat.

### Die westlichen Winde der gemäßigten Breiten.

Wie wir bereits feststellten, teilt sich der primäre Oberstrom der Passatzzone in einen Arm, der in den Roßbreiten als Kompensationsstrom zur Erdoberfläche hinabsteigt und von da an zum Äquator zurückfließt. Der andere Arm des Antipassatstroms fließt bis in den subpolaren Gürtel hinein, d. h. nahe an die Polarkreise heran. Da diesem Luftstrom aber die schnellere Bewegung seiner Herkunftsgebiete eigen ist, eilt er der ostwärts sich drehenden Erde voraus. Dadurch entstehen in der Höhe starke westliche Wirbelwinde, deren Ausbreitungsgebiet sich von den Roßbreiten bis zur sogen. „Polarfront“, bis zirka  $75^{\circ}$  erstreckt.<sup>37</sup> Diese westlichen Wirbelwinde strömen nunmehr in das subarktische und subantarktische Depressionsgebiet hinein. Dieses Depressionsgebiet wird im atlantischen Ozean gebildet durch die Zyklone der Südspitze von Grönland und Island und im stillen Ozean durch die der Beringsstraße. Die Südwest- und Westwinde des atlantischen Ozeans sind ein Kampfplatz von Tief- und Hochdruckgebieten und daher ein Gebiet sehr veränderlicher Winde. Häufige Störungen und Ungleichmäßigkeit sind ein charakteristisches Merkmal des Westwindsystems der gemäßigten Breiten, im Gegensatz zu den regelmäßigen Passatwinden. Die Wanderung der Zyklone auf dem atlantischen Ozean ist in hohem Maße ausschlaggebend für die Wetterlage in unserm Gebiet.

Auf der einheitlicheren, ozeanischen Südhalbkugel lagert als ein geschlossener Gürtel eine subpolare Depressionszone. Hier wehen die westlichen Wirbel- fast immer als Westwinde („Brave Winde“) zwischen  $40^{\circ}$ — $60^{\circ}$  s. Br., so daß sie in ihrer Regelmäßigkeit den Passaten einigermaßen gleichen.

In den polaren Gebieten treten vorwiegend östliche Winde auf. Durch die Polarfront werden die westlichen Winde der gemäßigten Breiten von den Ostwinden der polaren Calotte getrennt.

## Die Monsune.

Eine besondere Stellung nehmen die *Monsune* \*) ein. Sie gehören nicht, wie die Passate oder die Westwinde der gemäßigten Zone und die Polarwinde, der allgemeinen Luftzirkulation der Erde an. Es sind vielmehr große Störungsgebiete der allgemeinen Zirkulation, Lokalwinde mit ausgedehntem Wirkungsbereich. Die Entstehung gleicht durchaus der der lokalen Land- und Seewinde. Wie bei diesen handelt es sich bei den Monsunen um jahreszeitlich bedingte Austauschströmungen zwischen den thermisch verschieden ausgestatteten Kontinenten und Ozeanen. Bekanntlich sind im Sommer die Kontinente wärmer als das Meer. Infolgedessen finden sich über dem Lande Tiefdruckgebiete. Diese auszugleichen strömt Luft vom Meer her auf das Land. — Im Winter erfolgt die Bewegung entgegengesetzt, weil dann das Land kälter, das Meer wärmer und die Luft über diesem Tiefdruckgebiete aufweist. Monsune können daher nur in Breiten auftreten, wo die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen zwischen Kontinent und Ozean hinreichend groß sind, um jahreszeitliche Luftdruckschwankungen in ausreichendem Maße hervorzurufen.

In den gleichmäßig erwärmten Gebieten der Tropen fehlt der Monsun. Sein Wirkungsbereich beginnt erst am Rande der Tropen in mittleren und höheren Breiten. Wie die Passate, so unterliegen auch die Monsune der Erdrotation.

Am bekanntesten sind die *südasiatischen* Monsune. Wenn im Sommer die innerasiatischen Gebiete ihre starke Erwärmung erfahren, bildet sich über diesen Gebieten eine Tiefdruckzone von etwa 750 mm. Hier hinein strömt alsdann vom Meere her der feuchte S-, SW- und SO-Monsun. Dieser letzte bringt den Süd- und Südostländern Regen und begünstigt von alters her die Schifffahrt. Der SO-Monsun wird bittend erwartet. Kommt er zeitig und mit starkem Regen (oft mit Ueberschwemmungen), so steht reiche Ernte in Aussicht. Verspätet sich der Eintritt, so können furchtbare Hungersnöte auftreten, wie sich solche in Indien schon oft wiederholten. Sind doch von 1890—1909 infolge zu geringer Monsunregen nicht weniger als 19 Millionen Menschen Hungers gestorben.

Im Winter zieht der Monsun als trockener Wind vom Lande zum Meere. Ueber dem indischen Ozean streicht dann der NO-Monsun.

Beim Wechsel des NO- in den SW-Monsun und umgekehrt treten oft äußerst gefährliche und heftige Wirbelstürme auf.

Außer dem indischen ist der im Wesen gleiche *ostasiatische* *Monsun* von großer Bedeutung. Er weht als regenbringender SO-

---

\*) Monsun, vom arabischen *mausim* = Jahreszeit, also ein mit der Jahreszeit wechselnder Wind.

und als trockener NW-Monsun. Von geringem Einfluß sind der Austral-Monsun, sowie die Monsunströmung Westafrikas und Nordamerikas. — Die Sommerregenzeit Mittel-europas — sie beginnt mit den Kälterückfällen im Juni, zugleich mit einem Umbiegen der Luftströmung nach NW — wird neuerdings als eine monsunartige Strömung aufgefaßt. Dem Gegenstrom im Winter entspricht die größere Häufigkeit kontinentaler Ostwinde in dieser Jahreszeit. Das Einsetzen des winterlichen Monsunregims kündigt der bekannte „Altweibersommer“, der Nachsommer Ende September und Anfang Oktober, an.

### Die lokalen Winde.

Außer den angeführten Windsystemen der Erde gibt es zahlreiche Lokalwinde. Sie sind von zweierlei Art. Die eine Gruppe ist eine Folge der allgemeinen Luftzirkulation, weist aber durch lokale Einflüsse nach Richtung, Stärke und zeitlichem Auftreten ein besonderes Gepräge auf. Die zweite, zeitlich beschränkte periodische, oder unperiodische Gruppe wird nicht durch die allgemeine Luftzirkulation erzeugt, sondern durch Oberflächen- und Höhenunterschiede, durch die Verteilung von Wasser und Land und die daraus resultierenden Luftdruckunterschiede, durch den täglichen Gang der Erwärmung usw.

Von lokalen Winden aus diesen beiden Gruppen sei zunächst erwähnt: der *Mistral*. Er ist der stürmische Fallwind des französischen Rhonetales (Provence und Languedoc), der seine Entstehung den Temperaturunterschieden des Mittelmeers und des gebirgigen zentralfranzösischen Hochlandes (Auvergne-Cevennen) verdankt. Der Mistral tritt stets dann auf, wenn sich ein barometrisches Minimum im SW und SO der Rhonemündung befindet. Dies ist besonders im Winter häufig der Fall. Alsdann erscheint er aus den gebirgigen Regionen des Küstenlandes als heftiger, stürmischer N- und NW-Wind, der bis Genua und zur Ebromündung hinunter zieht. Die Heftigkeit des Windes, der im Winter beißend kalt ist, rührt besonders davon her, daß er sich in den tiefer gelegenen Gebieten nicht sofort auszugleichen vermag.

Ein anderer Lokalwind in der Gegend zwischen der Rhonemündung und den Pyrenäen ist der *Marin*. Er zieht vom Mittelmeer nach den Tiefdruckgebieten des viscayischen Golfes und bringt meist willkommenen Regen. Ueber der Wasserscheide gegen den atlantischen Ozean tritt er als *Autan noir* auf. — Gefürchtet ist der *Autin blanc*, der vom innerfranzösischen Hochlandgebiet sich als kalter, trockener Wind nach dem Garonnegebiet senkt.

Ein ähnlich kalter Fallwind, wie der Mistral, ist die *Bora*. Sie zieht vom dalmatischen Hochland zum adriatischen Meer. Infolge der geringen Fallhöhe ist der kalte, trockene Wind selbst bei seiner Ankunft auf dem Meeresspiegel noch kalt. — Boraartige Stürme

treten auch am Nordrand des schwarzen Meeres und ebenso an der ochotskischen Küste in Ostasien auf.

Eine der Bora und dem Mistral verwandte Winderscheinung ist der Föhn unserer Alpen, dessen Wärme und Trockenheit allgemein bekannt ist. Die Wärme ist indes nicht primär, sondern sekundär. Früher vertrat man die Ansicht, daß der Föhn nur auf die Alpen, und zwar besonders auf die Nordalpen, beschränkt sei. Heute weiß man, daß dieser Wind zahlreichen Gebirgen eigen ist.

In den Alpen entsteht der Föhn häufig dann, wenn über Nordwesteuropa ein Luftdruckminimum liegt, das seinen Einfluß bis zum Alpenfuß geltend macht. Von hier saugt das n. w. Minimum Luft an. Da die Alpentäler nach den Seiten hin meist durch Gebirgswände abgeschlossen sind, so können Ersatzströme bloß von oben, bezw. südlich von den Alpen her kommen. Der Ersatzstrom der Höhen ist noch kalt und trocken. Aber beim Hinunterstreichen („Fallwind“) erwärmt sich die Luft mit 100 m Abstieg um ca. 1°, so daß die Winde am nördlichen Alpenfuß als warme, trockene Südwinde ankommen. Oft erfolgen durch Täler und Bergzüge lokale Ablenkungen von dieser Richtung. Daß der Grad der Erwärmung von der Fallhöhe abhängig ist, leuchtet ohne weiteres ein.

Auch die Südseite der Alpen hat ihren Föhn, sobald ein Minimum über dem Mittelmeer dazu Veranlassung gibt.

Billwiller jun. bezeichnet den Föhn, der aus dem Gefälle der Oberflächengestalt entsteht, als *Gradientföhn*. Demgegenüber unterscheidet er einen antizyklonalen, oder *Hochdruckföhn*, der erzeugt wird durch die Erwärmung absinkender Luftmassen im allgemeinen.\*) Dieser Hochdruckföhn ist nicht selten. *Maurer*<sup>22</sup> schreibt in seinem „Klima der Schweiz“, daß dieser Hochdruckföhn im Alpenvorland als trockener, warmer Luftstrom aus Antizyklonen südwestwärts des Alpengebietes erscheine. Mit leicht nordwärts gerichtetem Gefälle fließt der Luftstrom nach den sich dort ausbreitenden Depressionen ab, um dabei ganz die Eigenschaften des Föhns anzunehmen.

Beide Föhnarten wirken im Alpengebiet und den Alpenvorländern als treffliche Schneefresser. Die Wirkung des Alpenföhns läßt sich bis nach Mitteldeutschland nachweisen.

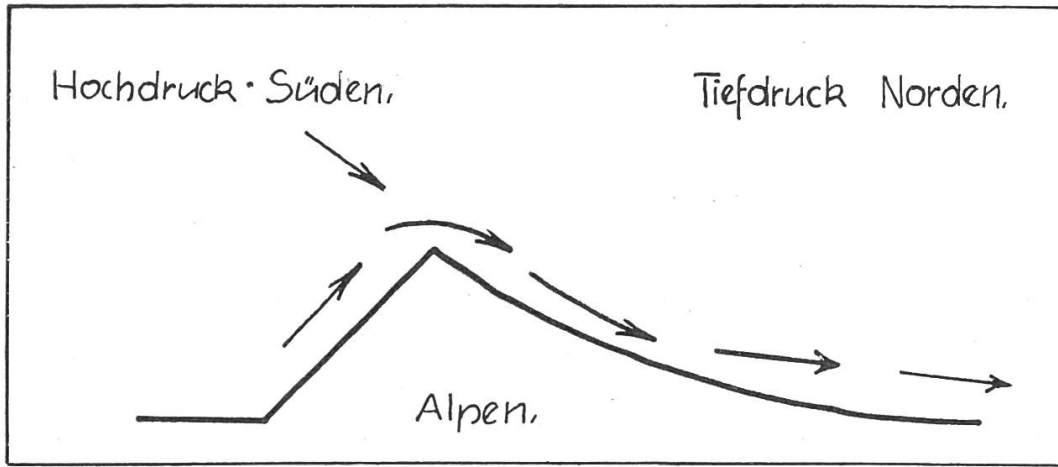
Wegen seiner Wärme hielt man den Föhn lange für einen Wüstenwind, mit Ursprung in der Sahara. Heute ist man sich klar darüber, daß der Föhn bloß eine lokale Winderscheinung ist, die freilich mit den Wüstenwinden Trockenheit und Wärme gemeinsam hat.

Föhnwinde finden sich außerhalb der Alpen noch in vielen Gegenden der Erde, so z. B. in den Pyrenäen und an der algerischen

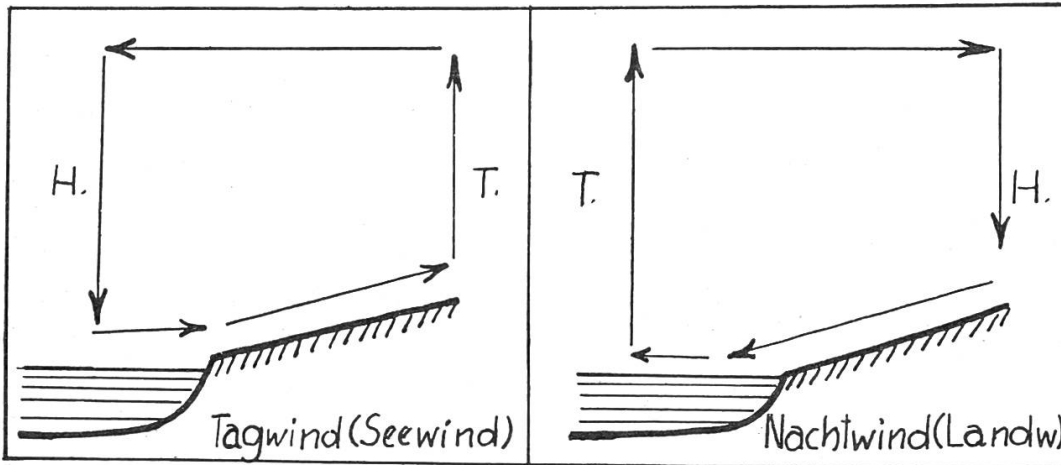
---

\*) *Supan*<sup>1</sup> schlägt für den Ausdruck Gradientföhn die Bezeichnung Gebirgsföhn vor. (S. 195.)

Lokale Winde.

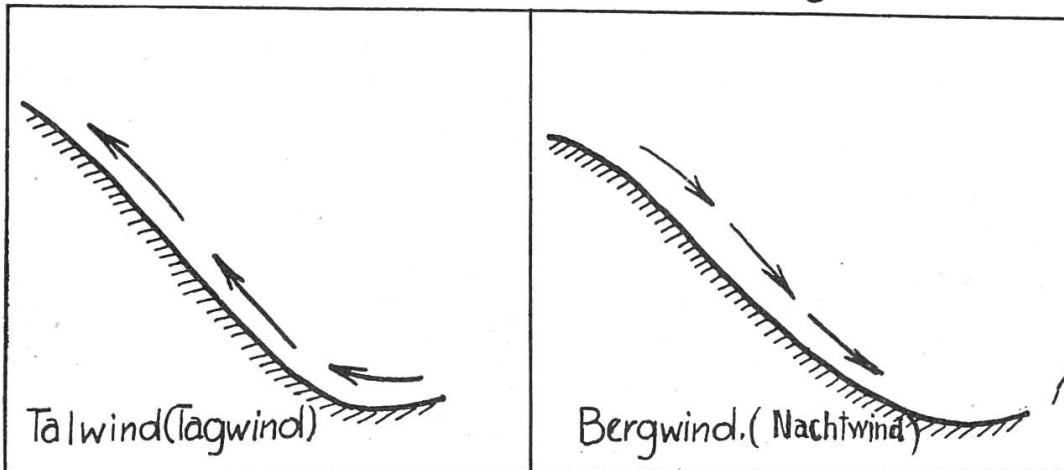


1



2

3



4

5

Abb. 5

1. Alpenföhn.      2. Land- und Seebise.      3. Berg- und Talwind.

Küste. Ein Föhnwind ist auch der *Chinook* des Felsengebirges. Weitere föhnartige Winde haben wir in Westjapan, im Stanowoi-gebirge, in den Allighenis, auf der Krimhalbinsel, in Neuseeland, Südwestafrika, Grönland und in Inner-Australien. Hier begünstigen die Glutwinde oft Steppenbrände.

Wenn über den Wüsten ein höherer Luftdruck besteht als über den Nachbargebieten, dann wandern vielfach Winde in diese ein.

Berühmt sind der *Chamsin* der Sahara, dessen Wirkung bis nach Aegypten hineinreicht; der *Leveche* der spanischen Südküste; der *Harmattan* Oberguineas; der *Leste* der canarischen Inseln; der *Samum* Arabiens; der *Scirocco*\*), der von Nordafrika nach Italien, Sizilien und Südgriechenland weht und der nicht verwechselt werden darf mit dem gleichnamigen, feuchtwarmen Winde Italiens und der adriatischen Küste.

Der Lokalwind Aegyptens und der lybischen Wüste ist der berühmte *Chamsin*, der meist zwischen Mitte März und Mitte Mai weht. Er kommt von S und SO und streicht dabei über den schwarzen Nilschlamm. In etwa 50 Tagen treten 4—6 Chamsinperioden auf, die in der Regel nur einen Tag anhalten, aber meist furchtbar wirken. Die Temperatur steigt dabei oft über 40° C., die Pflanzen vertrocknen und der Staub, der nicht abzudichten ist, verfinstert buchstäblich die Sonne.

In Rußland und Sibirien sind die *Purgane* gefürchtet. Sie wehen im Sommer als trockene, lästige Sandwinde und im Winter als furchtbar kalte, eisige Schneestürme, die für Mensch und Tier äußerst gefährlich sind.

Eis und Schnee an den Bergwänden erzeugen gelegentlich auch tägliche Fallwinde. Zu ihnen gehören z. B. die *Nevados* (Schneestürme) auf dem Plateau von Quito.

Wir haben in den Monsunen bereits Land- und Seewinde mit jahreszeitlicher Periode festgestellt. Land- und Seewinde weisen aber auch tägliche Perioden auf. Dabei ist die Entstehung dieser Winde zurückzuführen auf die ungleiche Erwärmung von Wasser und Land. Binnenseen erwärmen sich bei Besonnung weniger als das Land. Dieses hat über sich deshalb eine Tiefdruckzone. In sie strömt vom Hochdruckgebiet über dem Wasser ein Ersatzstrom, der See- oder Meerwind. In der Nacht erfolgt naturgemäß die umgekehrte Bewegung, indem ein Landwind dem Wasser zuströmt. Die Höhe des Zirkulationsstromes schwankt zwischen 300—1000 Metern. Dem Uferanwohner sind diese Luftbewegungen meist gut bekannt. Vielerorts sind auch genaue wissenschaftliche Beobachtungen angestellt worden, wie z. B. am Zürichsee.<sup>10</sup> Am Bodensee beschäftigt sich die Drachenstation Friedrichshafen eingehend mit der Beobach-

\*) Das Kennzeichen des echten Scirocco sind hohe Temperatur, Trockenheit und Staubreichtum.<sup>28</sup>

tung der Lokalwinde am See. Bauern und Fischer ziehen übrigens aus diesen Windströmungen mancherlei Schlüsse auf das Wetter. Dabei wird von diesen naturverbundenen Menschen auf viele Feinheiten Acht gegeben, wie z. B. auf die Zeit des Eintritts, die Stärke und Richtung, sowie die Art des Auffalls dieser Winde.

In den Gebirgen entstehen aus der verschieden starken Erwärmung der Luft über Talböden, Ebenen, Hängen, Sonnen- und Schattenseiten ebenfalls besondere Luftströmungen. Tagsüber weht ein Luftstrom vom Tal zum Berg hinauf als Talwind; in der Nacht erfolgt die Bewegung in umgekehrtem Sinne als sogen. Bergwind. Am Gardasee heißt der von S herströmende Tagwind *Ora*, der Nachtwind *Lo ver*. — Im Tibet und in Kaschgar soll der Bergwind das Ueberschreiten der Gebirgspässe gelegentlich verunmöglichen.

Die Entstehung der Berg- und Talwinde erklärt sich im wesentlichen auf folgende Weise:

An sonnigen Berghalden wird die Luft am Tage schneller erwärmt als auf dem Talboden. Dadurch entsteht eine Lockerung der Luft über dem Talhang, sowie ein Abfließen der Höhe zu. In den luftverdünnten Raum strömt vom Tale her ein Ersatzstrom, ein Steigungswind, der sogen. *Talwind*. Während der Nacht ist die Bewegung umgekehrt.

Im *Oberengadin* wehen Winde tagsüber von Maloja bis Scanfs, also talwärts, so daß unsere vorige Behauptung hier unrichtig erscheint. In Wirklichkeit handelt es sich auch hier um einen richtigen Tal- und Steigungswind. Dieser beginnt im Bergell und steigt hangaufwärts.<sup>4</sup> Dabei fällt der Luftstrom aber zum Teil ins offene Taltor von Maloja, um hier freilich dem neuen Talgefälle zu folgen.

Lokalwinde mit starker Beeinflussung der Haupttäler finden sich weiter im deutschen Rheintal, in der Gegend des Taunus, im bayrischen Hochland, der Poebene, der Ghor usw.

## II. Windwirkungen.

### Morphologische Wirkungen.

#### 1. *Aeolische Abtragung.*

Steht die Wirkung der Winde auch hinter der des Wassers, so sind Windabtragungen und Abschüttungen doch von sehr bedeutendem Einfluß. Die äolische Wirkung tritt besonders stark in ebenen Gebieten, sowie in Gebirgsländern in Erscheinung. Auf dem weiten Ozean, an flachen Küsten, in Tiefländern und Tälern, auf ebenen Hochflächen, auf Bergspitzen, in Wüstenebenen und Steppen können wir die Windwirkungen am besten verfolgen. Staub und Sand werden

vom Winde ganz besonders häufig transportiert, daneben aber auch Wasser (Wolken, Nebel usw.). Der Wind wirkt entweder rein als solcher, oder aber mitsamt dem Transportmaterial, wie Sand und Staub. In seiner Tätigkeit gleicht der Wind durchaus dem Element des Wassers, das ebenfalls, sowohl für sich allein, oder aber mit Kies, Sand und Schlamm zusammenwirkt. Während das Wasser aber seine Tätigkeit von oben nach unten ausführt, ist der Wind in seiner Arbeit von der Schwerkraft weniger beeinflusst.

Die ausgeprägtesten Windwirkungen finden wir vornehmlich in den großen Wüstengebieten der Erde. Die Wüsten und Steppen Asiens (Gobi, Tibet, Indien, Persien, Arabien, Syrien, Transkaspien, Turkestan, Sibirien), Afrikas (Sahara, Kalahari, Namib), Nordamerikas (Salzseewüste, Prärien), Südamerikas und jene Australiens zeichnen sich aus durch große Trockenheit, sowie das Fehlen von Flüssen. Die Wasserlosigkeit dieser Gebiete ist bedingt durch den Mangel regenbringender Winde, durch die Oberflächenverhältnisse, intensive Besonnung, starke Verdunstung usf. In den meisten Wüstengebieten (Ausnahmen Nilgebiet und Namib) wirken vorab die Insolation, die Temperaturgegensätze und mit ihnen der Wind.

*Joh. Walther*,<sup>39</sup> der uns ausgezeichnete Studien über die Windwirkung in der Wüste geschenkt hat, vermittelt die Theorie von der *Deflation*, d. h. der abhebenden, ausräumenden, hohlformschaffenden Tätigkeit des Windes. Die Deflation ist die maßgebende Kraft bei der Denudation des Wüstenreliefs. Dabei stellt der Vorgang eine kombinierte Wirkung dar. Einmal schafft der Wind allen leichten, trockenen Verwitterungsschutt fort, andererseits schleift er mit diesem Material die Bodenoberfläche wieder ab. Dieses Abschleifen während des Transportes wird als *Korrasion* bezeichnet. Die Deflation wirkt flächenhaft und ist unabhängig von der Neigung des Geländes. Das Heben von Sand und Staub ist nach Walther wichtiger als das Schleifen, d. h. die Korrasion des Untergrundes. — Die Deflationstheorie von Walther wird nicht von allen Geographen und Geologen anerkannt. *Passarge* z. B. vertritt die Korrasionstheorie, d. h. er betrachtet das Sandgebläse des Windes als wesentlich und nicht das reine Windgebläse.

Erzeugt die Deflation in lockern, unbedeckten Gebieten vorwiegend die großen Hohlformen, die Mulden, Wannen und Oasen, so besorgt die Korrasion eher die Feinarbeit durch Schaffung von Pilzfelsen, Schliffen, Kanten, Rillen und Furchen. Damit haben beide Erscheinungen einen wesentlichen Anteil an der Formbildung trockener Erdräume, gleichwie anderswo dem Wasser (chemische, organogene u. a. Einflüsse) diese Vorzugsstellung zukommt.

In den Wüstengebieten, die eine starke Insolation und große Temperaturschwankungen aufweisen, wird das Gestein dauernd zerstört. Kommt es doch vor, daß die Bodentemperatur stellenweise

den Betrag von 60—70° Celsius und darüber aufweist, während die nächtliche Abkühlung unter 0° gehen kann. Durch die starke Erwärmung dehnen sich die Gesteine aus, um nachher in der Nacht zu zerspringen. Wo durch diesen Naturvorgang weite Gebiete derart in Felsblöcke zerlegt wurden, entstand die F e l s w ü s t e.

In ihr haben die Winde den Staub, Sand und selbst kleinere Steinchen weggeblasen, so daß die nackten Felsgebiete einen trostlosen Anblick gewähren (z. T. in der Sahara). Die schalenförmige Abschuppung von Felsen und Klippen erfolgt übrigens nicht nur durch die Insolation und den Temperaturwechsel, sondern auch durch chemische Vorgänge, die mit dem Eindringen von Tau, Regen und Salzen im Zusammenhang stehen. Selbstredend ist in allen Fällen die örtliche Beschaffenheit des Gesteins von Einfluß bei dieser Kleinformbildung. Härtere, widerstandsfähigere Steine ragen nach den geschilderten Vorgängen als Rippen, Kanten und Spitzen über die ausgeblasenen, weichen Gesteinsteile hinaus.

Durch die fortgesetzte, kombinierte Zerkleinerung der Fels- und Gebirgspartien entsteht der Typus der Steinwüste oder Hamada und der Kieswüste oder Serir (z. B. Teile der lybischen und arabischen Wüste). In diesen Wüsten sind Sand und Staub weggeblasen, so daß nur große oder kleine, meist kantige Gesteinscherben zurückbleiben. Bei noch weiterer Zerkleinerung des Bodensmaterials bleiben die gröberen Sande liegen (Treib- oder Trieb sand), währenddem der feinere Staub weggeblasen wird. In beiden Fällen entsteht die Sandwüste, deren Untergrund oft mehrere hundert Meter tief aus lockerem Sand besteht. Irrtümlicherweise besteht sehr oft die Auffassung, daß dies der beinahe ausschließliche Wüstentypus sei, währenddem er nur in gewissen Gebieten vorherrschend ist. Walther erklärt sogar, daß weitaus die größten Wüstenflächen sandarm oder sandfrei seien.

Daß die Winde solcher Sandgebiete reich an Staub und Sandbestandteilen sind, leuchtet ohne weiteres ein. Oft entstehen, ähnlich den Wasserhosen, in Wüsten- und Steppengebieten außer den gewöhnlichen Sand- und Staubstürmen sogen. Staubtromben und Staubhosen. (Kalahari, Sahara, Südrussische Steppe.) Von den sandführenden Stürmen, wie dem Samum, dem Chamsin und dem trockenen Shirokko Süditaliens war bereits die Rede. Oft werden die Staubmassen hoch aufgewirbelt und dann weithin weggetragen. Am 10. März 1896 soll Saharastaub in 36 Stunden über Italien und Deutschland bis nach Dänemark verfrachtet worden sein.

Den oben erwähnten Wüstentypen sind noch beizufügen: die Lehm- und Tonwüsten. Sie entstehen vorwiegend im Gebiete versiegender Flüsse und abflußloser Salz- und Regenseen in Tälern, Mulden und Senken. (Zentralasien, Persien, Australien, Lybische Wüste, Atakamawüste usw.)

Die geschilderten Wüstentypen können in reiner und gemischter Form auftreten. Daß Sandwüsten in der Nachbarschaft von Kieswüsten (und zwar in der Richtung des Hauptwindes) häufig sind, ist einleuchtend.

An geologischen Kleinformen, die durch Winde erzeugt werden, seien erwähnt die *Windschliffe*.

Ihre Verbreitung fällt vorwiegend zusammen mit freistehenden Felsen und Klippen, die durch die sandführenden Winde der Ausreibung bzw. Korrasion ausgesetzt sind. Selbstredend gelangen erst die weichen Bestandteile zur Ausreibung. Es bilden sich dabei neben glatten, abgeschliffenen und flachwelligen Partien Rillen, Rinnen, Gruben, Löcher und Höhlen. Hieraus holt der Wind, was das Wasser kaum herauszutragen vermag. Beispiele hiefür finden sich in der sächsischen Schweiz, im Nilgebiet und in vielen Dünengebieten.

Vielfach sind freilich bei solchen Bildungen die Winde außer Spiel, da chemische Vorgänge und die Insolation für sich allein genügen, derartige Formen zu schaffen. Eine bekannte Windform sind die *Glyptolithen*, *Kantengerölle*, auch *Windkanter* und *Schliffkanter* genannt.

Diese Gerölle, die auch als fossile Funde öfters vorkommen, finden sich namentlich in Flugsandgebieten. Grobes, hartes Schleifmaterial, wie z. B. windbewegter Quarzsand, schleift die Gerölle oft längere Zeit bloß auf einer Seite. Es entstehen dadurch firnisglänzende Schleifflächen, die mit scharfer Kante senkrecht zur Windrichtung streichen. Bewegt sich solch ein einkantiger Stein, so wird er darnach auf zwei oder mehreren Kanten geschliffen und damit zum Zwei- oder zum pyramidenförmigen Dreikanter.

Aus den zentralasiatischen Gebieten am Lop-Nor sind als Windprodukt mehrere Meter tiefe und bis 40 m breite Bodeneinschnitte, der *Jardangs*, bekannt. Diese Einschnitte liegen auf altem, tonigem Seeboden und verlaufen unter sich parallel, entsprechend der Hauptwindrichtung NO—SW.

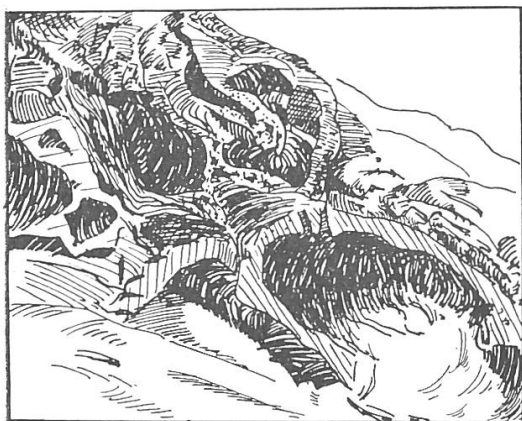
*Ferd. Richthofen*<sup>29</sup> betrachtet die schluchtartigen, bis 30 m tiefen Hohlwege der chinesischen Lößgebiete hauptsächlich als ein Werk der Winde. Aus kleinen Bodenfurchen hätten sich in diesem weichen Boden nach und nach die tiefen Hohlwege entwickelt.

*J. Brunhes* erwähnt *äolische Strudeltöpfe* als tiefe, nesselartige Aushöhlungen der nubischen Wüste. Sie sollen, wie manche Mulden der lybischen Wüste, das Werk von Wirbelstürmen sein.

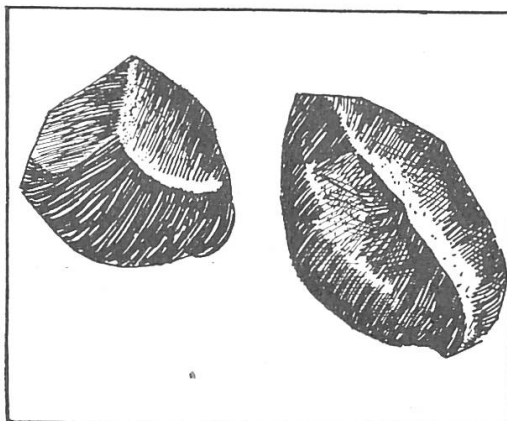
*Walther*<sup>30</sup> geht in der Deflationswirkung noch weiter, indem er tiefe Täler, wie die der Wadis Aegyptens, als Windwirkung auffaßt. Ebenso sind für ihn Oasenmulden ein Produkt der Winde.

Wo die Wüstenoberfläche mechanisch oder chemisch gelockert ist, räumt der Wind das Material oft aus, wodurch wabenähnliche Löcher entstehen, die sich schließlich zu sogen. Steingittern entwickeln.

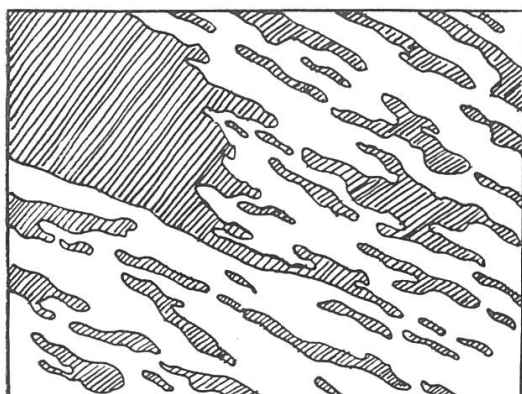
### Aeolische Abtragung.



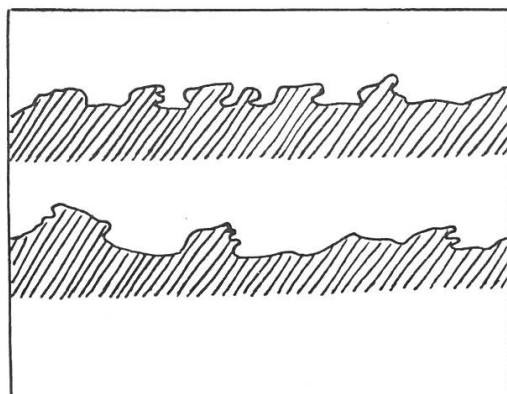
1



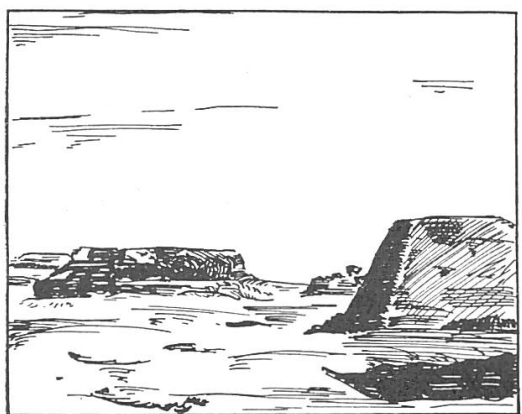
2



3



4



5



6

Abb. 6

1. Windlöcher.

3. und 4. Jardangs.

5. Insel- oder Zeugenberge.

2. Windkanter.

6. Pilzfelsen.

(nach E. Kayser).

Als Folge der Windkorrasion treten gelegentlich die *Wüstenlacke* auf, als gelbe, rote, braune bis schwarze, lackartig glänzende Schliffe. Sie entstanden aus der Reibung zwischen Wind, feinem Staub und Sand.

Eine Erscheinung, die in manchen Wüstengebieten der Erde zu finden ist, sind die *äolischen Tische* oder *Pilzfelsen*, große, auf dem Boden aufsitzende Gesteinsblöcke, wie sie vorkommen in Arizona, dem Coloradogebiet, in Turkestan usf. Vorgänger solcher äolischer Tische sind häufig Hohlkehlen und Baldachinfelsen.<sup>20</sup> Indem die Pilzfelsenblöcke mit ihrer harten Oberfläche der Winderosion trotzen, erhärten sie durch ihre Belastung den Bodenuntergrund, während der lockere Boden der Umgebung weggeblasen wird. Derart wachsen die Felsen mehr und mehr in die Höhe. — Aehnliche äolische Figuren treten auf, wenn alte Mauerreste am Untergrunde freigelegt werden.

Sowohl in den afrikanischen und asiatischen, wie auch den amerikanischen und australischen Wüsten finden sich als Ergebnis der Verwitterung und äolischen Abtragung die *Insel- oder Zeugenberge*. (Zeugen ehemaligen höheren Bodenniveaus.) Es sind dies einzel oder gesellig auftretende Kegel, bastionförmige Hügel, die als Reste früherer, ausgedehnter und höher gelegener Geländestufen aufzufassen sind.

Am Rande von Tiefländern kommt es auf diese Weise oft zur Bildung von eigentlichen *Inselberglandschaften*, aus deren Schutt zahlreiche Inselberge hervorschauen. (Karru, Sudan usf.) Werden in ihr die einzelnen Berge weiter zerkleinert, so entstehen schließlich die Pilzfelsen oder Steinpfeiler.

## 2. *Aeolische Aufschüttung.*

Der Verwitterungsschutt der Wüsten, wie er sich aus der Insolation, den Temperaturgegensätzen, gelegentlichen Regen, der Deflation und Korrasion bildet, bleibt selten dauernd liegen. Größeres Gestein wird fortgeschoben, kleineres fortgeschleudert und das feinste Material, wie Sand und Staub, vornehmlich durch den Wind weggetragen. Da Sand und Staub am leichtesten sind, werden sie oft weithin transportiert.

Das verfrachtete Material füllt vielfach Hohlformen, wie Mulden, Täler, Schluchten und Senken aus. Infolge dieses Prozesses ertrinken auch erhabene Formen oft förmlich im Schutt. — Steppen bestehen meist aus Flugsand, also sind sie zur Hauptsache ein Produkt der Windaufschüttung.

Die bekannteste Windaufschüttung sind die *Dünen*. Es sind dies kleine und große Sandanhäufungen, denen wir besonders in Wüsten und Küstengebieten häufig begegnen. Sofern die Dünen-

bildung im Binnenland auftritt, spricht man von Binnen- oder Inlanddünen, im Gegensatz zu den Küsten-, Strand- oder Meerdünen.

Beide Arten entstehen durch Windwirkung und beide stimmen in Form, Material und Bau überein. In ihrer kleinsten Form haben wir eine Art Dünen in den sogen. Rippeln oder Rippelmarken, wie sie hie und da auftreten und wie sie Sven Hedin am Lop-Nor gefunden hat. Diese Rippeln sind ganz kleine Sandwälle, mit steiler Lee- und flacherer Luvseite. Die Rippeln stehen senkrecht zur Windrichtung, wobei Breite und Höhe von der Windkraft abhängig sind. Wehen die Winde ungleich stark, oder kreuzen sie sich, so zeigen auch die Rippeln eine unregelmäßige Gestalt. *Passarge*<sup>27</sup> unterscheidet nach der Form Kettenrippeln (gewöhnliche Form) und Sichelrippeln (Barchanform).

Wie die Rippeln, so gleichen die großen Sanddünen einer bewegten Wasserfläche mit Wellenbergen und Wellentälern. Während die Rippeln aber meist bloß eine vorübergehende Erscheinung darstellen, bilden die Dünen vielfach eigentliche, ausgedehnte Hügel von zeitlich längerem Bestand. Ob aus Rippeln Dünen entstehen, ist fraglich. Dagegen sind die beiden Erscheinungen nach Entstehungsart und Form einander ähnlich. Früher herrschte die Auffassung, daß für die Entstehung der Dünen ein Bodenhindernis (Pflanzen, Hecken, Schwellen usf.) nötig gewesen sei. Diese Auffassung kann für die meisten Wüstengebiete schon deswegen nicht richtig sein, weil riesige, heutige Dünengebiete vor der Dünenbildung schon vegetationslos waren und vielfach auch weite Ebenen darstellten. Die Dünen entstanden hier also ohne jegliche Stauungen der Bodenoberfläche und ohne Pflanzen, lediglich aus der wechselnden Windstärke, Windgeschwindigkeit und verschiedener Tragkraft des Windes. Daß Hindernisse freilich auch zur Bildung von Dünen Anlaß geben, läßt sich in Küstengebieten deutlich verfolgen. Hier gewahrt man an Pfahlreihen, Hecken und dergleichen, also an Partien, wo der Wind geschwächt wird, oft dünenförmige Sandanhäufungen, die im Laufe der Zeit zu ansehnlichen Hügeln anschwellen. Dabei wirken Strandhafer und Strandweizen als Sandfänger und Förderer des Dünenwachstums.

Meist treten uns die Dünen als lange, parallele Flugsandrücken entgegen. Die Höhe schwankt. Oft beträgt sie nur wenige Meter; in der Sahara und im Tibet sind diese Sandhügel mehrere hundert Meter hoch. (Nordsee bis ca. 30 Meter, Kurische Nehrung bis 60 Meter.) In Europa findet sich die höchste Düne mit rund 130 Metern in den Landes, bei Arcachon. Die Form der einzelnen Dünenlandschaften ist verschieden, je nach der Menge und Art des Sandes, der Windstärke und der Gestalt der Bodenunterlage.

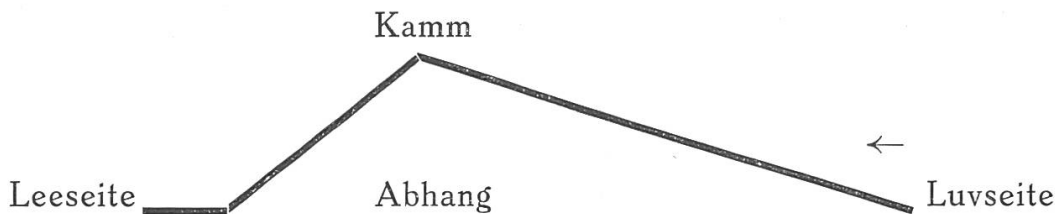
Schwerere und dichte Sandmassen werden als Dünenwälle meist quer zur Windrichtung abgelagert. Dadurch entstehen die sogen.

Quer- oder Transversaldünen. Zu dieser Form zählen die meisten Küstendünen. Das Gegenstück hierzu bilden die Längs- oder Reihendünen, die kräftigen Winden ihre Entstehung verdanken.



Bei der letzten Dünenart sind die Dünen in langen, parallelen Zügen in der Windrichtung angeordnet. (Indien, Innerasien, viele Flußdünen usw.)

Der Aufbau der einzelnen Düne zeigt ebenfalls Verschiedenheiten. Bei den meisten Küsten-, aber auch bei vielen Binnendünen ist der Hang gegen die Windstoß-Seite, die sogen. Luvseite, sanft ansteigend ( $3-10^\circ$ ); die dem Winde abgekehrte Leeseite dagegen ist steil ( $25-33^\circ$ ). Daß die Längsdünen meist gleiche Böschungswinkel aufweisen, ist einleuchtend.



Schematischer Querschnitt durch eine Düne.

Die Oberkante der Düne, der *Dünenkamm*, ist entweder scharf oder abgerundet. Er zeigt oft Einschnitte. Ebenso finden wir auf Dünenabhängen häufig Windgräben und Windfurchen. (Rillen.)

Wo Winde ihre Richtung häufig wechseln, verwischt sich obige Form. Statt dessen zeigen sich rundliche oder flache Dünenwälle. — Durch Stürme werden mitunter große Dünen in kleine Zwergdünen aufgelöst, oder aber der Sand verweht völlig, zumal, wenn er vom Nährgebiet losgelöst ist.

In manchen Wüsten treten als besondere Dünenform die *Bogen- oder Hufeisendünen* auf. In Turkestan heißen diese *Barchane* (Tarimbecken), in Arabien auch *Kaare*. Charakteristisch für diese Dünenart ist die Sichelform, eine konvexe Luv- und eine konkave Leeseite. Selten werden diese Dünen hoch. *Joh. Walther*<sup>39</sup> erblickt in dieser Form die Urform der Düne. — Eine besondere Art von Bogendünen sind die *Fuldjes Arabiens*; jene dichtgedrängten Dünen-Reihen, die so aufeinander folgen, daß der Zirkus des einen Barchans durch den Zirkus des folgenden abgesperrt wird.

Dünen treten fast immer gesellig und gelegentlich in ausgedehnten Gebieten auf. Das größte Dünengebiet Europas, mit einer Fläche von rund  $900 \text{ km}^2$ , liegt in den Landes in Südfrankreich. — Arabien soll

zu einem Drittel seiner Fläche von Sanddünen eingenommen sein. Gewöhnlich sind in ausgedehnten Dünengebieten den großen Sandhügeln ein bis mehrere Reihen niederer Vordünen vorgelagert.

Im innern Aufbau zeigen die Dünen einen Wechsel von Diagonal- und Kreuzschichtung. Dies erklärt sich aus dem vielfachen Wechsel von Windstärke und Windrichtung.

Das Material der Dünen besteht vorwiegend aus Quarzsand, der eine gelbliche bis rötliche Färbung aufweist. (Arabien.) Neben Quarzsand bilden Kalksand (Turkestan) und Gips (Neu Mexiko) ebenfalls Dünen. — Ueber die Herkunft des Wüstensandes ist man noch nicht völlig im Klaren. Dünen, die an Küsten liegen, empfangen ihr Material vornehmlich vom Meeresstrand. Seewinde bringen den Sand her. Woher aber stammt der Sand der Binnenwüsten? *J. G. Walther*<sup>39</sup> vertritt die Auffassung, daß der Sand aus dem Quarz der Granite, Gneiße und anderer quarzhaltiger Gesteine durch mechanische Verwitterung entstehe. Demgegenüber vertritt *Passarge*<sup>27</sup> die Ansicht, daß sandhaltige Schichtgesteine und jüngere Fluß- und Seeablagerungen die Quelle des Wüstensandes seien. Darnach wäre der Wüstensand — einst im Wasser abgelagert — erst nach und nach in die Wüste gelangt.

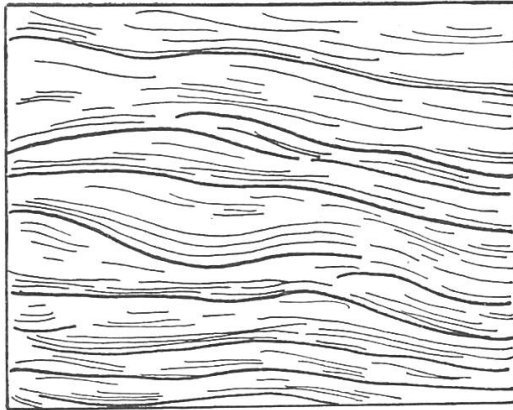
Da die Dünen nur locker zusammengefügt sind, wandern sie mit den Winden fort. Dies geschieht vornehmlich land-, selten seewärts. Der letztere Fall findet sich am Westrand der Sahara, wo er zur eigentlichen äolischen Transgression wurde. — *Wanderdünen* bildeten von jeher eine Gefahr vieler Küstengegenden, wo durch diese Bewegung schon viele Kulturflächen und Siedelungen vernichtet, Kanäle, Hafte und Häfen zugedeckt und Flußläufe verschoben wurden. (Ost-Turkestan, Baltikum, Bretagne, Swinepforte, Kurische Nehrung usf.) Bei der letztern erreichte die jährliche Bewegung schon oft einen Betrag von ca. 6 m. Behrendt hat berechnet, daß bei diesem Tempo das Kurische Haff in 5—600 Jahren ausgefüllt sein werde. Anderorts beträgt der jährliche Fortschritt 10—20 m.

Die Geschwindigkeit, mit der die Dünen wandern, hängt ab von der Windstärke, der Ausdehnung der Dünen und der Größe der Sandkörner. Im allgemeinen wandern große Dünen langsamer, bei sehr kräftigen Stürmen sollen indes hohe Dünen rascher wandern als niedere. Daß man Wanderdünen mit allen Mitteln zu befestigen sucht, ist leicht verständlich. (Kiefernwälder, Gras, Buchweizen.) Gute Erfolge hatte man damit an der Ostseeküste. Selten entstehen die Dünen von selbst. Dies kann etwa geschehen durch Verkittung der Sandkörner unter Einfluß von Wasser durch Vegetation. Derart entstehen „tote Dünen“, wie sie z. B. an der pommerschen Küste vorhanden sind.

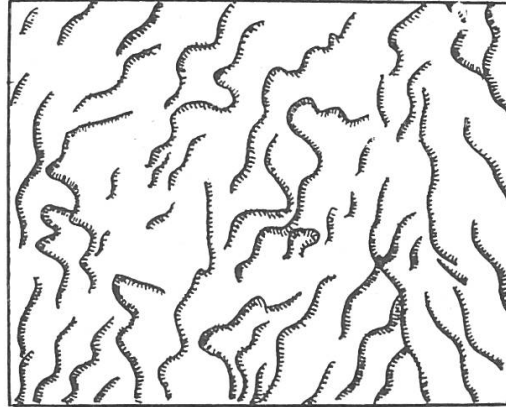
Mitunter entstehen Dünen auch an Flüssen im Binnenland. Vorbedingung für deren Entstehung sind: Große, trockene Ufersandflächen, ständige, stärkere Winde. (Turkestan, Schari.)

Dünenbildungen erfolgten in allen Erdzeitaltern, sofern entsprechende Klimavoraussetzungen entstanden. Bekannt sind die Dünenbildungen der Trias- und Kreideformation.

### Aeolische Aufschüttung.



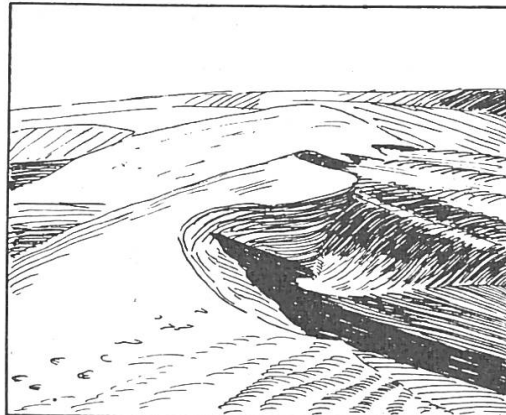
1



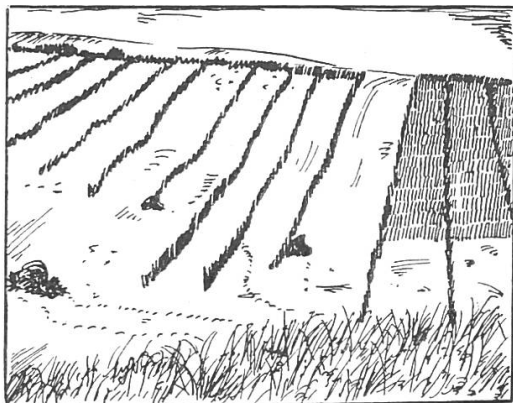
2



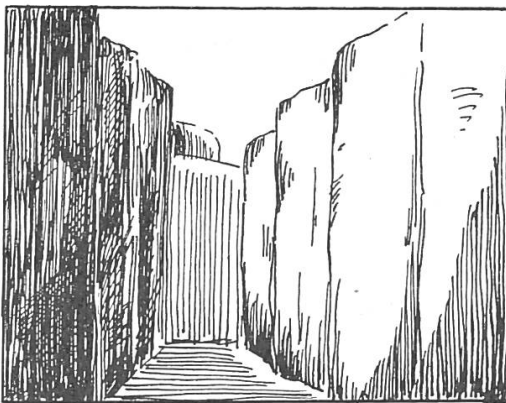
3



4



5



6

Abb. 7

1 und 2 Rippelmarken.

3 Barchane.

4 Gewöhnliche Düne.

5 Dünenbefestigung.

6 Lößbildung in China.

Schließlich sei erwähnt, daß in kalten Gebirgsgegenden und weiten Gebirgshochflächen Schnee und Eiskörner zu „Wehen“ mit dünenartigem Aussehen zusammengeblasen werden.

## Staubablagerungen.

Wir haben gesehen, daß die Dünen vorwiegend aus Sand, manchmal auch aus Staub und Sand bestehen. Die feinsten Erdbestandteile werden als „äolischer Staub“ durch die Winde oft weithin transportiert. Dieser gelbliche, äolische Staub tritt zumal dort in großer Menge auf, wo luftreinigende Niederschläge fehlen oder selten auftreten. Fällt der Staub aus Wüstengebieten in gewässerarmen, abflußlosen, grasbewachsenen Steppengebieten nieder, so häuft er sich im Laufe der Zeit zu dicken Staubmassen an. Solche sind als L ö ß bekannt, namentlich aus Gebieten von Westchina, der Mongolei, des Tibet, von Turkestan und den Prärien Nordamerikas. Der chinesische Löß ist ein ungeschichteter, feiner, poröser Lehmboden von gelblicher Färbung. Er entstammt den Gebirgsgegenden Innerasiens und ihren Flußgebieten, die im Winter trocken liegen. Nach *Richthofen*<sup>29</sup> ist der Löß in China stellenweise bis 600 m mächtig; *Schmitthenner*<sup>34</sup> bestreitet diesen Betrag. Er geht im Maximum auf 400 m und betont, daß die Mächtigkeit des chinesischen Löß 60—80 m selten übersteige. Die Fläche des Lößgebietes beträgt in China ca. 500,000 km<sup>2</sup>.

Im chinesischen Löß befinden sich oft Mergelkonkretionen in Form der bekannten L ö ß p u p p e n und L ö ß m ä n n c h e n. Stehende Gewässer mangeln diesen Lößgebieten. Vermutlich hängt diese Erscheinung zusammen mit senkrechten Kapillarröhrchen, die als Hohlräume verwitterter Wurzelfasern aufzufassen sind. Mit den senkrechten Kapillaren hängt wohl auch die senkrechte Klüftung der chinesischen Lößlandschaft zusammen. In ihr finden sich Hohlwege, die durch Regen, alte Flußläufe und durch Winderosion entstanden sind.

Außer diesem ungeschichteten Löß gibt es Ablagerungen, die eine schwache Schichtung, doch ohne kapillare Struktur, aufweisen. *Richthofen*<sup>29</sup> vermutet, daß diese Bildungen durch auffallenden Staub in seichten Wasserbecken erfolgt seien, daher stammt auch die Bezeichnung S e e l ö ß.

Noch immer vollzieht sich in China die Bildung des Lösses. Dabei finden wir diese äolische Bodenart in Höhen bis zu 2400 Metern.

In Nordamerika bestehen die Prärienböden, in Südamerika der Pampaston, in Indien der Regur oder die Baumwollerde vorwiegend aus Löß. — In allen diesen Gebieten ist die Lößerde bei genügender Bewässerung äußerst fruchtbar und daher wirtschaftlich von großem Wert.

In Europa entstammt der Löß, der ebenfalls ein Ausblasungsprodukt ist, fast ausschließlich der Post- und den Interglazialzeiten. Eiszeitlich ausgetrocknete Schlammablagerungen lieferten das Material, das aus und in den Gletschergebieten vom Winde verweht wurde. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen schwankt zwischen 3—8 Metern; die Höhe des Vorkommens reicht selten über 400 Meter hinaus. —

Der prozentuale Anteil des Lösses an der europäischen Bodenfläche beträgt ca. 7 ‰. Die Hauptverbreitungsgebiete liegen in Südrußland (Schwarzerd- oder Tschernosomgebiet), Galizien, Süddeutschland, Rheingebiet, Donaugebiet, Belgien, Niederlande, Rhonetal usw.

Wie der Löß-Staub, so wird auch vulkanische Asche durch den Wind verfrachtet. Wenn auch der Großteil solcher Asche in der Nähe der Vulkane wieder niederfällt, so fliegt ein anderer Teil, vom Winde getragen, oft in riesige Weiten. Beim Vesuvausbruch von 1906 ist dessen Asche in Norddeutschland und sogar in Skandinavien festgestellt worden. Vom Krakatau wurde die Asche anno 1884 um den ganzen Erdball herumgetragen.

Vielerorts wird durch ständige aschenbringende Winde die Fruchtbarkeit einer Landschaft vergrößert. Die Fruchtbarkeit der Limoges soll vornehmlich den W- und SW-Winden zu verdanken sein, weil sie einst vulkanische Asche aus der Auvergne herbrachten.

### Windwirkungen an Pflanzen und Tieren.

Die Wirkung der Winde an Pflanzen ist eine mannigfaltige und häufige Erscheinung. Rein ökologisch lassen sich da die interessantesten Verhältnisse feststellen. Welche Rolle spielt doch der Wind bei der Bestäubung<sup>6</sup> („Windblütler“), ferner bei der Verfrachtung von Früchten und Düften. Windfahnen, Windpfeiler,<sup>9</sup> Windblätter usw. deuten ferner auf die engen Beziehungen zwischen Wind und Pflanzenreich hin. Daß viele Samen mit geringem Gewicht riesig weit verfrachtet werden, ist heute unbestritten.<sup>54</sup>

In einer äußerst wertvollen Arbeit befaßte sich *J. J. Früh*<sup>11</sup> ausschließlich mit der Beziehung zwischen den vorherrschenden Winden und der Pflanzenwelt.

Wir haben bis anhin festgestellt, wie der Wind die Erdoberfläche durch Abtragung und Aufschüttung umzuformen vermag. In ähnlicher Weise werden die Pflanzen, besonders in offenen, ebenen und windexponierten Gegenden vom Winde mächtig in Mitleidenschaft gezogen.

Für die Pflanzen fallen vor allem jene Winde (und Niederschläge) in Betracht, die eine gewisse Konstanz oder Stärke aufweisen. Die Konstanz der Winde bedingt in der Regel bestimmte Deformationserscheinungen in der vorherrschenden Windrichtung, wie z. B. Windfahnen; die Stärke der Winde dagegen führt oft zur Vernichtung der Pflanzen. Bei Winddeformationen sind von maßgebendem Einfluß der Standort, das Altersstadium und die Beschaffenheit der Pflanze. Ebenen, windoffene Täler, exponierte Bergkuppen und Kämme, Küsten, lockere Böden usw. zeigen uns in Menge und in großer Mannigfaltigkeit Windformen aller Art. Daß die Beschaffenheit der Wurzeln, Blätter und Kronen, und besonders die Biegun

der einzelnen Pflanzenteile sich in den Windformen widerspiegeln, ist einleuchtend. Manche Pflanzen, wie z. B. die Legföhre (*Pinus Silvestris*), zeigen sich auffallend windzähe. Die Wirkung der Winde ist nicht nur mechanisch, sondern auch physiologisch. Die mechanische Wirkung kann derart sein, daß die Pflanze sich bei andauernd gleichmäßiger und geringer Windstärke dem Winde anpaßt. Bei plötzlichem Auftreten oder stärkerem Sturm erfolgen *Windbruch* und *Windwurf*. Im allgemeinen erreichen die Pflanzen in gleichmäßig strömender Atmosphäre den höchsten Grad von Elastizität. Häufig bilden sich unter dem Einfluß des Windes die Kronen asymmetrisch aus. Mitunter wird diese Windwirkung durch schädliche Gase (Rauchgase), Salz- und Sandgehalt verstärkt, was sogar zu einem einseitigen Absterben von Krone und Blättern führen kann. (Nordseeküste.)

Physiologisch wirkt der Wind durch Austrocknung, infolge Temperaturerhöhung oder -Erniedrigung. (Nordseegebiet.) Hier gedeihen Bäume oft infolge Austrocknens<sup>12</sup> durch Winde nur im Schutze der Häuser. Küstengesträuche werden hier durch Winde vielfach scharf abgerieben zu sogen. *Windhecken*.

Weil die Form der durch den Wind deformierten pflanzlichen Gebilde einer Sanddüne gleicht, spricht man von *Gesträuch- oder Heckendünen*, und wie bei den Sanddünen, so lassen sich bei den Heckendünen deutlich eine Luv- und eine Leeseite erkennen.

Beinahe jedes Windgebiet hat seine charakteristischen Windformen. Im Gebiete der Passate treten prächtige Windfahnen der Bäume auf in Westindien, im westlichen Venezuela und auf den Kap Verdischen Inseln.

In den Monsungebieten haben zahlreiche Küsten ausgeprägte Windfahnen. (Süd-Ochotskisches Meer, Kurilen, Vorder- und Hinterindische Küste usf.)

Außerhalb der Passat- und Monsunzone ist im Gebiete der „braven Westwinde“ auf der Südhalbkugel die Wirkung der vorherrschenden Winde ausgezeichnet erkennbar. Südaustralien, Tasmanien und Neuseeland besitzen riesige Windhecken, die Kerguelen ebenso ausgeprägte Windlandschaften. Südgeorgien und die Falklandsinseln sind vornehmlich durch den Einfluß der feuchten, dauernd wehenden Westwinde baumlos und pflanzenarm.

Im Bereiche der Westwinde der nördlichen Halbkugel gibt es ebenfalls weite Gebiete, die ohne Bäume und Sträucher sind. Wo solche ohne Schutz auftreten, sind sie vielfach zu Windhecken verkrüppelt (Nordseegebiet: nordfriesische Inseln, Norwegisches Schärengebiet, Jütland, ferner in Schottland, der Bretagne, Nordwestspanien, auf den Orkney- und Shetlandsinseln, in Alaska und in Ostasien).

Auch an der Ostsee finden sich ausgeprägte pflanzliche Windformen in Finnland, Rußland, dem Baltikum und auf den meisten Ostseeinseln. Einer prächtigen Windfahne begegnete der Verfasser in Südschweden. (Vgl. Abbildung.)

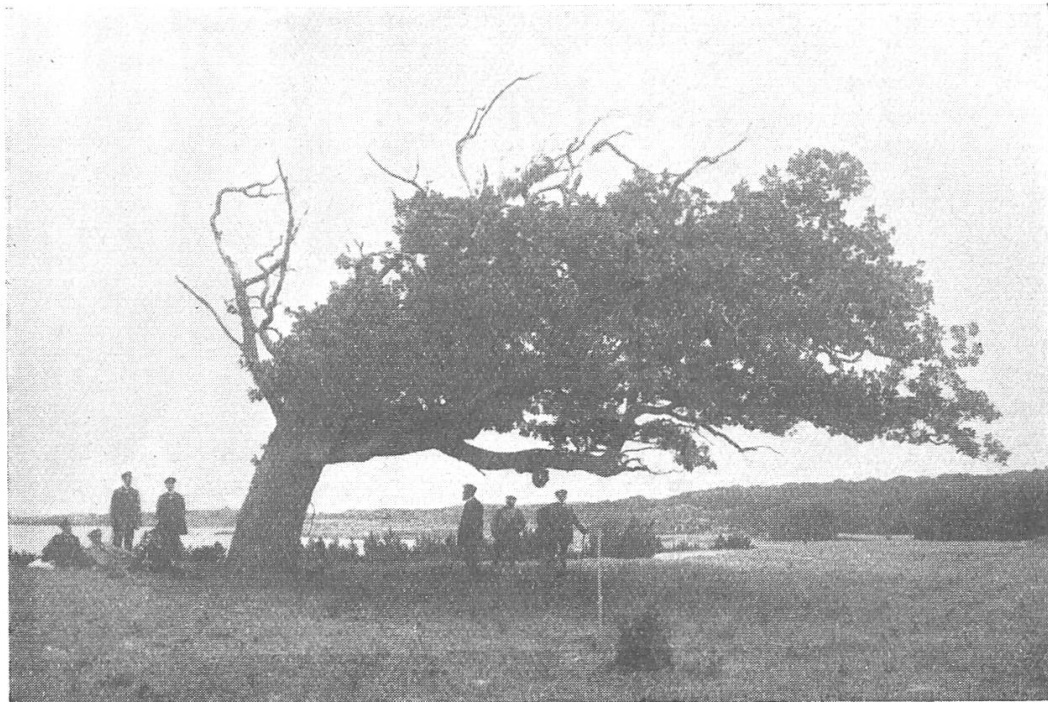


Abb. 8. Windfahne von der Insel Hallands Vaderö (Südschweden).

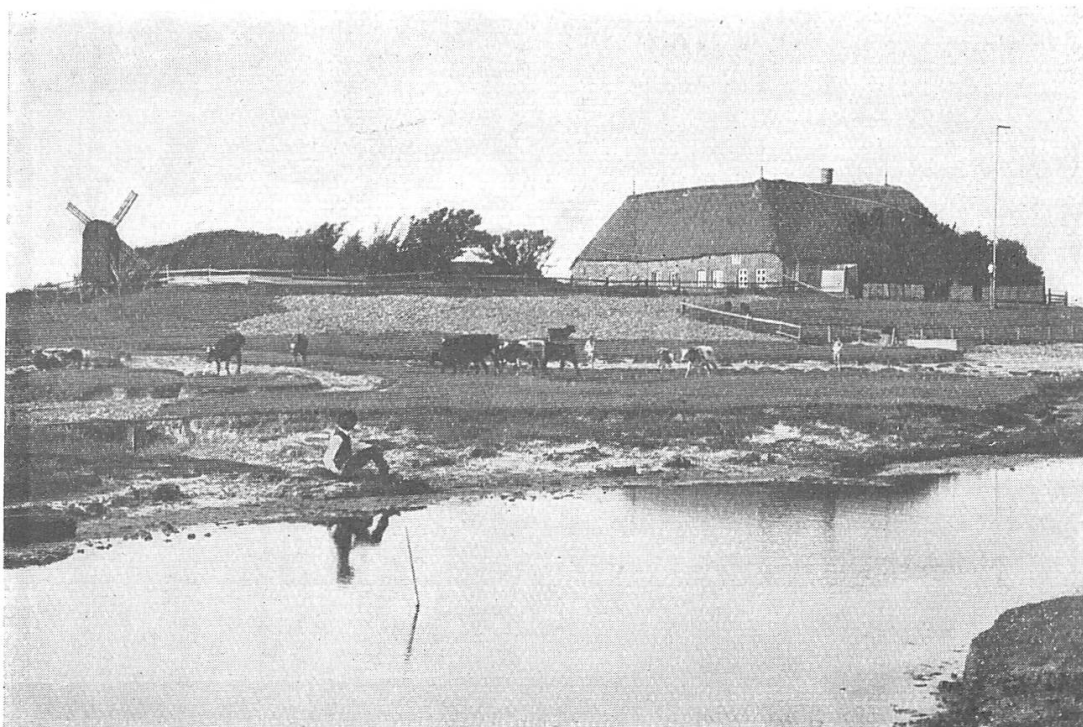


Abb. 9. Heckendüne auf Hallig Süderoog.

Am Mittelmeer lassen sich Windformen aller Art besonders feststellen in Algier, Malta, Ost- und Westgriechenland, Westkleinasien, ferner auf dem Nildelta, auf Corsica und auf den Balearen. *Rüetschi*<sup>31</sup> berichtet von auffallenden Windformen auf Mallorca im Bereiche des Mistral.

In den subpolaren Gebieten sind Moore, Heiden und Steppen nicht nur das Spiegelbild der Temperaturverhältnisse, sondern in hohem Maße auch der Winde.

Die polaren Gebiete fallen für Windbeobachtungen an Pflanzen nur wenig in Betracht. Innerhalb dieser Zone sind Moose und Flechten der Tundra die dominierenden Pflanzen. In ihr und am Rande treffen wir Moore, Sümpfe und selbst Heiden. Auf sie folgt äquatorwärts der Wald, erst als Krüppelgebilde, nachher in Form von Waldparzellen („Pionierwald“). Schließlich folgt der geschlossene Nadelwald. — Für den Baumwuchs sind die kleinsten Erhebungen von großem Einfluß, weil sie oft kalte, schroffe Winde abhalten. Da die Oberfläche der Polarzone reichlich wechselt, ist die polare Grenze der Waldzone eine Zickzacklinie, die in Sibirien bis  $72\frac{1}{2}^{\circ}$  reicht.

Der Einfluß des Windes beschränkt sich keineswegs auf Küsten- und Polargebiete. Auch innerhalb der Kontinente lassen sich vielfach gleichartige Zusammenhänge zwischen Wind und Pflanzen feststellen. Im Lahn-, Havel- und Elbegebiet, der Lüneburgerheide, in der Eifel, im Rhön- und Erzgebirge, im Schwarzwald, in Oberschwaben, im Rhein- und Thurtal, in Hochbelgien, Ungarn, Rumänien usf. finden sich zahlreiche Windhecken und Windfahnen. Reichlich treten solche ferner auf im Bereiche lokaler Fallwinde, wie des Mistral und der Bora. Hier zeigen die Bäume des Karst und der exponierten Bora-seite gewöhnlich nur verkrüppelte Aeste und Zweige.

Am Gardasee wirkt der Talwind „Ora“ deformierend auf die Pflanzen; im untern Inntal der gleichsinnige „Gregoriwind“.

Anderorts, wie an der Vaucluse de Nyon wirken Bergwinde in ähnlicher Weise, meist jedoch weniger aktiv als die Talwinde.

In der Schweiz lassen sich häufig Spuren des Westwindes an unsern Bäumen wahrnehmen. Auf dem Jura, wo gelegentliche, heftige Sturmverheerungen auftreten, wie z. B. im Mai 1927, sind Windformen häufig. Ebenso im Rhein-, Thur- und Rhonetal. Merkwürdigerweise zeigt das Föhngebiet solche Formen selten. Dafür bewirken die Föhnstürme häufigen Windbruch. (Glarnerland, St. Gallen, Prätigau, Reuß- und Rhonetal, Tessin usf.)

Wie auf die Pflanzenwelt, so haben die Winde auch auf die Tierwelt mannigfache Einflüsse.

In Patagonien fliehen die Pferde und andere weidende Tiere bei auftretenden starken NW- und W-Stürmen rasch in die Vertiefungen trockener Täler. In manchen Gegenden sind zum Schutze

der Pferde geflochtene Windschirme gebräuchlich. In Sturmgebieten der Union und in Kanada bestehen vielerorts für die Weidetiere große Windschutzschuppen.

Jäger verfolgen die Wildtiere in entgegengesetzter Richtung zum Winde, weil die Tiere in der Windrichtung Geräusch und Geruch weithin wahrnehmen. Oft erstellen Wildjäger für den Anstand hohe Kanzeln, um über dem Luftzug zu stehen, der das Tier bestreicht.

Aehnlich zur Windrichtung, wie die Jäger, verhalten sich die Wildtiere. Der Löwe z. B. ist ein ausgezeichnete Jäger; er weiß ganz genau, daß die Tiere, denen er nachstellt, stets unter dem Winde zur Tränke ziehen. Seitwärts der Tränkeplätze liegende Rinnen und Dornestrüppe sind die Lieblingsverstecke des wilden Räubers, der seine Beute meist sicher zu holen weiß. Unter dem Winde sucht sich der Löwe stets an die Tiere oder an menschliche Lagerplätze heranzupirschen. — Auch die übrigen Wüsten-, Steppen-, Fluß- und Waldtiere beobachten und nützen die Windrichtungen im Geruche darin äußerst fein aus. Bekannt dafür sind die Gazellen, Zebras, die Hyäne, das Nashorn usf., ferner die Gamsen und Murmeltiere.

Sven Hedin<sup>16</sup> hat am Hamunsee erlebt, daß bei auftretenden Stürmen die dichtesten Fliegen- und Mückenschwärme ganz plötzlich verschwanden.

Der Körperbau der Vögel mit seiner Spindelform ist weiterhin eine geeignete Anpassung an den Wind. Größere Wasservögel steigen stets gegen den Wind auf, um freilich nachher in Windrichtung davonzufliegen. — Die großen Vogelzüge erfolgen im allgemeinen mit dem Winde.<sup>6</sup> Vogelzüge, die Orkane wittern, unterbrechen darauf den Flug. Werden Landvögel über Meeren von starken Stürmen überrascht, so finden sie oft in großer Zahl in den Wellen den Tod. (12. bis 13. September 1910 am Schwarzen Meer.)

Es wäre eine Studie für sich, einmal gründlich den Beziehungen zwischen der Tierwelt und den Winden nachzuspüren. Die diesbezüglichen Beobachtungen sind in der Literatur spärlich vertreten.

## **Wirkungen des Windes auf Mensch und Siedelungen.**

Zwischen Mensch, menschlichen Ansiedelungen und dem Wind bestehen ebenfalls sehr innige Beziehungen, im guten wie im schädlichen Sinn. Bereits in der Einleitung wurde die Bedeutung der Winde (Passate, Monsune usw.) für die Segelschiffahrt erwähnt. Wenn auch der Mensch heute durch Dampfkräfte vom Winde unabhängiger geworden ist, so spielt die Segelschiffahrt für den Verkehr und auch im Sport stets noch eine wichtige Rolle. — Die Erfindung des Rotors bedeutet ebenfalls eine gewisse Ausnützung des Windes für die Schiffahrt.

Wie nachteilig heftige Winde durch ihre furchtbare Gewalt der Schifffahrt anderseits werden können (Hurrikane, Tornados, Taifune) ist bereits dargetan worden. Selbst auf Binnenseen ist die Windwirkung mitunter außergewöhnlich stark. (Kaspisee — Kanadische Seen.) In der Schweiz ist der Walensee diesbezüglich sehr berüchtigt.<sup>21</sup>

Wie für klimatologische Beobachtungen der *Windmesser* unerläßlich ist, so finden wir an vielen Küstenpunkten und in Hafenorten das *Windsemaphor* (Cuxhaven, Bremerhafen usw.), das ebenfalls die Windrichtung feststellt und die Windstärke ermittelt.

Eine uralte, technische Ausnützung des Windes haben wir in den *Windmühlen*, die zu tausenden in Nord- und Südamerika, Kleinasien, Südrußland, in den Niederlanden, Spanien, Frankreich, Norddeutschland usw. auftreten. Der Amerikaner hat wohl deswegen das Wort geprägt: Der Wind ist mein billigster Arbeiter. — *Pumpwerke* und Kraftwerke zur Lichterzeugung werden vielfach durch Windmühlen<sup>33</sup> getrieben. (Vgl. Abbildung.) Die Niederländer lernten die Windmühlen wahrscheinlich zur Zeit der Kreuzzüge im Orient kennen. Mit Hilfe dieser technischen Einrichtung ging dieses Volk schon im 17. Jahrhundert an die Trockenlegung verschiedener Seebecken. Erst im 19. Jahrhundert gesellten sich zu den Windmühlen auch Dampf- und im 20. Jahrhundert elektrische Pumpwerke.

Und welch mächtige Rolle spielt der Wind für die Luftschiffe, Aeroplane und Segelflugzeuge.

Auch bei der Konstruktion zahlreicher Fahrzeuge, wie der Autos, wird der Luftwiderstand in Berücksichtigung gezogen. — Daß in den nordischen Schneegebieten der *Segelschlitten* Verwendung findet, ist gewiß eine zweckmäßige Anpassung an den Wind. — In Südrußland und im südfranzösischen Mistralgebiet tragen die Lokomotiven gegen starke Stürme eigentliche eiserne *Windkeile*.

In Australien läßt man bei der Goldgewinnung den feinen Erdstaub durch die beständig wehenden Westwinde ausblasen. — In zahlreichen Gebieten der Erde, zumal in nordischen und in Gebirgslandschaften trocknen die Menschen Fleisch an der Luft, um es nachher als haltbare Nahrung aufzuheben. (Grönland, Sibirien, Alpengebiet — Bündnerfleisch!) Und wie die Hausfrauen zum Trocknen der Wäsche den Wind zu schätzen wissen, so tut ein solches der Bauer vieler Gebirgsgegenden, der sein Getreide an Kornhisten zum Ausreifen aufhängt.

Während des Weltkrieges sind die Winde in furchtbarer Weise zur Verbreitung giftiger Gase verwendet worden. — Und vielleicht mehr als in Wirklichkeit angenommen wird, können Fieber und Krankheiten durch den Wind übertragen werden. *Stanley*<sup>36</sup> hat bereits die Vermutung ausgesprochen, daß im Kongogebiet Fieber und Pest durch Winde verfrachtet werden. „Die an der Leeseite dieser Winde gelegenen und ihnen ohne Schutz und Schranke offen ausgesetzten



Abb. 10. Wind-Trinkwasserpumpe in Nibül (Amrum).



Abb. 11. Wind-Tränkebrunnen auf Pellworm.

Wohnungen werden leicht von der durch jene erzeugten Krankheit heimgesucht. Der beste Schutz ist das Anpflanzen von Bäumen, die durch ihr Laubwerk die Miasmen anziehen.“

In den polaren Gebieten wird bei starken Winden das Treibeis zusammengepreßt, ähnlich wie durch die Gezeitenbewegung. Die „Fram“ Nansens war oft solchen Windpressungen ausgesetzt. Uebrigens wird nach Nansen<sup>25</sup> das Eis des nördlichen Eismeres vorab durch Winde von W nach O bewegt.

Zahreich sind die Beziehungen zwischen der Bautechnik und den Winden. Vorab im Hausbau lassen sich eine Unmenge von Einrichtungen feststellen, die in irgendeiner Beziehung zum Winde stehen. Primitive Völker, wie z. B. die Australier, manche Neger- und Indianerstämme, erstellen als einfachsten Schutz gegen den Wind den Windschirm.<sup>13</sup> Dieser wird meist durch die Frauen aus Rindenstücken hergestellt. Der Schirm wird so aufgestellt, daß die darunter sitzenden Personen und vorab das wichtige Feuer gegen Regen und Wind geschützt sind und der Rauch mit dem Winde günstig abziehen kann. Wo man in den Jagdgründen etwas längern Aufenthalt nimmt, schwingt man sich zu ein paar gegeneinander gelehnten Windschirmen, oder auch zu bienenkorbähnlichen Hütten mit hufeisenförmigem Grundriß auf. Aehnliche Hütten gibt es in Hochasien.

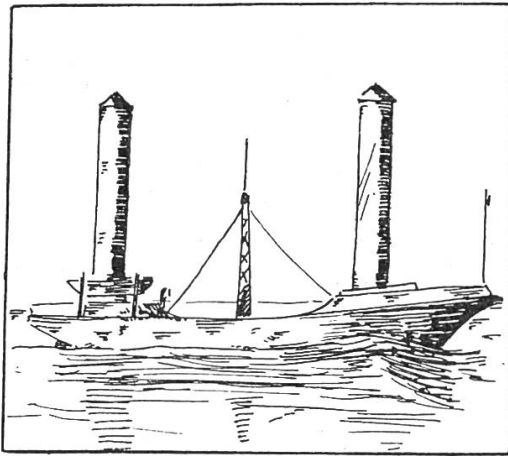
Beim Bau von Zelten, die man mit Windpflocken befestigt, wird der Eingang fast immer auf der dem Winde abgekehrten Seite angelegt.

Häuser in stark windbewegten Gebieten tragen häufig Steinbeschwerung in Form von Blöcken oder Platten. (Alpenhaus!) — Große Kirchendächer tragen als Windversteifung innerhalb der Dachfläche das sogen. „Andreaskreuz“. Schallochverkleidungen, Fenstergitter, verdickte Mauern, Walmdächer, Windhüte, Windfänge bei Kaminen und der Windverband bei Brücken stehen neben zahlreichen Schutzeinrichtungen alle in Beziehung zum Winde. — Schießstände sind vielfach mit Windschutzanlagen versehen. (Chur.)

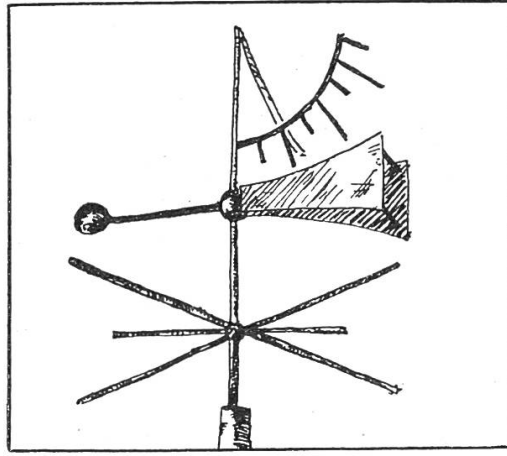
In der Westschweiz (zum Teil auch in der Innerschweiz) begegnet man oft dem sogen. burgundischen Kamin mit seiner praktischen Einrichtung zur Regulierung des Windstroms.

Windexponierte Hochflächen sind in der Regel spärlich besiedelt. (Auvergne, Eifel, Karstgebiet.) Dabei sind für diese Erscheinung freilich neben den Winden auch der Wassermangel oder eine allzu hohe Niederschlagsmenge oft mit Schuld. — Hochgelegene Kuppen und Bergspitzen sind von der Besiedelung aus den gleichen Gründen meist gemieden, ebenso liegen Paßhotels meist unter der Paßhöhe. In windexponierten Gebieten sucht die Besiedelung Mulden, Nischen, Bergvorsprünge, Kessel, geschützte Täler und Terrassen auf. A. Römer<sup>33</sup> weist treffend auf Lage des föhngeschützten Oberurnen und des alten Niederurnen hin. — A. Schoch<sup>35</sup> schildert in seiner Studie über das Zürichseegebiet die Windschutzlage (hinter Moräne, Hügeln und

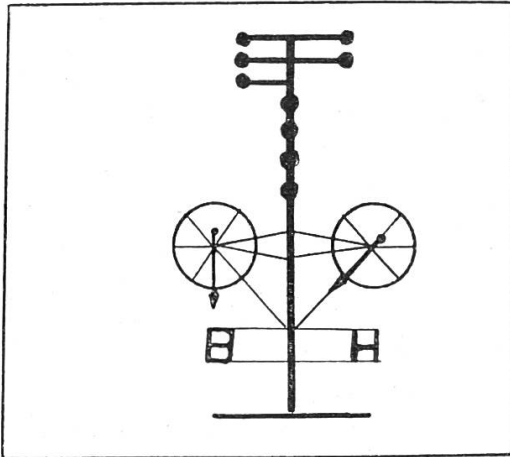
Rippen) der Orte Stollen, Gubel, Seeli, Theilersmühle usf. Im Herrschaftsgebiet der Bora, im Karstgebiet, bieten die Vertiefungen der Dolinen und Poljen geschützte Wohnplätze.



1



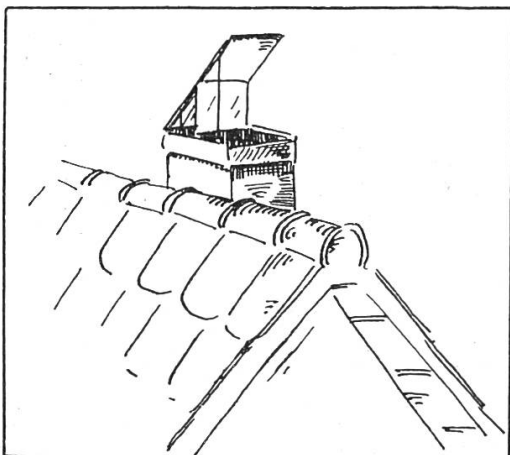
2



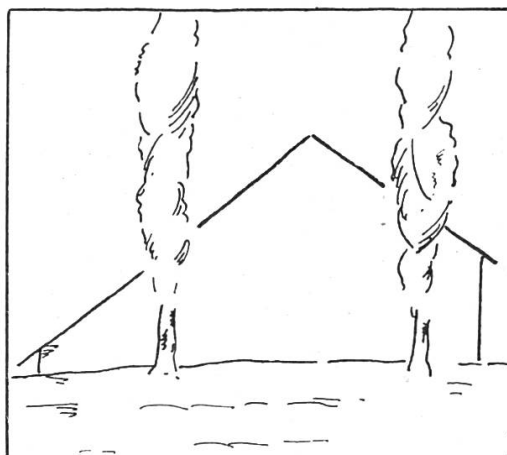
3



4



5



6

Abb. 12

1. Rotorschiff.

2. Windmesser.

3. Semaphor.

4. Windschirm.

5. Burgundisches Kamin.

6. Asymmetrisches Dach.

*Früh*<sup>11</sup> vertritt die Ansicht, daß das Fehlen von Pfahlbausiedelungen im Abschnitt Friedrichshafen-Langenargen auf die häufigen, vom Westwind angetriebenen Wellen zurückzuführen sei.

Bezeichnend sind mancherlei geographische Namen, wie Allenwinden, Windeck, Windberg, Windhausen, Windbucht<sup>23</sup> (Antarktis), Tal der Winde (bei Jarkand) usf.

In zahlreichen europäischen Großstädten herrscht der Westwind vor. Fabriken mit ihrer Rauchverbreitung sind dort meist im Osten angelegt, während das Westend der Sitz der Villen und Reichen ist. (London, Wien, Berlin.)

Einzelne Gegenden der Erde leiden furchtbar unter der Heimsuchung durch Orkane. Hunderte von Siedelungen, Tausende von Hektaren Kulturland (Maisfelder von Arizona, Weiden von Island) oder Wald und unzählige Schiffe fielen derartigen Stürmen schon zum Opfer. Berüchtigt sind die Wirkungen der Hurrikane und Tornados von Nordamerika. (Prärien und Mississippigebiet — 1900 Galveston zerstört.) Nicht weniger gefährlich sind der Chinook und die heftigen Blizzards, die durch ihre Wucht schon viele Menschen, Tiere, Siedelungen, Verkehrslinien und Kulturen vernichteten. Die atlantische Küste der Union und das Gebiet der Golfküste leiden entsetzlich unter solchen Sturmkatastrophen. Der ungehemmte Luftaustausch zwischen dem polaren Norden und dem tropischen Süden erklären hier die scharfen, unberechenbaren Gegensätze zwischen Erwärmung und Abkühlung, Feuchtigkeit und Trockenheit, die mit dem Wechsel der Windrichtungen Hand in Hand gehen. In den Südstaaten muß wegen der NW- und OW-Winde die Baumwolle fast jedes Jahr neu angepflanzt werden. 1896 hatte ein Tornado einen Sachschaden von 65 Millionen Franken zur Folge. Dazu kamen 306 Menschen um.

Aehnliche Schreckensstürme sind die Purgane Rußlands und Sibiriens, der Chamsin Aegyptens, die arktischen Schneestürme und die Taifune Ostasiens. Vielerorts erzeugen diese Orkane Sturmfluten, die vernichtend über die flachen Ufer hereinbrechen. (Union, Nordseegebiet, Malay. Archipel, Japan usw.) *Harms*<sup>14</sup> berichtet, daß im Mississippigebiet im Jahre 1917 durch einen Taifun über 500 Menschen getötet, 3000 Häuser vernichtet, 150,000 Häuser vom Wasser durchströmt und dadurch 200,000 Menschen obdachlos worden seien. Die Verluste betragen damals über 250 Millionen Franken.

Furchtbaren Schaden kann der Wind bei Vulkanausbrüchen anrichten durch die Verbreitung giftiger Gase. In Island sollen 1783/84 infolge solcher Rauch- und Gasvergiftungen  $\frac{1}{5}$  aller Menschen und über die Hälfte des Viehs zu Grunde gegangen sein. 1932 traten ähnliche Verheerungen im vulkanischen Andengebiet Südamerikas auf.

Damit sind die Stürme in unserm Lande nicht zu vergleichen, obwohl auch bei uns ab und zu arge Verheerungen auftreten. In der Ostschweiz<sup>2</sup> sind die Sturmschäden vom Jahre 1919, im Jura diejenigen von 1925 noch in lebendiger Erinnerung.

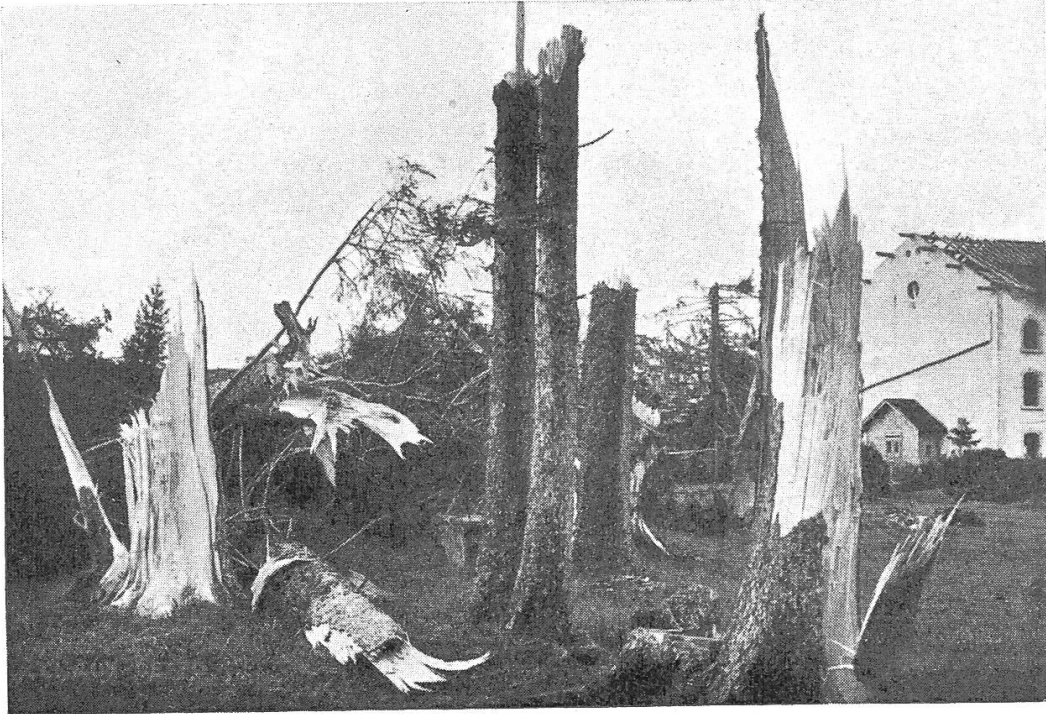


Abb. 13. Sturmwirkung im Jurawald bei Chaux-de-Fonds 1925.



Abb. 14. Sturmverheerung in Eggersriet (St. Gallen) 1919.

### III. Windschutzeinrichtungen.

Nachdem wir die verheerende Wirkung der Winde dargetan haben, sei zum Schlusse der Windschutzeinrichtungen gedacht. Wie der Bergbewohner sich gegen die Verheerungen der Wildbäche und Lawinen, der Uferanwohner an Meeren, Flüssen und Seen sich gegen die Wassergewalt wehrt, so finden wir in exponierten Windgebieten eine Menge von Schutzeinrichtungen gegen die vorherrschenden Winde. Manche dieser Einrichtungen, wie Mauern, Deiche, Dämme, Baumwälder usf. gleichen in ihrer Art den Schutzbauten gegen Wasser und Lawinen.

Es ist klar, daß die Windschutzeinrichtungen dort am meisten in Erscheinung treten, wo die Winde mit großer Intensität, Häufigkeit oder Konstanz auftreten. Küstengebiete, windoffene Flächen, Kuppen, Gräte und Kämme sind der Wirkung der Winde besonders ausgesetzt. Dort werden wir daher die meisten Windschutzeinrichtungen treffen. Die beigefügten Windkärtchen vermögen weiterhin eine Vorstellung zu vermitteln, wo die einzelnen Winde auftreten und wo sie eine gewisse Regelmäßigkeit in ihrer Richtung zeigen.

Auffallenderweise bestehen in der Literatur äußerst wenig Publikationen über Windschutzeinrichtungen.<sup>32</sup> Und doch zeigen sich just in diesen Einrichtungen zahlreiche interessante und wertvolle anthropographische Tatsachen, die der Untersuchung wohl wert sind. Fehlen größere zusammenhängende Arbeiten, so finden wir dafür um so zahlreichere Einzelbeobachtungen von Windschutzeinrichtungen in der geographischen Literatur.

Die Windschutzeinrichtungen werden vornehmlich angelegt um das einzelne Haus, vor oder um eine Siedelung und um Kulturen.

Von den Schutzeinrichtungen an Häusern seien folgende genannt:

#### 1. Stangen- und Lattenschutz.

Diese Schutzart tritt auf als

##### *a) Der Dachreiter, die Gabel, die Zange.*

Bei dieser Einrichtung kreuzen sich über dem Wettergiebel zwei armdicke Stangen zum Zwecke, den Wind zu brechen. Gleichzeitig befestigt dieser Windbrecher die äußerste Ziegelreihe und schützt so das Dach vor dem Anriß oder dem „Anfressen“. (Vgl. Abb. 15, Hüttlingen.)

##### *b) Das Windgetäfer.*

Es besteht in zwei 10—20 cm breiten Latten, die von den Traufenden bis zum Giebel führen. Hinter diesem Brett bleiben die äußersten Ziegelreihen vor dem Anreißen bewahrt. (Vgl. Abb. 17, Aufhofen.)

##### *c) Die Windstange.*

Sie wird entweder vom Estrich aus durch die Dachfläche gestoßen (z. B. in Horgenbach) oder aber als hohe, über das Dach ragende Stange im Boden und am Dachrande befestigt. (Vgl. Abb. 17, Aufhofen.)

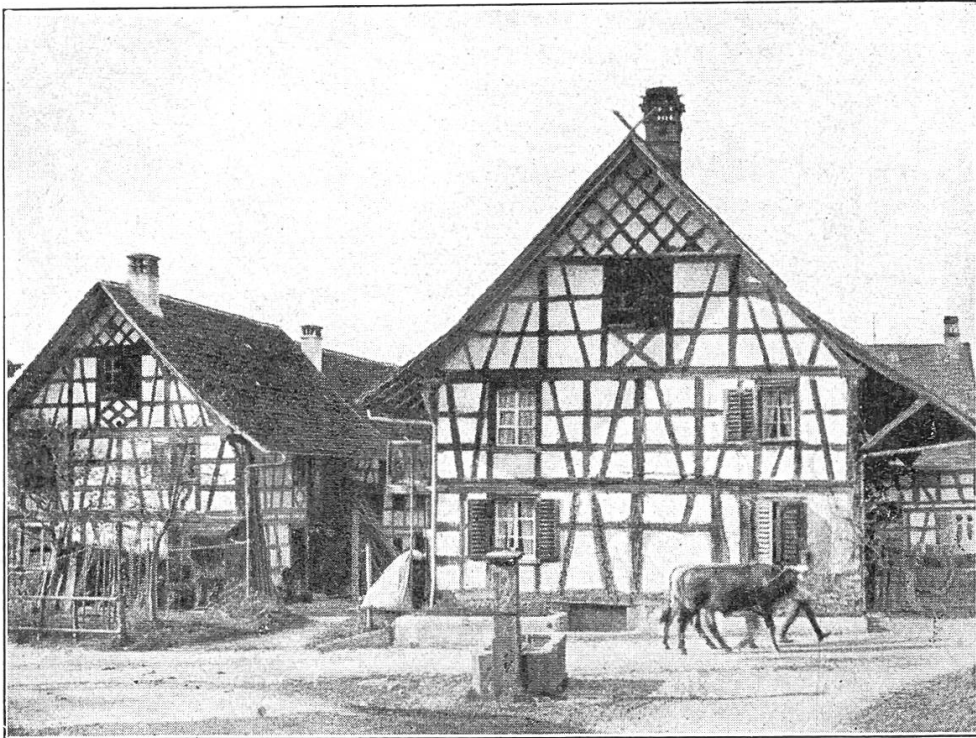


Abb. 15. Dachreiter in Hüttlingen (Thurtal).

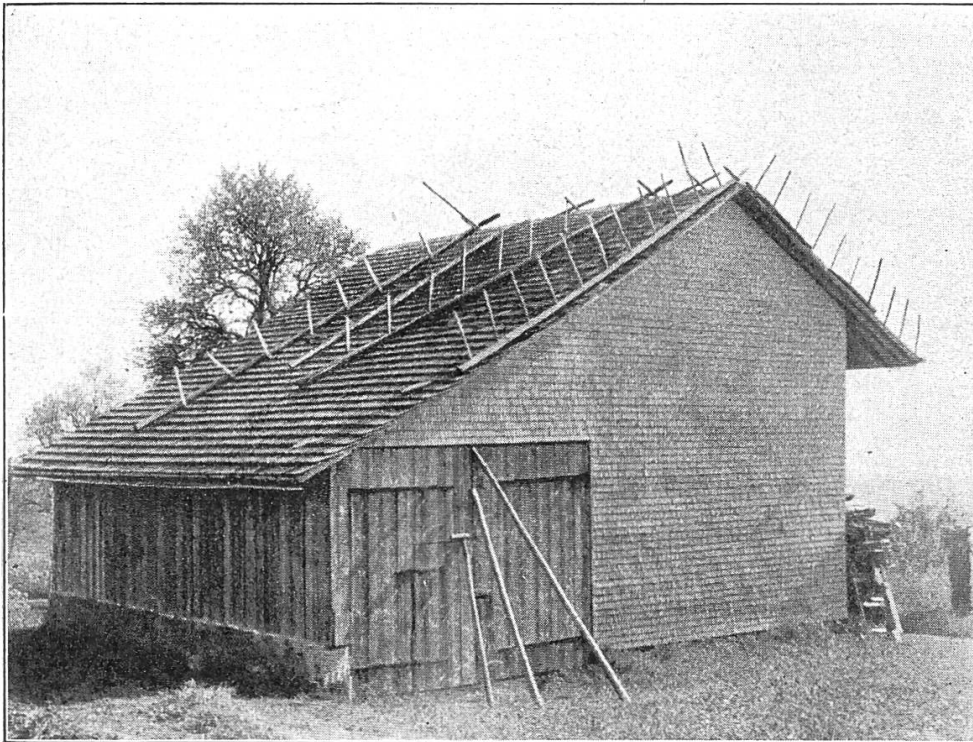


Abb. 16. Windrechen in Haselberg (Hörnligebiet).

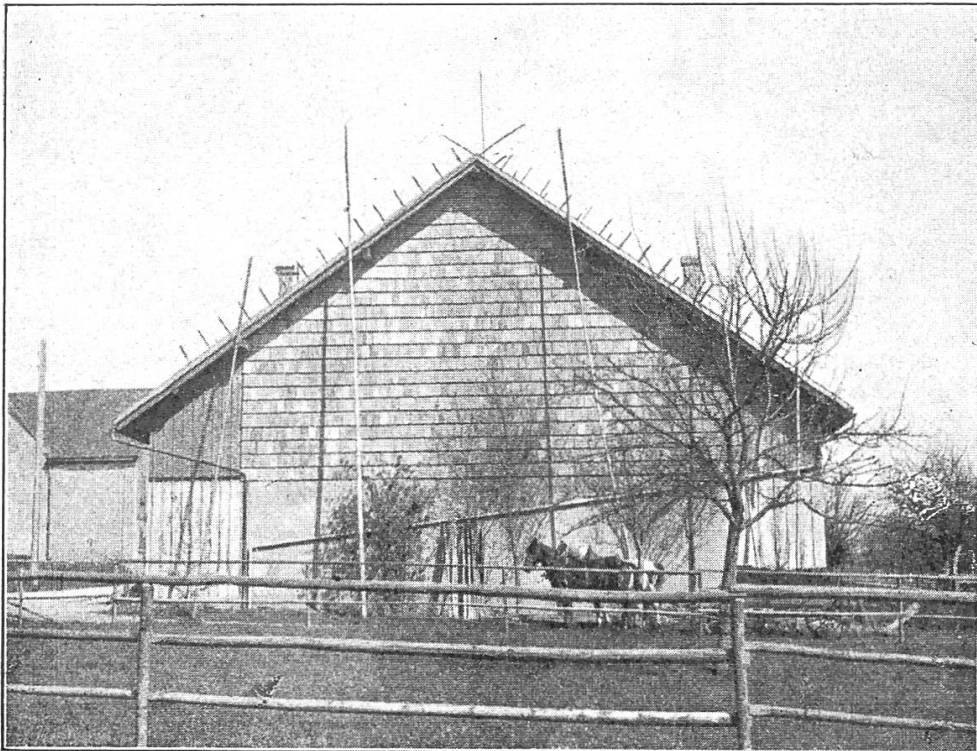


Abb. 17. Kombiniertes Windschutz in Aufhofen (Thurgau).  
Dachreiter - Windtäfer - Windstangen - Ziegelwetterwand - Wetterschild -  
Windrechen.

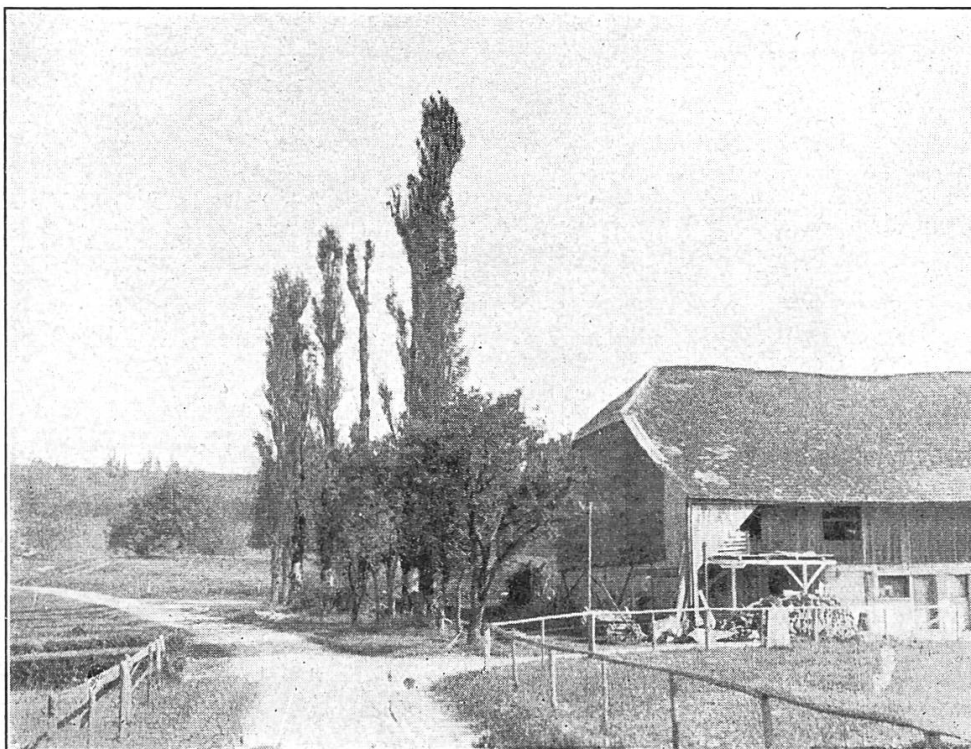


Abb. 18. Pappelschutz und Gehrdach (Kirchberg-Hinterthurgau).

#### d) Der Windrechen oder Windfang.

Er wird gebildet aus kleinen Latten, die in engen Abständen an den Dachbalken, am Windgetäfer oder am Dachreiter befestigt sind. Mitunter werden die Windrechen in Reihen hintereinander angelegt und sind die einzelnen Latten noch durch Drähte verbunden. (Vgl. Abb. 16 und 17, Aufhofen und Haselberg.)

## 2. Windziegel.

### a) Drachenziegel.

Es sind große, gezackte Ziegel, die am Dachgiebel befestigt werden und ähnlichen Zweck haben wie der Dachreiter. Ihre Verbreitung ist beschränkt. — Mitunter sind diese Ziegel eine bloße Giebelverzierung.

### b) Das Ziegelgetäfer.

Eine senkrecht oder schräg gestellte Ziegelreihe (Flachziegel von besonderer Stärke) bildet die Verbindung der Traufenden mit dem Giebel. Die Einrichtung ist selten. (Abb. 19, Fig. b).

### c) Sporen- und Hohlziegel.

Gespornte Ziegel ziehen sich mitunter über die ganze seitliche Giebelkante, meist aber reichen sie nur bis zum ersten Dachviertel. Die Einrichtung ist häufig. (Abb. 19, Fig. c). — Blechverkleidung der Giebelkante tritt neuerdings an Stelle der Sporenziegel.

### d) Ziegelbefestigung.

Sie wird vollzogen durch Drähte und Stangen, die in der Traufrichtung über die Ziegel gespannt werden. (Abb. 19, Fig. e.) Dann und wann trifft man auch etwa „Lochziegel“. Sie können vermittelt Nägel an den Dachlatten festgenagelt werden. Mitunter sind die Ziegelpaare auch durch Klammern zusammengehalten. (Vgl. Abb. 19, Fig. a.)

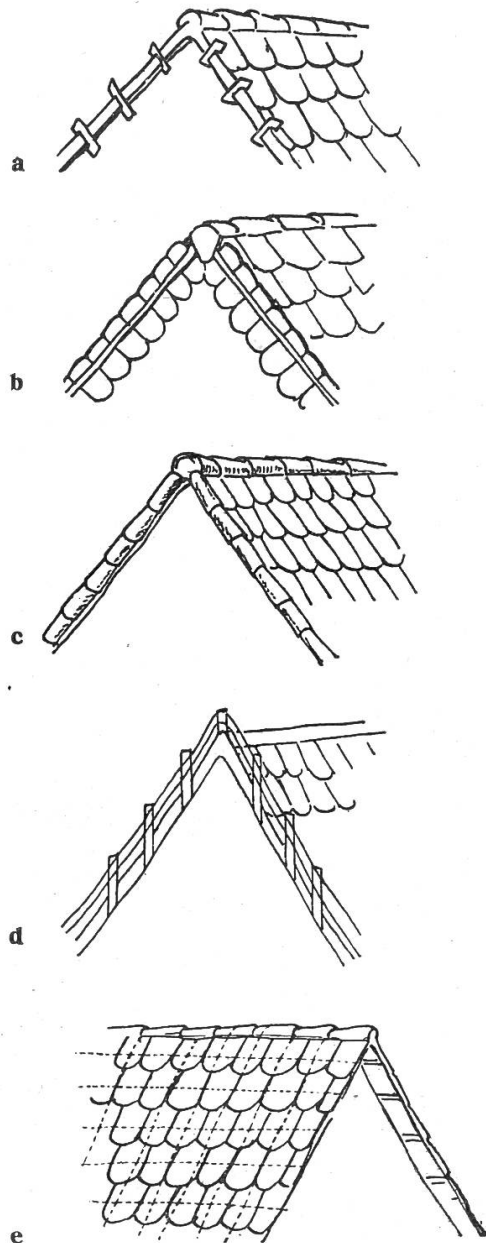


Abb. 19.

- a Ziegelklammern.
- b Ziegelgetäfer.
- c Hohlziegel.
- d Windrechen mit Drähten.
- e Drahtbefestigtes Ziegeldach.



Abb. 20. Zeilenstellung der Häuser - Massive, blinde Mauerwände (Miesenried bei Frauenfeld) zum Schutze gegen W-Wind.

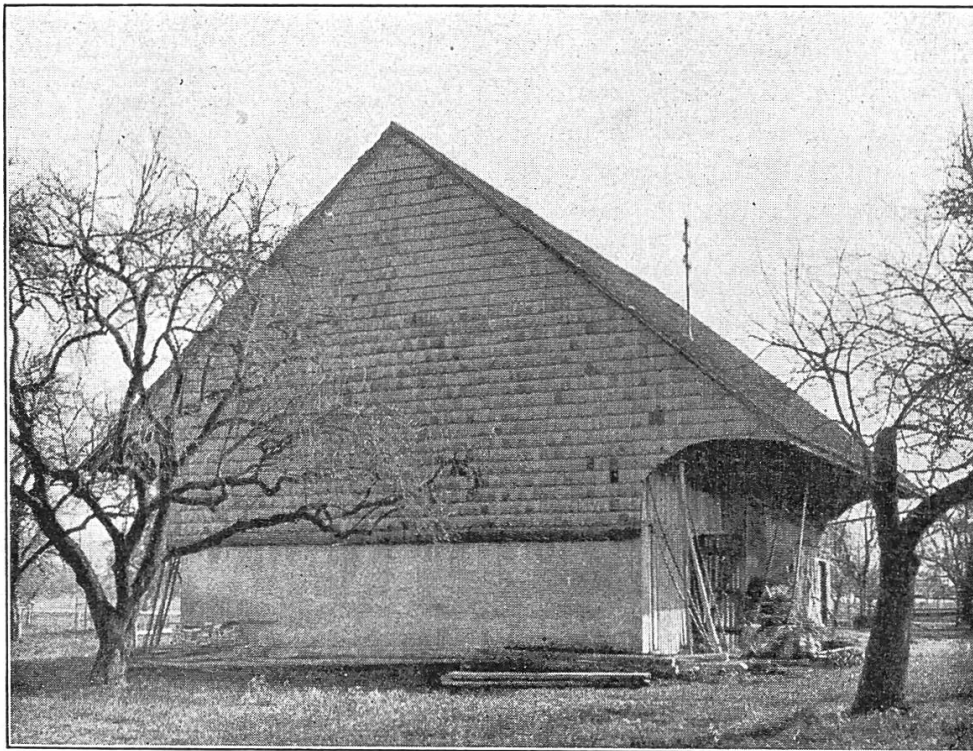


Abb. 21. Ziegelwetterwand in Erzenholz bei Frauenfeld.

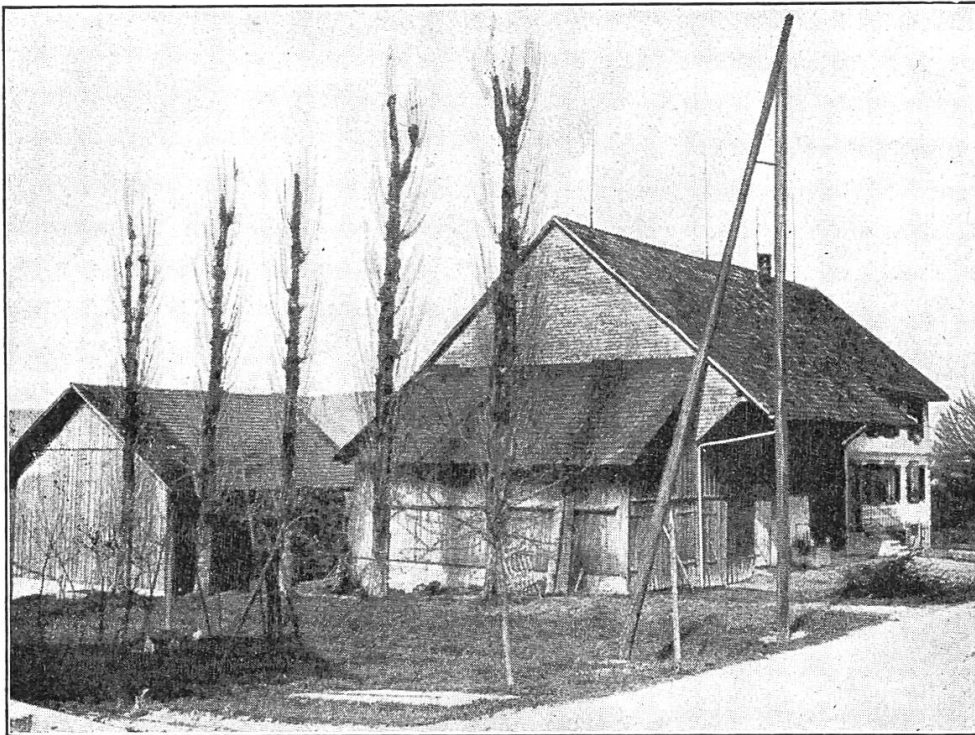


Abb. 22. „Anhenki“ mit Pappelschutz in Wilen bei Wängi.



Abb. 23. Klebdächer in Nergeten bei Uesslingen.

Die Wind und Wetter am meisten ausgesetzte Hausseite, meist die West-, aber auch die Nord- und Ostwand des Hauses, weist besondere Schutzeinrichtungen auf:

### 3. Die Wetterwand.

#### a) Die Mauerwand.

Je nachdem man eines oder mehrere der Wohnhäuser von der Luv- oder Leeseite betrachtet, bietet sich dem Beschauer ein ganz anderes Bild. Auf der Leeseite steht man den fensterreichen Stuben und Kammern gegenüber, während man auf der Luvseite lauter „blinde“ Mauerwände vor sich hat. (Vgl. Abb. 20, Miesenried.)

#### b) Die Schindelwand.

Nicht selten trägt die Wetterseite einen Schindelschirm oder eine Bretterverschalung.

#### c) Die Ziegelwand.

Gleich wie das Dach ist die Regenseite von Haus oder Scheune oft überziegelt. (Vgl. Abb. 21, Erzenholz.)

#### d) Die Blech- und Eternitwände.

In neuester Zeit treten die Eternitverkleidungen häufig auf. In ihrer Vielfarbigkeit bilden sie allerdings mitunter einen schlimmen Kontrast zur einheimischen Bauart, zumal zu den alten, prächtigen Riegelwänden.

### 4. Vorwand und Vordach.

#### a) Die Vorwand.

Der „Wetterschild“ stellt eine Verbindung der Hausecke mit dem Vordach und dem Boden her. Ist die Vorrichtung neben der Stube, so findet sich hinter der Wand gewöhnlich eine Scheiterbeige, bei alten Häusern hinter dem Bretterschutz (über den Stubenfenstern) oft eine Reihe von Bienenkörben. Ist die Wand an der Scheunenecke angebracht, so versieht sie vielfach den „offenen Schopf“. Dann finden hinter dem Schutze allerlei landwirtschaftliche Geräte Aufstellung.

Mitunter wird die Wand nicht bis auf den Boden geführt, sondern sie bleibt reduziert auf die kleine Fläche direkt unter dem Dache. Dieser kleine Schild ist vielfach verziert. (Vgl. Abb. 17, Aufhofen.) — Auf der Wetterseite über die Wand ragende Dachbalken werden häufig mit Bretterwänden, Bretterstücken oder Schindeln überkleidet.

#### b) Das Vordach.

„Klebdächer“ über den Fensterreihen sind dem Ländlerhaus als typisches Merkmal eigen. Sie kommen aber als Windschutz- und Regendächer auch bei andern Haustypen öfters vor. (Schwäbisches Haus, Dreisäßenhaus.)

### c) *Das Vorhäuschen.*

Nicht selten sind kleine Vorhäuschen an den Haustüren anzutreffen.

## 5. Baumschutz.

Einzelbäume oder Baumreihen sind ein weitverbreiteter Wind- und Regenschutz. In Betracht fallen hauptsächlich Pappeln, Birn-, Apfel-, Nuß-, Linden- und Holunderbäume, gelegentlich auch Kastanienbäume.

Für viele Höfe und Dörfer bildeten ehemals die Pappeln ein förmliches Wahrzeichen („Pappelpforten“). Neuerdings werden sie mehr und mehr verdrängt, teils, weil sie andern Bäumen in hohem Grade Nahrung entziehen, teils der Blitzgefahr wegen. (Vgl. Abb. 22, Wilen bei Wängi.)

## 6. Vorgebaute Wirtschaftsgebäude.

Häufig werden auf der Wetterseite Scheunen oder Schöpfe („Ahenki“, auch „Schlapfschopf“ genannt) dem Wohnhause vorgebaut. In der Reihenstellung findet hinter solchen Vorgebauten der Wohn- teil weitem Schutz. (Vgl. Abb. 22, Wilen.)

Es wäre eine außerordentlich verdienstvolle Arbeit, in den Hauptwindgebieten der Erde die Windschutzeinrichtungen festzustellen und zu skizzieren. Zweifellos würde sich eine unglaubliche Vielgestaltigkeit solcher Einrichtungen ergeben, die nach örtlicher Lage und nach verschiedenen Völkern manche Eigentümlichkeiten aufwiesen. Gewiß würde es wohl auch nicht fehlen an uralten, originellen Einrichtungen und mancherlei architektonischen Merkwürdigkeiten.

Zu den oben angeführten Windschutzeinrichtungen, die dem Thurgau angehören, seien aus der übrigen Schweiz noch einige *Vergleichsbeispiele* erwähnt.

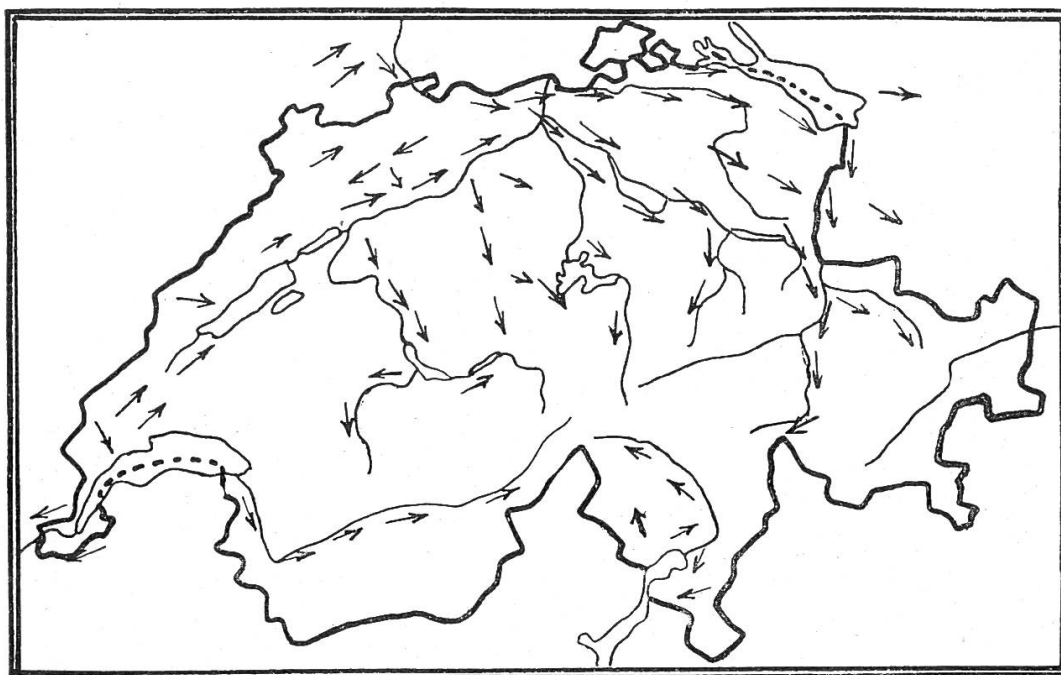
Just vom anthropogeographischen Standpunkte aus sind diese Vergleiche der Schutzeinrichtungen verschiedener Gebiete recht wertvoll. Manche der Windschutzeinrichtungen dienen übrigens auch noch gegen andere Gefahren, wie gegen Schneewehen, starke Niederschläge, als Blitzableiter usw.

Wirth<sup>41</sup> schreibt in seiner Anthropogeographie des Kantons Schaffhausen von den Siedelungen des Randen:

„Die freie Plateaufläche ist stark den Winden ausgesetzt. Die wenigen Gehöfte des Randen begeben sich in den Schutz hoher Bäume. Bei der rechtwinkligen Anordnung der Gebäude ergibt sich ein windgeschützter Werkplatz vor dem Hause (z. B. Griesbach). Daß die Gehöfte des Randen auf der Hochfläche so spärlich sind, ist frei-

lich nicht allein dem Winde zuzuschreiben, sondern in erster Linie auf den Wassermangel dieser Jurahochflächen zurückzuführen.

Die direkt südlich oder südwestlich exponierten Gehänge der Randentäler genießen, abgesehen von intensiverer Besonnung, den Schutz vor rauen Nord- und Nordostwinden. Die kleinen windgeschützten Seitentälchen des Klettgautales eignen sich deshalb vorzüglich für den Obstbau. Die Spalierwirkung kommt namentlich dem Rebbau zugute. Ganz allgemein jedoch begünstigt sie die Ausdehnung der Kulturen und selbst die Anlage von Siedelungen am Südhang, gegenüber dem Nordhang, und bewirkt so eine auffällige Asymmetrie im Landschaftsbilde, vor allem im Klettgau.“



(nach J. Fröh)

Abb. 24. Die vorherrschenden Windrichtungen in der Schweiz.

Im benachbarten Rafzerfeld und dem nördlichen Teil des Kantons Zürich ist zum Schutz gegen Westwinde und Regen die westliche Giebelseite vieler Häuser mit Ziegeln geschützt.

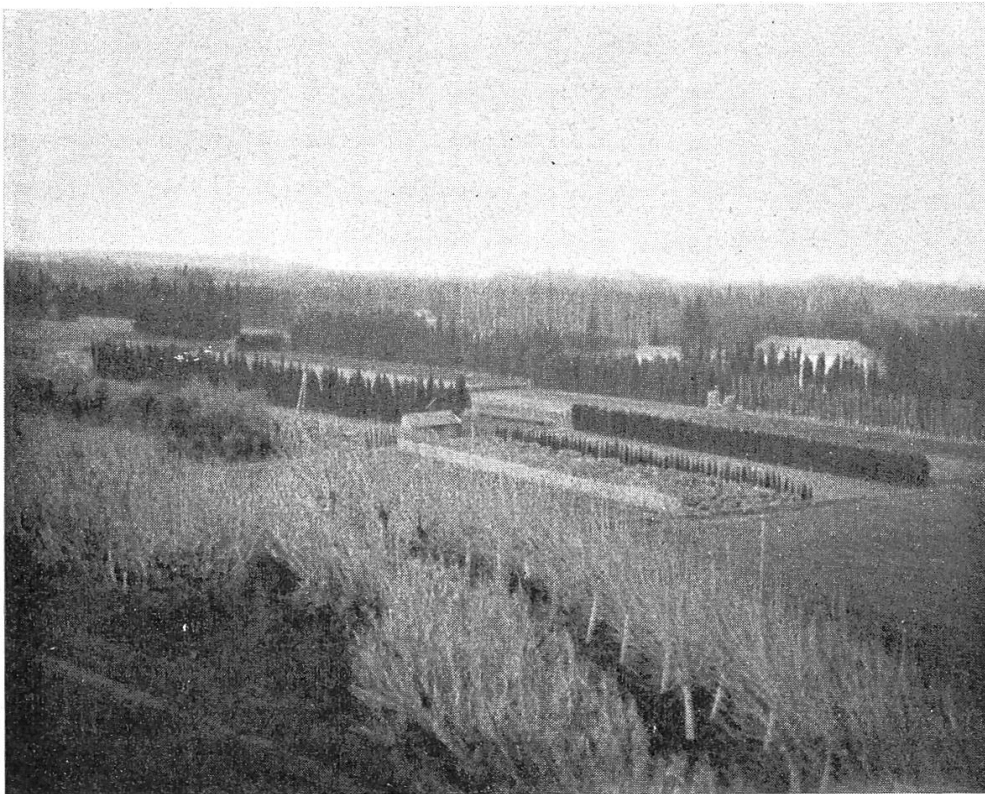
A. Schoch<sup>35</sup> sagt vom Zürichseehaus der höhern Lagen: „Gegen die Unbilden der Witterung, vor allem gegen die häufigen West- und Südwestwinde, schützt sich der Bewohner, indem er die Scheune auf die Westseite des Gebäudes verlegt.“ Massive blinde Wettermauern und Wettervorwände fehlen auch hier nicht.

Selten häufig finden sich Abwehreinrichtungen an Appenzellerhäusern und zwar in Form von breiten, oft dreieckförmigen Schildern, Blechwänden, Eternitverkleidungen, Windstangen, Treppenvorhäuschen usw. Windexponierte Straßen und Bahnstrecken erhalten im Herbst mannigfach Brettvorwände zum Schutz gegen „Schneewächten“. Ott<sup>26</sup> hat verschiedene Beispiele in seiner Sied-

lungsgeographie im Bilde festgehalten. (Vgl. Abb. 8, 17, 19 in „Siedlungsverhältnisse beider Appenzell“.)

Im Valsertal<sup>19</sup> ist auf der Wetterseite vielfach der „Zustall“ angebaut. Er ist an die nördliche Längsseite, die Wetterseite des Hauses, angebaut. Das Dach bildet die Fortsetzung der Dachabschrägung des Hauses und geht fast bis auf den Boden herunter.

Im Engadin und in manchen andern Alpentälern ist der „Dachreiter“ eine häufige Schutzeinrichtung. Alpine Häuser, Sennhütten, Ställe und Heuschober zeigen vielfach einen niedern breiten Bau,



(Phot. Dr. W. Wirth)

Abb. 25. Schutz der Kulturen durch Gesträuch und Baumhecken in der Provence.

kleine Fenster und ein steinbeschwertes oder mit Schieferplatten belegtes Dach. Nischen, Terrassen, Talmulden usf. bilden oft eine bevorzugte Schutzlage gegen herrschende Winde.

Aehnlich wie im Valsertal haben wir durch den Anbau eines Zustalls im Napfgebiet ab und zu Sennhütten, bei denen das Dach auf der Windseite bis auf den Boden hinunterreicht. Diese asymmetrische Dachform entstand vornehmlich aus Windschutzgründen.

Vom Jurahaus schreibt *Flückiger*<sup>7</sup>: „Ein niedriges, dem Boden sich anschmiegendes Haus charakterisiert die rauhen, windigen Jura-höhen, deren Wasserarmut den Menschen überdies dazu nötigt, den Regenablauf des Daches sorgfältig in die ausgemauerte Zysterne,

das Trinkwasserreservoir, zu leiten.“<sup>8</sup> Ähnlich äußert sich *Brettschneider*<sup>5</sup> in ihrer „Siedlungsgeographie des Jura“, wenn sie schreibt: „Der Schutz vor schlechtem Wetter kommt sowohl in der Bauart wie in der Ortslage zur Geltung. Mancher Ort hat sich bald vor dem West, bald vor dem kalten Winter-Nordost nach Möglichkeit in einen stillen Terrainwinkel (Nestlage) geflüchtet, was vor allem auch dem Obstbau zugute kommt. Ganz besonders auf der Nordseite der Terrikette tritt dies an den in die kleinen Quertäler hineingepreßten Dörfern Bresseaucourt, Villars sur fontenais und Cornol hervor. Freilich werden hier auch andere Faktoren bei der Auswahl der Wohnplätze

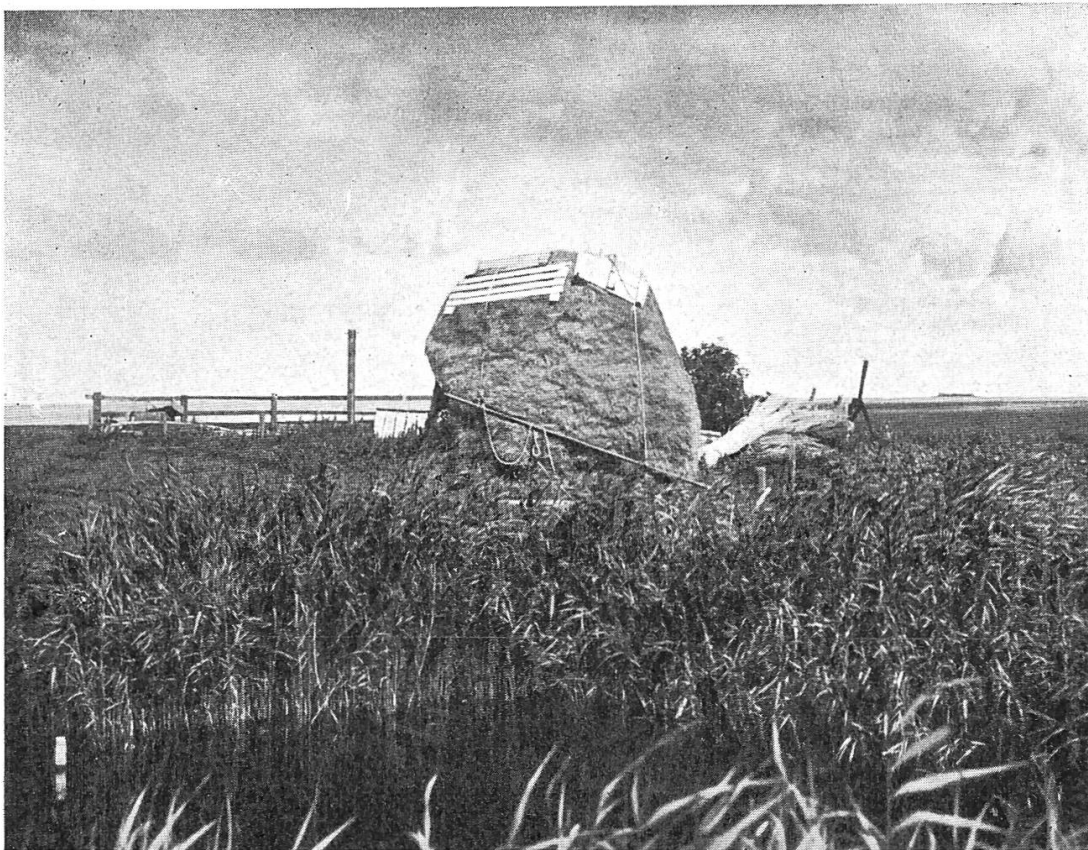


Abb. 26. Beschwerter Heustock auf Hallig Hooge.

mitbestimmend gewesen sein, wie z. B. die Quell- und Verkehrsverhältnisse.

Aus dem Gebiet des Jorat vermittelt uns *Biermann*<sup>3</sup> wertvolle, einschlägige Berichte. Hier sollen die SW-Winde mitunter recht heftigen Charakter annehmen. Große Waldbestände sind 1879 einem orkanartigen Ausbruch zum Opfer gefallen. In Anpassung an das rauhe Klima liegen die Dörfer hier häufig hinter Hügelwällen. Gegen die herrschenden Winde bilden bei Einzelhöfen Blech- und Schindelverkleidungen, Schuppen, Scheunen, Zäune, Hecken, Mauern, blinde Wände, Baumreihen, Wetterwände und Windzerschneider („coup

vent“) meist einen wirksamen Schutz. Winkelstellungen von Haus und Wirtschaftsgebäuden schaffen windgeschützte Arbeitsplätze. Brunnen liegen in den geschützten Talsiedelungen frei, mit zunehmender Höhe schmiegen sie sich ans Haus und unter das Dach, und in den windexponierten, kältern Teilen sind sie im Hause oder in der Scheune.

Bannwälder gegen Lawinen sind allgemein bekannt. Dagegen sind solche als Windschutzeinrichtung in unserm Lande nicht häufig. Im untern Rhonetal sind indessen eine Reihe von Siedelungen durch Wälder, die quer im Rhonetal ausgebreitet liegen, geschützt. Westlich Weinfeldens liegt im offenen Thurtal ein *Bannwald*, der den Zweck hat, heftige Westwinde abzuhalten. — In Westfranken und Westfalen liegen Siedelungen und Kulturen oft im Schutze von Wäldern.<sup>15</sup>

Werfen wir den Blick über die Grenzen unseres Landes hinaus! Da finden wir in den flachen Gebieten Belgiens, der Niederlande und von Norddeutschland unzählige Baumgruppen und Grünhecken (Knicks!), die zum Teil auf 2—3 m hohen Wällen stehen und eigentliche Windbrecher und Kulturschoner darstellen. — Die Halligsiedelungen, von denen wir bereits die Windhecken erwähnten, schützen sich auf den exponierten Warften durch Winddeiche und tiefgezogene Dächer. Offene Heuhaufen werden mit Seilen, Bretterwänden und Ziegeln beschwert. (Vgl. Abb. 7.) Auf andern nordfriesischen und an der schleswig-holsteinischen Küste liegen viele Siedelungen geschützt gegen die heftigen Westwinde hinter Dünen<sup>38</sup> und Deichen.

In Norwegen liegen die Küstensiedelungen vorwiegend im Schutze der Fjorde und Vorgebirge und fast nirgends auf den stürmischen Schären.

In der „hohen Venn“ (Eifel) ist fast jedes Haus mit einer Mauer oder einer dichten Hecke aus Hainbuchen umgeben, welche 10—15 m hoch sind. Die Hecke ist so dicht, daß sie eine feste Schutzmauer bildet gegen die häufigen Herbst- und Winterstürme, vor allem aber auch gegen die gewaltigen Schneemassen, unter denen das Land viel zu leiden hat. — Das Haus ist meist einstöckig gebaut und mit einem steilen Strohdach bedeckt, das an der Westseite bis fast zur Erde hinabreicht<sup>24</sup> und auf der Rückseite bis dicht zur Türe geht. Wegen dieser Bauart kann weder der Sturm das Dach zerstören, noch der Schnee sich an dem Hause anhäufen.<sup>18</sup> Hier in der Eifel, wie auch im Westerwald, wird der Wald häufig hinter haushohen Schutzhecken aufgezogen.

Aehnlich wie beim alpinen Schweizerhaus beschwert man in den bayrischen Alpen das Dach mit Steinen zum Schutze gegen Hochgebirgsstürme. Bei dem schwachen Anstieg des Daches finden die Winde auch keine günstige Angriffsfläche.



Abb. 27. W-Windseite des Dorfes Kervihan auf der Halbinsel Quiberon (Bretagne).  
(Mauern, Erdwälle, Hecken, blinde Wände, niedere Häuser.)

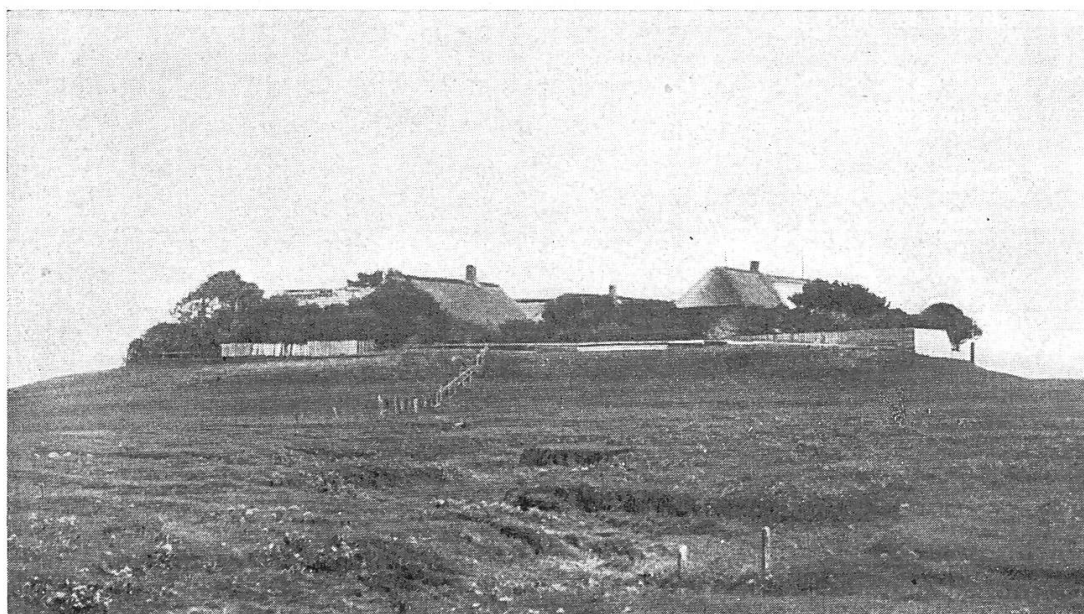


Abb. 28. Halligsiedlung mit niedern Häusern im Warfwall, mit Zäunen  
und Gesträuchhecken.

Im Herrschaftsgebiet des Mistral legen zahlreiche Bretterwände, Mauern, Agave-, Cypressen- und Schilfhecken,<sup>42</sup> Baumschutzgruppen, steinbeschwerte Dächer u. a. m. beredtes Zeugnis ab von Windschutzeinrichtungen. Hier sind es insbesondere die Kulturen, die gegen den rauhen Mistral geschützt werden. Mitunter sollen sogar die Lokomotiven mit Windkeilen (ähnlich den Schneekeilen) gegen die „alte Landplage“ der Provence ausgerüstet sein. — Aehnliche Einrichtungen tragen die Lokomotiven in Südrußland, wo übrigens Baumgruppen und Erdwälle die kleinern Siedelungen ebenfalls häufig schützen. Holzpallisaden längs der Bahn dienen als Schutz gegen Schneestürme.

Oft begegnet man, abgesehen vom Bora- und Mistralgebiet, Windschutzeinrichtungen am Mittelmeer. Auf Sardinien, Sizilien und Malta findet man vielfach hohe Gartenmauern oder mächtige Hecken zum Schutze gegen die heftigen N- und NW-Winde. Kulturen liegen geschützt hinter Hügeln, Wäldern und Siedelungen. In Katalonien werden Rebkulturen ebenfalls durch Mauern und Agavehecken geschützt. Auf Kythera (Cerigo) soll die geringe Höhe der Häuser und Oliven eine Folge der anhaltenden Winde sein. *Früh.*

Aehnlichen Einrichtungen begegnen wir in Algerien, wo trotz der Abwehrmaßnahmen in den stürmischen Küstengebieten schiefstehende Bäume mit zugeschorenen Kronen eine häufige Erscheinung bilden. Für die windoffenen Ebenen Algeriens wurden seinerzeit zum Schutze der Kulturen sogen. Windbarren vorgeschlagen. Diese sollten zu äußerst einen Wall 12—15 m hoher Zypressen haben. Dann sollten landeinwärts Oliven, Maulbeerbäume und endlich Obst folgen.

In Afrika sind Windschutzeinrichtungen, bestehend aus Erdwällen, Hecken usf., besonders verbreitet im Nilgebiet und im Capland.

*Ewald Banse*<sup>1</sup> teilte mir brieflich mit, daß die Bauern der Sahara-Oasen ihre Anpflanzungen gegen das Vordringen des Sandes dadurch schützen, daß sie auf die Dünenkämme Palmwedel stecken und dadurch die Bewegung verhindern. Ferner werden die Oasen meistens mit Sandwällen umgeben, auf denen eine dichte, verfilzte Hecke von Opunzien Schutz gegen die Sandwinde und auch gegen unberufene Gäste bietet. In Tripolis werden nach Banse Erdwohnungen zum Schutze gegen heftige Stürme angelegt.

Auf der Schneifel (bei Kaltenborn) endlich bestehen die zum Teil noch mit Stroh bedeckten Häuser meist nur aus einem Erdgeschoß, das die offene Front mit Eingang und Fenster nach SW wendet, während auf der Wetterschlagseite das Dach fast auf die Erde herunter reicht. Haus und Hof sind mit einer bis zum Dachfirst reichenden Buchenlebhecke umgeben, deren dicht verflochtene Aeste die Schneestürme abhalten.

Auf dem dalmatischen Hochlande, dem Herrschaftsgebiet der Bora, liegen Siedelungen und Kulturen fast ausschließlich in Mulden,

Nischen, Tälern, Poljen und Dolinen; wo die Häuser exponiert sind, kehren sie dem Winde fast durchwegs ihre festgemauerte, blinde Schmalfront zu.

In der Bretagne siedeln sich die Bewohner mit Vorliebe hinter einer Terrainwelle an. In stark windbewegten Gebieten fehlt es nicht an Schutzmauern, Wällen, Buch- und Baumwerk als Windbrecher. Die Häuser sind niedrig, haben tiefgehende Dächer und blinde, dicke Mauerwände auf der Wetterseite.

Von der Insel Quessant, westlich der Bretagne, schreibt *Früh*<sup>11</sup>: „Bäume fehlen auf dem Eiland. Nur vereinzelt finden sich verkrüppelte Weiden. Kleine, niedere Häuschen, mit einem Vorrat von Brennmaterial, herrliche Wiesenteppiche und Gärtchen mit mannshohen Mauern sind beredte Zeugen der heulenden, atlantischen Winde.“

Auf dem nördlichen Teil der Insel Bonaire, E. Curaca, ist ein üppigerer Pflanzenwuchs einzig hinter den Küstenerhebungen möglich. Wo diese fehlen, wirkt der Passat in äußerst ungünstiger Weise.

Wie man in manchen Kulturländern den windbewegten Wanderdünen (Kurische Nehrung — Nordseegebiet) durch Bepflanzung Halt gebietet, so werden in Persien gegen derartige Sandbewegungen oft Mauern errichtet.

Ueber Oberburma berichtet *H. Wehrli*<sup>40</sup>: „Das Reisen im April und Anfangs Mai ist äußerst ermüdend. Tagsüber herrscht drückende Hitze, mittags die heftigen Wirbelwinde und immer Rauch und Staub, der oft Augenleiden verursacht.“

*Sven Hedin*<sup>17</sup> teilte dem Verfasser brieflich mit, daß die Nomaden des Tibets ihre Zelte stets so aufstellen, daß sie gegen die vorherrschenden W- und SW-Winde geschützt sind.

## LITERATUR-VERZEICHNIS.

- <sup>1</sup> *Banse Ewald*: Wüsten, Palmen und Basare.
- <sup>2</sup> *Bick Peter*: Zur Anthropogeographie des Goldachtales. (S. 32.)
- <sup>3</sup> *Biermann Ch.*: Le Jorat. Lyon 1909.
- <sup>4</sup> *Billwiller R.*: Der Fallwind im Oberengadin. Annalen der schweizerischen Zentralstation. Zürich 1893.
- <sup>5</sup> *Brettschneider-Grütter H.*: Umriss einer Wirtschafts- und Siedlungsgeographie des Berner Jura. (S. 96—98.) Bern 1914.
- <sup>6</sup> *Floerike K.*: Vögel auf der Reise. (S. 34—38.) Kosmos-Verlag Stuttgart.
- <sup>7</sup> *Flückiger Otto*: Zur Geographie des Menschen auf dem Boden der Schweiz. (S. 18.) Töchterschulprogramm 1916. Zürich.
- <sup>8</sup> *Flückiger Otto*: Die obere Grenze der menschlichen Siedelungen in der Schweiz. (S. 21, 22, 30, 40.) Bern 1906.
- <sup>9</sup> *Francé R. H.*: Die Welt der Pflanze. (S. 9.) Berlin 1912.
- <sup>10</sup> *Frey Hans*: Die lokalen Winde am Zürichsee. Neujahrsblatt. Zürich 1926.
- <sup>11</sup> *Früh J.*: Die Abbildung der vorherrschenden Winde durch die Pflanzenwelt. Jahresber. d. geograph. Ges. Zürich 1902.
- <sup>12</sup> *Diels L.*: *Pflanzengeographie*. Sammlung Göschen. Leipzig 1908.
- <sup>13</sup> *Haberlandt M.*: Völkerkunde. (S. 41 und 124.) Sammlung Göschen. Leipzig 1906.
- <sup>14</sup> *Harm H.*: Amerika. Leipzig 1926.
- <sup>15</sup> *Hausrath Hans*: Der deutsche Wald. (S. 91 und 92.) Leipzig 1914.
- <sup>16</sup> *Hedin Sven*: Zu Land nach Indien. (Bd. II, S. 287.) Leipzig 1920.
- <sup>17</sup> *Hedin Sven*: Briefliche Mitteilung.
- <sup>18</sup> *Hutten W.*: Beiträge zur Siedlungsgeographie des hohen Venus. (S. 64.) Aachen 1909.
- <sup>19</sup> *Jörger J.*: Bei den Walsern des Valsertales. (S. 30.) Basel 1913.
- <sup>20</sup> *Kayser E.*: Lehrbuch der Geologie. (Bd. I.) Stuttgart 1923.
- <sup>21</sup> *Krucker H.*: Die Amdener Landschaft und ihre Kultur. (S. 34.) St. Gallen
- <sup>22</sup> *Maurer, Billwiller u. Heß*: Klima der Schweiz. Frauenfeld 1909.
- <sup>23</sup> *Mawson Douglas*: Leben und Tod am Südpol. (Bd. II, S. 67.)
- <sup>24</sup> *Mielke Robert*: Das Dorf. (S. 17.) Leipzig 1910.
- <sup>25</sup> *Nansen Fridtjof*: In Nacht und Eis. (Bd. I, S. 22.)
- <sup>26</sup> *Ott Ad.*: Die Siedlungsverhältnisse beider Appenzell. Jahresbericht der geograph. Ges. Zürich 1915.
- <sup>27</sup> *Passarge Siegf.*: Landschaftskunde. Hamburg 1920.
- <sup>28</sup> *Philippson H.*: Das Mittelmeergebiet. (S. 97.) Berlin 1914.
- <sup>29</sup> *Richthofen Ferd.*: Führer für Forschungsreisende. (S. 469—478.) Hannover 1901.
- <sup>30</sup> *Römer Ad.*: Durch Natur und Kultur bedingte landschaftliche Veränderungen im untern Linthgebiet. (S. 28, 87 und 93.) St. Gallen 1918.

- <sup>31</sup> *Rüetschi G.*: Die Baleareninsel Mallorca. (S. 11.) St. Gallen 1920.
- <sup>32</sup> *Schmid E.*: Windschutzeinrichtungen und Windnamen im Thurgau. Thurg. Naturforsch. Ges. Frauenfeld 1920.
- <sup>33</sup> *Schmid E.*: Die Wasserbeschaffung auf den Halligen. St. Gallen 1925.
- <sup>34</sup> *Schmitthenner H.*: Chinesische Landschaften und Städte. (S. 127.) Stuttgart 1925.
- <sup>35</sup> *Schoch H.*: Beiträge zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeographie des Zürichseegebietes. Zürich 1917.
- <sup>36</sup> *Staub Henry*: Der Kongo. (Bd. II, S. 319.) Leipzig 1885.
- <sup>37</sup> *Supan Alex.*: Grundzüge der physischen Erdkunde. (S. 158—197.) Berlin und Leipzig 1927.
- <sup>38</sup> *Träger E.*: Die Halligen der Nordsee. (S. 279.) Stuttgart 1892.
- <sup>39</sup> *Walther J.*: Das Gesetz der Wüstenbildung. Leipzig 1924.
- <sup>40</sup> *Wehrli Hans*: Zur Wirtschafts- und Siedlungsgeographie von Oberburma und den nördlichen Schanstaaten. (S. 28.) Geograph. Ges. Zürich 1906.
- <sup>41</sup> *Wirth W.*: Zur Anthropogeographie der Stadt und Landschaft Schaffhausen. Zürich 1918.
- <sup>42</sup> *Wirth W.*: Zur Kulturgeographie der Provence. Schweizergeograph. Heft I. Bern 1932.
- <sup>43</sup> *Worgitzky G.*: Blütengeheimnisse. Leipzig 1910.

---

Die Skizzen 1—7, sowie 12 und 24 wurden gezeichnet von A. Schawalder in Niederuzwil.