

10 Die Geburt des modernen Monsuns*

Allein durch seine schiere Höhe von 8000 Metern greift der Himalaya seit seiner rasanten Endauffaltung im Pleistozän, seit wenigstens 650 000 Jahren, ins Wettergeschehen Südasiens ein. Über seinem Hauptkamm hat sich damals in respektvoller Entfernung ein *Jetstream* oder Höhenstrahlstrom etablieren können, der im Winter das Gebirgsmassiv des Himalayas südlich – (über dem nördlichsten Zipfel Nordindiens) – umströmt und im Sommer seine Position weiter nordwärts, hinter das Tibetische Hochplateau, verlegen muß. Solche Höhenstarkwinde entstehen an Zonen größter Luftdruckgegensätze in der oberen Troposphäre und „führen“, wie die Meteorologie sagt, wahrnehmbare Wettersysteme in den darunterliegenden Schichten der Atmosphäre. Seitdem der Himalaya besteht, führt im Sommer, wenn der *Westerly Jetstream* plötzlich nach Norden weicht, ein im selben Moment über dem Golf von Bengalen und Burma aufsteigender Höhenstrahlstrom, der eine Umkehr der Strömungsverhältnisse um 180° in der Troposphäre über Nordindien bewirkt, den Monsun Südasiens bis an den Fuß der gewaltigen Gebirgsbarriere. Seit es den fertiggestellten Himalaya gibt, hat sich außerdem die Wucht des Monsuns potenziert.

Nach der traditionellen Erklärung ist die wesentlich treibende Kraft des indischen Monsuns im planetaren Maßstab: der Hitzekontrast der unterschiedlichen Erwärmung der Landmasse Eurasiens und des kühleren Meeres, der im Sommer einen Ausgleichswind, zum niedrigeren Luftdruck hin, vom südlichen Indischen Ozean bis in die Gangesebene entfacht und den über dem Meer eingefangenen Wasserdampf im Kernland der brahmanischen Gelehrsamkeit vier Monate üppig abregnen lässt. Im Winter-

halbjahr der Nordhemisphäre kehrt sich der sommerliche Südwestwind zu einem Nordostwind um, er bläst dann vom abgekühlten Land auf die länger warm bleibende See hinaus. Beide Male erstreckt sich dabei der Lauf des Monsuns bis in die Südhemisphäre der Erdkugel, wo er im Kontakt zu anderen Winden steht. Im Unterschied zum Sommerhalbjahr ist aber die Monsunströmung über Nordindien im Winter ein regenloser, trockener Wind, der beim Heranwehen über Innerasien keine Feuchtigkeit fassen konnte. Nur dort, wo der im Jahresverlauf zweigeteilte Monsun, entweder der Sommer- oder der sehr viel schwächere Wintermonsun, im jeweils halbjährlichen Zyklus, weite Strecken über dem Indischen Ozean oder die schmalere Arabische See zurücklegen konnte, kommt bei seiner Ankunft auch Regen in Indien an.

Es war wichtig für die Pioniere der Meteorologie verstehen zu lernen, dass der Monsun eine jahreszeitliche Windumkehr ist, die sich sehr präzise am Kalender orientiert, den die Sonne den vier Jahreszeiten auf der Nordhemisphäre vorgibt. Für den Sonnenkalender, den die Römer für Europa aus Ägypten übernahmen, errechnete der Astronom Hipparch um 130 v. Chr. als Bahnwendepunkt (oder Solstiz) der Sommersonne eine Position der Sonne am 21. Juni im Tierkreiszeichen des Krebs. Geographen übertrugen sich diesen Wendepunkt der scheinbaren Sonnenbahn bei 23,45° nördlicher Breite als rundum um den Globus führende Linie. Solcherart markiert, zieht diese imaginäre Linie in etwa auf der Höhe von Dacca in Bangladesch über Ranchi, Jabalpur und Ahmedabad einmal vollständig, von Ost nach West, durch Nordindien, verläuft unterhalb der Indus-Küstenstadt Karatschi weiter nach West und

kreuzt die an Pakistan angrenzende Arabische See, quert auf der Arabischen Halbinsel die im Volksmund „leeres Viertel“ genannte Wüste der Kamelnomaden und führt anschließend noch schnurgerade durch die Sandwüsten der Sahara und ganz Nordafrika, bis sie unterhalb Marokkos endlich den Atlantik erreicht. Dieser imaginäre „Wendekreis des Krebses“ überstreicht in $23,45^\circ$ nördlicher Breite einige der heißesten Regionen der Nordhalbkugel der Erde, die maßgeblich am Aufbau dessen teilhaben, was Meteorologen seit 314 Jahren als ursächlichen Antrieb des südasiatischen Monsuns erkannt haben: den Hitzekontrast der unterschiedlichen Erwärmung zwischen der Landmasse Eurasiens und dem angrenzenden Meer.

Die Wärme, die elementar den indischen Monsun antreibt, ist die von Physikern „sensibel“ (spürbar) genannte Hitze der Sonneneinstrahlung, die den Sinnen des Menschen ohne zusätzliche Meßgeräte direkt zugänglich ist. Ihr kam 1686 der britische Naturgelehrte Edmund Halley beim Studium der möglichen Ursachen für das Entstehen von Winden auf die Spur.

Bei seiner Anlandung an Asien hatte der driftende indische Kontinent einst selbst dazu beigetragen, die für die Sonnenaufheizung im Sommerhalbjahr als Antrieb des indischen Monsuns so ungemein wichtige Landfläche unter dem Wendekreis des Krebses vergrößern zu helfen. Auf dieser imaginären Linie der Astronomen alter Tage treffen mittags am 21. Juni jeden Jahres die Sonnenstrahlen haargenau lotrecht auf dem Erdboden auf.⁸ Am Wendekreis des Krebses hat die Sonne mittags dann ihren höchsten Stand im Lauf des Jahres über Nordindien erreicht. Rund um die Erde ist in diesem Moment auf dieser Linie die Übertra-

gung der Sonnenergie optimal. Die üblicherweise schräg auftreffenden Sonnenstrahlen haben nun die Gelegenheit, im rechten Winkel ihre Energie an die geometrisch kleinstmöglich zu treffende Fläche abzugeben. Die Erwärmung der so getroffenen Gebiete steigt an. In der Konsequenz liegt am 21. Juni in 30° N über Nordindien die Einstrahlung (Insolation) der Sonne mit 5,2 Kilowattstunden pro Quadratmeter rund 30 Prozent über den Werten am Äquator. Tagestemperaturwerte von 45° Celsius sind dann in der Gangesebene und Delhi keine Seltenheit. Schon die Monate April und Mai hatten durch ihre sengende Hitze die Bewohner der Gangesregion, in Erwartung der noch unsichtbar unter der geborstenen Krume verborgenen Fruchtbarkeit, gebührend für den späteren Reichtum abgestraft. Der feine, meist in der Spur von Ochsenkarren aufgewirbelte Staub ersetzt ab Mitte Mai die Bläue des Himmels durch ein bedrohlich fahles Gelb. Flirrende Luft steigt in breiten Bahnen auf. In der heißen Jahreszeit fällt es niemandem in Indien schwer, sich vorzustellen, die Hitzeschlieren überm Asphalt der Landstraßen entsprächen jenen in der Erwärmung von Landflächen aufsteigenden Luftsäulen, von denen die Meteorologie seit den Tagen ihres mathematischen Pioniers William Ferrel (1817-1891) sagt, sie senkten in Bodennähe den Luftdruck und erhöhten ihn bei ihrer Ausdehnung in kühleren Höhen. In der Folge weht ein starker Ausgleichswind zum niederen Luftdruck in die Gangesebene hin, wo mit dem Monsuntief, einem Ferrel'schen Hitzetief, wenige Tage nach der Sommersonnenwende der niedrigste Luftdruck in der ganzen nördlichen Hemisphäre erreicht wird. Der Luftdruck des Hitzetiefs über Südasien ist deutlich geringer, als er normalerweise in der äquatorialen Tiefdruckrinne vorkommt. Ein durchgehendes Luftdruckgefälle vom subtropischen Hochdruckgürtel der Südhalbkugel quer über den Äquator bis hin zum Hitzetief über Nordindien stellt sich so ein. In dieser meteorologisch außergewöhnlichen Situation gelingt es dem südhemisphärischen Südostpassat, die

8

Die geographische Breite, die das Sonnenlicht mittags in einem Winkel von genau 90° empfängt, wechselt im Laufe des Jahres. Sie liegt im März und September, zu Sommer- und Winteranfang am Äquator, im Juni am Wendekreis des Krebses ($23,45^\circ$ N) und im Dezember am Wendekreis des Steinbocks ($23,45^\circ$ S), der quer durch Australien und Südafrika verläuft.

Tiefdruckfurche am Äquator weiträumig zu überwinden und seinen Wirkungsbereich, im kräftigen Sog des Monsuntiefs, bis nach Indien auszudehnen. Beim Übertritt auf die Nordhalbkugel wirkt die Corioliskraft auf ihn, eine Trägheitskraft im Gefolge der Erdrotation. Sie lenkt bewegte Gegenstände auf der nördlichen Halbkugel von ihrem ursprünglichen Kurs kontinuierlich nach rechts ab. Nach dem Passieren des Äquators wird dementsprechend aus dem Südostpassat über den Weiten des Indischen Ozeans eine erzwungene Südwestströmung – der indische Sommermonsun!

Dass es einen „Kreislauf der Winde“ gibt, dass der Regen des Monsuns in verkappten Passatwinden von jenseits der Äquatorlinie im Sommerhalbjahr zu den westindischen Küsten heraufzieht, leitete vor 314 Jahren – ohne schon den Zusammenhang mit dem *Jetstream* zu kennen – der britische Gelehrte Edmund Halley (1656-1742) aus Aufzeichnungen in Logbüchern der britischen Handelsmarine ab. Dem vorausgegangen war die dringliche Aufforderung der Londoner *Royal Society* – und ihres späteren Sekretärs Edmund Halley –, die Segelschiff-Kapitäne möchten ihre nautischen Beobachtungen über angetroffene Winde auf den Weltmeeren, bitteschön, an dem 1666 eiligst aufgestellten wissenschaftlichen Fragenkatalog der Königlichen Gesellschaft ausrichten. Die Weiten der Ozeane, ihre Tiden und wechselnden Winde sowie die Ursachen hierfür waren der prominenteste Forschungsgegenstand jener imperialen Epoche, die den Aufstieg Englands zur Handels- und Industriemacht sah. Ohne eine Standardisierung der Niederschriften in den Schifftagebüchern, die einer Aufwertung ihrer Notizen in den Rang wissenschaftlicher Protokolle gleichkam, wäre die zu erzielende Genauigkeit der Auswertung der Logbücher eher ungewiss geblieben. Eine genaue Kenntnis der Weltwinde versprach indes, die Fahrten der Segelschiffe zu verkürzen und ließ ihre Eigner Ersparnisse von meh-

rerer Millionen Pfund Sterling jährlich im Handelsverkehr erhoffen.⁹

Halley brütete zunächst über einer geeigneten, neuartigen Darstellungsform für Windcharts, die dreidimensionale Gegebenheiten, für das Auge des Betrachters zweidimensional – in Form von Schwärmen graphischer Pfeile – festhalten konnte. In seinem umfangreichen Kartenwerk legte er alle bekannten Passatwinde und Monsune für den Hausgebrauch der Kapitäne nieder und entschlüsselte, in einem weit vorausseilenden Geniestreich, für die Meteorologie des späten 17. Jahrhunderts nebenbei das System der globalen Windgürtel der Erde. 1686 erkannte Edmund Halley als erster Naturwissenschaftler die Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre, deren Motor die Temperaturdifferenz der Sonneneinstrahlung zwischen Äquatorregion und den Polen ist, und benannte im selben Aufsatz, als ursächlich für den indischen Monsun, die jahreszeitlich unterschiedliche Erwärmung von Ozean und Land.

Neu war auch die Art des Umgangs mit dieser bedeutenden Information. Noch die Portugiesen hatten eifersüchtig den Weg nach Indien, rund um Afrika, geheimnistuerisch den Mächten in Europa verborgen. Ganz anders die Briten, die für einen Abdruck der wissenschaftlichen Erkenntnis des Astronomen Halleys in den *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (Band 16, Seiten 153-168, 1686) sorgten, der noch heute jedem frei zugänglich ist, inklusive einer sich damals auf dem allerneuesten Stand befindlichen Seewindkarte des Monsuns, der im jahreszeitlichen Wechsel aus entgegengesetzten Richtungen über den Indischen Ozean bläst.

Jeder Monsun – so die Definition dieses Windtyps – ist an einer jahreszeitlich bedingten Umkehr seiner Windrichtung zu erkennen, die beim berühmtesten dieser Wechselwinde, dem

9

Der Earl of Harrowby, ehemals Präsident der *British Association of Science*, kalkulierte im Jahr 1853, bei einer Verkürzung der Passage nach Indien um nur 10 Prozent Zeitersparnis, für die Segelschiffe der Krone einen zusätzlichen jährlichen Gewinn von 2 Millionen Pfund.

indischen Monsun, der im Sommer dem indischen Subkontinent, ganz Hinterindien, Teilen des indomalaiischen Archipels sowie Südchina reiche Regenfälle zwischen Juni und September bringt. Im Winterhalbjahr, wenn im Indusdelta wieder das Sternbild der Plejaden aufzieht, löst den feuchtigkeitsbeladenen Südwestmonsun – den Hippaluswind der Griechen – eine trockene Nordostströmung ab, die jetzt beständig von November bis März entgegengesetzt der Sommerströmung, aus Nordosten, über die Peninsula Indien und den Indischen Ozean bläst. Die nach der Eröffnung des Suezkanals (1866) und dem Aufkommen der Dampfschiffahrt noch verbliebenen Segelschiffe, ein paar arabische Dhaus, führt er jetzt wieder sicher von der indischen Westküste übers offene Meer nach Sansibar oder nach Aden zur arabischen Halbinsel zurück.

Beim griechischen Geographen Strabo ist die – nirgendwo sonst – verbürgte Anekdote vermerkt, dass 140 Jahre vor unserer Zeitrechnung, im 2. vorchristlichen Jahrhundert, dem ägyptischen Küstenwacht ein schlanker Mann auffiel, den man sofort zum Verhör vor den ptolemäischen König Euergetes II. nach Alexandrien brachte. Dieser Fremde, dessen Sprache niemand sprach, war in einem gestrandeten Schiff gänzlich unbekannter Bauart mehr tot als lebendig am Strand des Roten Meeres aufgegriffen worden. Nachdem sich ein Sprachlehrer seiner angenommen hatte, erzählte er, gegen seinen Willen vom Winterwind hergeführt worden zu sein. Der Inder bot sich den Griechen an, ihnen den Weg in seine Heimat zu zeigen.

Der Seehandel, der sich bald darauf zwischen Indien und den Hochkulturen des Mittelmeerraums entspann, bescherte Rom, wie uns Plinius wissen ließ, ein jährliches Handelsdefizit von 50 Millionen Sesterzen. Es war ein einseitiger Luxushandel zu Lasten der Goldschatullen der Aristokraten Roms. In einem in Griechisch verfaßten Handelshandbuch der Seegebiete vom Roten Meer bis Indien, im oft zitierten *Periplus des Erythräischen Meeres* (95-130

n. Chr. verfaßt), ist vom unbekanntem Verfasser der Name des Navigators Hippalos vermerkt, dem es als erstem Seefahrer gelungen sein soll, den da schon nach ihm benannten Hippaluswind – die Windströmung des Südwestmonsuns – als Rückenwind für eine direkte Passage übers offene Meer von Aden nach Indien genutzt zu haben, wo all die Jahrhunderte zuvor, selbst im Gütertausch der Induskultur mit Mesopotamien, stets die langsamere, weil vermeintlich sicherere Route, entlang der Küstenlinie und quer durch die Buchten gewählt worden war.

Plinius der Ältere (24-79 n. Chr.) spricht von einer 40tägigen Segelfahrt über die Weiten des Indischen Ozeans, um von der ägyptischen Küste des Roten Meeres aus, ohne Sichtkontakt zum Festland, blindlings, doch sicher, mit dem Hippaluswind an der südindischen Malabarküste anzulanden. Der keralische Hafen Muziri, das heutige Cranganore, nahe Cochin, war das Ziel der frühen Europäer. Dort luden Einheimische die Kaufleute aus dem Yavana-Land und deren Hab und Gut in auslegerstabilisierte Doppelkanus. Der Seeweg um das stürmische Kap Komorin war für die Segelschiffe der Zeit noch viel zu gefährlich. Die meisten Handelskaravane nahmen vorlieb mit dem Landweg, der, inklusive eines Abstechers zu den Beryllgruben der Nilgiris, von Muziri zur gegenüberliegenden Südostküste Indiens führte. Hier übernahmen im Freihafen Poduke (Pondichery) indische Segelschiffe die Fracht. Weiter nördlich endete die Schifffahrt nach Indien im Hafen von Tamralipti in der Gangesmündung. Eine griechische Danksagung an Eurus, den Wind der Morgenröte, kam dort samt dem beschriebenen Täfelchen und verstreuten Terakottafigurchen ans Tageslicht.

Ein Tamil-Text der Shangam-Zeit rühmt die „guten Schiffe, Meisterwerke aus dem Yavana-Land, die den weißen Schaum des Periyar-Flusses in Kerala durchschneiden, dort mit Gold ankommen und mit Pfeffer fortfahren.“ Die in Ägypten ansässigen Griechen nahmen auch Musselinstoffe und Beryll für die Reichen

Roms mit, aber die antiken Piloten erkannten wahrscheinlich noch nicht die periodische Windumkehr des Monsuns. Dies lassen widersprüchliche Wind- und Strömungsangaben im damaligen Navigationshandbuch, dem schon erwähnten *Periplus des Erythräischen Meeres*, den Ozeanographen Bruce Warren vermuten. Die creco-ägyptischen Händler vertrauten sich im Winter nicht dem Nordostmonsun an. Ihr Kurs scheint die antiken Schiffe bis zum Ende des indisch-römischen Handelskontakts strikt an der Küstenlinie Westasiens zurück nach Westen geführt zu haben. Allein für den Hinweg bediente man sich bereits des Schubs des Monsuns, der ab Juli beständig in Richtung Indien bläst.

Die Vorteile des winterlichen Nordostmonsuns für eine landferne und von Seeräubern befreite Segelfahrt über die Weiten des Indischen Ozeans, zurück zu den Ausgangshäfen der Sommerausfahrt, erkannten erst südarabische Händler im frühen Mittelalter.¹⁰ Den Zeitpunkt hierfür könnte die Einführung des dreieckigen Lateinersegels in die Seefahrt markieren, das im 9. Jahrhundert für arabische Schiffe im Indischen Ozean in Gebrauch kam. Eine Neuerung, die den Piloten half den Wind nun auch seitlich zu nutzen, gegen ihn kreuzen zu können, was den mit rechteckigen Segeln bestückten Schiffen der alexandrinischen Händler höchst selten gelang. Aus dem arabischen Kulturkreis stammt auch die von uns übernommene Bezeichnung „Monsun“ (*Mausim*), allerdings noch nicht in der Bedeutung von Wind (*Monção*), wie es im 16. Jh. die Portugiesen in Goa verwenden sollten, sondern im Sinn einer „Jahreszeit“, zur Bezeichnung der Saison, in die sinnvollerweise die Ausfahrt aus bestimmten Häfen zu legen sei.

¹⁰ Die früheste dokumentierte Fahrt mit dem Nordostmonsun schildert der chinesische Reisende Fa-Hsin (399-414 n. Chr. auf Pilgerfahrt in Indien): als 14tägige Seereise auf einem indischen Handelsschiff vom Gangesdelta zur Insel Sri Lanka. Die Ausfahrt lag zu Winteranfang und die Besatzung segelte Tag und Nacht, bis Singhala im günstigen Wind erreicht war.

Aus der Phase, wo die Geistlichen des Islams noch nicht damit begonnen hatten, die weltliche Wissenschaft ihrer Astronomen, Mathematiker und Mediziner zu behindern, stammt der erste Versuch, den indischen Monsun nach den Regeln der aus Byzanz und Syrien von christlichen Nestorianern übernommenen Metaphysik des Aristoteles zu erklären, dessen Denken die Naturwissenschaft begründen half.

Nachhaltiger wie kein anderer Gelehrte seiner Zeit orientierte sich der im Jemen geborene, in Bagdad ausgebildete und lehrende Philosoph Yaqub Ibn Ishaq as-Sabah al-Kindi (ca. 805- ca. 873 n. Chr.) bei der Interpretation der seemännisch beobachteten Strömungen des Monsuns am metaphysischen Weltbild des geschätzten Heiden Aristoteles. In seiner „Theorie der Tiden von Ebbe und Flut“ gab er seinen Zeitgenossen das einprägsame Bild, dass die Wasser des Indischen Ozeans, wie die Wasser aller Ozeane, an der tiefsten Stelle der Erdoberfläche ruhn, sie sich gemäß ihrer aristotelischen Natur als Element des Erdaufbaus im Normalfall stets nach „unten“ bewegen. Ganz anders das Feuer (oder die Wärme), deren Flammen nach „oben“ streben. Al-Kindi hielt die Modellvorstellung einer in einem Glaskolben erwärmten Wassermenge parat, die sich überm Feuer im Volumen ausdehnt, bei ihrer Erwärmung einen größeren Rauminhalt beansprucht. Ähnliches geschehe im Meer, wenn sich die Sonne (aber auch die Schar ihrer Planeten) darüberbewege, gleich dem Reiben zweier Feuerhölzer oder dem Funkenflug beim Flint. Wenn man zwei derartige Feuersteine zum Feuermachen aneinanderschlage, entstehe bei der Bewegung der Sonne ein „Feuer“, dass die Wasser der Ozeane ihren Rauminhalt erhöhen lässt. Bei vergrößertem Volumen bleibe ihnen nur der Ausweg, in ihrem nach oben offenen „Gefäß“ aufwärts zu steigen und die Bewegung dorthin entspreche den von Seeleuten beobachteten wechselnden Meeresströmungen. Dass es in den Perioden des Monsuns, neben Strömungen im Meer, auch zu Winden kommt, sei ebenfalls auf eine thermische Ex-

pansion zurückzuführen, nämlich die Erwärmung der Luft gleichfalls durch die Bewegung der Sonne. Zum Ausgleich ihres erhöhten Raumbedarfs lässt die Luft Winde über den Indischen Ozean streichen.

Im Urteil des moslemischen Historikers al-Masudi (ca. 915-957) war der Araber al-Kindi der erste Gelehrte, der einen Zusammenhang zwischen den Strömungen des Indischen Ozeans und den Winden des Monsuns belegte und deren semianualen (also halbjährlich) umkehrenden Zyklus erkannte.

In Indien selbst war der indische Monsun den gebildeten Ständen wichtig genug, um ihn sofort in Verbindung zur alles beherrschenden Religion zu bringen und um ihn herum, passend zu den Stimmungen der Jahreszeiten, die trockenen und feuchten Perioden ausgleichend, eine besondere Form makrobiotischer Medizin, das klassische Ayurveda, entstehen zu lassen. Aber niemand am Ganges wußte, bis weit in die Neuzeit hinein, zu sagen, dass er vom Sommermonsun sprach, wenn er den Sommerregen Indiens meinte. Dass sich das Phänomen des indischen Monsuns, außer auf die halbjährlichen Winde des arabischen *mausim* („Jahreszeit“) und die beobachteten Strömungen im Meer, auch auf den Sommerregen Indiens, den *bashara*, erstreckt, war lange unbekannt.

Die Astronomen des alten Indiens hatten bei der Erstellung des Kalenders wohl spätestens im 4. Jahrhundert erkannt, dass sich der Verlauf der indischen Regenperiode auffällig an der Ekliptik der Sonne orientiert und sich der Ausbruch des Regens am besonderen Bahnwendepunkt der Sonne zu Sommeranfang, der Solstiz vom 21. Juni, festmachen lässt, aber die indischen Philosophen fanden keine Verbindung des Regens zum Wind. In umgekehrter Manier nahm die antike abendländische und später die mittelalterliche arabische Literatur kaum wahr, dass es auf dem indischen Subkontinent regelmäßig zu heftigen Regenfällen kam, wenn im Juli gerade wieder die Segelschiffe mit dem Südwestmonsun um die Wette nach

Indien liefen. Die arabischen Seefahrer sahen bereits ein Land, das, bei allem materiellen Reichtum, den es im Außenhandel mit seinen kunstvollen Waren erwarb, wissenschaftliche Informationen nicht mehr nutzbringend verwenden konnte.

Die altindische Wissenschaft hatte zu Beginn der Gupta-Dynastie (4.- 6. Jh.) den Reigen des antiken Wissens angeführt. Ihren Astronomen gelang die Überflügelung der griechischen Mathematik durch die Einführung der trigonometrischen Funktionen, aber sie schaffte nicht den Sprung zu einer physikalischen Betrachtungsweise der Welt. Als sich diese Entwicklung anbahnte, hatten sich die Gelehrten Indiens längst über die Dörfer verstreut, das urbane Konzept der Stadt als Keimzelle und Hort einer Hochkultur hatte nach dem Niedergang der Gupta-Dynastie für die nächsten Eintausend Jahre in Indien ausgedient.

Die notwendigen Informationen über Wind und Regen lagen im 9. Jahrhundert vor, aber es gab in Indien niemanden mehr, der sie zum Gesamtbild des Monsuns hätte verbinden können.

Das angesammelte antike Wissen über dieses Phänomen nahm nach dem Zerfall der klassischen Kultur Indiens unfreiwillig Asyl im traditionellen Wissen. Es ist in gewichtigen Teilen in der volkstümlichen Religion, so im Ritualkalender der Mondmonate und in der Kosmologie des Hinduismus, bewahrt, dem die Emigration aufs Land, am Ende der Gupta-Ära, nichts anhaben konnte. Andererseits veränderte sich grundlegend der Blick auf das Wettergeschehen. Im Binnenland bedeutete der Regen den Menschen alles und der Wind fast nichts. Wenn im Doab, dem fruchtbaren Dreieck zwischen den Flüssen Jamuna und Ganges, dem Kernland der brahmanischen Gelehrsamkeit, mit dem Auftauchen seiner Boten, dem radschlagenden Pfau und dem sehnsuchtsvollen Gesang des Haubenkuckucks, kurz nach der Sommersonnenwende der Südwestmonsun naht, ist jedem klassisch Gebildeten in Indien bekannt, dass jetzt die Sonne, für die nächste

Hälfte des Kalenderjahrs, ihr Regime an den Mond, den Regenbringer *Soma*, abgibt. Präzise formuliert ist nicht die Sonne *Surya*, sondern der Feuergott *Aghni* gemeint, dessen Feuer auch das „Feuer der Sonnenstrahlen“ ist. Und in dieser genealogischen Feinheit ist das Wissen um die höllische Hitze ausgedrückt, die von April bis zur Sommersonnenwende den Ausbruch des Monsuns in Indien mit vorbereiten hilft. Fällt sie geringer wie im Vorjahr aus, erniedrigt sich automatisch die Ergiebigkeit der Regenfälle und der Ertrag der Sommerfrüchte, samt dem wichtigen Reis, wird zu einem lebensbedrohlichen Fiasko führen.

Nach der Sanskritliteratur und im traditionellen Volksglauben lösen nicht der Wind, sondern Sonne und Regen die Umkehr des Zyklus ein. Die Regenperiode des Südwest- oder Sommermonsuns ist im Sanskrit durch den Ausdruck *caturmasa* – „die vier Monate“ – erfaßt. Eine in Indien ambivalent eingestufte Jahreszeit, die jeder ersehnt, ihr aber auch mit Bangen entgegenseht, weil sich die täglich bloß stündlichen Regenfluten regional oft zur befürchteten – nicht „biblischen“, sondern vedischen – Sintflut auswachsen können, die Tod und Verderben bringt, bevor den Überlebenden die Fruchtbarkeit der im Regen bestellten Felder im Herbst zufällt. Die Gläubigen nehmen an, die Götter halten sich in diesen „vier Monaten“ von den Menschen fern, weil sie den hinduistischen Bewahrgott Vishnu zu seinem Schlafplatz im Ozean begleiten, wo dieser, wie in jedem Jahr, für eine seiner „göttlichen Nächte“ wieder beide Augen schließt, was den Menschen wie vier Monate vorkommt.

Nach dem noch gültigen über zweitausendjährigen Ritualkalender tritt Vishnu am elften Tag des Mondmonats *Asadha* (Anfang Juli) seinen viermonatigen Schlaf auf dem Ozeangrund an, um Anfang November, mit zunehmendem Mond, im indischen Monat *Kartika* aufzuwachen. Womit unwiderfürlich das Interregnum endet, wo sich ehrbare Männer nach dem Vorbild des Epos Mahabharata haltlos im Würfelspiel ergaben, derweil sich die Frauen

der Zucht ihrer Schwiegermütter auf die schwingende Schaukel unter den blühenden Kadamba-Zweigen entzogen und es die Dienstboten wagen konnten, maßlos überzogene Geldforderungen zu präsentieren, andernfalls ihren Gönnern drohten, sofort die Arbeit einzustellen. Alles nun glücklich vorbei. Die alte Ordnung ist wiederhergestellt, sobald der Regen über Indien schwindet.

Der Südwestmonsun endet nicht annähernd so bombastisch, wie er im Übergang zum Monat Juli seinen Ausbruch Knall auf Fall begann. Sein Regen verabschiedet sich schleichend über Zentralindien. Es tröpfelt täglich weniger, bis Ende Oktober fast nichts mehr kommt und die Sicht auf die Berge des Himalaya frei wird. Im November dreht sich der Wind über Nordindien um 180° und der trockene Nordostmonsun beginnt. Nur in seinen Randbereichen, wo sich Störungen von außerhalb einstellen, ist mit Niederschlägen im indischen Winter zu rechnen. So bringen Ausläufer ausgedehnter Tiefdruckgebiete des Mittelmeerraums Nordwestpakistan und dem Punjab die zum Gedeihen des Weizens wichtigen „Weihnachtsregen“ (*Christmas rains*). Aus dem selben Grund regnet es im Winter auch im Tal von Kaschmir, das geringere Niederschläge im Sommermonsun empfängt.

Über dem innerasiatischen Festland kann die deutlich schwächere Strömung des Wintermonsuns keine Feuchtigkeit aufnehmen. Dies gelingt ihr erst im Golf von Bengalen und über dem Indischen Ozean, sowohl zwischen Indien und Ostafrika, als auch im Seegebiet vor Nordaustralien. Die heftigen Regen, die während der Periode des Wintermonsuns an der Koromandelküste Südostindiens bei Madras niedergehen und sich im Stau der tamilischen Berge fangen, gehen auf zyklonale Störungen zurück, die sich über dem Golf von Bengalen aufbauen, solange das Wasser noch 27° Celsius warm ist. Ansonsten bringt der beständige Nordostwind des Wintermonsuns dem indischen Subkontinent von Dezember bis März keine Niederschläge – die erwähnten „Weihnachtsregen“ im (indi-

schen sowie im pakistanischen) Punjab gehören nicht zum Monsun.

Die Hauptregen im riesigen Einflussbereich des Monsuns gehen im Winter im nördlichsten Zipfel Australiens nieder, wo in der Mitte des Kontinents dann die Sonnenstrahlen genau im rechten Winkel den Wendekreis des Steinbocks treffen. Die von See kommenden Regenwolken dringen aber nicht weit über die Stadt Darwin hinaus ins Binnenland vor. Ihre Eindringtiefe ist nicht vergleichbar der Distanz, die Regenwolken im Sog des Südwestmonsuns von den Stufen der Westküste Indiens bis zum zweieinhalbtausend Kilometer entfernt liegenden Himalaya überwinden.

Schon dem nordamerikanischen Meteorologen William Ferrel (1817-1891), einem begnadeten Mathematiker, fiel auf, dass die ergiebigsten Monsunströmungen der Erde stets zu Füßen gewaltiger Berge und nicht etwa in der Sahara oder Arabien zu finden sind, obwohl doch dort der Hitzekontrast zwischen erwärmten Land und kühlerem Meer am größten ist, um so einen gewaltigen Ausgleichswind (zwischen den aufgebauten Druckunterschieden) entfachen zu können. Aber es kommt im Flachland neben dem Aufsteigen erwärmter Luft auch zu einfachen horizontalen Ausgleichbewegungen, die unterbinden, dass der Luftdruck weit oberhalb der Bodenfläche in einem Ausmaß steigt, wie er nun einmal notwendig ist, um wasserdampfgesättigte Luft von fern über dem Ozean in Richtung Land zu ziehen. William Ferrel nahm an, dass es jeweils nur sehr

dünne Luftschichten nahe der Erdoberfläche und nicht gigantische Luftsäulen sind, die aufsteigen, indem von der Sonneneinstrahlung erhitzte Luft ihre Nachbarlage entlang eines aufsteigenden Hangs in die Höhe schiebt.

Im Prinzip ähnlich dem Mechanismus des Berg-Talwindes stellt sich ein Luftdruckgefälle in der Höhe zwischen Tief- und Hochland ein. Der dadurch in Gang gesetzte Lufttransport in Richtung Tibet verursacht durch Entlastung im Vorland tiefen Druck in den unteren Schichten. Das so entstehende „Monsuntief“ im Bereich der Gangesebene, wo es tageweise wandert, bewirkt das Ansaugen der äquatorialen Tiefdruckrinne bis in diese ungewöhnliche nördliche Position (30° N), es verlängert ehemals am Äquator absinkende Lüfte zum Fuß des Himalayas, und entfacht in seinem Sog den Südwestmonsun.

Erst das finale Auftürmen des Hohen Himalayas und seines Geschwistergebirges im benachbarten Tibet hat die volle Wucht des modernen Monsuns entfacht. In der fernerer Vergangenheit mögen ähnliche Effekte monsunale Regen auf den indischen Kontinent getragen haben, aber alle früheren Effekte haben nie zu einer Regenmenge und einer Eindringtiefe der Regenfront vergleichbar dem Wirken des modernen Monsuns geführt.

Das System des Monsuns existiert in der uns bekannten Form seit wenigstens 650 000 Jahren. Es war fest vorinstalliert als erstmals der Mensch den indischen Subkontinent betrat

Literatur: Kapitel 10: Die Geburt des modernen Monsuns – {Naturgeschichte}

|#| **Clemens, S., Prell, W., Murray, D., Shimmied, G., und Weedon, G. (1991):** Forcing mechanisms of the Indian Ocean monsoon. *Nature* 353, 720-725. |#| **Krishnamurti, T. N., und Surgi, N. (1987):** The northern summer monsoon. In: *Monsoon Meteorology*. Edited by C.-P. Chang and T. N. Krishnamurti. New York [u. a.]: Oxford University Press. 544 Seiten. (Oxford Monographs on Geology and Geophysics No. 7) |#| **Kutzbach, Gisela (1987):** Concepts of Monsoon physics in historical perspectives: The Indian Monsoon (seventeenth to early twentieth century). In: Fein, J. S., und Stephens, P. L. (Hgs.): *Monsoons*, New York: Wiley, Seiten 159-210. |#| **Murakami, Takio (1987):** Orography and Monsoons. In: Fein, J. S., und Stephens, P. L. (Hgs.): *Monsoons*, New York: Wiley, Seiten 331-364. |#| **Ray, Himanshu Prabha (1991):** East coast trade in peninsular India c. 200 B.C. to A.D. 400. In: *South Asian Archaeology 1991*. Proceedings of the Eleventh International Conference of the Association of South Asian

Archaeologists in Western Europe held in Berlin 1-5 July 1991. Herausgeber: Gail, Adalbert J. & Mevissen, Gerd J. R., mit der Assistenz von Britta Zehmke. Franz Steiner Verlag, Stuttgart 1993. Seiten 573-584. |#| **Sirocko, F., Sarnthein, M., Erlenkeusers, H., Lange, H. Arnold, M., und Duplessy, J. C. (1993):** Century-scale events in monsoonal climate over the past 24,000 years. *Nature* 364, 322-324. |#| **Totman-Parrish, Judith (1990):** Gondwana paleogeography and paleoclimatology. In: Taylor, T. N., und Taylor, J. L. (Hg.): *Antarctic paleobiology. Its role in the reconstruction of Gondwana*; Seiten 15-26. Berlin [u. a.]: Springer Verlag. |#| **Warren, Bruce A. (1987):** Ancient and medieval records of the Monsoon winds and currents of the Indian Ocean. In: Fein, J. S., und Stephens, P. L. (Hgs.): *Monsoons*. New York: Wiley, Seiten 137-158. |#| **Weischet, Wolfgang (1995):** Einführung in die Allgemeine Klimatologie. Stuttgart: B. G. Teubener. |#| **Zimmermann, Francis (1987):** Monsoon in traditional culture. In: Fein, J. S., und Stephens, P. L. (Hgs.): *Monsoons*, New York: Wiley, Seiten 51-76. |#|

© 2009 Friedrich Kelm, Gotenstraße 3, 10829 Berlin

E-Mail: Kontakt@friedrich-kelm.de

Homepage: <http://www.friedrich-kelm.de>

NATURGESCHICHTE INDIENS

Inhaltsangabe – Kapitelübersicht Naturgeschichte

Siehe URL: <http://www.friedrich-kelm.de/41054.html>

2. überarbeitete und aktualisierte Auflage 2009.

[Vorliegende, neugestaltete Monsun-PDF am 6. Juli 2009 auf die Homepage gestellt.]