



Abb. 8: Strahlungshaushalt der Erde:

Verteilung der einfallenden Sonnenstrahlung auf Erdboden und Erdatmosphäre.

Am Rand der Atmosphäre und am Erdboden wird jeweils die Bilanzsumme gebildet. Die linke Seite beschreibt die kurzwelligen Strahlungsflüsse, die rechte Seite die langwelligen Strahlungsflüsse von Erde und Atmosphäre. Bezugsgröße (= 100) ist jeweils die einfallende Sonnenstrahlung.

der bei der Niederschlagsbildung große Mengen von Wärme in der Atmosphäre freisetzt. Er ist in den Tropen viel größer als in höheren Breiten, da die Luft hier wesentlich mehr Wasserdampf aufnehmen kann. Die Aufnahmefähigkeit der Luft an Wasserdampf steigt annähernd exponentiell mit der Temperatur. Der vertikale Wärmetransport über den aufsteigenden Wasserdampf bis in große Höhen ist in Gewittern sehr effektiv, da hier die stärksten Aufwinde auftreten und dem entsprechend die größten Höhen erreicht werden – in den Tropen oft bis zu 18 km.

Die IR-Strahlung des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre in den freien Weltraum ist ein weiterer wichtiger Bestandteil der Strahlungsbilanz. Sie beträgt im Gleichgewicht mit der Sonnenstrahlung 236 W pro m² und entspricht damit der Schwarzkörperstrahlung eines Körpers der Temperatur von -19°C .

Verglichen mit der IR-Abstrahlung von 236 W pro m² aus einer Höhe von etwa 6 km ist die IR-Abstrahlung an der Erdoberfläche dank des Treibhauseffektes wesentlich höher: Sie beträgt bei der mittleren Erdoberflächentemperatur von $+15^{\circ}\text{C}$ gemäß dem Strahlungsgesetz von Stefan-Boltzmann 390 W/m². Die Differenz von 34°C zwischen der Strahlungstemperatur der Atmosphäre und der Temperatur in Bodennähe wird hauptsächlich durch den Treibhauseffekt hervor-

gerufen. Enthielte die Atmosphäre keine Treibhausgase, so wäre die Temperatur in Bodennähe 30°C niedriger als zur Zeit, läge also bei -15°C . Eine Atmosphäre ohne Treibhausgase hätte zur Folge, daß die globale Albedo von derzeit 30 Prozent viel geringer wäre. Dadurch würde ein größerer Anteil der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche in Wärme umgesetzt, was die Strahlungstemperatur des Systems Erde-Atmosphäre gegenüber dem derzeitigen Wert um 4°C erhöhen würde, nämlich von derzeit -19°C auf die genannten -15°C .

Die Höhe von 6 km für die effektiv strahlende Schicht der Atmosphäre entspricht einer Mittelung über die gesamte IR-Strahlung des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre. Die Höhe dieser Schicht variiert stark in Abhängigkeit von der Wellenlänge der IR-Strahlung. Die Gase in der Atmosphäre absorbieren die IR-Strahlung der Erdoberfläche in den meisten Spektralbereichen stark, in einigen dagegen nur geringfügig, wie etwa im Spektralbereich 7 bis 13 μm . In diesem Bereich stammt der größte Anteil der IR-Strahlung von der Erdoberfläche. Er wird als „offenes atmosphärisches Strahlungsfenster“ bezeichnet, da hier am wenigsten Wasserdampf- und Kohlendioxidabsorption stattfindet. 70 bis 90 Prozent der Abstrahlung von der Erdoberfläche und von den Wolken gelangen hier direkt in den Weltraum (41).