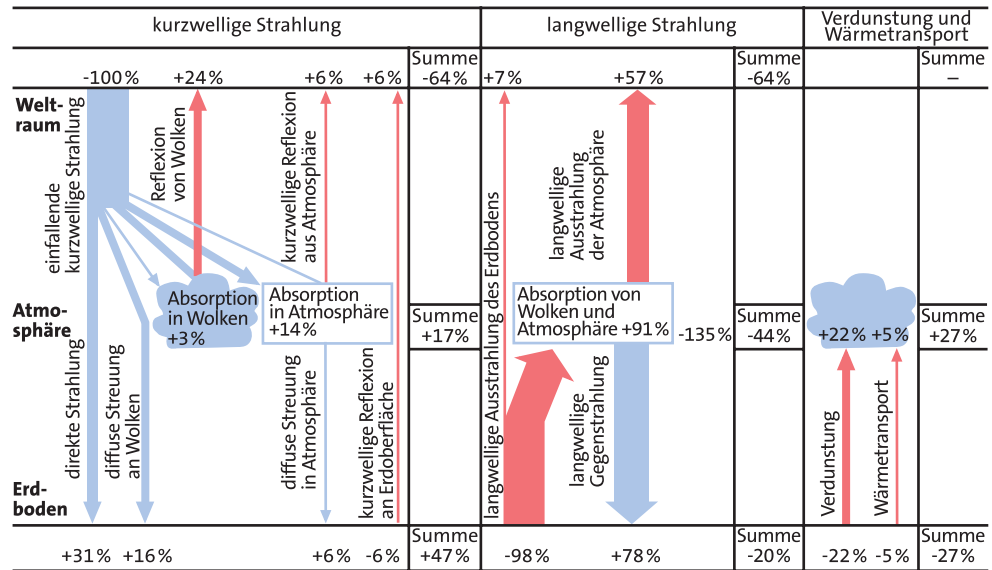


Wellenlängenbereich der Globalstrahlung: 0,29 bis 4,0 μm

- Davon entfallen:
- 7 % auf den Bereich 0,29 μm –0,40 μm (Ultraviolettstrahlung),
 - 42 % auf den Bereich 0,40 μm –0,73 μm (Sichtbare Strahlung),
 - 49 % auf den Bereich 0,73 μm –4,00 μm (Infrarotstrahlung).



4 Globale Jahresmittel der Energiebilanz in Prozent der einfallenden extraterrestrischen Strahlung

In jeder Ebene ergeben die Summen der Werte Null; es herrscht also ein energetisches Gleichgewicht.

Nach Heinz Fortak: Meteorologie. Berlin: Reimer 1982, S. 21

Strahlungshaushalt der Erde

Albedowerte verschiedener natürlicher Oberflächen (kurzwellige Albedo in %)

Neuschnee	75–95
Wolken (hoch)	90
Wolken (tief)	60
Gletschereis	30–45
Dünensand	30–60
Ackerboden	7–17
Wasserflächen bei	
- Sonnenhöhe >10°	3–10
- Sonnenhöhe <10°	80
Regenwald	10–12
Laubwald	15–20
Nadelwald	5–12
Wiesen	12–30
Siedlungen	15–20

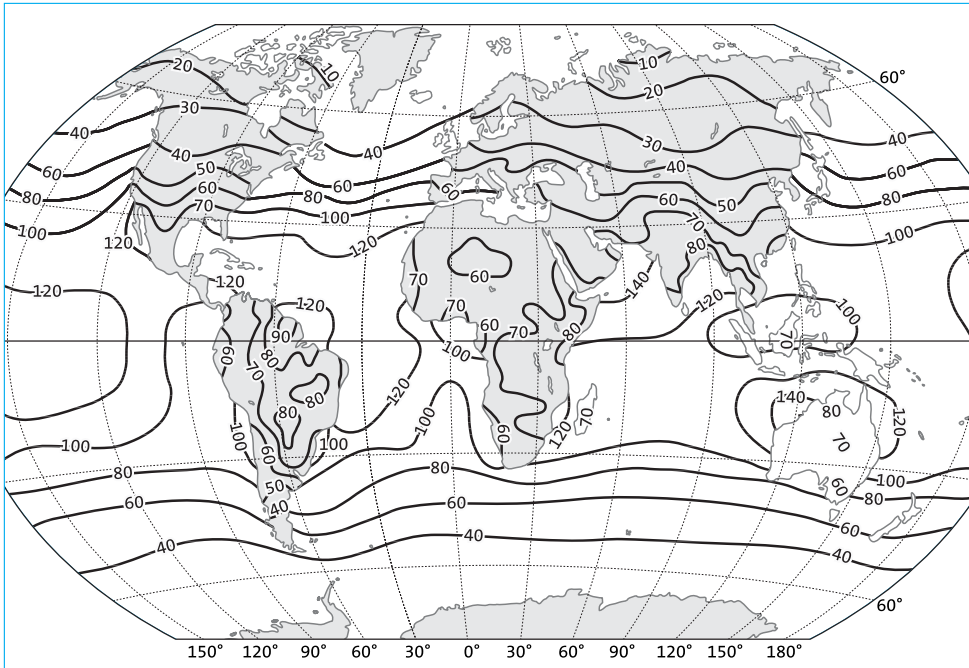
Die Sonnenstrahlung trifft als extraterrestrische Strahlung auf den Rand der Erdatmosphäre und wird auf dem Weg durch die Atmosphäre abgeschwächt. Die gesamte Einstrahlung auf eine horizontale Fläche wird als **Globalstrahlung** (Q_G) bezeichnet. Sie setzt sich aus der direkten Sonnenstrahlung, welche die Erdoberfläche nur bei wolkenfreiem Himmel erreicht und der diffusen Himmelstrahlung, das ist die durch Gase, Staub und Wolken gestreute Sonnenstrahlung, zusammen.

Sonnenstrahlen werden beim Auftreffen an der Erdoberfläche zu einem Teil reflektiert und absorbiert, das heißt in langwellige Wärme-strahlung umgewandelt. Das Verhältnis von reflektierter zu einfallender Strahlung wird als Albedo (a) der Oberfläche bezeichnet. Flächen mit großer Albedo besitzen ein kleines Absorptionsvermögen und umgekehrt. Aus der Differenz zwischen Globalstrahlung und reflektierter Strahlung (aQ_G) ergibt sich die **absorbierte Globalstrahlung** ($Q_G - aQ_G$), im Strahlungshaushalt die Energieeinnahme.

Von der Energieeinnahme des Systems Erde-Atmosphäre muss die **effektive Ausstrahlung** (A_E) abgezogen werden. Diese ergibt sich aus der Differenz zwischen der Ausstrahlung der Erdoberfläche (A_O) und der Gegenstrahlung der Atmosphäre (A_C). Der langwelligigen Ausstrahlung der Erdoberfläche wirkt ein Strahlungsstrom entgegen, der aus der Atmosphäre zur Erdoberfläche gerichtet ist und deshalb Gegenstrahlung genannt wird. Diese Gegenstrahlung wird hauptsächlich von Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid sowie anderen Spurengasen verursacht. Die Fähigkeit der Atmosphäre, einen Teil der langwelligigen Strahlung zur Erde zurück zu strahlen wird als natürlicher **Treibhauseffekt** bezeichnet. Gäbe es diesen Effekt nicht, dann würde die globale Mitteltemperatur nicht 15 °C sondern -18 °C betragen.

Aus der Differenz zwischen absorbierten Globalstrahlung und effektiver Ausstrahlung ergibt sich die **Nettostrahlung** (R) oder die Strahlungsbilanz der Erde. Die Energiegewinne oder Energieverluste an der Erdoberfläche verursachen sowohl in der Atmosphäre als auch auf den Wasser- und Festlandsflächen Wärmeströme.

2.1 Strahlungs- und Wärmehaushalt der Erde



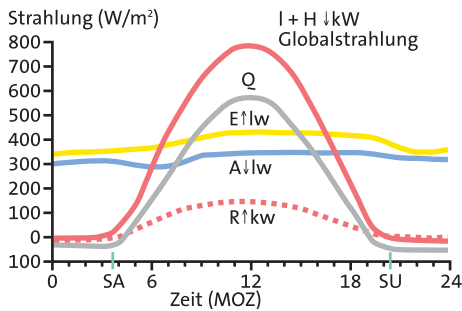
Streuung: Veränderung und Abschwächung der Strahlung durch Luftmoleküle sowie feste und flüssige Bestandteile der Atmosphäre.

Reflexion: (von lat. reflexio = zurückbeugen) Das Zurückwerfen von Strahlung durch eine Oberfläche.

Fühlbare Wärme: Die mit dem Thermometer messbare und mit den Sinnen fühlbare Wärme, die von der Erdoberfläche durch Wärmeleitung und Wärmeabstrahlung sowie durch turbulente Luftbewegungen (Konvektion) abgeführt wird.

Latente Wärme: (von lat. latere = verborgen) Die bei der Verdunstung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes verbrauchte Energie. Bei der Kondensation erfolgt eine Umwandlung in fühlbare Wärme

5 Mittlere jährliche Gesamtstrahlungsbilanz auf der Erde in kcal/cm²



6 Tagesgang der verschiedenen Strahlungsströme über einem Wiesenboden an einem wolkenlosen Sommertag in Hamburg

Q = Strahlungsbilanz (Nettostrahlung), I = direkte Sonnenstrahlung, H = diffuses Himmelslicht, R = reflektierte Sonnenstrahlung, E = Ausstrahlung der Erdoberfläche, A = atmosphärische Gegenstrahlung; kw = kurzwellig, lw = langwellig (verändert nach Dirmhirn 1964 aus Kraus 2001)

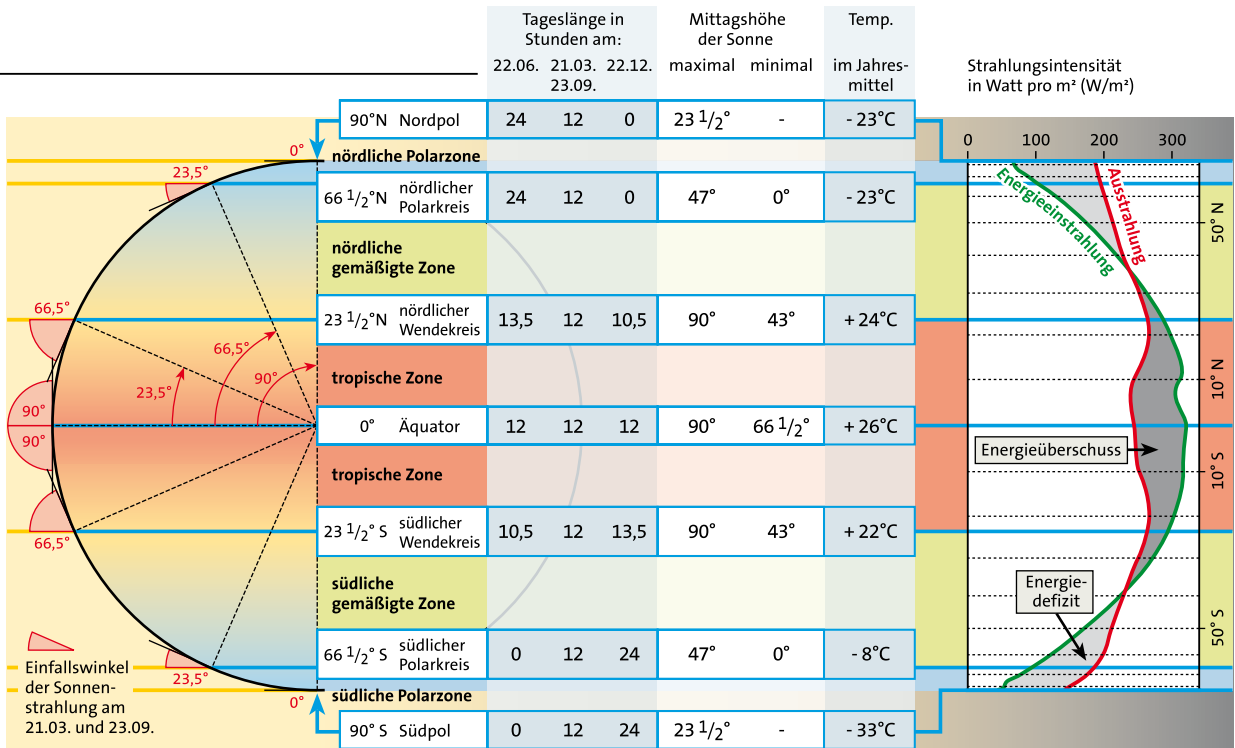
Hans Gebhardt/Rüdiger Glaser u.a.: Geographie. Heidelberg: Elsevier, Spektrum Akad. Verlag, 2007, S. 202

- Beschreiben Sie den Aufbau der Atmosphäre und begründen Sie den unterschiedlichen Temperaturverlauf innerhalb der einzelnen Stockwerke.
- Erläutern Sie mithilfe der Strahlungshaushaltsgleichung $R = Q_G(1-a) - A_E$ von welchen Faktoren die Größe der Nettostrahlung bestimmt wird.

7 Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt

	absolut °C	Anteil in %
Wasserdampf	20,6	62,4
Kohlenstoffdioxid	7,2	22
Ozon (bodennah)	2,4	7,2
Distickstoffoxid	1,4	4
Methan	0,8	2,4
FCKW	0,7	2

- Erklären Sie die unterschiedlichen Werte der Strahlungshaushaltselemente im Tagesgang der Station Hamburg (Diagramm 6).
- Beschreiben Sie mithilfe der Karte 5 räumliche Nettostrahlungsunterschiede auf der Erde und begründen Sie diese.
- Begründen Sie die höhere Nettostrahlung der Südhalbkugel gegenüber der Nordhalbkugel der Erde.
- Erklären Sie Zusammenhänge zwischen dem Strahlungshaushalt der Erde und dem Aufbau sowie der Zusammensetzung der Atmosphäre.



Energiedefizit und Energieüberschussgebiete nach Breitenkreisen