

Das Kleinklima in Städten und Wäldern

– Gerd Müller, E-Mail: klima@e-mail.de –

Aus Erfahrung wissen wir, dass es an manchen Tagen im Sommer in unseren Städten vor brütender Hitze kaum auszuhalten ist, während uns gleichzeitig bei einem Spaziergang im Wald eine angenehm kühle Luft entgegenweht. Nach Aussagen von Meteorologen kann der Unterschied bis zu 10° C betragen. Warum ist das so?

In den Wäldern nehmen die Bäume mit ihren Wurzeln große Mengen Wasser aus dem Erdboden auf und verdunsten es über ihre Blätter und Nadeln und die Luft über dem Wald wird mit Wasserdampf angereichert. Für diesen Verdunstungsprozess wird viel Energie benötigt. Sie wird aus der von der Sonneneinstrahlung erwärmten Umgebung aufgenommen und kühlt sie dadurch ab und wir haben einen erfrischenden Waldspaziergang. Doch wo bleibt die ganze Energie? Sie wird mit dem Wasserdampf in der Atmosphäre nach oben getragen und von dort in den Weltraum abgestrahlt.

Anders sieht es in den Städten und den Wüstengebieten der Erde aus. Hier gibt es kaum Wasser und Vegetation, die dieses verdunsten und damit die Umgebung kühlen könnte, sondern hauptsächlich befestigte Flächen oder Sand und Gestein, von denen die eingestrahlte Sonnenenergie absorbiert und als Wärme gespeichert wird. Eine Abkühlung kann nur durch Abgabe an kühlere Luft oder Abstrahlung der Wärme in Richtung des Weltalls erfolgen. Die Luft in der unmittelbaren Umgebung ist aber oft schon genauso erhitzt wie das Gelände darunter. Solange sie also nicht weggeblasen oder gekühlt wird, findet keine Wärmeabgabe vom Erdboden aus statt. Es besteht kein Gleichgewicht zwischen eingestrahelter und abgegebener Energie. Die absorbierte Wärmemenge der Sonneneinstrahlung überwiegt, es wird immer wärmer und wir müssen warten, bis uns die Nachtstunden etwas Abkühlung verschaffen.

Die bisherigen Ausführungen zum Stadt- und Waldklima erscheinen sicherlich plausibel, aber hier sind noch Fragen offen.

Das Klima auf unserer Erde wird von vielen Faktoren bestimmt. Ein sehr entscheidender Faktor ist der natürliche Treibhauseffekt. Er wird von den Klimagasen in der Atmosphäre durch ihre Rückstrahlung der Wärme zur Erdoberfläche verursacht. Ohne diesen Effekt wäre es fürchterlich kalt auf der Erde, es herrschten frostige -18°C , während wir nun durchschnittlich angenehme $+14^{\circ}\text{C}$ haben.¹

Klimagase sind Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und einige andere Spurengase. Nur sie können infrarotes Licht, also Wärmestrahlung, absorbieren und emittieren und damit den Treibhauseffekt bewirken. Alle anderen Gase, wie z. B. Sauerstoff und Stickstoff, können das nicht.²

Diese Eigenschaften der Gase haben aber noch einen anderen Effekt. Die Klimagase kühlen die Atmosphäre, denn außer Wolken können nur Klimagase Wärme aus der Atmosphäre in den Weltraum abstrahlen. Wenn wir eine Atmosphäre ohne Klimagase hätten, würde sich die Luft durch den Kontakt mit den warmen Gebieten der Erdoberfläche aufheizen und könnte sich nicht mehr abkühlen, denn die leichtere warme Luft würde in ständigem Kreislauf aufsteigen und kälterer Luft zum erneuten Anwärmen Platz machen. Wodurch nach und nach, sogar bis zu den Polen der Erde hin, die gesamte Atmosphäre die Temperatur der warmen Gebiete annehmen würde.

Wie uns aus vielen Meldungen und Diskussionen in den öffentlichen Medien hinreichend bekannt ist, wird Kohlenstoffdioxid, kurz CO_2 , als ein sehr effektives Treibhausgas eingestuft. Obwohl es nur mit einem gleichmäßig verteilten Anteil von etwa 0,04% in der Atmosphäre enthalten ist, soll es bei Verdoppelung seiner Menge einen Anstieg der Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche um bis zu 4°C bewirken.³

Wie sieht es aber nun mit dem Wasserdampf aus? Wasserdampf ist ein etwa gleich stark wirkendes Klimagas wie das CO_2 . Der Wasserdampfanteil in der Atmosphäre ist aber viel größer. Nur ist er sehr unterschiedlich in der Atmosphäre verteilt. Er schwankt je nach Temperatur und Höhenlage ganz erheblich und wird in der Literatur in Bodennähe an den Polen mit 0,1% und in den Tropen mit einem Mittelwert von ca. 1,3% angegeben. Er kann dort aber auch auf bis zu 4% steigen und sinkt wegen des Temperaturgefälles bis zur Höhe der Tropopause auf fast 0%.⁴

Man könnte nun meinen, bei solchen Schwankungen müsste auch die Rückstrahlung der Wärme aus der Atmosphäre zur Erdoberfläche sehr unterschiedlich sein und in den verschiedenen Bereichen der Erde sollte die Temperatur an der Erdoberfläche mit den Schwankungen des Wasserdampfgehalts einhergehen. In den Tropen ist hierfür ausreichend Energie in der Atmosphäre vorhanden, denn der Wasserdampf liefert sie, wenn Teile von ihm aufsteigen, abkühlen und kondensieren und dabei Energie abgeben. Es ist aber ganz anders, im Wald bleibt es kühl. In Manaus, im Amazonasbecken mitten im Urwald direkt am Äquator gelegen, liegt die Durchschnittstemperatur trotz des hohen Wasserdampfanteils der Luft bei nur 26,9° C und schwankt nur geringfügig zwischen Tag und Nacht.⁵

In der Sahara, der größten Trockenwüste der Welt, etwas nördlich des Äquators gelegen, sieht es dagegen völlig anders aus. Hier herrschen tagsüber Temperaturen zwischen 50 bis 60° C und schwanken zwischen Tag und Nacht ganz extrem mit bis zu 30° C. Die Durchschnittstemperatur liegt bei 38° C und ist damit deutlich höher als im Amazonasbecken und der Wasserdampfgehalt der Luft wird sicherlich auch nicht bei mehr als 0,1 bis 0,2% liegen. Die hohen Temperaturen in der Sahara können also nicht auf den Treibhauseffekt der Klimagase zurückgeführt werden, denn auch die 0,04% CO₂ in der Atmosphäre können dafür nicht verantwortlich sein, anderenfalls würde die Temperatur nachts nicht um 30° C sinken.⁶

Wie kommen solche Unterschiede in den Temperaturen aber zustande? Beide Landflächen liegen auf nicht sehr unterschiedlichen Breitengraden.

In der Sahara werden durch ihre helle Oberfläche sogar rund 30% des von der Sonne eingestrahnten Lichts reflektiert. Die Energie dieses Lichtanteils wird unmittelbar in den Weltraum zurückgestrahlt und trägt somit nicht zur Erwärmung der Gesteins- und Sandoberfläche der Wüste bei.⁷

Im Urwald des Amazonasbeckens wird hingegen fast das gesamte Sonnenlicht absorbiert. Nur überwiegend der grüne Anteil wird reflektiert. Insgesamt sind es nur 5 bis maximal 18%, die unmittelbar zurückgestrahlt werden. Der größte Anteil der Sonnenenergie wird also absorbiert und weitgehend über die Fotosynthese in der Biomasse gespeichert. Aber der dortige Urwald ist ein ausgeglichenes biologisches System. Eine dicke Humusschicht existiert nicht und bildet sich auch kaum neu. Über einen längeren Zeitraum gesehen, gibt der Wald also genauso viel Energie ab, wie er von der Sonne empfängt und das in Form von Wärme.^{7,8}

Obwohl dort also wesentlich mehr Energie des Sonnenlichts absorbiert wird und die Atmosphäre in der unmittelbaren Umgebung viel mehr Klimagase enthält und die Wolkenbildung größer ist, liegt die Durchschnittstemperatur im Amazonasgebiet erheblich unter dem Niveau der Sahara. Wie ist das möglich? Es lässt nur einen Schluss zu: Der kühlende Effekt durch die Verdunstung des Wassers ist größer als die Erwärmung durch den erhöhten Treibhauseffekt, den der nun größere Anteil an Wasserdampf in der Luft bewirkt.

Richtig ist jedenfalls, dass Wälder einen Temperatur senkenden Einfluss auf das Erdklima haben, während Wüsten und die von Menschhand befestigten Flächen die Erderwärmung vorantreiben. Und weil die Waldrodungen und die Siedlungsgebiete der Menschen einen nie dagewesenen Umfang angenommen haben, wird das der ausschlaggebende Grund für die Erderwärmung sein und die Fokussierung auf das CO₂ bei der Bekämpfung des Klimawandels wird sich als großer Fehler erweisen.

Literatur

- 1 Treibhauseffekt
<http://de.wikipedia.org/wiki/Treibhauseffekt>
- 2 Alonso, Marcelo / Finn, Edward J.: Physik, 1994, Addison-Wesley GmbH
- 3 Umweltbundesamt: IPCC, Klimaänderung 2007
- 4 Luft
<http://de.wikipedia.org/wiki/Luft>
- 5 TravelKlima
<https://www.travelklima.de/brasilien/>
- 6 Sahara
<https://de.wikipedia.org/wiki/Sahara#Klima>
- 7 Albedo
<https://de.wikipedia.org/wiki/Albedo>
- 8 Reflexionsgrad
https://de.wikipedia.org/wiki/Reflexionsgrad#Reflexionsgrade_bei_der_Erdfernerkundung