

Zur Bedeutung von H2O im Klimasystem

Jucundus Jacobeit

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Jacobeit, Jucundus. 2025. "Zur Bedeutung von H2O im Klimasystem." *Stoffgeschichten: 25 Jahre Wissenschaftszentrum Umwelt*, 14–15.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



Jucundus Jacobeit

Zur Bedeutung von H₂O im Klimasystem

H₂O ist von elementarer Bedeutung im Erdsystem – als Lebensraum, Baustoff bei der Photosynthese, Bestandteil der Organismen, als Lebens-, Hygiene-, Lösungs- und Transportmittel sowie als Formungsfaktor – und hat bei diversen Projekten am WZU oft eine wichtige Rolle gespielt, z.B. im Kontext UFS Schneefernerhaus, unter dessen thematischen Säulen die Hydrologie schon lange von geographischen WZU-Mitgliedern erforscht wird.

Richten wir den Blick speziell auf die Bedeutung von H₂O im Klimasystem der Erde, beginnend mit Wolken als sinnfälligem Ausdruck dieser Bedeutung: Die Abbildung zeigt das Beispiel eines vertikal mächtigen Cumulonimbus, der mit intensiven Niederschlägen verbunden sein kann. Die atmosphärische Ansammlung kleinster Wassertröpfchen oder Eisteilchen hat weitreichenden Einfluss auf den Energiehaushalt der Erde durch Reflexion, Streuung sowie Absorption und Re-Emission von Strahlung. Wolken sind einer der größten Unsicherheitsfaktoren in der Klimamodellierung, es kann aber differenziert werden, dass tiefe Wolken abkühlend, hohe dagegen erwärmend auf das Klimasystem einwirken, der Gesamteffekt liegt bei etwa 5°C globaler Abkühlung.

In der Atmosphäre ist H₂O auch im gasförmigen Aggregatzustand, also als Wasserdampf, hochwirksam: er ist mit mehr als 60% Anteil das wichtigste natürliche Treibhausgas und erwärmt die Erde um ca. 20°C. Bei der Verdunstung von Wasser muss Energie aufgewendet werden, die als sog. latente Energie im Wasserdampf enthalten ist und bei dessen Kondensation – etwa bei der Wolkenbildung, wenn die



Cumulonimbus (Pixabay 2025)

temperaturabhängige maximale Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf erreicht ist – wieder freigesetzt wird. Daher ist die Temperaturabnahme mit der Höhe in wasserdampfgesättigter Luft geringer als sonst, und aufgrund der hohen Verdunstung in den feuchten Tropen in Verbindung mit großer latenter Energiefreisetzung in der Höhe verstärkt sich dort das meridionale Energiegefälle zu den hohen Breiten, das die globale Zirkulation der Atmosphäre antreibt.

H₂O, das in flüssigem oder festem Zustand aus der Atmosphäre ausgeschieden wird, manifestiert sich als Niederschlag, der auch zu hydrometeorologischen Extremereignissen intensiviert sein kann. Dazu zählen neben Starkniederschlägen, die auch in Verbindung mit Stürmen oder Hochwasser auftreten können, weitere Extreme wie Sturmfluten und Dürreperioden.

An der Erdoberfläche haben Wasserflächen einen Anteil von etwa 71%, sie wirken aufgrund ihrer hohen spezifischen Wärme (Energie, die pro Masseneinheit zur Erwärmung um 1K notwendig ist) thermisch ausgleichend (z.B. maritimes Klima), da einem geringen Oberflächenwärmegewinn eine geringe (nächtliche oder jahreszeitliche) Abkühlung gegenübersteht, bedingt durch die im Wasserkörper gespeicherte Energie. Die enorme Wärmespeicherung des globalen Ozeans wird auch daran deutlich, dass er von der zusätzlichen Energie durch den anthropogenen Treibhauseffekt ca. 90% absorbiert, wodurch die Erwärmung der Atmosphäre substanziell gedämpft wird. Auch von den anthropogenen CO₂-Emissionen gelangen mit ca. 30% erhebliche Anteile in den Ozean, solange seine CO₂-Aufnahmekapazität nicht durch steigende Temperaturen spürbar zurückgeht.

Ein essentieller Klimafaktor sind auch die großen Meeresströmungen: im globalen Maßstab transportieren sie ähnlich große Energiemengen von niederen in hohe Breiten wie die Atmosphäre, regional beeinflussen sie das Klima in markanter Weise (z.B. Wärmeanomalie durch Golfstrom, Kälteanomalie durch Labradorstrom). Die thermohaline Zirkulation, die auch Tiefenströmungen und Vertikalbewegungen im Ozean umfasst, ist ein fundamentaler Treiber der Klimadynamik, klimawandelbedingte Änderungen (Retardierung, im Extremfall partieller Zusammenbruch) sind Gegenstand zahlreicher Studien aktueller Klimaforschung.

Hohe Bedeutsamkeit besitzt auch der feste Aggregatzustand von H₂O in Gestalt von Schneedecken,

Eis und Permafrost, v.a. durch hohe Albedo und zwischenzeitliche Wasserspeicherung. Umfangreiche Schmelzprozesse wie im Zuge der globalen Erwärmung implizieren daher erhöhte Energieaufnahme im System durch rückläufige Albedo sowie steigenden Meeresspiegel durch Massenverlust kontinentaler Gletscher; tauender Permafrost führt zur Freisetzung v.a. von CO₂ und Methan.

Zu erwähnen ist schließlich der Einfluss auf die Zirkulation der Atmosphäre, sowohl kleinräumig (Land-Seewind-Systeme) als auch hemisphärisch: der Unterschied zwischen dünner Meereisdecke der Arktis und mächtigem Inlandeis der Antarktis führt zu einer wesentlich intensiveren Westwinddrift auf der Südhalbkugel. Pazifische El-Nino-Ereignisse, die sich großräumig auswirken, resultieren aus Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre. Zirkulationsanomalien, die in Europa Hitzewellen begünstigen, werden in Zusammenhang mit dem sog. „cold blob“ im Absinkgebiet der nordatlantischen Ozeanzirkulation gesehen. Fazit: H₂O ist allumfassend wirksam im Klimasystem.