

Molekularer Wasserstoff in der Atmosphäre – Untersuchung der Quellen- und Senkenprozesse mit einem Regionalmodell

U. Karstens (1) and I. Levin (2)

(1) Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, Deutschland (ukarst@bgc-jena.mpg.de), (2) Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg, Deutschland

Eine verstärkte Nutzung von molekularem Wasserstoff (H_2) als alternativem Energieträger könnte eine Erhöhung der atmosphärischen H_2 -Konzentration zur Folge haben. Obwohl H_2 kein direktes Treibhausgas ist, würde ein Anstieg seiner Konzentration die Oxidationskapazität der Atmosphäre schwächen und damit die Lebensdauer anderer klimawirksamer Spurengase, wie Methan, verlängern. Ein Teil des Abbaus von H_2 erfolgt nämlich - wie bei Methan - in der Atmosphäre durch die Reaktion mit dem Hydroxyl-Radikal. H_2 wird daher auch als ein indirektes Treibhausgas angesehen. Die genauen Auswirkungen eines veränderten H_2 -Haushalts auf Klima und Umwelt sind aber bislang noch unzureichend bestimmt, da die wesentlichen Quellen- und Senkenprozesse zwar bekannt sind, deren Quantifizierung und mögliche Wechselwirkungen im Klimasystem aber noch mit großen Unsicherheiten versehen sind. H_2 entsteht sowohl bei der (unvollständigen) Verbrennung von fossilen Energieträgern und Biomasse als auch bei der Oxidation von Methan und anderen Kohlenwasserstoffen in der Atmosphäre. Die Hauptsenke für H_2 ist die Aufnahme in Böden, in denen es durch Enzyme abgebaut wird.

In dieser Studie werden mit Hilfe des regionalen Atmosphärenmodells REMO die Beschreibungen der Quellen- und Senkenprozesse von Wasserstoff und deren Einfluss auf die atmosphärische H_2 -Konzentration genauer untersucht. Grundlage der Bewertung bilden dabei die Vergleiche der Simulationsergebnisse mit Messungen der atmosphärischen H_2 -Konzentration an mehreren Stationen in Europa, die im Rahmen des EU-Projektes EURO-HYDROS durchgeführt wurden.

In Europa bilden Verbrennungsprozesse die Hauptquelle für atmosphärischen Wasserstoff. Da H_2 und Kohlenmonoxid (CO) im Wesentlichen bei denselben Prozessen und mit einem dabei relativ gut bekannten Emissionsverhältnis entstehen, werden die H_2 -Emissionen auf Grundlage der für CO existierenden Emissionskataster bestimmt. Allerdings enthalten diese Kataster oft nur Jahreswerte, da nur diese von den Nationen veröffentlicht werden. Ein Vergleich der Simulationsergebnisse an stadtnahen Stationen zeigt aber, dass eine Berücksichtigung der saisonalen Schwankungen und insbesondere des Tagesganges der Emissionen im Modell notwendig ist, um die beobachteten zeitlichen Variationen der H_2 -Konzentration realistisch beschreiben zu können.

In der Parameterisierung der Bodensenke bestehen aber wahrscheinlich die weitaus größten Unsicherheiten und Schwierigkeiten bei der Modellierung des kontinentalen, aber auch des globalen H_2 -Haushalts. Vereinzelte Feldmessungen der Aufnahme von Wasserstoff in Böden in verschiedenen Regionen der Erde zeigen große räumliche und zeitliche Schwankungen in Abhängigkeit von Klima und Bodenbeschaffenheit. Im Rahmen von EUROHYDROS wurden in verschiedenen Regionen Europas weitere regelmäßige Messungen der Bodenaufnahme selbst und verschiedener zusätzlicher Parameter durchgeführt, die eine systematische Beschreibung der Aufnahmeprozesse ermöglichen können. Verschiedene bereits existierende oder im Projekt auf Basis dieser Messungen entwickelte Parameterisierungen wurden im Regionalmodell getestet. Der Vergleich mit gemessenen atmosphärischen H_2 -Konzentrationen zeigt allerdings, dass die komplexeren Parameterisierungen im Modell durchaus nicht zu einer besseren Übereinstimmung mit den Beobachtungen führen müssen. Dies kann sowohl daran liegen, dass die in den Parameterisierungen zusätzlich benötigten Größen, wie Bodenfeuchte und Bodentyp, im Modell nicht ausreichend realistisch dargestellt werden, zum anderen aber auch daran, dass die Parameterisierungen noch nicht allgemeingültig genug und damit auf andere Regionen übertragbar sind.