Steigender CO2-Gehalt verbessert die Wassernutzungs-Effizienz von Pflanzen

geschrieben von Chris Frey | 1. Juni 2022

Craig D. Idso

Dieser Beitrag ist der dritte einer Reihe. Der erste Beitrag steht hier (in deutscher Übersetzung hier) und der zweite hier (in deutscher Übersetzung hier)

„Zum Glück muss die Natur nicht noch etwa ein Jahrhundert warten, bis sich die CO_2-Konzentration in der Luft verdoppelt hat, um von einer effizienteren Wassernutzung zu profitieren. Sie hat bereits damit begonnen, in dieser Hinsicht von dem ungefähr 50%igen Anstieg des atmosphärischen CO_2 zu profitieren, der seit Beginn der industriellen Revolution stattgefunden hat.“

In meinem letzten Artikel [der zweite Beitrag] habe ich über die erhöhte Pflanzenproduktivität als einen der wichtigsten ökologischen Vorteile der CO_2-Anreicherung in der Atmosphäre geschrieben. In diesem Artikel wird eine weitere bekannte und nahezu universelle Auswirkung der steigenden Kohlendioxidkonzentration auf der Erde hervorgehoben: die verbesserte Wassernutzungs-Effizienz der Pflanzen.

Grundsätzlich ist die Wassernutzungs-Effizienz von Pflanzen die Menge an Biomasse, die von einer Pflanze pro Einheit des durch Transpiration verlorenen Wassers produziert wird. Bei höheren CO_2-Konzentrationen öffnen die Pflanzen im Allgemeinen ihre Blattstomata, durch die sie Wasserdampf abgeben, nicht so weit wie bei niedrigeren CO_2-Konzentrationen.

Die kleineren Porenöffnungen erschweren es dem Wasser in den substomatären Hohlräumen der Blätter, in die Luft zu entweichen. Folglich steigert erhöhtes CO_2 nicht nur die Photosynthese und das Wachstum der Pflanzen, sondern verringert auch den Wasserverlust der Pflanzen durch Transpiration, was in Kombination die Wassernutzungs-Effizienz der Pflanzen verbessert.

Das Ausmaß dieses erheblichen Nutzens variiert je nach Pflanze und Wachstumsbedingungen. Dennoch erreichen die meisten Pflanzen bei einer Verdoppelung des atmosphärischen CO_2-Gehaltes eine Steigerung der Wassernutzungs-Effizienz in der Größenordnung von 70 bis 100 % – oder mehr (mehr dazu in den Übersichten über mehrere von Experten begutachtete Studien unter den Unterüberschriften Wassernutzungseffizienz hier auf meiner CO_2-Wissenschafts-Website).

Als Beispiel für dieses Phänomen zeigt Abbildung 1 die Auswirkungen von erhöhtem CO_2 und der Wasserversorgung der Pflanzen auf die Wassernutzungseffizienz von Sojabohnen. Die Pflanzen wurden 40 Tage lang in Gewächshäusern mit kontrollierter Umgebung bei normaler oder doppelter CO_2-Konzentration und einer von drei Wasserbehandlungen angebaut: gut bewässert, mäßige Trockenheit oder schwere Trockenheit.

Unabhängig von der Bewässerungsbehandlung stellten die Wissenschaftler und Autoren dieser Studie fest, dass eine Verdopplung des CO2 die Wassernutzungseffizienz dieser Pflanzen um beeindruckende 217 bis 247 % steigerte!

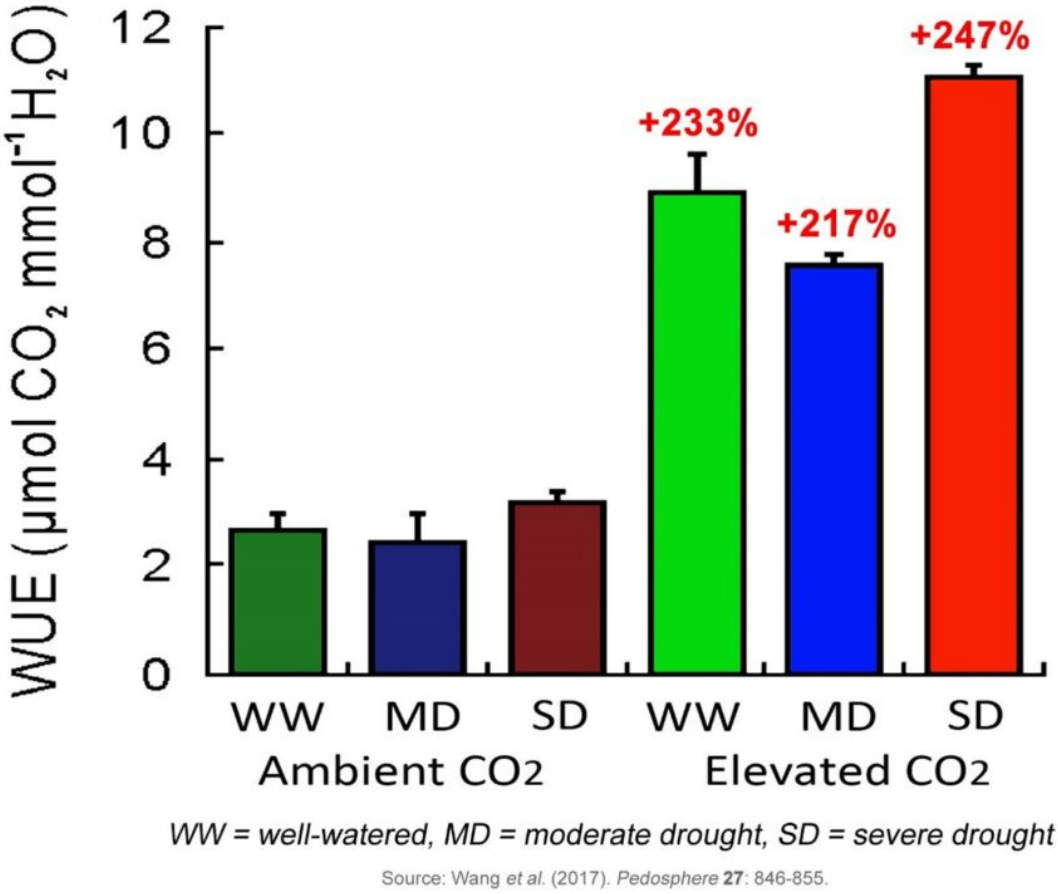


Abbildung 1. Wassernutzungseffizienz (WUE) von Sojapflanzen, die 40 Tage lang unter verschiedenen Wasserversorgungsbehandlungen (WW = gut bewässert; MD = mäßige Trockenheit; SD = schwere Trockenheit) und atmosphärischem CO_2 (Umgebung und erhöht, erhöht = zweimal Umgebung) angebaut wurden. Die Zahlen in rotem Text geben die prozentuale Steigerung der Pflanzen-WUE unter erhöhtem CO_2 für eine bestimmte Wasserversorgungsbehandlung an. Quelle: Wang et al. (2017).

Glücklicherweise muss die Natur nicht ein weiteres Jahrhundert warten, bis sich die CO_2-Konzentration in der Luft verdoppelt hat, um von der

verbesserten Wassernutzungseffizienz zu profitieren. Sie hat bereits damit begonnen, in dieser Hinsicht von dem ungefähr 50%igen Anstieg des atmosphärischen CO_2 zu profitieren, der seit Beginn der industriellen Revolution stattgefunden hat.

Diese Tatsache wird in wissenschaftlichen Studien, die dendrochronologische Methoden und Analysen stabiler Isotope an langlebigen Baumarten aus der ganzen Welt verwenden, häufig nachgewiesen. Abbildung 2 zeigt zum Beispiel die Veränderung des atmosphärischen CO_2 und der Wassernutzungseffizienz einer immergrünen Nadelholzart in China. Seit 1880 hat der Anstieg des atmosphärischen CO_2 dazu beigetragen, die Wassernutzungs-Effizienz dieser Bäume um beachtliche 60 % zu steigern.

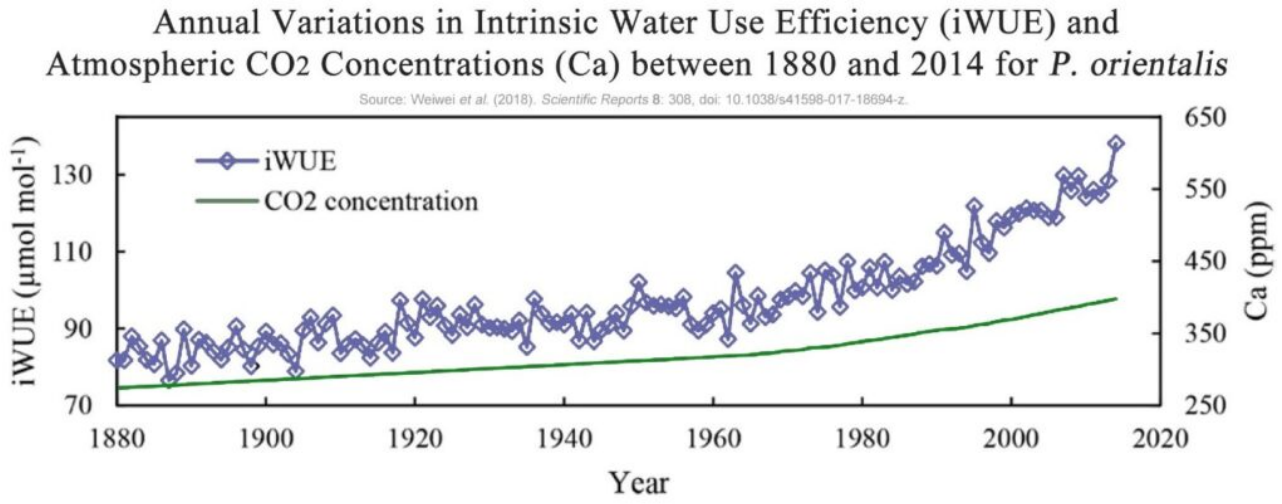


Abbildung 2. Jährliche Schwankungen der über Baumringe gemittelten intrinsischen Wassernutzungseffizienz (iWUE) und der atmosphärischen CO_2-Konzentrationen (Ca) zwischen 1880 und 2014 für P. orientalis. Quelle: Weiwei et al. (2018).

Steigerungen der Wassernutzungs-Effizienz in ähnlicher Größenordnung wurden auch bei Douglasien und Ponderosa-Kiefern in den Vereinigten Staaten, bei Fichten in Italien und Deutschland, Zypressen in Südchile, Wacholder, Akazien und Aleppo-Kiefern in Nordafrika sowie bei einer Vielzahl anderer Bäume an zahlreichen anderen Standorten festgestellt (siehe viele Beispiele hier). Aber der vielleicht beste Beweis für eine moderne Steigerung der Wassernutzungs-Effizienz aufgrund steigender atmosphärischer CO_2-Werte stammt aus einer Schlüsselstudie, die von Cheng et al. (2017) in der Fachzeitschrift Nature Communications veröffentlicht wurde.

Unter Verwendung einer Kombination aus bodengestützten und fernerkundeten Land- und Atmosphären-Beobachtungen führten die Autoren dieser bahnbrechenden Arbeit eine Reihe von Berechnungen durch, um die Veränderungen in der globalen Wassernutzungseffizienz im Zeitraum von

1982 bis 2011 zu schätzen.

Die Ergebnisse ihrer Arbeit sind in Abbildung 3 dargestellt und zeigen, dass die globale Wassernutzungs-Effizienz mit einer durchschnittlichen Rate von 13,7 Milligramm Kohlenstoff pro Millimeter Wasser pro Jahr zunahm, was einer phänomenalen Steigerung von 21,6 % in diesem drei Jahrzehnte dauernden Zeitraum entspricht, die fast ausschließlich auf den Anstieg des atmosphärischen CO_2 zurückzuführen ist.

Darüber hinaus berichten die Autoren, dass dieser Anstieg nicht auf Kosten eines erhöhten globalen terrestrischen Wasserverbrauchs ging. Stattdessen verbesserte der Anstieg des atmosphärischen CO_2 die globale Kohlenstoffaufnahme pro verbrauchter Wassereinheit, was bedeutet, dass Pflanzen heute größer sind und deutlich mehr Biomasse produzieren als vor 30 Jahren, ohne dafür mehr Wasser zu benötigen.

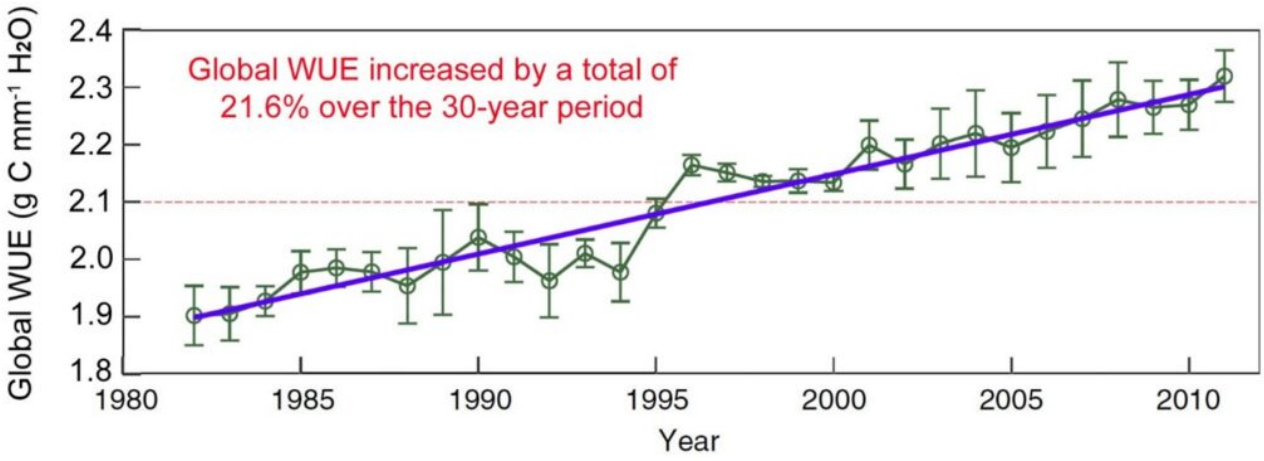


Abbildung 3. Geschätzte Trends der globalen Wassernutzungseffizienz (WUE) im Zeitraum 1982-2011. Jährliche mittlere Anomalien (mit linearer Trendlinie) sind zusammen mit den zugehörigen Standardabweichungen der globalen WUE dargestellt. Quelle: Cheng et al. (2017).

Abbildung 4 schließlich zeigt eine räumliche Darstellung der in der Nature Communications-Studie berichteten globalen Trends der Wassernutzungseffizienz. Wie aus den verschiedenen Graden der grünen Schattierung klar ersichtlich ist, zeigen volle 90 Prozent der globalen vegetierten Landfläche positive, steigende Trends bei der Wassernutzungseffizienz. Dieses Ergebnis ist eigentlich ziemlich beeindruckend, wenn man bedenkt, dass es während des Studienzeitraums großflächige Phänomene wie Hitzewellen und Dürren gab, die sich in vielen Regionen negativ auf die Wassernutzungseffizienz hätten auswirken müssen. Warum haben sie das nicht getan?

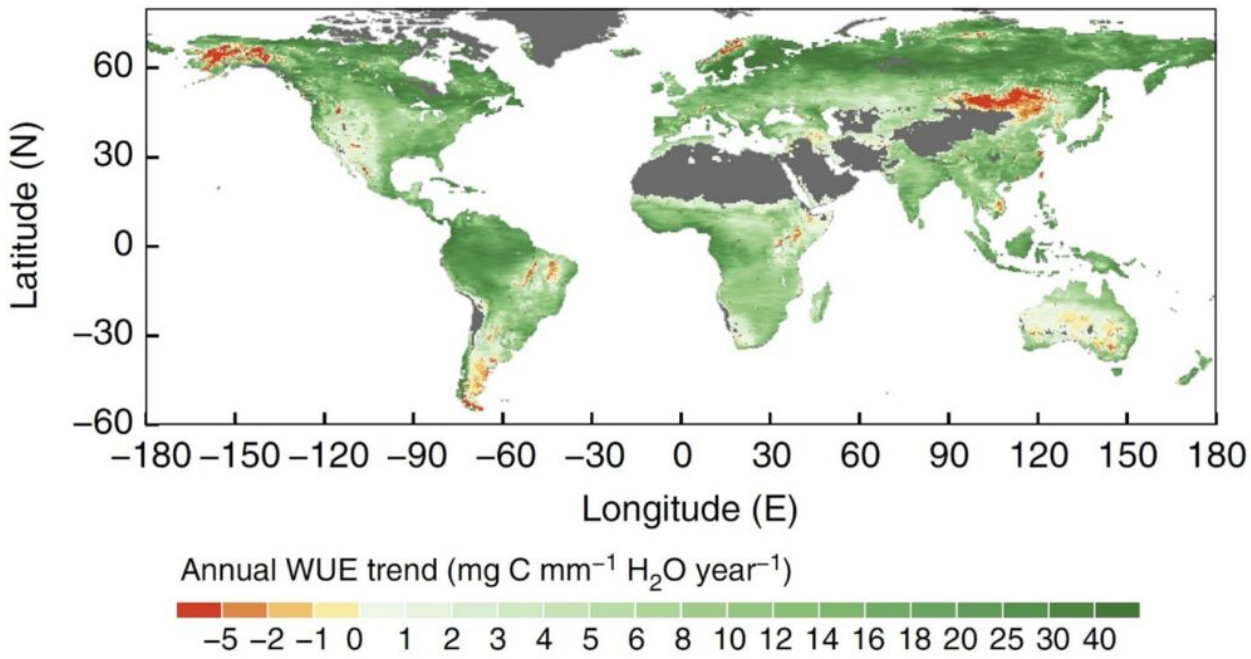


Abbildung 4. Geschätzte räumliche Trends der jährlichen Wassernutzungseffizienz im Zeitraum 1982-2011. Quelle: Cheng et al. (2017).

Der Grund dafür ist wie schon vermutet das CO_2. Dank steigender Werte dieses wichtigen atmosphärischen Spurengases hat die Vegetation der Welt eine Reihe von schwächenden Einflüssen überwunden, die die Wassernutzungs-Effizienz der Pflanzen an mehr Orten als auf der vorstehenden Karte gezeigt hätten verringern müssen.

Und da die CO_2-Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weiter steigen werden, werden die beobachteten positiven Auswirkungen auf die Wassernutzungs-Effizienz der Pflanzen noch weiter zunehmen, denn die Autoren dieser Studie in Nature Communications berichten weiter, dass ein 10-prozentiger Anstieg des atmosphärischen CO_2 eine 14-prozentige Steigerung der globalen Wassernutzungs-Effizienz bewirkt.

Die Natur profitiert also wirklich vom Anstieg des atmosphärischen Kohlendioxidgehalts. Atmosphärisches CO_2 ist bei weitem kein Schadstoff, sondern notwendig, um das Leben zu fördern.

[Hervorhebung vom Übersetzer]

This article first appeared at MasterResource.org and has been republished here with permission.

References

Cheng, L., Zhang, L., Wang, Y.-P., Canadell, J.G., Chiew, F.H.S.,

Beringer, J., Li, L., Miralles, D.G., Piao, S. and Zhang, Y. 2017. Recent increases in terrestrial carbon uptake at little cost to the water cycle. *Nature Communications* **8**: 110, DOI:10.1038/s41467-017-00114-5.

Wang, Y., Yan, D., Wang, J., Sing, Y. and Song, X. 2017. Effects of elevated CO_2 and drought on plant physiology, soil carbon and soil enzyme activities. *Pedosphere* **27**: 846-855.

Weiwei, L.U., Xinxiao, Y.U., Guodong, J.I.A., Hanzhi, L.I. and Ziqiang, L.I.U. 2018. Responses of intrinsic water-use efficiency and tree growth to climate change in semi-arid areas of north China. *Scientific Reports* **8**: 308, doi: 10.1038/s41598-017-18694-z.

Link:
https://cornwallalliance.org/2022/05/co2-enrichment-improves-plant-water-use-efficiency/

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE