

Hydrologische Modellierung von Maßnahmen zur Steigerung der Klimaresilienz

Sven F. Grantz, Paul D. Wagner, Jens Kiesel, Nicola Fohrer
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU), Abteilung für Hydrologie und Wasserwirtschaft

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät

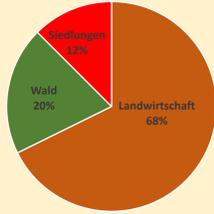


Motivation

Extreme Trocken- und Starkregenperioden gefährden sowohl die Ökosystemleistungen als auch die ökonomische Produktivität in Flusseinzugsgebieten - insbesondere da im Zuge des Klimawandels eine Zunahme ihrer Häufigkeit und Intensität prognostiziert wird. Die Klimaresilienz einer Landschaft hängt diesbezüglich von ihrer Fähigkeit ab, Wasser zu speichern. Insbesondere könnten durch landschaftsplanerische Maßnahmen der Oberflächenabfluss und die Verluste durch Verdunstung reduziert, sowie die Infiltration erhöht werden. Entsprechend lautet die Forschungsfrage: **Welche Landnutzungsänderungen können welchen Beitrag zur Erhöhung der Retentionsfähigkeit leisten?**

Das Einzugsgebiet der Lippe

Verortung: NRW, Teil des Flusseinzugsgebiets Rhein
Fläche: 4.890 km²
Flusslänge, Mündung: 220 km, bei Wesel in den Rhein
Abfluss (MQ): 42 m³ s⁻¹ (1965 - 2020, Pegel Schermbeck 1)
Einwohner im EZG: 1.874.000 (382 pro km²)
Besonderheiten: Anthropogene Einflüsse durch Industrie, Bergbau und Stauseen
Wechselseitiger Wasseraustausch in Hamm mit dem westdeutschen Kanalnetz zur Speisung der Kanäle und Gewährleistung eines Mindestabflusses der Lippe in Trockenphasen mit einer absoluten Veränderung des Abflusses von durchschnittlich 35 %



Modell und Eingangsdaten



Die ökohydrologische Modellierung erfolgt mit SWAT+ (v. 60.5.4)
Eingangsdaten:

- Digitales Höhenmodell des Landes NRW (Geobasis NRW, 2023)
- Bodenkarte BK50 (Geologischer Dienst NRW, 2022)
- Temperaturen aus Stationsdaten (Deutscher Wetterdienst DWD)
- Niederschlagsradardaten der hydro+meteo GmbH
- Landnutzungsdaten aus CORINE Land Cover 2018 (Copernicus)

Mit einer vorläufigen Kalibrierung an den Pegeln Schermbeck 1 und Kessler 3 wurde eine nach Moriasi et al. (2007) zufriedenstellende Modellgüte erreicht (Nash-Sutcliffe Efficiency = 0,6; Kling-Gupta Efficiency = 0,73; Unterschätzung der modellierten Abflüsse rd. 19 %).

Parametrisierung der Landnutzungsklassen

Landwirtschaft

- Identifikation von Feldfrüchten und Fruchtfolgen anhand der Datenbank des integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) zur Durchsetzung einer einheitlichen Agrarpolitik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union für die Jahre 2016 - 2022
- Landbewirtschaftungsparameter einschließlich Düngung und Bodenbearbeitung auf Grundlage von Literatur (KTBL, 2009) und Befragung der Landwirtschaftskammer NRW (2024), sowie für Sorghumhirse basierend auf Freilandversuchen (Bayerische LfL, 2024)

Wald

- Angepasste Pflanzenparameter für einheimische Baumarten (Müller, 2022)
- Zuordnung der Baumarten zu den in der Landnutzungs Karte ausgewiesenen Waldflächen anhand von Daten des Thünen Instituts (Blickensdörfer et al., 2022)

Siedlungsflächen

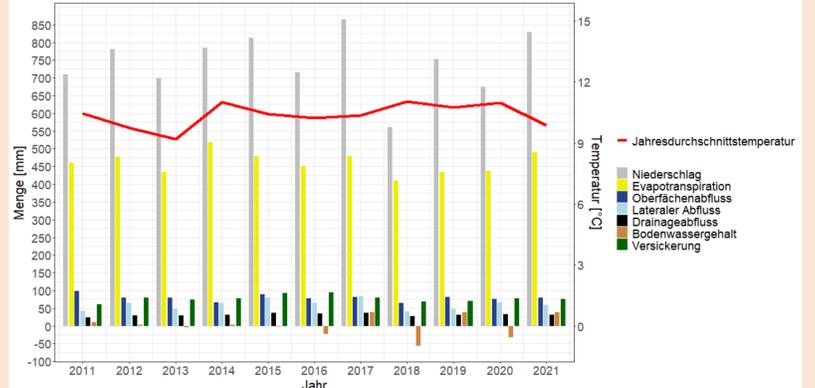
- Identifikation des Versiegelungsgrades von Siedlungsflächen auf Grundlage von Fernerkundungsdaten der European Environment Agency (2020)

Literaturverzeichnis:

Bayrische LfL (Hg.) (o.D.): Versuchsergebnisse Körnerhirse (Sorghum bicolor). <https://www.lfl.bayern.de/ipz/mais/295682/index.php>, Abruf: 15/03/2024
Blickensdörfer, L., et al. (2022): Dominant Tree Species for Germany (2017/2018). Map. Eberswalde.
European Environment Agency (2020): Imperviousness Density 2018 (Raster 10 M and 100 M), Europe, 3-Yearly.
Landwirtschaftskammer NRW (2024): Expertenbefragung durch Universität Kiel.
KTBL (2009): Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14. Auflage. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
Moriasi, D. N., et al. (2007): Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. In Transactions of the ASABE 50 (3), pp. 885-900. DOI: 10.13031/2013.23153.
Müller, E. V. (2022): Analysis of Forest-Specific Ecosystem Services with Regard to Water Balance Components: Runoff and Groundwater Recharge in the Forest.

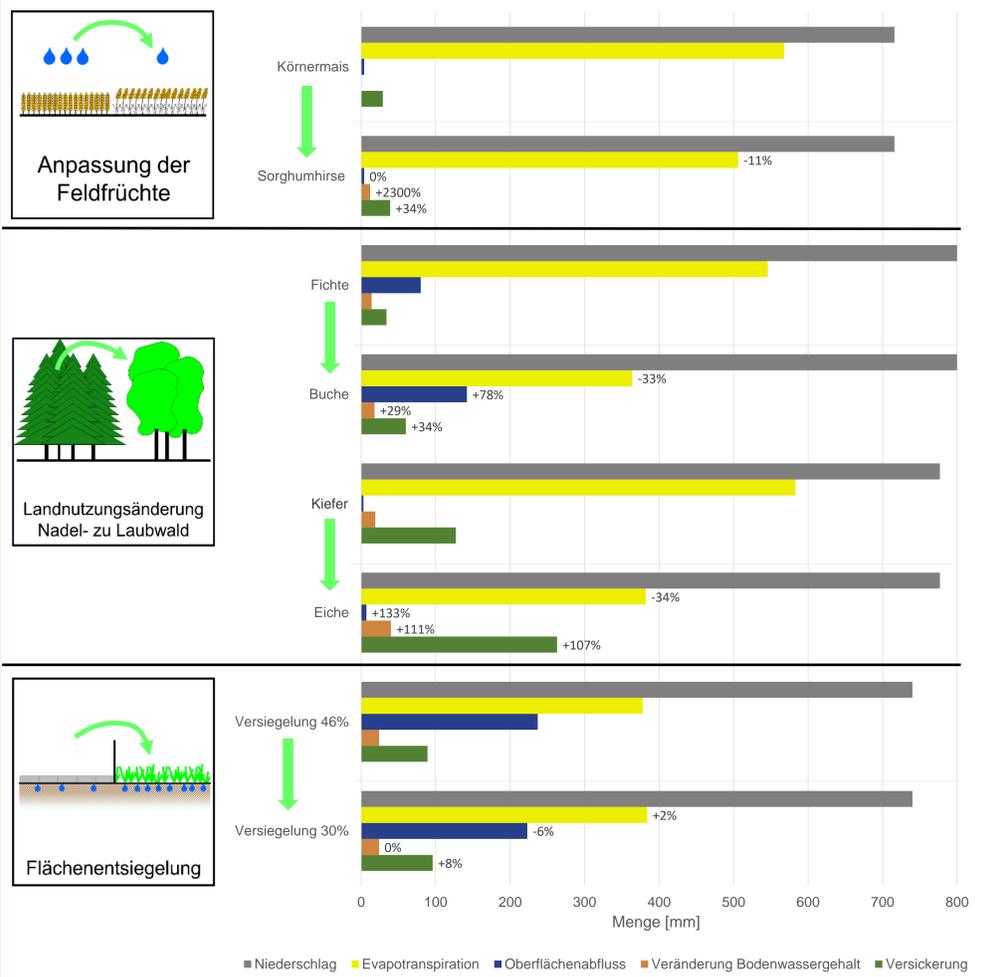
Ausgangssituation

Die Wasserbilanzen der Jahre 2011 bis 2021 bilden den Ist-Zustand ab.



Landnutzungsmaßnahmen zur Retentionssteigerung

Modellierung der Änderungen auf allen Flächen mit der jeweiligen Ausgangslandnutzung



Fazit

Die angepassten Landnutzungen hätten die Wasserretention der Flächen erhöhen können und sind damit als Maßnahmen zur Steigerung der Klimaresilienz geeignet.

Die Änderung der Waldzusammensetzung von Nadel- zu Laubbäumen hat ein besonders hohes Potential zur Reduktion der Evapotranspiration um bis zu 34 % und zur Steigerung der Versickerung – bis hin zu einer Verdoppelung.

Die Anpassung der Feldfrüchte von Mais zu Hirse reduziert die Evapotranspiration um 11 % und steigert die Versickerung um 34 % ohne Änderung des Oberflächenabflusses.

Auch mit der Maßnahme Flächenentsiegelung in Siedlungsräumen können Veränderungen der Retentionsfähigkeit erzielt werden. Diese sind zwar geringer, aber können lokal von besonderer Bedeutung für die Klimaanpassung sein.

Danksagung

Diese Arbeit wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Projekts KliMaWerk gefördert. www.bmbf-wax.de/verbundvorhaben/klimawerk/

