

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission VI

Titel der Tagung:

Böden – eine endliche Ressource

Veranstalter:

DBG, 05.09. – 13.09.2009, Bonn

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation), <http://www.dbges.de>**Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt von Wäldern im Hessischen Ried***Caroline Fiebiger, Johannes Sutmöller, Henning Meesenburg, Johannes Eichhorn***Zusammenfassung**

Die Wälder im Hessischen Ried sind geprägt durch hohen Nutzungsdruck, häufigen Trockenstress und daraus resultierend starken Waldschäden.

Wasserhaushaltssimulationen zeigten, dass die Wasserversorgung der Waldbestände im hessischen Ried bereits in der Vergangenheit teilweise extrem eingeschränkt war, was als mögliche Ursache der vielfach beschriebenen Waldschäden zu bewerten ist. Simulationen mit IPCC-SRES-Klimaprojektionen ergaben, dass zukünftig häufiger mit ähnlichen Trockenperioden zu rechnen ist. Dabei spielt auch die waldbauliche Behandlung eine entscheidende Rolle. Zur Sicherung der Stabilität der Waldbestände ergibt sich daraus für die Forstwirtschaft ein eingeschränkter Handlungsrahmen.

Schlüsselworte

Waldschäden, Trockenstress, Hessisches Ried, Wasserhaushalt

Nordwestdeutsche Forstliche VersuchsanstaltSachgebiet Intensives Umweltmonitoring
Grätzelstr. 2

37079 Göttingen

Tel.: 0551/69401 245

FAX: 0551/69401 160

E-Mail: caroline.fiebiger@nw-fva.de**Einleitung**

Das Hessische Ried ist mit einer Jahresmitteltemperatur von 9,5°C und einer mittleren Jahresniederschlagssumme von 660 mm (davon 285 mm in der Vegetationsperiode) die wärmste und trockenste Region Hessens.

Durch die Nähe zum Ballungsraum Frankfurt ist es diversen anthropogenen Belastungen ausgesetzt. Ein Beispiel ist die intensive Nutzung des Grundwassers zur Trinkwassergewinnung. Da die Grundwassererneubildungsrate seit mehreren Jahrzehnten nicht mehr den Bedarf für die Trinkwasserproduktion deckt, kam es teilweise zu erheblichen Grundwasserabsenkungen.

Es besteht ein hoher Zerschneidungsgrad der Landschaft, und zusätzlich belasten hohe Stickstoffeinträge die Ökosysteme. Eine Vielzahl von Nutzern beansprucht verschiedene Funktionen der Waldökosysteme, was bereits zu zum Teil massiven Interessenskonflikten wie z.B. zwischen Wasser- und Forstwirtschaft führte (vgl. Fiebiger et al 2008).

Gleichzeitig sind die Waldökosysteme im hohen Maße destabilisiert und anfällig gegenüber Schadinsekten wie Maikäfer und Eichenprozessionsspinner, aber auch gegenüber (Hemi)Parasiten wie der Mistel v. a. auf Kiefer. In der Konsequenz führt dies zur Auflichtung der Bestände, was die Vergrasung fördert. Die Grasbedeckung stellt wiederum eine zusätzliche Konkurrenz um die Bodenwasserressourcen dar und bietet ideale Bedingungen für Maikäfervermehrung.

Material und Methoden

Für das gesamte Gebiet des Hessischen Rieds wurde auf Grundlage der Niederschlagsdaten des DWD und der potentiellen Verdunstung nach Penman-Monteith (Monteith 1965) unter Annahme einer Grasbedeckung die Klimatische Wasserbilanz berechnet. In Verbindung mit der nutzbaren Feldkapazität der Wurzelzone (BÜK50) kann diese Größe zur Beurteilung von Trockenstressrisiken herangezogen werden.

Detaillierte Untersuchungen wurden an drei Standorten im Hessischen Ried durchgeführt, die durch die räumliche Nähe

in ihren Standortsbedingungen vergleichbar, aber unterschiedlich bestockt sind:

- Kiefer: ~ 50 Jahre alt
- Eiche: ~ 105 Jahre alt
- Buche: ~ 105 Jahre alt

Mit Werten zwischen 260 mm (Eiche) und 330 mm (Kiefer) für die Wurzelzone zeichnet die Standorte durchweg eine hohe nutzbare Feldkapazität (nFK_{WE}) aus (Ableitung nach Teepe et al. 2003 und Leuschner 1997).

Die Simulation des Wasserhaushaltes wurde für diese drei Standorte mit dem Modell WaSiM/ETH durchgeführt (Schulla 1997). Eine Besonderheit bei der Modellierung war die Kopplung mit dem Waldwachstumssimulator BWINpro (Nagel et al., 2006), der es ermöglicht, die Dynamik der Vegetationsentwicklung im Modell abzubilden. Dadurch konnten bei der Modellierung einerseits retrospektiv die Wachstumsverläufe der Bestände realitätsnah abgebildet und andererseits für die zukünftige Entwicklung verschiedene forstliche Nutzungsarten bzw. Intensitäten simuliert werden. Die Realisierung erfolgte für die Referenzperiode 1961-90 sowie in die Zukunft bis zum Jahr 2050. Dabei wurden für den Buchenbestand zwei Entwicklungsvarianten gerechnet:

1. ohne forstliche Nutzung,
 2. mit forstlicher Nutzung: sukzessive Ernte hiebsreifer Bäume (Zielstärkennutzung).
- Als klimatischer Antrieb des Wasserhaushaltsmodells dienten Projektionen mit dem regionalen Klimamodell WETTREG (Spekat et al 2007) für das IPCC-SRES-Szenario A1B. Die Unsicherheit der Klimaszenarien in Bezug auf die Niederschlagsentwicklung wurde berücksichtigt, indem je Szenario mit jeweils einer trockenen und feuchten Variante gerechnet wurde.

Ergebnisse

1. Klimatische Wasserbilanz

Ein erstes Ergebnis der Untersuchungen ist die Einschätzung der Trockenstressgefährdung auf Grundlage der Klimatischen Wasserbilanz. Bezogen auf die Vegetationszeit ist die Klimatische Wasserbilanz für das gesamte Hessische Ried meist negativ (d.h. Verdunstung > Niederschlag). Dieses Defizit kann im Hessischen Ried auch während der Nichtvegetationszeit durch die

Winterniederschläge nicht wieder aufgefüllt werden. Das zeigt die Verknüpfung der klimatischen Wasserbilanz mit der nFK_{WE} , die bereits für die Klimanormalperiode 1961 – 1990 negative Werte ergab. Für die Zukunft ergaben die Modellierungen eine deutliche Verschärfung der Situation, insbesondere bei dem Szenario A1B trocken.

2. Wasserhaushaltsbilanzierung

Die drei Untersuchungsflächen unterscheiden sich nach den Ergebnissen der Modellierungen hinsichtlich ihrer Wasserhaushaltsbilanzen kaum. Mit 55 % bis 58 % wird der größte Anteil des Niederschlages über Transpiration verbraucht. Den zweitgrößten Anteil hat die Evaporation mit ca. 24 %. Zwischen 15 % und 20 % des Niederschlages verdunsten direkt als Interzeption von Blatt- oder Stammoberflächen. Der Versickerungsanteil (GW-Neubildung) ist mit 4-7 % gering, Oberflächenabfluss gibt es keinen (vgl. Abb. 1).

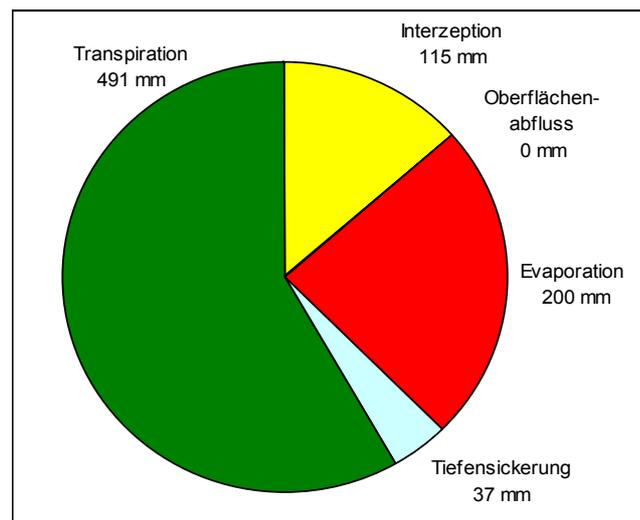


Abb. 1: Anteile der Wasserbilanzkomponenten für die Buchenfläche im Mittel der Jahre 1961 – 1990.

Im Vergleich zu einer Grasfläche als Referenz liegen beim Wald die Transpiration und Interzeption deutlich höher, entsprechend geringer ist die Tiefensickerung. Dass für die drei Untersuchungsflächen keine baumartenspezifischen Unterschiede festgestellt werden konnten, könnte auf unterschiedliche Bestandesalter und Bestockungsdichten zurückzuführen sein.

3. Bodenwasserhaushalt

Zur Beurteilung möglicher Trockenstressrisiken wurden von einem kritischen Bodenwassergehalt von 40 % der nFK ausge-

gangen, unterhalb derer Bäume mit Zuwachsreduktionen reagieren können (Anders et al. 2004). Abbildung 2 zeigt am Beispiel der Buchenfläche, wie sich im Extremtrockenjahr 1976 der Bodenwassergehalt der Wurzelzone im Profil verändert.

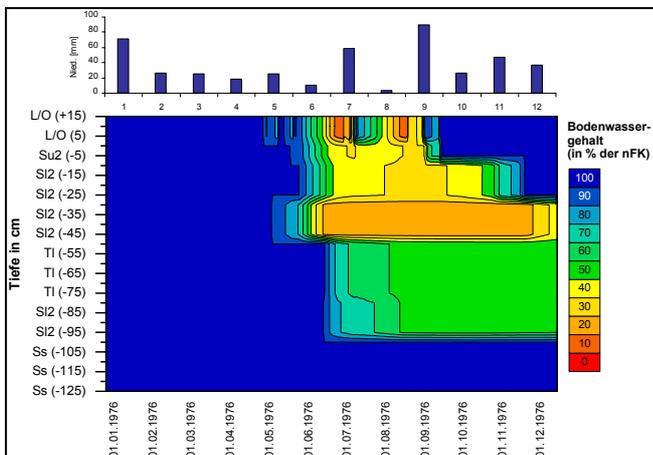


Abb. 2: Entwicklung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers im Trockenjahr 1976 am Beispiel der Buchenfläche (Monatsniederschläge als Balkendiagramm)

Zu Beginn des Jahres war der für Pflanzen nutzbare Bodenwasserspeicher zu 100 % gefüllt. Die für Bäume kritische Grenze von 40 % der nFK wird ab Juni im Hauptwurzelraum und in der Humusaufgabe unterschritten. In der Tiefenstufe zwischen 35 und 45 cm dauerten kritische Bodenwassergehalte bis zum Jahresende an.

Für die Betrachtung zukünftiger Extrema wurde das trockenste Jahr des Szenarios A1B in der Dekade 2041-2050 ausgewählt. Die Modellierung wurde mit der Annahme forstlicher Nutzung und zum Vergleich ohne Durchforstung mit nahezu konstanten Bestandesparametern durchgeführt.

Beim Szenario mit forstlichen Eingriffen wird die kritische Grenze von 40 % der nFK in der Vegetationsperiode in etwa 40 cm Tiefe und in größerer Tiefe bei ca. 100 cm ganzjährig leicht unterschritten. Wird dagegen eine gleich bleibende Bestandesstruktur angenommen, sind die Perioden mit Unterschreitungen der 40 %-nFK-Grenze länger und dehnen sich über einen Großteil der Wurzelzone aus.

Die Witterung des Jahres 1976 stellte im Referenzzeitraum ein Extremereignis dar. Aber auch in anderen Perioden des Zeitraumes 1961 – 1990 fiel der Bodenwas-

sergehalt (BWG) unter die 40 %-nFK-Grenze, am häufigsten in der Humusaufgabe. Diese Trockenperioden dauerten jedoch nie länger als 30 Tage. Nur über einem Tonband in etwa 40 cm Tiefe traten auch längere Trockenperioden von bis zu 200 Tagen auf.

Im simulierten Zeitraum 2021-50 unter Annahme der trockenen Variante des Szenarios A1B und bei Annahme forstlicher Nutzung kommen kurze Trockenperioden in der Auflage etwas häufiger vor, in ca. 40 cm Tiefe wird die 40 %-nFK-Grenze am längsten unterschritten. In den anderen Profilschichten werden kritische Bodenwassergehalte nicht erreicht (Abb. 3).

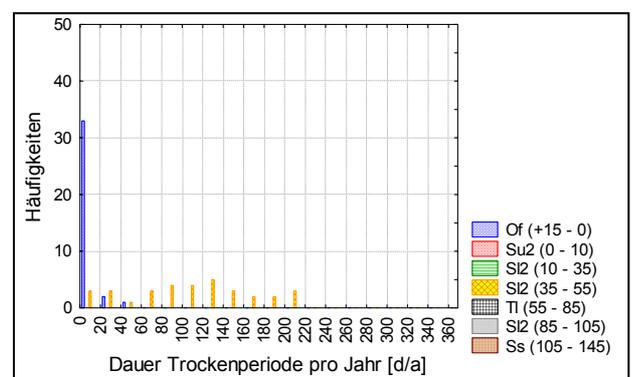


Abb. 3: Häufigkeiten von Trockenperioden (BWG < 40 % der nFK) bei Annahme des Szenarios A1B trocken, Buche mit forstlicher Nutzung, 2021 – 2050

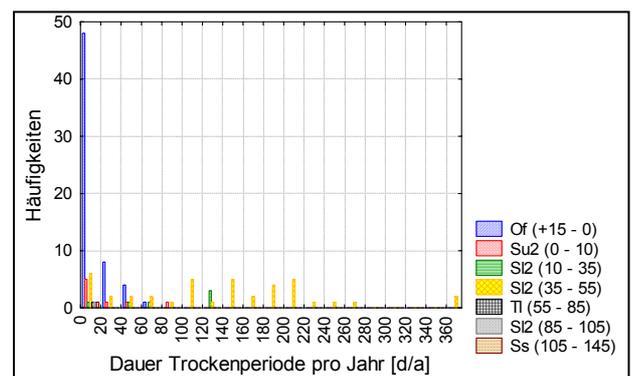


Abb. 4: Häufigkeiten von Trockenperioden (BWG < 40 % der nFK) bei Annahme des Szenarios A1B trocken, Buche ohne forstliche Nutzung, 2021 – 2050

Das Szenario ohne Durchforstungsmaßnahmen zeigt ein deutlich erhöhtes Trockenstressrisiko: kurze Trockenperioden im Oberboden treten häufiger auf und auch tiefere Bodenschichten sind betroffen. In 40 cm Tiefe wird in den 30 Jahren immer wieder über lange Zeiträume die 40 %-

nFK-Grenze unterschritten, einmal sogar für ein ganzes Jahr (Abb. 4).

Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der Wasserhaushaltsmodellierung zeigen, dass die Wasserversorgung der untersuchten Waldbestände schon im Referenzzeitraum 1961 – 1990 häufig eingeschränkt war. Ändern sich die Klimabedingungen gemäß des Klimaszenarios A1B, ist mit einer (bei der trockenen Variante deutlichen) Zunahme des Trockenstressrisikos zu rechnen.

Zwischen den Baumarten konnten wegen der Unterschiede im Aufbau der Bestände keine Unterschiede in der Verdunstungsleistung festgestellt werden.

Die waldbauliche Behandlung spielt für den Bodenwasserhaushalt eine sehr wichtige Rolle. Bei geringeren Bestockungsdichten verringern sich sowohl Transpiration als auch Interzeption, was zur Erhöhung des Sickerwasseranteils führt und sich somit positiv auf die Bodenwasserverfügbarkeit auswirkt. Allerdings neigen aufgelichtete Bestände zur Vergrasung und bieten Schadinsekten optimale Entwicklungsbedingungen. Damit ist der Handlungsrahmen für die Forstwirtschaft im Hessischen Ried stark eingeschränkt. Im Folgeprojekt „Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried“ werden einige Handlungsoptionen der Forstwirtschaft hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und das Baumwachstum untersucht (weiterführende Informationen unter <http://www.nw-fva.de>).

Das Projekt wurde vom Hessischen Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Rahmen des Projektes INKLIM 2012 II PLUS finanziell gefördert.

Literatur

Anders, S.; Beck, W.; Lux, W.; Müller, J.; Fischer, R.; König, A.; Küppers, J.-G.; Thoro, C.; Kätzel, R.; Löffler, S.; Heydeck, P.; Möller, K. (2004): Auswirkung der Trockenheit 2003 auf Waldzustand und Waldbau. BMVEL 533-7120/1. Zwischenbericht der BFH

Fiebiger, C.; Suttmöller, J.; Meesenburg, H.; Eichhorn, J. (2008): Wald in der Rhein-Main-Ebene – Risiken und Anpassungsmaßnahmen für die Forstwirtschaft als Folge der prognostizierten Klimaveränderung in Hessen. Abschlussbericht INKLIM 2012 Baustein II plus, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 46 S. <http://klimawandel.hlug.de/forschungsprojekte/inklim-2012-baustein-ii-plus/berichte.html>

Leuschner, Ch. (1998): Water extraction by fine roots in the forest floor of a temperate Fagus-Quercus forest. *Ann. Forest Sci.* 55, 141-157

Monteith, J. L. (1965): Evaporation and environment. In: Fogg, G. E. (Hrsg.): *The State and Movement of Water in Living Organisms*, 19th Symp. Soc. Exp. Biol., The Company of Biologists, Cambridge, 205 - 234.

Nagel, J.; Duda, H.; Hansen, J. (2006): Forest Simulator BWINPro7. *Forst u. Holz*, 61, 427-429

Schulla, J. (1997): Wasserhaushalts-Simulationsmodell WaSiM-ETH, Anwender-Handbuch, Geogr. Inst. ETH Zürich, unveröff.

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp F. (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien auf der Basis mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2; FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 204 41 138, Publikationen des Umweltbundesamtes

Teepe, R.; Dilling, H.; Beese, F. (2003) Estimating water retention curves of forest soils from soil texture and bulk density. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 166, 111-119