

# Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt in Sachsen

Dr. Bräunig, A., Dr. Klöcking, B  
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, PF 800132, 01101 Dresden  
e-mail: Arnd.Braeunig@smul.sachsen.de.  
Büro für Angewandte Hydrologie, Murnauer Str. 102a, 81379 München  
e-mail: kloeking@bah-muenchen.de

**Zusammenfassung:** *Auf der Grundlage des Klimaszenarios von ECAM5 A1B, WEREX IV (1961-2100) werden für repräsentative Böden im Freistaat Sachsen mit dem Modell ArcEGMO-PSCN Berechnungen zum Bodenwasserhaushalt durchgeführt. Im Mittelpunkt der Auswertungen steht die standortbezogene Analyse der Modellierungsergebnisse unter Berücksichtigung verschiedener Klimaregionen, Bodenformen und Landnutzungsarten.*

Schlagworte: Klimawandel, Bodenwasserhaushalt, pflanzenverfügbares Wasser, Sickerwasserraten

## 1 Einleitung

Im Auftrag des sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie führt das „Büro für Angewandte Hydrologie“ Modellierung zum Bodenwasserhaushalt durch (07/2007-12/2008). Ziel ist es die Auswirkungen eines potenziellen Klimawandels auf den Wasserhaushalt repräsentativer Böden Sachsens besser abschätzen zu können. Im folgenden Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse vorgestellt. Der umfassende Abschlussbericht zum Projekt wird voraussichtlich Anfang 2009 verfügbar sein.

## 2 Vorgehensweise

Die Projektkonzeption sieht standortbezogene Modellierungen zu 8 repräsentativen Klimastationen mit jeweils 6 unterschiedlichen Bodenformen vor. Hieraus erben sich 48 Standort-szenarien welche jeweils für die Landnutzungsarten Acker, Grünland, Laubwald und Nadelwald simuliert werden.

Die Berechnungen erfolgen auf der Grundlage der WEREX IV Daten zum Klimaszenario von ECAM5 A1B (1961-2100). In das Modell gehen die folgenden Tageswertreihen ein: Lufttemperatur, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung/Sonnenscheindauer.

Die Modellierung erfolgt in Tagesschrittweite mit dem deterministischen Modell ArcEGMO-PSCN (Klöcking, 2006). Neben dem detaillierten Bodenmodell werden dynamische Vegetationsmodelle, die u.a. die phänologische Entwicklung der einzelnen Vegetationsarten in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf beschreiben eingesetzt. Bestandteil des Vorhabens ist eine Modellvalidierung u.a. auf der Grundlage langjähriger Messreihen der sächsischen Ly-simeterstation Brandis.

Abbildung 1 fasst die berücksichtigten Wasserflüsse und Teilmglieder des Wasserhaushaltes zusammen.

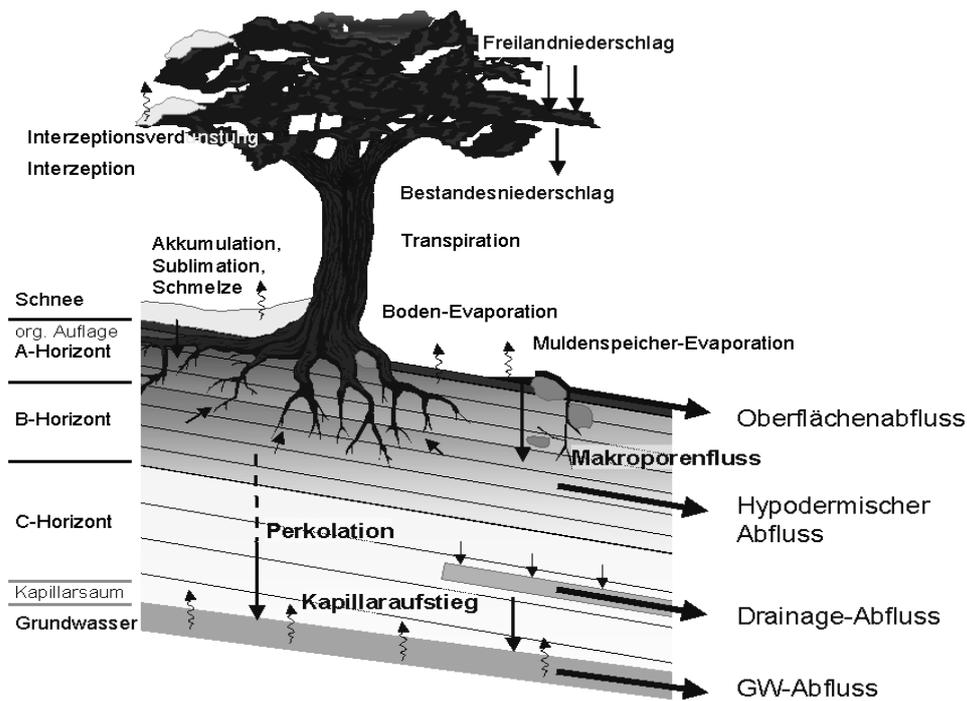


Abbildung 1: Wasserflüsse und Teilglieder des Wasserhaushaltes in ArcEGMO

## 2 Ergebnisse zur Region Chemnitz

### 2.1 Klimaprojektion

Im Folgenden werden Ergebnisse für die Region Chemnitz vorgestellt. Im Abschlussbericht werden darüber hinaus die Ergebnisse zu den anderen Regionen Sachsens beschrieben. Die Region Chemnitz liegt hinsichtlich der unterschiedlichen Klimaverhältnisse in Sachsen in einer mittleren Position zwischen den trockeneren Regionen im Norden Sachsens und den feuchteren Mittelgebirgeregionen im Süden. Die Niederschläge liegen im langjährigen Mittel bei etwa 790 mm/a und die Grasreferenzverdunstung bei 570 mm/a.

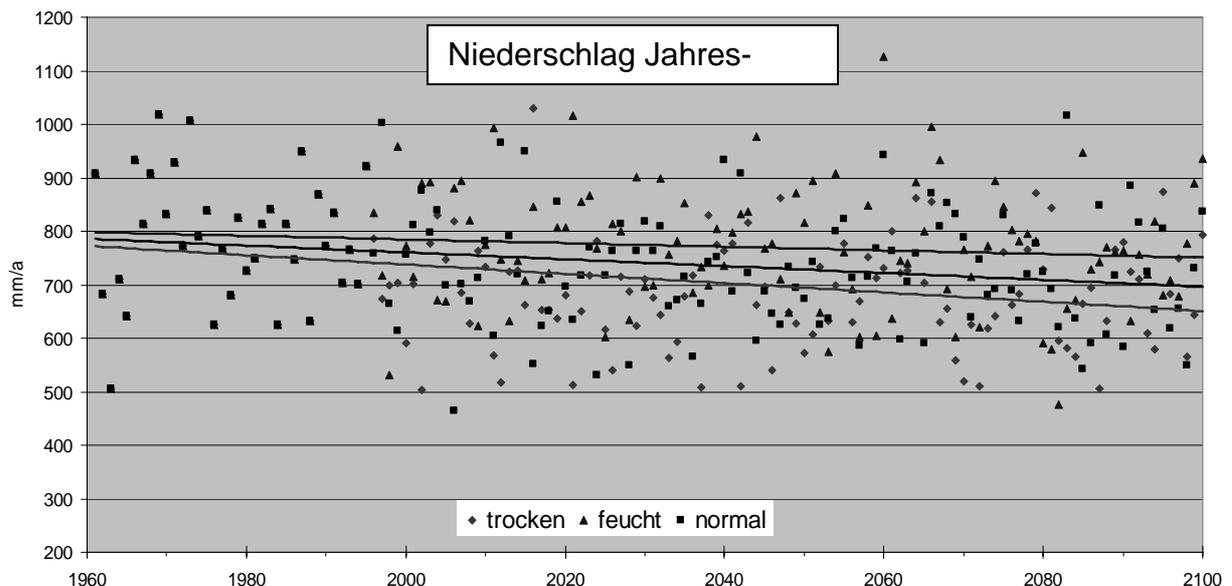


Abbildung 2: Jahressummen der Niederschläge nach WEREX VI A1B in den Varianten „normal, feucht und trocken“ für Chemnitz

In den Abbildungen 2 und 3 sind die Jahressummen aus den Klimaprojektionen WEREX IV A1B dargestellt. Es werden 3 Varianten betrachtet, die sich insbesondere durch unterschiedlich starke Niederschlagsrückgänge unterscheiden. In der Feucht-Variante gehen die langjährigen mittleren Niederschläge um etwa 5% zurück, in der Normal-Variante um rd. 10% und in der Trockenvariante um 15%. In allen Varianten bleiben die jährlichen Niederschlagschwankungen erhalten( vgl. Abbildung 2).

Die potenzielle Evapotranspiration nimmt vor allem bedingt durch die Erwärmung und die erhöhte Globalstrahlung deutlich zu (Abbildung 3), wobei sich die Varianten im langfristigen Trend kaum unterscheiden. Das langjährige Mittel steigt von 570 mm/a auf rd. 660 mm/a. Die Schwankungen in den Einzeljahren sind geringer als bei den Niederschlägen.

Abbildung 4 verdeutlicht den Rückgang der klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag minus Grasreferenzverdunstung) von 220 auf 67 mm/a (Trocken-Variante auf 20 mm/a, Feucht-Variante auf 90 mm/a).

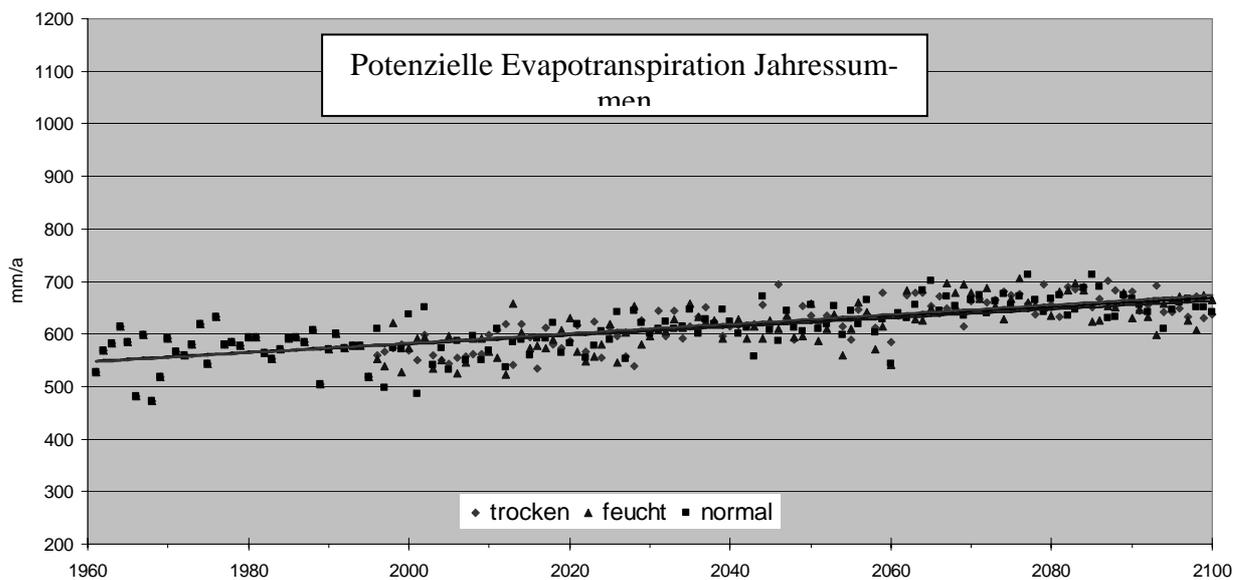


Abbildung 3: Jahressummen der potenziellen Evapotranspiration nach WEREX VI A1B in den Varianten „normal, feucht und trocken“ für Chemnitz

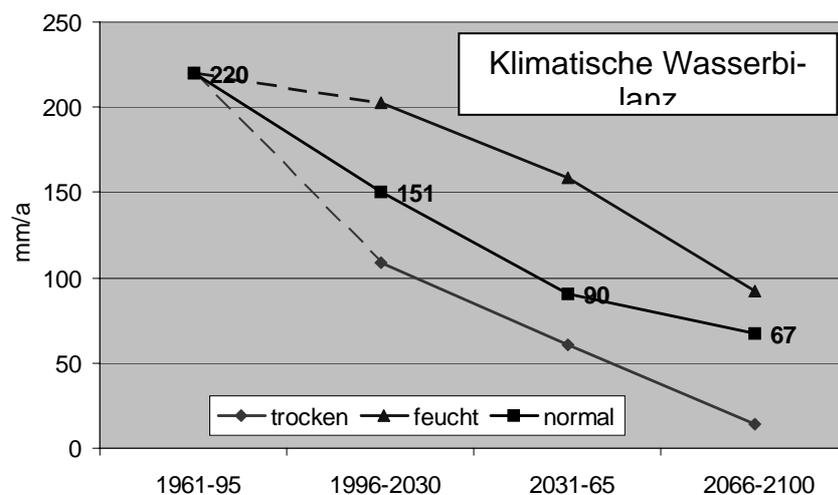


Abbildung 4: Langjährige mittlere klimatische Wasserbilanz nach WEREX VI A1B in den Varianten „normal, feucht und trocken“ für Chemnitz

## 2.2 Bodenwasserhaushalt

In Tabelle 1 sind ausgewählte Böden der Region Chemnitz kurz charakterisiert. Die Parameterisierung der Bodeneigenschaften berücksichtigt auch den nutzungsabhängigen Einfluss der Landnutzungsformen Acker, Grünland, Laub- und Nadelwald in Bezug auf Durchwurzelungstiefe und Humusaufbau.

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der ausgewählten Böden der Region Chemnitz

Bodenform	nFKWe in mm	Bodenart	Grobboden Vol. %	Kurzbezeichnung in Abbildung
<b>Braunerde</b> aus Schuttlehmsand über Verwitterungsschutt	46-57	Sl3	55	Braunerde 50
		Sl3	88	
<b>Braunerde</b> aus grusführendem Lehmschluff über Lehmsandschutt	120	Uls	7	Braunerde 120
		Sl3	90	
<b>Pseudogley-Parabraunerde</b> aus grusfüh- rendem Lösslehm über Verwitterungslehm- grus	154-207	Uls	6	Lössdecke
		Sl4	38	
<b>Pseudogley</b> aus Lösslehm rezent wenig vernässt	212-272	Ut4	0	Löss
<b>Stagnogley</b> grusführender Sandlehm über Verwitterungsschuttlehm	68-91	Sl4	18	Stagnogley
		Ls2	44	
<b>Hangpseudogley</b> aus grusführendem Sandlehm über Grussandlehm	128-165	Slu	10	Hangpseudogley
		Sl4	44	

Die Entwicklung der langjährigen mittleren aktuellen Evapotranspiration (AET) wird aus Abbildung 5 ersichtlich. Für den Zeitabschnitt bis 2030 ist kaum eine gravierende Veränderung zu verzeichnen. Erst im dritten und z.T. im vierten Zeitabschnitt nimmt die AET deutlich auf den Böden mit guter Wasserversorgung zu. Die flachgründige Braunerde mit einer nutzbaren Feldkapazität (nFK) von nur 50 mm liegt auf einem sehr geringen Verdunstungsniveau, das aufgrund der schlechten Wasserversorgung auch durch den steigenden Verdunstungsanspruch (PET) kaum gesteigert werden kann.

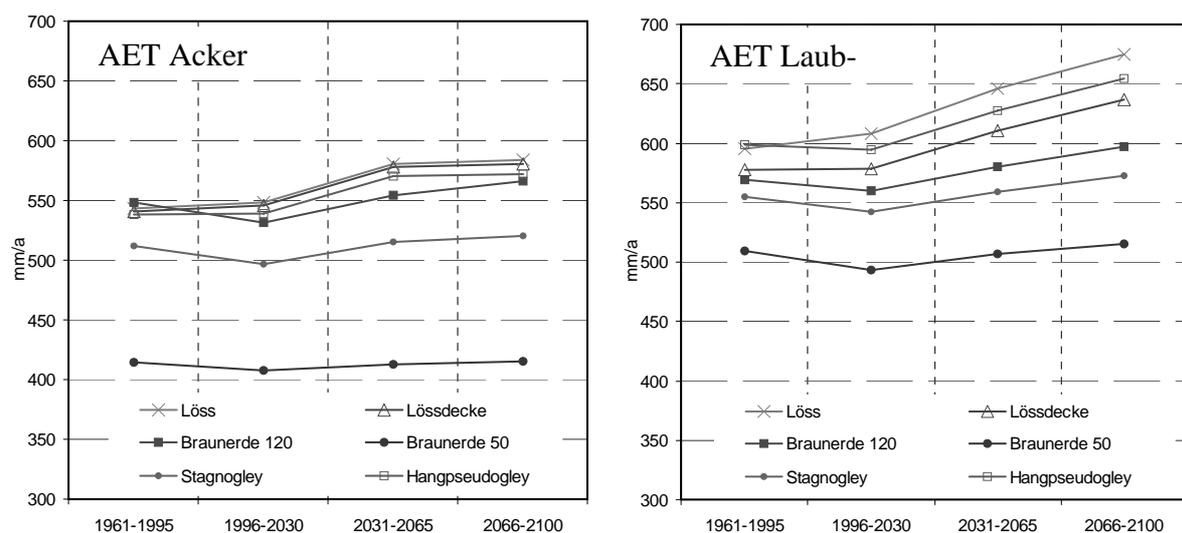


Abbildung 5: Langjährige mittlere aktuelle Evapotranspiration (AET) von Böden der Region Chemnitz für die Landnutzungen Acker und Laubwald (WEREX VI A1B „normal“)

Abbildung 6 zeigt, dass die Anzahl der Jahre mit einer verminderten Wasserversorgung zunehmen. Der hierfür verwendete Index ergibt sich aus dem Verhältnis von AET zu PET. Eine optimale Wasserversorgung liegt bei einem Index von 1. Ein Index von 0,8 bedeutet, dass der Vegetationsstandort aufgrund des mangelnden Wasserangebotes nur 80 % der mögli-

chen Verdunstung erfüllt. Während der Lössboden mit seiner hohen nFK nur sehr selten den Index von 0,8 unterschreitet, reagiert die Braunerde mit einer nFK von 120 mm erheblich auf den Klimawandel. In dem Normalszenario wird bei einer ackerbaulichen Nutzung der Index von 0,8 fast in jedem dritten Jahr unterschritten und im Trockenszenario ist jedem zweiten Jahr.

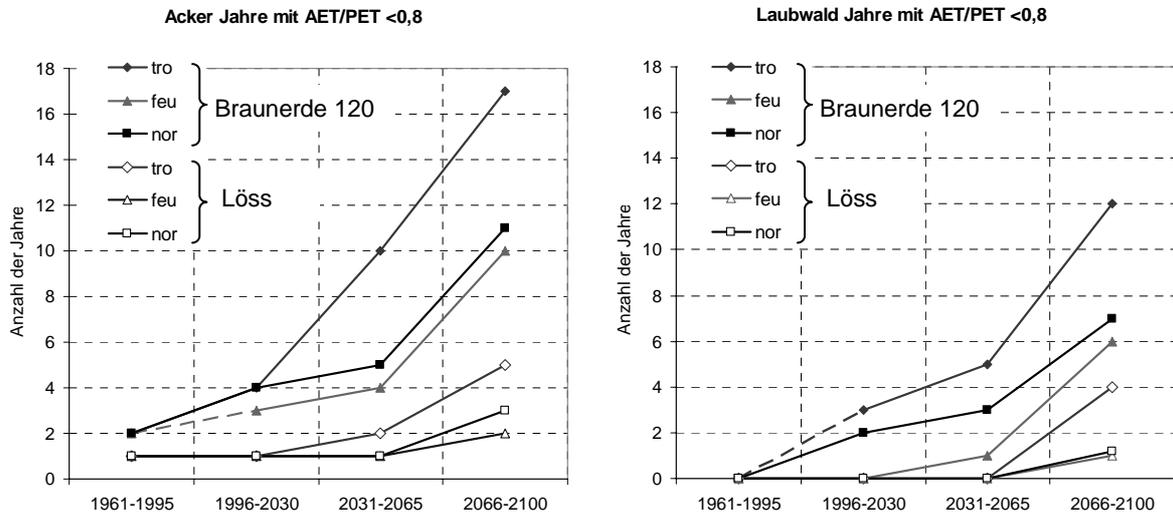


Abbildung 6: Anzahl der Jahre (bezogen auf Zeitspanne von 35 Jahren) mit einem AET/PET-Index < 0,8 (WEREX VI A1B in den Varianten „normal, feucht und trocken“)

Die zunehmende AET auf den Lössböden führt zu einem beträchtlichen Rückgang der Sickerwasserraten. In Abhängigkeit vom Klimaszenario und der Landnutzung gehen die durchschnittlichen jährlichen Sickerwasserraten um 30-80% zurück (vgl. Abbildung 7).

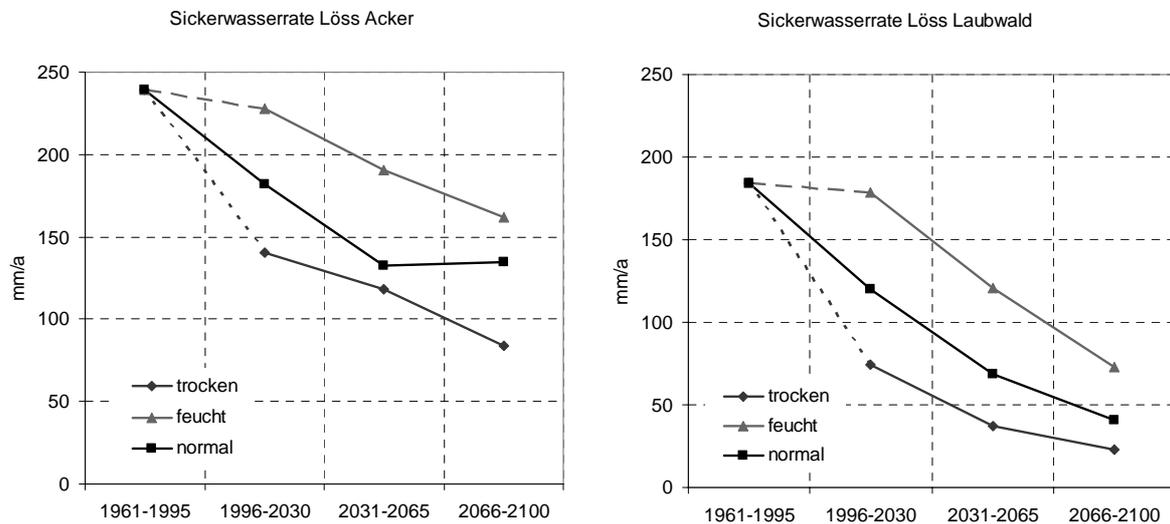


Abbildung 7: Langjährige mittlere Sickerwasserraten eines Lössbodens für die Landnutzungen Acker und Laubwald (WEREX VI A1B in den Varianten „normal, feucht und trocken“)

Der Rückgang der Sickerwasserrate der betrachteten Braunerde liegt zwischen 25 und 50% (s. Abbildung 8). Je kleiner die nFK des Bodens ist, umso geringer ist der Rückgang der Sickerwasserraten.

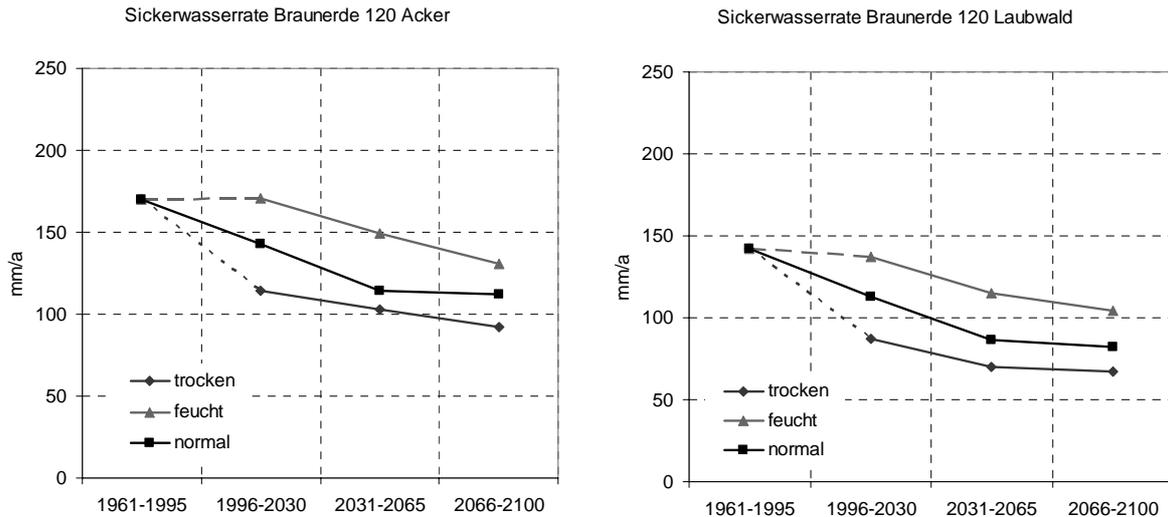


Abbildung 8: Langjährige mittlere Sickerwasserraten einer Braunerde (nFK 120 mm) für die Landnutzungen Acker und Laubwald (WEREX VI A1B in den Varianten „normal, feucht und trocken“)

#### 4 Schlussfolgerung und Ausblick

Die dargestellten Beispiele zur Region Chemnitz haben gezeigt, dass die Wasserversorgung für Pflanzen (AET/PET-Index) durch die Zunahme an Trockenjahren eingeschränkt wird. Betroffen sind insbesondere flachgründige und skelettreiche Böden mit einer geringen nFK (<120 mm). Lössböden mit einer hohen nFK sind bezüglich des pflanzenverfügbaren Wassers kaum von der Klimaänderung betroffen. Auf den Lössböden wird bedingt durch die Zunahme der aktuellen Evapotranspiration ein erheblicher Rückgang der Sickerwasserraten um 30-80% simuliert.

Die unterschiedlichen Varianten der Klimaszenarien „normal, feucht und trocken“ von WEREX IV A1B gehen hinsichtlich Ihrer Wirkung in die gleiche Richtung; das Ausmaß ist jedoch unterschiedlich. Im Rahmen des Vortrags und des Projekt-Abschlussberichtes werden weitere Klimaregionen und Böden Sachsens behandelt.

#### 5 Literatur

CLIMATE & ENVIRONMENT CONSULTING, CEC (2006-2008): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für den Freistaat Sachsen und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die Szenarios B1, A1B und A2 (WEREX IV), Abschlussbericht an das Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.

DVWK (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. DVWK Merkblätter zur Wasserwirtschaft 238.

KLÖCKING, B. (2006): Das ökohydrologische PSCN-Modul innerhalb des Flussgebietsmodells ArcEGMO. In: Pfützner, B. (Ed.), Modelldokumentation ArcEGMO. <http://pscn.arcegmo.de>, ISBN 3-00-011190-5, 2002.