



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft und
Gartenbau

Leitfaden zur Bemessung des Zusatzwasserbedarfs für die Feldberegnung in Sachsen-Anhalt

Schriftenreihe der LLG, Heft 1/2023

Leitfaden zur Bemessung des Zusatzwasserbedarfs für die Feldberegnung in Sachsen-Anhalt

Autor: Dr. Michael Steininger
Öffentlich bestellter landwirtschaftlicher Sachverständiger
für Wasserwirtschaft und Melioration
Paracelsusstr. 7A
06114 Halle

Beirat: Dr. Matthias Schrödter
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Dezernat Agrarökologie
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg

Dr. Winfried Sonderhoff
Abteilungsleiter Landwirtschaft
Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Altmark
Goethestr. 3+5
29410 Salzwedel

Uwe Schachel
Sachgebiet Landwirtschaftliche Fachstelle
Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Altmark
Akazienweg 25
39576 Stendal

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung _____	4
2. Vorgehensweise nach DWA-M-590 und TGL-46200 zur Bemessung des Zusatzwasserbedarfs _____	6
3. Standortparameter Boden, Niederschlag und fruchtartenspezifische Richtwerte _____	11
5. Rechentool „ZUWAST“ zur Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs in der Feldberechnung Sachsen-Anhalts _____	20
6. Literatur _____	22

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standortbedingte Bewässerungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen Sachsen-Anhalts _____	4
Abb. 2: Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode (April bis September) für Deutschland im Zeitraum 1981 – 2010 (Grafik: NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (LBEG), basierend auf Daten des Deutschen Wetterdienstes) _____	7
Abb. 3: Niederschlagssumme der Hauptvegetationsperiode April bis September für Deutschland im Zeitraum 1991 bis 2020 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst) _____	9
Abb. 4: Klimatische Wasserbilanz der Hauptvegetationsperiode April bis September für Deutschland im Zeitraum 1991 bis 2020 und Unterteilung Klimaraum F (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst) _____	11
Abb. 5: Bodenwasserbereitstellungsvermögen der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Sachsen-Anhalt _____	13
Abb. 6: Mittlere Niederschlagssummen in Sachsen-Anhalt von April bis September (Referenzperiode 1991 bis 2020) _____	14
Abb. 7: Beispielschläge und standortspezifisches Bodenwasserbereitstellungsvermögen ____	17

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Einteilung der Klimaräume nach der klimatischen Wasserbilanz der Hauptvegetationsperiode April bis September (KWBv) (Quelle: DWA-M 590) _____	7
Tab. 2: Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf in mittleren Trockenjahren im Klimaraum F gemäß DWA-M 590 _____	8
Tab. 3: Mittlere Niederschlagssummen [mm] im nordostdeutschen Tiefland (Quelle: TGL 46200) _____	12
Tab. 4: Richtwerte Zusatzwasserbedarf für landwirtschaftliche Kulturen _____	15
Tab. 5: Berechnungszeitspannen nach phänologischen Entwicklungsabschnitten (Auswahl)	16
Tab. 6: Berechnung des jährlichen Zusatzwasserbedarfs der Beispielsabteilung für ein mittleres Trockenjahr _____	19
Tab. 7: Beispiel der Ermittlung des Niederschlagskorrekturfaktors _____	19

Verzeichnis der Anlagen

Anlage I : Standortinformationen

Anlage II : Korrekturkoeffizienten Niederschlag

Anlage III : Vergleichende Betrachtung der Bemessung des Zusatzwasserbedarfs
DWA-M 590 vs. TGL 46200/03

1. Veranlassung

In den niederschlagsbenachteiligten subkontinentalen und kontinentalen Klimabereichen Ostdeutschlands ist in der Mehrzahl der Jahre für die Erzielung stabiler Erträge auf vielen Standorten eine Feldberegnung notwendig. Diese Bewässerungsbedürftigkeit resultiert aus dem geringen Niederschlagsaufkommen in der Vegetationsperiode, den hohen Evapotranspirationsraten und dem standortspezifischen Bodenwasserbereitstellungsvermögen.

Aus diesen Standortgegebenheiten resultieren für die landwirtschaftlichen Nutzflächen Sachsen-Anhalts mit Ausnahme der grundwassernahen Standorte des Tieflandbereiches und den Agrarstandorten im östlichen Harz Bewässerungsbedürftigkeiten unterschiedlicher Ausprägung. Diese werden in den kommenden Jahren noch zunehmen. Die standortspezifische Bewässerungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen Sachsen-Anhalts ist der Abb. 1 zu entnehmen.

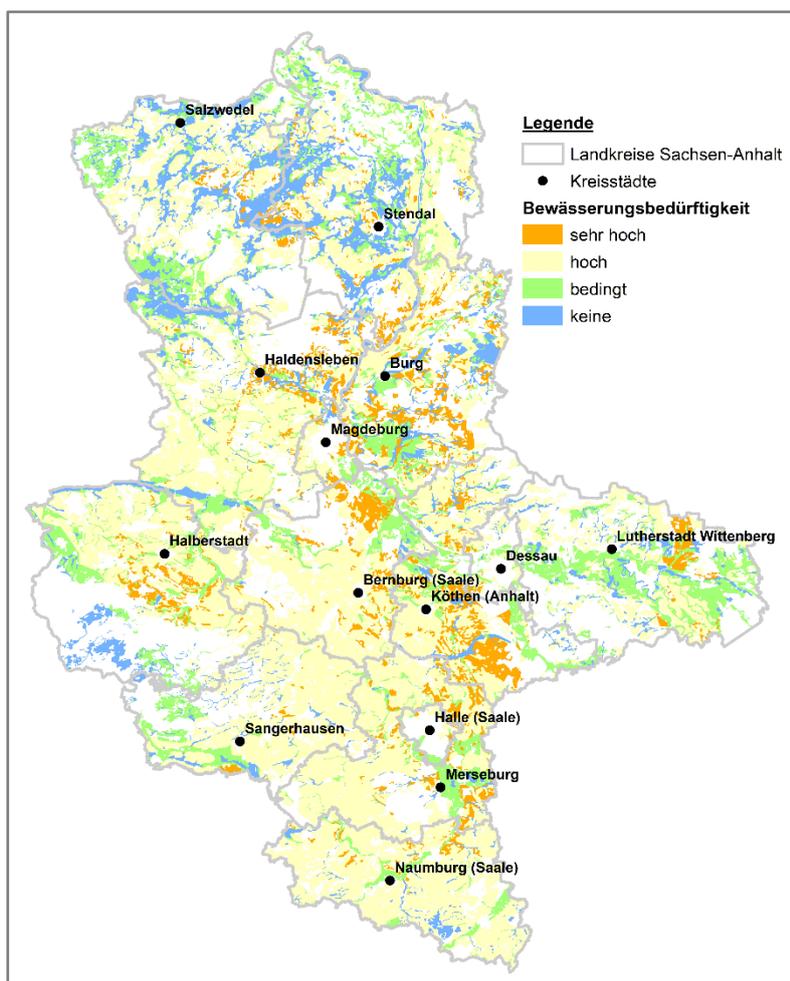


Abb. 1: Standortbedingte Bewässerungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen Sachsen-Anhalts

Hohe und sehr hohe Bewässerungsbedürftigkeiten bestehen nicht nur auf den „leichten“ Standorten der Altmark, des Flämings oder der Dübener Heide, sondern auch auf den Löss-Standorten der Börde, des Hallesch-Köthener-Ackerlandes und der Querfurter Platte. Während die Bewässerungsbedürftigkeit der erstgenannten Naturraumeinheiten in erster Linie in den geringen bis mittleren Wasserbereitstellungsvermögen der hier vorkommenden Böden begründet liegt, wird der Bedarf in den Löss-Regionen, dem Kerngebiet des mitteldeutschen Trockengebietes, durch

die stark negativen Wasserbilanzen in der Vegetationsperiode hervorgerufen. Dieses Wasserdefizit wird trotz des hohen bis sehr hohen Wasserspeichervermögens der Böden, welches nur im Winterhalbjahr aufgefüllt werden kann, nicht in jedem Jahr ausgeglichen, so dass in Trockenjahren mit vorangegangenen trockenen Wintermonaten auch auf diesen Standorten ein Zusatzwasserbedarf besteht.

Für die Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs in der Feldberechnung wurden in Deutschland in den vergangenen Jahren unterschiedliche Bemessungsansätze angewendet. In den ostdeutschen Bundesländern basierten diese auf den Ansätzen der TGL 39477/03 (1985), die mit der TGL 46200/03 (Entwurf 1990) fortgeschrieben und erweitert wurden. In den westdeutschen Bundesländern kamen im Wesentlichen die Richtwerte nach der Methodenbank des Niedersächsischen Landesamts für Bodenforschung (MÜLLER 1997, BUG ET AL. 2020) sowie dem Geisenheimer-Modell (hauptsächlich für Gemüse, aber auch einige Ackerfruchtarten, PASCHOLD ET AL. 2007) zur Anwendung.

Die nach den genannten methodischen Ansätzen ermittelten Zusatzwassermengen sind, da für unterschiedliche Klimabereiche aufgestellt, in ihren Größenordnungen nicht vergleichbar. Aus diesem Grund erarbeitete der Fachausschuss GB-4 „Bewässerung“ der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) das Merkblatt DWA-M 590 `Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung` (DWA 2019), auf deren Grundlage Bewässerungsprojekte sinnvoll konzipiert und bundesweit einheitlich begutachtet werden sollen. Dieses Merkblatt erschien im Juni 2019.

Bei der Anwendung des DWA-Merkblattes durch die landwirtschaftlichen Fachstellen wurden trotz der Vereinheitlichung der Ansätze große Abweichungen zwischen den ermittelten Zusatzwassermengen und den Ergebnissen früherer Bemessungen sowie den in Sachsen-Anhalt gesammelten Erfahrungswerten aus der Berechnungspraxis für landwirtschaftliche Kulturen festgestellt. Dies war Anlass für eine fachliche Analyse und die Erarbeitung einer spezifischen Interpretationshilfe.

Für die Bemessung des Zusatzwasserbedarfs in Sachsen-Anhalt wird hiermit ein methodischer Leitfaden vorgelegt, der auf der Vorgehensweise entsprechend des Merkblatt DWA-M 590 sowie der TGL 46200/03 (Entwurf 1990) basiert und speziell die Klimabedingungen Sachsen-Anhalts berücksichtigt.

Die Erarbeitung des Leitfadens wurde durch die LLG Sachsen-Anhalt unter Mitwirkung der landwirtschaftlichen Fachstellen der Ämter für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten koordiniert. Inhalte des Leitfadens sind:

- Erläuterung der Vorgehensweisen zur Bemessung des Zusatzwasserbedarfs nach Merkblatt DWA-M 590 und 39477/03 (1985), fortgeschrieben mit TGL 46200/03 (Entwurf 1990), Darlegung der Unterschiede und Gültigkeitsbereiche
- Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs für die Standortverhältnisse Sachsen-Anhalts
- Standortparameter Boden, Niederschlag und fruchtartenspezifische Richtwerte
- Hinweise zur Nutzung des Rechentools „ZUWAST“ zur Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs auf landwirtschaftlichen Nutzflächen Sachsen-Anhalts

In der Anlage enthält der Leitfaden die Standortinformationen zur Ausweisung des Bodenwasserhaushaltes und die Korrektur der mittleren Niederschlagssummen in der Vegetationsperiode zur Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs. Die Standortinformationen sind auch über das GIS-Auskunftssystem Sachsen-Anhalt abrufbar. Des Weiteren ist der Anlage, ergänzend zu den Ausführungen in Kapitel 2, eine ausführliche Betrachtung der Bemessung des Zusatzwasserbedarfs nach DWA-M 590 vs. TGL 46200/03 beigelegt.

2. Vorgehensweise nach DWA-M 590 und TGL-46200 zur Bemessung des Zusatzwasserbedarfs

In den folgenden Ausführungen werden zur Vereinfachung und besseren Lesbarkeit die Literaturquellen DWA-M 590 (2019) und TGL 46200 (Entwurf 1990) ohne Quellenangabe im Text aufgeführt.

DWA-M 590

Das DWA-Merkblatt M 590 wurde im Juni 2019 veröffentlicht und soll die Bemessung des Zusatzwasserbedarfs in Deutschland vereinheitlichen. An der Erarbeitung des Merkblattes war ein aus 15 Mitgliedern bestehendes Autorenkollektiv beteiligt.

Bei der Vorgehensweise zur Bemessung des Zusatzwasserbedarfs wird zwischen landwirtschaftliche Kulturarten und Gemüse, Obst sowie Gewürze unterschieden.

Für die landwirtschaftlichen Hauptkulturen (Kartoffel, Zuckerrübe, Silomais, Winterweizen, Sommerbraugerste, sonstige Getreide und Winterraps) leitet sich der Zusatzwasserbedarf zur Gewährleistung einer 50-%- (Mitteljahr) und 80-%-Versorgungssicherheit (mittleres Trockenjahr) aus der Kombination klimatische Wasserbilanz und Bodenwasserspeichervermögen ab. Der Zusatzwasserbedarf und die Vorgehensweise basieren im Wesentlichen auf den Auswertungsmethoden des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (siehe Niedersächsisches Bodeninformationssystem – NIBIS; MÜLLER 1997, BUG ET AL. 2020). Die ausgewiesenen Zusatzwassermengen beruhen auf Berechnungen von Renger und Strebel aus dem Jahre 1982 für landwirtschaftliche Nutzflächen in Niedersachsen und decken einen Bereich der klimatischen Wasserbilanz in der Hauptvegetationsperiode April bis September (KWBv) von > 50 mm bis -150 mm/v ab (siehe hierzu BUG ET AL. 2020).

Die Differenzierung des Zusatzwasserbedarfs für die landwirtschaftlichen Kulturen erfolgt in Klassen der KWBv (siehe Tab. 1) sowie des Wasserspeichervermögens (nFKwe) der Böden (siehe Tab. 2). Nach der Höhe der KWBv wird dabei in 6 Klimaräume unterschieden. Eine weitere Differenzierung der Randklassen erfolgt nicht, so dass insbesondere der höhere Verdunstungsanspruch des niederschlagsbenachteiligten subkontinentalen und kontinentalen Klimaraumes Ostdeutschlands mit negativen klimatischen Wasserbilanzen in der Vegetationsperiode von << -150 mm nur ungenügend berücksichtigt wird. Die räumliche Abgrenzung der Klimaräume für das Bundesgebiet ist Abb. 2 zu entnehmen.

Tab. 1: Einteilung der Klimaräume nach der klimatischen Wasserbilanz der Hauptvegetationsperiode April bis September (KWBv) (Quelle: DWA-M 590)

Klimaraum	KWBv
A	> 50 mm
B	0 bis 50 mm
C	-50 bis 0 mm
D	-100 bis -50 mm
E	-150 bis -100 mm
F	< -150

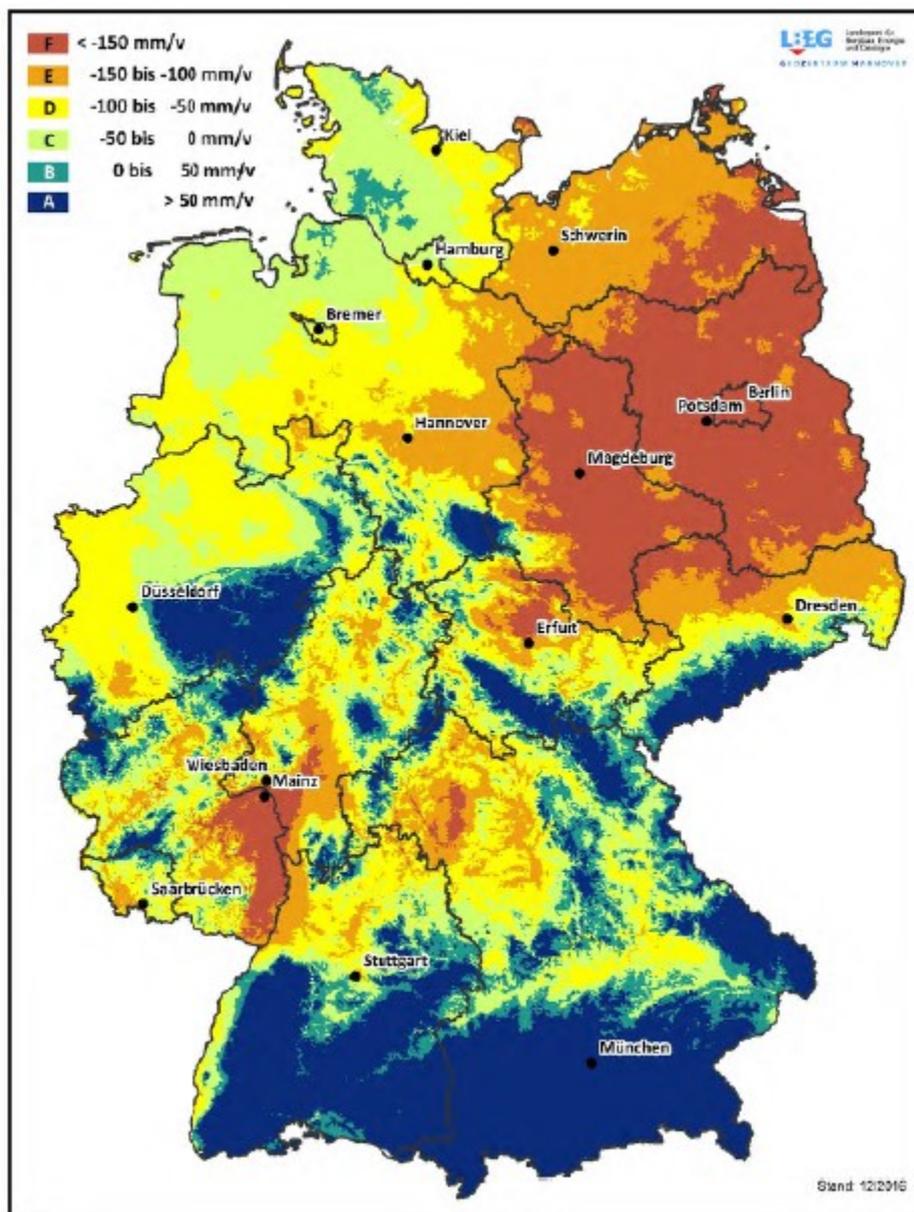


Abb. 2: Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode (April bis September) für Deutschland im Zeitraum 1981 – 2010 (Grafik: NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (L:EG), basierend auf Daten des Deutschen Wetterdienstes)

Wie der Abb. 2 zu entnehmen ist, befindet sich Sachsen-Anhalt bis auf den Harz, den westlichen Bereichen des nördlichen Harzvorlandes, der Altmark, den südlichen Bereichen der Saale-Muschelkalkplatten und des Zeitzer Buntsandsteinplateaus komplett im Klimaraum F. Mit zunehmender östlicher Richtung erreichen die klimatischen Wasserbilanzen im Zeitraum April bis September verbreitet Werte < -200 bis -250 mm, in Einzelfällen auch darunter (s. Abb. 4). Diese niedrigen Werte finden in den Bemessungsrichtwerten nach DWA-M 590 jedoch keine gesonderte Berücksichtigung.

Die Zusatzwasserbedarfsmengen der landwirtschaftlichen Hauptkulturen im Klimaraum F für mittlere Trockenjahre werden im nächsten Schritt unter Berücksichtigung des mittleren Bodenwasserspeichervermögens des Berechnungsschlages für nFK_{we}-Klassen bemessen und sind der Tab. 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf in mittleren Trockenjahren im Klimaraum F gemäß DWA-M 590

Fruchtart	nFK _{we} -Klasse							
	nFK _{we} [mm]							
	1 bis 2 < 90		3 90 bis 140		4 > 140 bis 200		5 > 200	
	Zusatzwasserbedarf mittleres Trockenjahr [mm/a]							
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
Kartoffel	130	150	90	130	60	90	0	60
Zuckerrübe	130	155	80	130	45	80	0	45
Silomais	85	110	45	85	10	45		
Winterweizen	130	155	85	130	50	85	0	50
Sommergerste	110	130	70	110	40	70	0	40
Sonstiges Getreide	90	110	55	90	30	55	0	30
Winterraps	65	85	35	65	15	35	0	15

Für alle anderen nicht in Tab. 2 aufgeführten Fruchtarten sowie für Gemüse, Obst und Sonderkulturen wird im DWA-Merkblatt M 590 eine Vorgehensweise analog TGL 46200 sowie des Geisenheimer Modells (PASCHOLD ET AL. 2007) vorgeschlagen.

TGL 46200

Im Jahre 1985 trat die TGL 39477/03 (1985) in Kraft, die die Grundlage für die Bemessung des Zusatzwasserbedarfs für 18 landwirtschaftlichen Fruchtarten, 38 Gemüsearten und 16 Obstarten bildete. Nach umfangreichen Forschungsarbeiten unter Leitung von BREITSCHUH & ROTH (1989) erschien im Januar 1990 in der Zeitschrift „Standardisierung Land- Forst und Nahrungsgüterwirtschaft“ die Ankündigung des Entwurfs zur TGL 46200/03 (PEFFERKORN & ZENNER 1990), die im Januar 1991 in Kraft treten sollte, wozu es nach der Wiedervereinigung nicht kam. In der TGL 46200 wurde das Fruchtartenspektrum auf insgesamt 220 Fruchtarten und Anbauverfahren zur

Gewährleistung einer 50%- (Mitteljahr) und 80%-Versorgungssicherheit (mittleres Trockenjahr) erweitert.

Als Grundlage für die Richtwerte dienten langjährige Ergebnisse aus Beregnungsversuchen und Lysimeteruntersuchungen, Modellierungen sowie praktische Beregnungserfahrungen aus der Anwendung von BEREST (Programm zur Beregnungssteuerung). Die Richtwerte gelten für das nordostdeutsche Tiefland mit Jahresniederschlägen < 600 mm, was einer Niederschlagssumme in der Hauptvegetationszeit April bis September von < 350 mm entspricht (siehe Abb. 3). Zur Anpassung an die standortspezifischen klimatischen Gegebenheiten wurde die Anwendung eines Niederschlagskorrekturkoeffizienten empfohlen. Inwieweit die Richtwerte ohne vorherige Anpassung in Gebieten außerhalb des ursprünglichen Gültigkeitsbereiches genutzt werden können, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden.

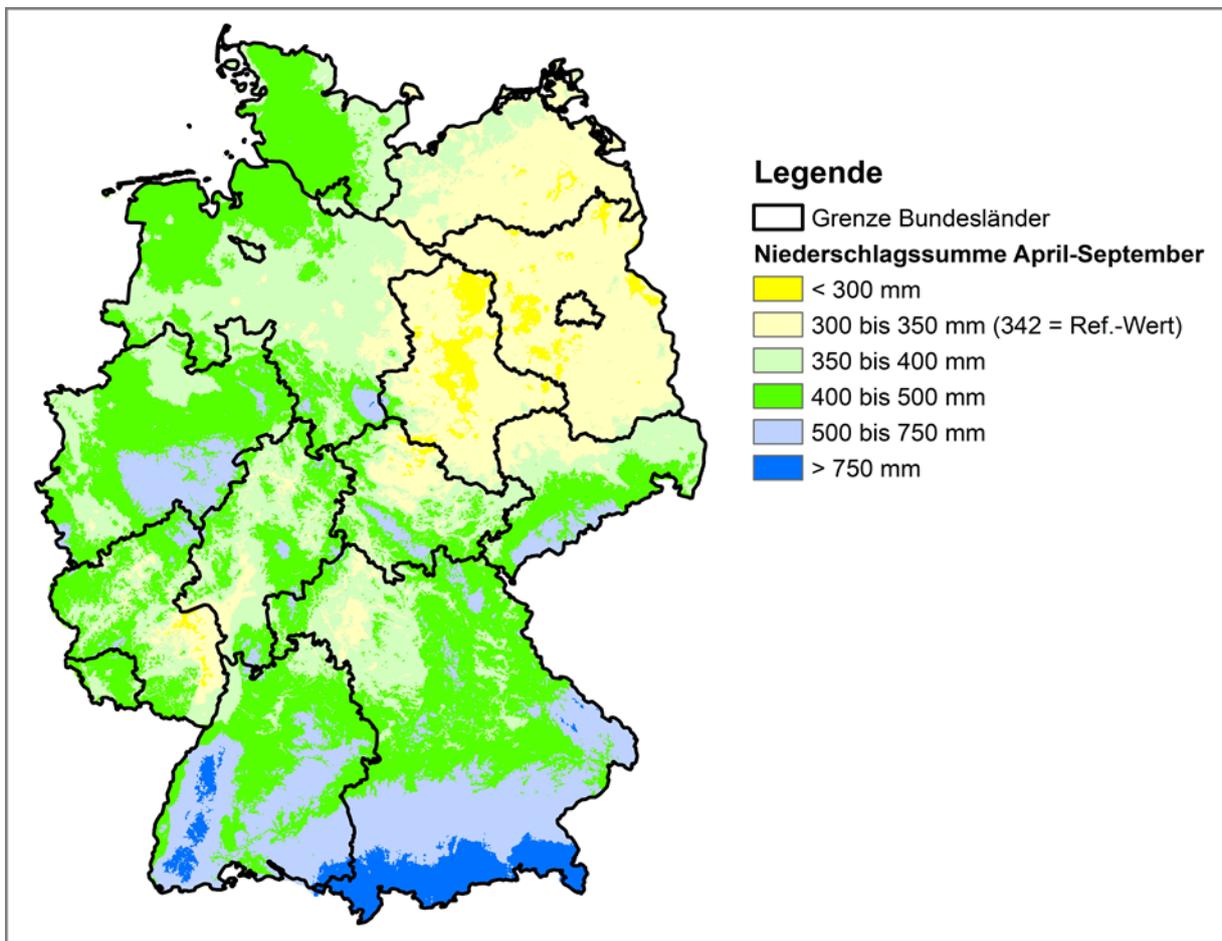


Abb. 3: Niederschlagssumme der Hauptvegetationsperiode April bis September für Deutschland im Zeitraum 1991 bis 2020 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

Analog der Vorgehensweise nach DWA-M 590 untergliedert sich der Bodenwasserspeicher und damit das Bodenwasserbereitstellungsvermögen in vier Gruppen. Die Klassengrenzen entsprechen denen der DWA-M 590 zugrunde liegenden Einteilung. Ursprünglich wurden diese vier Gruppen direkt aus den Standorttypen der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) abgeleitet. Auf Grund aktueller Auswertungen durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt liegen diese nunmehr auch für die Vorläufige Bodenkarte 1:50.000 (VBK50), der aktuellen amtlichen Bodenkarte für Sachsen-Anhalt, vor.

Empfehlung für die Berechnung des Zusatzwasserbedarfs im Klimaraum F

Den Empfehlungen im Leitfaden liegen vergleichende Berechnungen zur Bemessung des Zusatzwasserbedarfs anhand von 3 Modellbetrieben in Sachsen-Anhalt zu Grunde. Dabei zeigt sich, dass im nordostdeutschen Tiefland aufgrund der hier herrschenden, niederschlagsbenachteiligten subkontinentalen und kontinentalen Klimabedingungen mit mittleren klimatischen Wasserbilanzen in der Hauptvegetationsperiode April bis September von $\ll -150$ mm (in den mittleren und östlichen Bereichen Sachsen-Anhalts bis -250 mm) bei Anwendung des DWA-M 590 (deutlich) geringere Mengen an Zusatzwasser für landwirtschaftliche Beregnungsfruchtfolgen ermittelt werden, als das bei Anwendung der TGL 46200 der Fall ist.

Die unterschiedliche Ausweisung des Zusatzwasserbedarfs ist damit zu begründen, dass der Geltungsbereich der TGL explizit auf den niederschlagsbenachteiligten Klimaraum mit jährlichen Niederschlägen < 600 und damit für KWB $\ll -150$ mm beschränkt ist, was dem Klimaraum F des DWA-Merkblattes entspricht. In Abb. 4 wurde der Klimaraum F weiter differenziert. Es wird ersichtlich, dass großflächig der Wert von -200 mm (F2), im äußersten Osten sogar -250 mm (F3) unterschritten wird.

Im Ergebnis der Vergleichsberechnungen wird für diesen Klimaraum, der den Klimaraum F des DWA-Merkblattes umfasst, in Erweiterung der Empfehlungen des DWA-M 590 die Nutzung der Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf sowie die standortspezifische Niederschlagskorrektur für die landwirtschaftlichen Kulturarten gemäß TGL 62000/03 empfohlen und in Sachsen-Anhalt zur Anwendung gebracht.

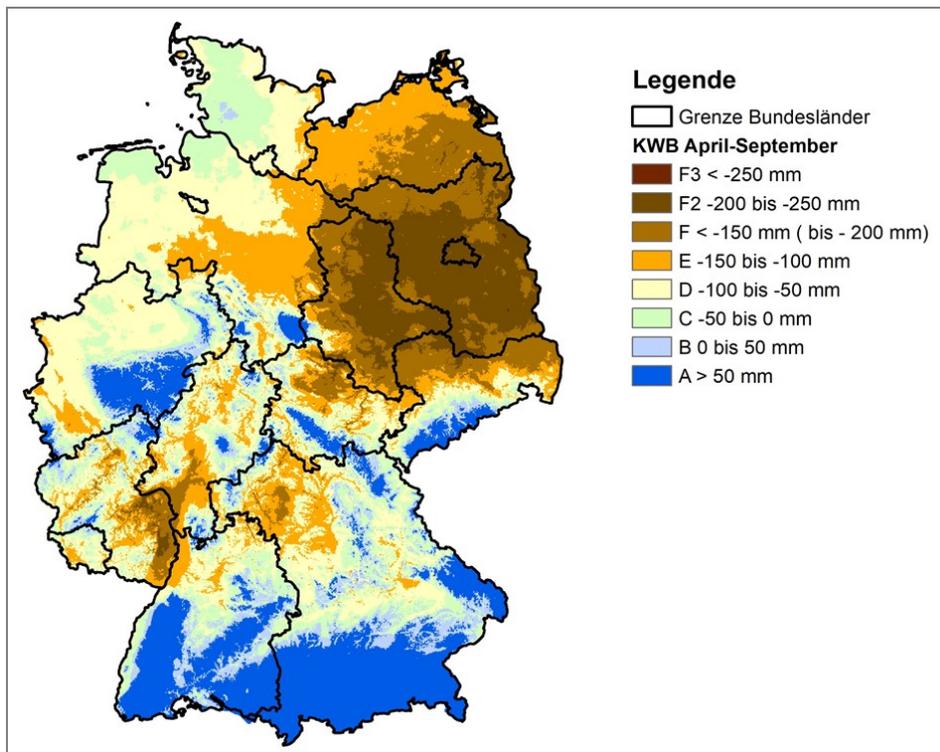


Abb. 4: Klimatische Wasserbilanz der Hauptvegetationsperiode April bis September im Zeitraum 1991 bis 2020 und Unterteilung Klimaraum F (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

3. Standortparameter Boden, Niederschlag und fruchtartenspezifische Richtwerte

Für die Bemessung des Zusatzwasserbedarfs werden folgende Standortinformationen und Richtwerte benötigt und für Sachsen-Anhalt bereitgestellt.

Standortinformationen

Maßgeblich für die Bemessung des Zusatzwasserbedarfs ist die Kenntnis des standortspezifischen Bodenwasserbereitstellungsvermögens der Beregnungsschläge. Dieses wird durch die nutzbare Feldkapazität (nFK) im effektiven Wurzelraum (We) gekennzeichnet.

nFK (nutzbare Feldkapazität [V.-%]) = Anteil des pflanzenverfügbaren Bodenwassers
= Wasseranteil bei Feldkapazität [V.-%] - Wasseranteil am permanenten Welkepunkt [V.-%] innerhalb einer bestimmten Bodenschicht

We (effektiver Wurzelraum [dm]) = Tiefenbereich des Bodens, der in einem mittleren Trockenjahr durch die Wasseraufnahme der Pflanzenwurzeln bis zum permanenten Welkepunkt ausgeschöpft werden kann.

Beide Kennwerte sind substratabhängig, der effektive Wurzelraum zudem fruchtartenspezifisch. Für die Kennzeichnung des Bodenwasserhaushaltes wird jedoch in der Regel ein mittlerer Wert verwendet, der das Fruchtartenspektrum am Standort abdeckt. Die Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers innerhalb des effektiven Wurzelraums (nFK_{We} [mm]) ist der Anteil des Bodenwassers (nFK [V.-%]) bezogen auf die Mächtigkeit (Tiefe) des effektiven Wurzelraums (We [dm]).

Die Fähigkeit des Bodens zur Bereitstellung/Speicherung von Bodenwasser für das Pflanzenwachstum wird als Bodenwasserbereitstellungsvermögen bezeichnet und untergliedert sich nach TGL 46200 (analog nach DWA-M 590/NIBIS, hier als nFK_{We} -Klasse bezeichnet) in:

Bodenwasserbereitstellungsgruppe (BWG)	nFK_{We} [mm]
niedrig (Klasse 1 und 2)	< 90
mittel (Klasse 3)	90 bis < 140
hoch (Klasse 4)	140 bis < 200
sehr hoch (Klasse 5)	= > 200

Das Bodenwasserbereitstellungsvermögen der landwirtschaftlich genutzten Flächen Sachsen-Anhalts, welches auf Basis der Boden-Relief-Funktionsauswertung des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (BOREL, Stand 2020) der Vorläufigen Bodenkarte 1:50.000 Sachsen-Anhalt (VBK50) ermittelt wurde, ist Abb. 5 zu entnehmen.

Die tabellarischen Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf der landwirtschaftlichen Fruchtarten haben eine Gültigkeit für mittlere Niederschlagsverhältnisse im nordostdeutschen Tiefland mit Jahresniederschlagsmengen von 500 bis 600 mm. Innerhalb des Berechnungszeitraumes April bis September verteilen sich hier die mittleren Niederschlagsmengen, wie in Tab. 3 aufgeführt. Der Referenzwert der mittleren Niederschlagssumme im nordostdeutschen Tiefland beträgt demnach im Berechnungszeitraum April bis September 342 mm.

Die Anpassung des mittleren an den standortspezifischen Zusatzwasserbedarf erfolgt über einen Niederschlagskorrekturkoeffizienten:

$$ZWB_{ST} = ZWB_{RF} \cdot k \quad (Gl. 1)$$

wobei

ZWB_{ST} standortspezifischer Zusatzwasserbedarf [mm]

ZWB_{RF} Zusatzwasserbedarf unter Referenzbedingungen [mm]

k Niederschlagskorrekturkoeffizient

$$k = N_{RF}/N_{ST} \quad (Gl. 2)$$

N_{RF} Mittlere Niederschlagssumme im nordostdeutschen Tiefland (Tab. 3)

N_{ST} Mittlere Niederschlagssumme am Standort (Betrieb, Berechnungsabteilung) aus Anlage 1 oder Agraratlas Sachsen-Anhalt

k kann optional direkt aus Anlage 2 entnommen werden

Tab. 3: Mittlere Niederschlagssummen [mm] im nordostdeutschen Tiefland (Quelle: TGL 46200)

Zeitraum	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Monatssumme	43	54	68	67	64	46
Dekade	14	18	23	22	21	15
Halbdekade	7	9	11	11	11	8

Die Niederschlagssummen der Monate April bis September für die 30-jährige Referenzperiode 1991 bis 2020 zeigt Abb. 6.

Die genannten Standortkennwerte sind in den **Anlagen 1 und 2** zusammengefasst und digital im **GIS-Auskunftssystem des Landes Sachsen-Anhalt** verfügbar. Nach Fertigstellung des web-basierten **Agraratlas Sachsen-Anhalt** sind die Daten auch für Landwirtschaftsbetriebe, Berater und Ingenieurbüros online als WMS-Dienst abrufbar.

Bei den Niederschlagssummen handelt es sich um Raster-Daten mit einer Rasterweite von 1km. Die Bodenwasserbereitstellungsgruppe ist eine shape-Datei, deren Datenbank für jede Kontur den kompletten Datensatz (Bodenwasserbereitstellungsgruppe, mittlere Monatsniederschläge April bis September der Periode 1991 bis 2020, Niederschlagskorrekturfaktoren April bis September) enthält.

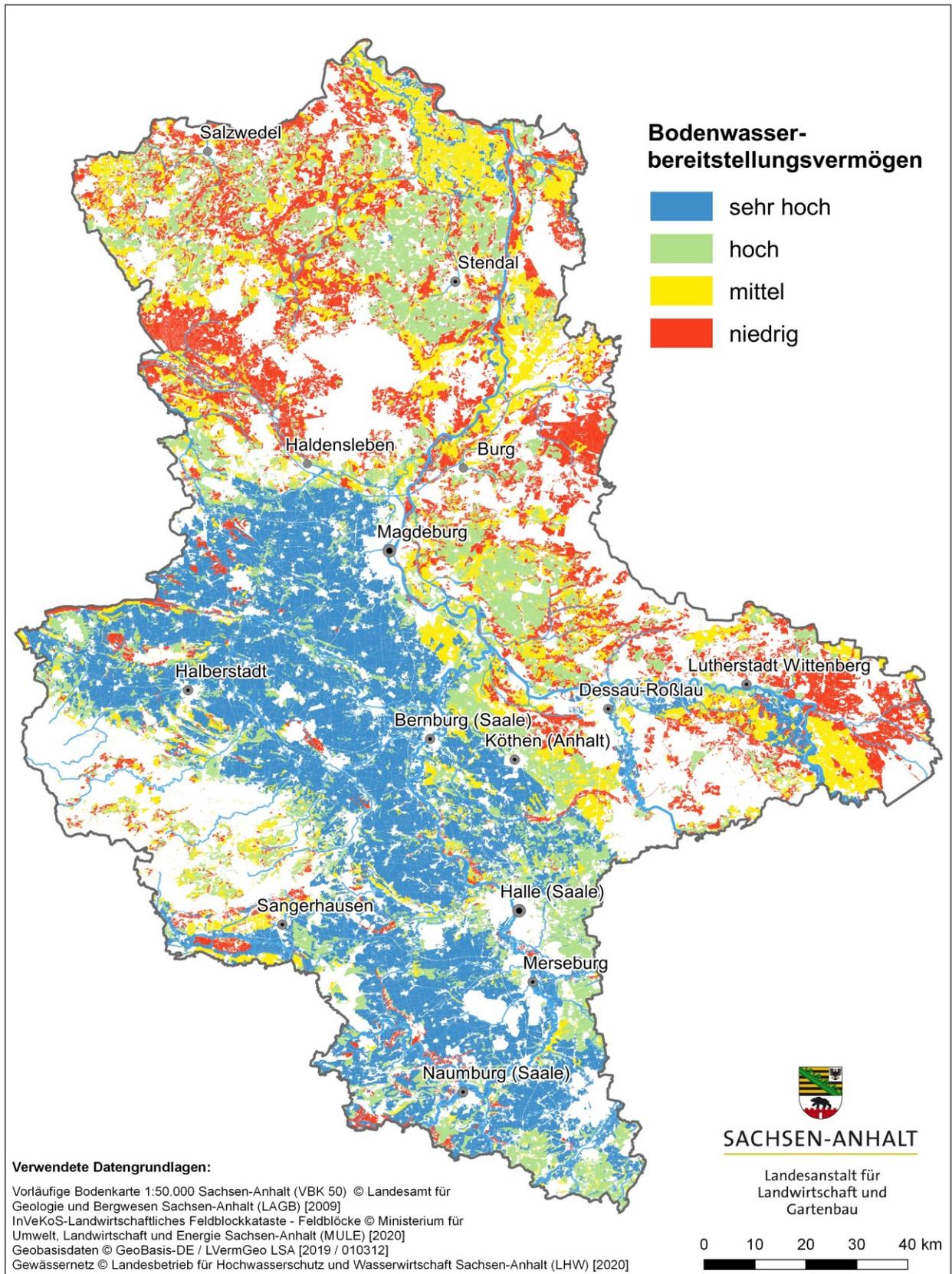


Abb. 5: Bodenwasserbereitstellungsvermögen der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Sachsen-Anhalt

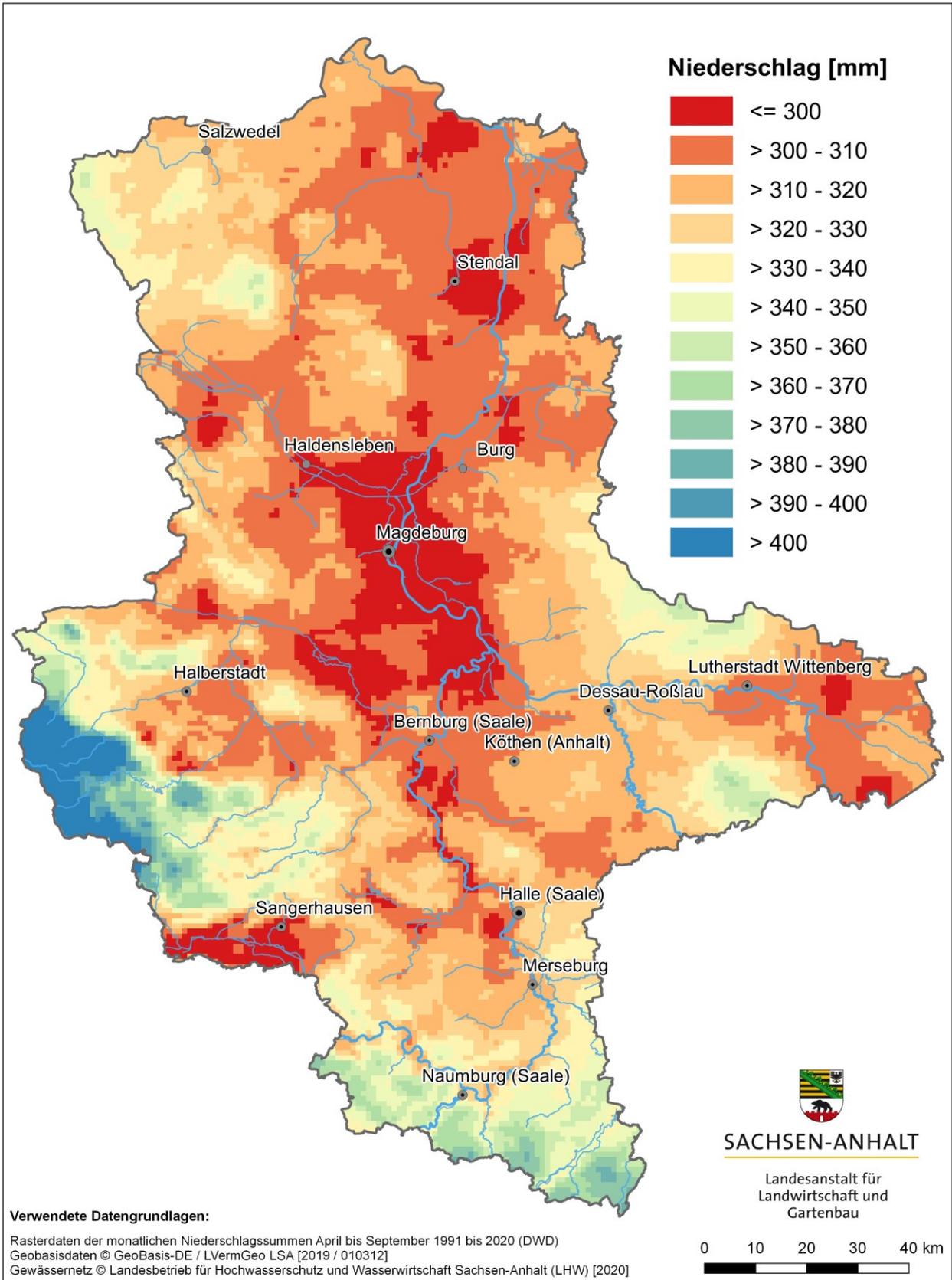


Abb. 6: Mittlere Niederschlagssummen in Sachsen-Anhalt von April bis September (Referenzperiode 1991 bis 2020)

Richtwerte Zusatzwasserbedarf

In der TGL 46200 sind die mengenmäßigen und zeitlichen Richtwerte für den mittleren Zusatzwasserbedarf für 220 Fruchtarten bzw. Anbauformen aufgeführt. Nach BREITSCHUH & ROTH (1989) wurden diese Richtwerte in zahlreichen Modell- und Feldversuchen ermittelt. Für weiterführende Literatur hierzu sowie für die detaillierte methodische Vorgehensweise wird auf diese Literaturquelle verwiesen.

Nachfolgend sind in Tab. 4 auszugsweise die Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf der landwirtschaftlichen Hauptkulturen in mittleren Trocken- sowie Normaljahren, untergliedert nach der Gruppe des Bodenwasserbereitstellungsvermögens, aufgeführt.

Tab. 4: Richtwerte Zusatzwasserbedarf für landwirtschaftliche Kulturen

Fruchtart	Trockenjahr				Normaljahr			
	Gruppe Bodenwasserbereitstellungsvermögen							
	n	m	h	sh	n	m	h	sh
Ackerbohne	100	100	70	60	55	55	35	25
Futtererbse	70	55	45	35	40	25	20	10
Kartoffel früh	120	110	90	80	80	70	55	45
Kartoffel spät	150	140	115	110	100	80	60	55
Luzerne 1. Nj.	150	150	120	80	80	80	50	0
Luzerne 2. Nj.	90	90	60	30	45	45	20	0
Luzernegras 1. Nj.	200	170	150	130	130	100	80	70
Luzernegras 2. Nj.	140	110	90	70	80	50	30	20
Mais	150	135	110	100	100	80	60	45
Sojabohne	75	60	40	20	40	30	15	0
Sommergerste/ Getreidegemenge	105	90	75	55	65	50	35	20
Sommerroggen	105	90	0	0	65	50	0	0
Sommerweizen/ Hafer	115	100	75	55	75	60	35	20
Sommerzwischen- frucht Frühsaat	80	80	50	50	50	50	30	30
Sommerzwischen- frucht Spätsaat	65	60	40	40	40	35	20	20
Triticale	100	80	60	35	60	40	25	10
Winterraps	50	35	0	0	25	15	0	0
Winterroggen/ Wintergerste	80	60	45	25	50	30	20	5
Winterweizen	130	110	80	45	80	60	40	15
Winterzwischenfrucht	30	0	0	0	15	0	0	0
Zuckerrübe	165	150	120	110	110	90	65	55

Erläuterungen

Gruppen Bodenwasserbereitstellungsvermögen: n – niedrig; m – mittel; h – hoch; sh – sehr hoch

Nj. – Nutzungsjahr

Das Normaljahr widerspiegelt den langjährigen, mittleren Niederschlag, das mittlere Trockenjahr hingegen den Mittelwert der 40 % der trockensten Jahre (=12 Jahre) jeweils bezogen auf eine 30-jährige Beobachtungsreihe. Somit deckt das mittlere Trockenjahr die 80 % Eintrittswahrscheinlichkeit ab. In den verbleibenden 20 % der Jahre (= 6 Jahre), die extreme Trockenjahre darstellen, kann der Zusatzwasserbedarf mit den angegebenen Mengen nicht gedeckt werden.

Für die Bemessung von (Sonder)Kulturen, Gemüse, Obst, die in Tab. 4 nicht enthalten sind, wird die Nutzung des Rechentools „ZUWAST“ (siehe Kapitel 5) empfohlen.

Die in Tab. 5 angegebenen Berechnungszeitspannen gelten für eine normale Bestandsentwicklung bei Einhaltung der praxisüblichen Bearbeitungstermine. Sie basieren auf mittleren phänologischen Entwicklungsabschnitten und wurden durch die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt für die aktuellen Klimabedingungen angepasst. Als Datengrundlage wurden die Beobachtungen des Landessortenversuchswesens sowie Auswertungen des DWD zur phänologischen Entwicklung von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen (DWD 2020) herangezogen.

Tab. 5: Berechnungszeitspannen nach phänologischen Entwicklungsabschnitten (Auswahl)

Fruchtart	Beginn	Ende
ausd. Weidelgras – 2. Nj.	Mitte des ersten Aufwuchses	2. Hälfte des letzten Aufwuchses
einj. Weidelgras.	Mitte des ersten Aufwuchses	2. Hälfte des letzten Aufwuchses
Luzernegras - 2. Nj	Mitte des ersten Aufwuchses	2. Hälfte des letzten Aufwuchses
Getreide	Schoßbeginn (EC 31)	Beginn Gelbreife (EC 85)
Körner-/Ackerbohne	Blühbeginn	Beginn Gelbreife
Kartoffel RG 1/2	kurz vor Beginn Knospenbildung (EC 09)	kurz vor Erntebeginn
Kartoffel RG 3 bis 5	Knospenbildung/Knollenansatz (EC 10)	deutliche Blattvergilbung (EC 24)
Mais	6-7-Blattstadium	Beginn Milchwachsreife
Zucker-/Futterrübe	nach Bestandsschluss (EC 42)	3 bis 4 Wochen vor Erntebeginn
Winterraps	nach Mitte April	Blühende (EC 66)

Erläuterung

- ausd. – ausdauerndes
- einj. - einjähriges
- Nj. - Nutzungsjahr
- RG - Reifegruppe

4. Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs für die Standortverhältnisse Sachsen-Anhalts

Für die Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs landwirtschaftlicher Kulturen, aber auch von Gemüse, Obst und Sonderkulturen wird die Nutzung des Rechentools „ZUWAST“ empfohlen. Hinweise zu dessen Nutzung werden im Kapitel 5 gegeben. Um die im Rechentool programmtechnisch hinterlegte Vorgehensweise zu verdeutlichen, wird diese im Folgenden anhand eines Beispiels für eine Beregnungsabteilung bestehend aus 3 Schlägen (Schlag A: 50 ha, Schlag B: 20 ha, Schlag C: 30 ha) dargelegt.

Da davon auszugehen ist, dass häufig innerhalb eines Feldblockes nur Teilschläge für eine Beregnung erschlossen werden, wurde innerhalb der begleitenden Fachgruppe entschieden, die Zuweisung manuell nach dem überwiegenden Flächenanteil vorzunehmen. Die daraus resultierende Situation aus der Lage der Schläge und dem standortspezifischen Bodenwasserbereitstellungsvermögen ist in Abb. 7 dargestellt.

Durch den Bearbeiter ist eine subjektive Einschätzung der Situation im Bereich der Beregnungsschläge und die Eingruppierung in die mittleren/überwiegenden Verhältnisse vorzunehmen.

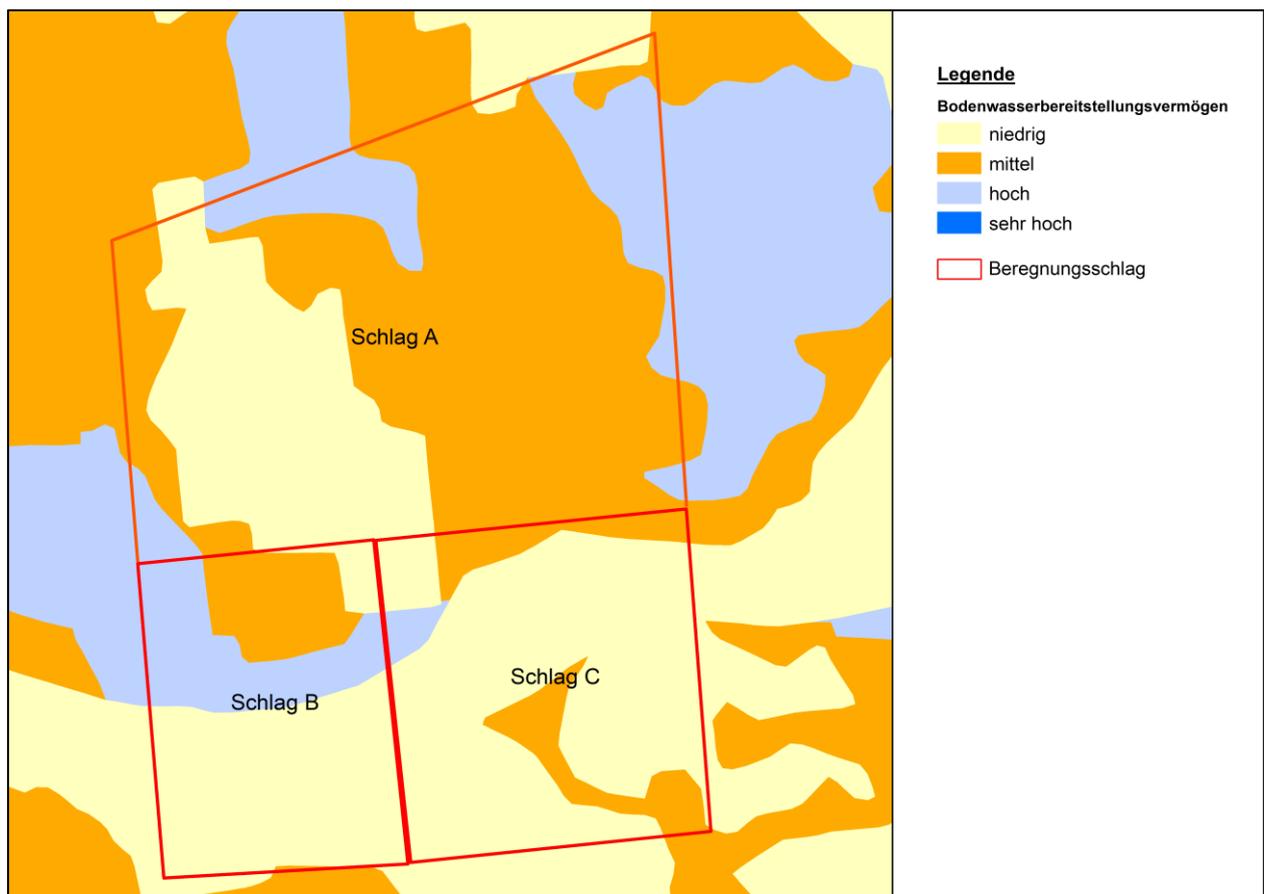


Abb. 7: Beispielschläge und standortspezifisches Bodenwasserbereitstellungsvermögen

Für die in Abb. 7 dargestellten Verhältnisse werden folgende Eingruppierungen der BWG festgelegt:

Schlag A:

überwiegend mittleres, mit Anteilen von niedrigem und hohem Bodenwasserbereitstellungsvermögen

Eingruppierung: mittel

Schlag B:

überwiegend mittleres, mit Anteilen von niedrigem und hohem Bodenwasserbereitstellungsvermögen

Eingruppierung: mittel

Schlag C:

überwiegend niedriges, mit geringen Anteilen mittlerem Bodenwasserbereitstellungsvermögen

Eingruppierung: niedrig

Innerhalb der Beregnungsabteilung besteht die angenommene Fruchtfolge aus Winterweizen – Wintergerste – Silomais. Ausgehend von den Schlaggrößen, den Beregnungszeitspannen und vom Zusatzwasserbedarf der Kulturarten gemäß Tab. 4 ist der höchste Zusatzwasserbedarf unter der Konstellation:

Schlag	Flächengröße [ha]	BWG	Fruchtart
A	50	mittel	Silomais
B	20	mittel	Wintergerste
C	30	niedrig	Winterweizen

zu erwarten.

Die Berechnung des Zusatzwasserbedarfs für eine Beregnungsabteilung erfolgt aus:

- den Anbauflächen der einzelnen Fruchtarten
- dem mittleren Zusatzwasserbedarf der jeweiligen Fruchtart für die zutreffende BWG nach Tab. 4
- der Korrektur des standortspezifischen Niederschlages im Verhältnis zum Referenzniederschlag
= Referenzniederschlag (Tab. 3)/standortspezifischer Niederschlag der Referenzperiode (siehe Gl. 2)

!!! Die aktuell zu verwendende 30-jährige Referenzperiode ist 1991 bis 2020.

Aus Gründen der Absicherung einer stabilen Wasserversorgung in der Mehrzahl der Jahre, was letztlich die Beregnungseffizienz absichert, wird empfohlen, die Bemessung und Beantragung der

für die Feldberegnung benötigten Zusatzwassermenge für ein mittleres Trockenjahr und die Fruchtfolge innerhalb der Beregnungsabteilung mit dem höchstem Wasserbedarf durchzuführen.

Das Berechnungsbeispiel für ein mittleres Trockenjahr ist in Tab. 6 dargestellt.

Tab. 6: Berechnung des jährlichen Zusatzwasserbedarfs der Beispielsabteilung für ein mittleres Trockenjahr

Schlag	Fläche [ha]	Fruchtart	BWG	mittlerer ZWB Tj. [mm/a]	Korrektur	standortsp. ZWB Tj. [mm/a]	standortsp. ZWM Tj. [Tm ³ /a]
1	2	3	4	5	6	7	8
A	50	Silomais	mittel	135	1,09	146	73,5
B	20	Wintergerste	mittel	60	1,10	66	12,0
C	30	Winterweizen	niedrig	130	1,10	143	39,0
Zusatzwassermenge Beregnungsabteilung mittleres Trockenjahr							124,5

Erläuterung

Spalte 4: BWG - Bodenwasserbereitstellungsgruppe

Spalte 5: ZWB Tj, - Zusatzwasserbedarf im mittleren Trockenjahr aus Tab. 2

Spalte 6: Niederschlagskorrekturfaktor nach Gl. 2

Spalte 7: standortsp. ZWB_{ST Tj.} – standortspezifischer Zusatzwasserbedarf im mittleren Trockenjahr (nach Gl. 1)
= ZWB_{RF} (Spalte 5) * k (Spalte 6)

Spalte 8: standortsp. ZWB Tj. – standortspezifische Zusatzwassermenge im mittleren Trockenjahr
= Fläche Beregnungsschlag (Spalte 2) * standortsp. ZWB_{ST Tj} (Spalte 7) / 100

Tab. 7: Beispiel der Ermittlung des Niederschlagskorrekturfaktors

Fruchtart	Beregnungszeitspanne		Referenzniederschlag nach Tab. 3 [mm]	Niederschlag am Standort [mm]	Korrektur
	von	bis			
Silomais	Juni	September	245	225	1,09
Wintergerste	Mai	Juni	122	111	1,10
Winterweizen	Mai	Juni	122	111	1,10

Niederschlag am Standort (Beispiel); Datenquelle: GIS-Auskunftssystem/Agraratlas

April: 29 mm, Mai: 52 mm, Juni: 59 mm, Juli: 64 mm, August: 60 mm, September: 42 mm

z. B. Silomais: 59 mm + 64 mm + 60 mm + 42 mm = 225 mm

5. Rechentool „ZUWAST“ zur Ermittlung des Zusatzwasserbedarfs in der Feldberechnung Sachsen-Anhalts

Das Excel-Tool ZUWAST (Zusatzwasser Sachsen-Anhalt) stellt eine Umsetzung des DWA-Merkblattes M-590 für die Berechnung des Zusatzwasserbedarfs landwirtschaftlicher Hauptkulturen, Obst und Gemüse für die Klimaverhältnisse Sachsen-Anhalts dar, wobei für den Klimaraum F (Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode < - 150 mm) auch für die Ackerfruchtarten der Zusatzwasserbedarf analog der Vorgehensweise für Obst und Gemüse gemäß TGL 46200-3 (Entwurf 1990) angesetzt wird.

Das Tool kann für die Ermittlung des maximalen Zusatzwasserbedarfs von einzelnen Berechnungsschlägen (max. 50) oder von Berechnungsabteilungen (Brunnen, max. 10) für statische Anbauverhältnisse oder für Fruchtfolgen (max. 6 jährige) genutzt werden.

Benötigte Eingangsdaten

- Mittlere langjährige Niederschlagssummen der Monate April bis September (Zeitreihe 1991 bis 2020; Quelle: GIS-Auskunftssystem Sachsen-Anhalt oder Anlage 1)
- Erschlossene Fläche des Berechnungsschlages
- Berechnungsfruchtart (bzw. -fruchtfolge)
- Mittlere Bodenwasserbereitstellungsgruppe (BWG) oder mittlere nutzbare Feldkapazität [mm] des Berechnungsschlages (Quelle: GIS-Auskunftssystem Sachsen-Anhalt oder Anlage 1)

Vorgehensweise

Die Eingabe der Daten erfolgt über 2 Arbeitsblätter:

I. Arbeitsblatt: **Eingabe Betriebsdaten**

1. Angaben zum antragstellenden Betrieb (optional)
2. Eingabe der mittleren langjährigen Niederschlagssummen der Monate April bis September (optional, erfolgt keine Eingabe, wird keine niederschlagsabhängige Korrektur des Zusatzwasserbedarf durchgeführt)
3. Auswahl Niederschlagsjahr: Der Standard ist das Trockenjahr und erfolgt durch Setzen eines x. Durch Löschen des x-Symbols in der grün markierten Zeile wird die Berechnung für das Normaljahr durchgeführt.
4. Auswahl Verfahren Bodenwasser: Der Standard ist die BWG und erfolgt durch Setzen eines x. Durch Löschen des x-Symbols in der grün markierten Zeile wird die Berechnung für mittlere nFK-Werte (jeweils gerundet auf volle 10 mm) durchgeführt.
5. Optionale Eingabe individueller Zusatzwasserbedarfsrichtwerte (max. 10) zum Vergleich der Normwerte mit regionalen Erfahrungswerten o. ä.

II. Arbeitsblatt: **Eingabe Schlagdaten**

1. Schlagbezeichnung (Pflichteingabe)
2. Berechnungsabteilung ([Zahl von 1 bis 10], optional; Pflichteingabe, falls Auswertung für Berechnungsabteilungen erfolgen soll)
3. Erschlossene Fläche [ha] ([Zahl], Pflichteingabe)
4. BWG über Auswahlmenü oder nFK [mm] (Pflichteingabe gemäß Vorgabe im Blatt Betriebsdaten; nFK: [Zahl], auf volle 10 mm Schritte gerundet: min. 70 mm, max. 400 mm)
5. Zu berechnende Fruchtarten über Auswahlmenü (mit der Eingabe der Fruchtart werden die jeweiligen Zusatzwasserbedarfsrichtwerte in der blau hinterlegten Zeile angezeigt)

Ergebnisübersichten Zusatzwasserbedarfsmengen

I. Arbeitsblatt: **Übersicht ZWB Schläge**

Für Einzelschläge mit statischen Verteilungen oder Fruchtfolgen

→ Zusatzwasserbedarf der Schläge, Aufsummierung für Fruchtfolgejahr, maximaler Zusatzwasserbedarf

II. Arbeitsblatt: **Übersicht ZWB Abteilungen**

Für Berechnungsabteilungen

→ Zusatzwasserbedarf der Abteilungen, Aufsummierung für Fruchtfolgejahr, maximaler Zusatzwasserbedarf

III. Ausgabeprotokoll

6. Literatur

- Breitschuh, G. und D. Roth (1989): Richtwerte, Empfehlungen und Methoden zur Vorbereitung und Nutzung von Beregnungsanlagen. – In: Forschungsabschlussbericht, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, unveröffentlicht
- Bug, J., Heumann, S., Müller U. und A. Waldeck (2020): Auswertemethoden im Bodenschutz – Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). – In: GeoBericht 19, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover
- DWA (2019): DWA-M 590 `Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung. – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef
- Müller U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz: Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 321 S..
- Paschold, P.-J., Kleber, J. und N- Mayer (2007): Geisenheimer Bewässerungssteuerung. –: http://p14832.typo3server.info/uploads/media/Geisenheimer_Steuerung.pdf-download
10.11.2020
- Renger, M.; Strebel, O. (1982): Beregnungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Niedersachsen. In: Geol. Jb. , F 13, S. 3–66
- TGL 39477/03 (1985): Verfahren der Pflanzenproduktion, Beregnung - Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf.
- TGL 46200/03 (Entwurf 1990): Verfahren der Pflanzenproduktion, Beregnung - Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf
- Pefferkorn, R. und I. Zenner (1990): Verfahren der Pflanzenproduktion; Beregnung - Erläuterung von Standardentwürfen. – In: Zeitschrift Standardisierung Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, Berlin, Heft 1, S. 8 - 11.

Impressum

- Herausgeber: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg
Telefon: 03471/334 0
Fax: 03471/334 105
E-Mail: Poststelle@llg.mule.sachsen-anhalt.de
Website: <https://www.llg.sachsen-anhalt.de>
- Redaktion: Dr. Matthias Schrödter
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
E-Mail: matthias.schroedter@llg.mule.sachsen-anhalt.de
- Autor: Dr. Michael Steininger
Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz (MISB)
Paracelsusstraße 7a - 06114 Halle (Saale)
Telefon: 0345-5505764
E-Mail: m.steininger@bodensachverstaendige.de
Website: <http://www.bodensachverstaendige.de>
- Foto Titelseite: Dr. M. Steininger
- Geobasisdaten: LVermGeo LSA (www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de) / 010312
Abbildungen 1, 5, 6
- Stand: Februar 2023
- ISSN: 2511-5855

Rechtshinweis:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, Vervielfältigung und Nutzung, auch auszugsweise, ist nur unter Quellenangabe gestattet.

