

TM 3.3 Landnutzung

TP 3.3.1 - Anpassungsstrategien für den regionalen Pflanzenbau

Produkt 3.3.1 AP e)

Version:
Status: Entwurf/final
Datum: 31.08.2012

TP 3.3.1 - Anpassungsstrategien für den regionalen Pflanzenbau

TP-Leiter: Dr. Eberhard Bröhl
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Bearbeiter: Dr. Marco Lorenz
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Kontakt: Dr. Marco Lorenz
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Waldheimer Straße 219, 01683 Nossen
Tel.: 035242-631-7002
Fax: 035242-631-7099
E-Mail: Marco.Lorenz@smul.sachsen.de

REGKLAM

Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung
Förderkennzeichen: 01 LR 0802

Koordination: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)
Weberplatz 1, 01217 Dresden
Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Bernhard Müller

www.regklam.de

Inhaltsverzeichnis

1. e.) Wasser sparende, teilschlagbezogene Berechnungs- bzw. Bewässerungssysteme in der Landwirtschaft und deren ökonomische Bewertung	4
1.1 Klimawandel.....	4
2.1 Situation der Bewässerung in Sachsen	10
3.1 Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen	15
4.1 Bewertung von möglichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel im Hinblick auf ihre Praxisrelevanz.....	24
Literatur	28
Anhang.....	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klimatische Veränderungen für die Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005 (LfULG 2009a)	4
Abbildung 2: Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz für die Regklam-Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005 (Bernhofer et al. 2010)	5
Abbildung 3: Veränderung der klimatischen Wasserbilanz in der Regklam-Region Dresden bis 2050 (LfULG 2009a)	6
Abbildung 4: Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums in der Regklam-Region Dresden (Bodenatlas Sachsen, LfUG 2008)	7
Abbildung 5: Dauer von Trockenperioden (Eine Trockenperiode beschreibt die Aufeinanderfolge von mindestens 11 Tagen, an denen die Niederschlagshöhe $\leq 1,0$ mm beträgt) (LfULG 2009a)	7
Abbildung 6: Anpassungsmaßnahmen der Landwirtschaft an klimatische Veränderungen	8
Abbildung 7: Regionale Auswirkungen des Klimawandels in Sachsen (verändert nach Albert, LfULG 2009b)	9
Abbildung 8: Potenziell bewässerbare landwirtschaftliche Freilandfläche (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)	10
Abbildung 9: Bewässerte landwirtschaftliche Freilandfläche im Jahre 2009 in Sachsen (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)	10
Abbildung 10: Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe mit Bewässerung nach Kulturen (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)	11
Abbildung 11: Menge an Bewässerungswasser für landwirtschaftliche Flächen nach Herkunft (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)	12
Abbildung 12: Landwirtschaftliche Betriebe mit Bewässerung auf Freilandflächen nach Bewässerungsverfahren (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)	12
Abbildung 13: Bewässerungsverfahren im Freiland nach DIN 19655 (1996)	14
Abbildung 14: durchschnittliche Kosten von Bewässerungsanlagen im Vergleich (Landakademie 2011)	14
Abbildung 15: Übersicht über die Kostenpositionen eines Bewässerungssystems (Landakademie 2011)	17
Abbildung 16: Beispiel für eine Kostenübersicht bei der Planung einer Bewässerungsanlage (Jäckel 2011)	17

1. e.) Wasser sparende, teilschlagbezogene Beregnungs- bzw. Bewässerungssysteme in der Landwirtschaft und deren ökonomische Bewertung

Im Rahmen des Klimawandels spielt die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen als eine mögliche Anpassungsmaßnahme (vgl. auch Abb. 6) vor allem in Regionen mit einer zunehmenden Trockenstressgefahr und abnehmender Klimatischer Wasserbilanz und bei beregnungswürdigen Kulturen zur Ertrags- und Qualitätssicherung eine wichtige Rolle. Um die Bedingungen, Möglichkeiten und zukünftige Veränderungen in Bezug auf die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen in der Regklam-Region Dresden aufzuzeigen und mögliche Konsequenzen auch z.B. im Hinblick auf ökonomische Aspekte, rechtliche Regelungen und die Umsetzung in einem Regionalen Klimaanpassungsprogramm abzuleiten, werden nachfolgend i) die regionsbezogenen Auswirkungen der Klimaveränderungen auf beregnungsrelevante Größen und ii) die derzeitigen Randbedingungen und die Situation der Bewässerung in Sachsen und der Regklam-Region dargestellt. Darauf aufbauend werden iii) Wirtschaftlichkeitsberechnungen, u.a. anhand eines Beispielbetriebes, für unterschiedliche landwirtschaftliche Kulturen herangezogen und ausgewertet, bevor iv) mögliche Anpassungsmaßnahmen, auch im Hinblick auf die Umsetzung eines integrierten regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Regklam-Region Dresden (IRKAP), aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Praxisrelevanz, Umsetzbarkeit und regionsbezogenen Anforderungen bewertet werden.

1.1 Klimawandel

Hinsichtlich der Veränderungen von Temperatur und Niederschlägen sind weniger die mittleren Jahreswerte ausschlaggebend für die landwirtschaftliche Produktion, sondern die Veränderungen bzw. Verschiebungen im Jahresverlauf, und hier besonders in der Vegetationsperiode. In Abbildung 1 sind die Veränderungen der Temperatur und des Niederschlages zwischen 1961-1990 und 1991-2005 für Dresden dargestellt (Sachsen im Klimawandel, LfULG 2009a).

Gerade die Veränderungen in den Monaten März und April, sowie Juli und August sind für die Landwirtschaft negativ zu bewerten. Auf ein um bis zu 30 % feuchteren März folgt ein deutlich wärmerer und trockenerer (-25%) April. D.h. in einer Zeit in der die wachsende Pflanze unbedingt Wasser benötigt, wird es weniger, die Frühjahrs und Frühsommertrockenheit (auch Juni) nimmt zu. Demgegenüber wurde der Juli im Durchschnitt sehr viel feuchter (um bis zu + 50%) und Juli und August deutlich wärmer. Gerade im Hinblick auf z.B. die Getreideernte ist das eine sehr negative Veränderung.

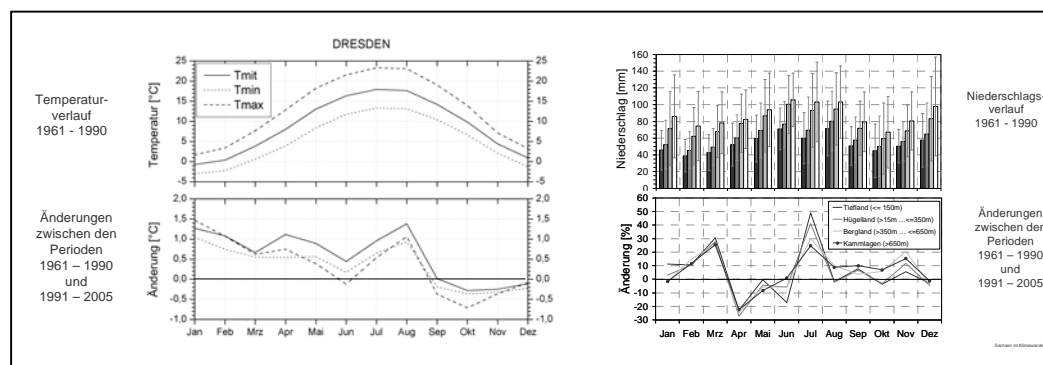


Abbildung 1: Klimatische Veränderungen für die Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005 (LfULG 2009a)

Zusammenfassend findet eine Verschiebung der Niederschläge vom Frühjahr/ Frühlommer in den Sommer statt, was in der Pflanzenproduktion dazu führt, dass in Zeiten, in denen Wasser benötigt wird, dieses fehlt, und in Zeiten in denen, zumindest beim Getreide, die Entwicklung abgeschlossen ist und eher trockene Erntebedingungen erforderlich wären, mehr Niederschlag fällt.

Für die Bestimmung der Trockenstressgefahr, auch im Hinblick auf die Veränderungen der Bewässerungswürdigkeiten, -bedürftigkeit und -anforderungen in der Region, sind die Klimatische Wasserbilanz (KWB – Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung) und die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFK) als Nachlieferungspotenzial aus dem Boden ausschlaggebend.

Abbildung 2 zeigt die Änderung der Klimatischen Wasserbilanz für die Regklam-Region zwischen 1961-1990 und 1991-2005 (Bernhofer et al. 2010). Es wird deutlich, dass sich die KWB in allen Regionen verringert. Vor allem im Norden der Regklam-Region und im Elbtal finden sich jedoch Bereiche mit negativer KWB und sehr geringen bis extrem geringen Werten. Dies sind auch die Regionen mit der höchsten Trockenstressgefahr, da hier auch vorwiegend sandige Böden mit geringem Ausgleichspotenzial vorherrschen (vgl. Abb. 4).

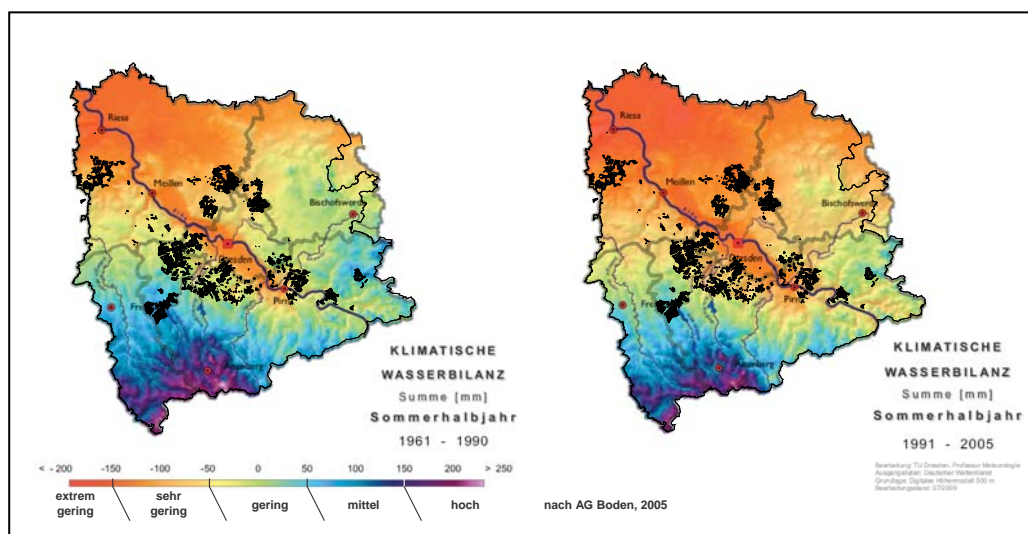


Abbildung 2: Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz für die Regklam-Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005 (Bernhofer et al. 2010)

Bis zum Jahr 2050 ist nach Untersuchungen des LfULG (2009a) mit einer weiteren Abnahme der KWB in der Regklam-Region zwischen ca. -50 bis -80 mm zu rechnen (vgl. Abb. 3). Dadurch wird sich v.a. im nördlichen Teil der Region die Versorgungssituation weiter anspannen und tendenziell zu zunehmenden Trockenstressereignissen führen.

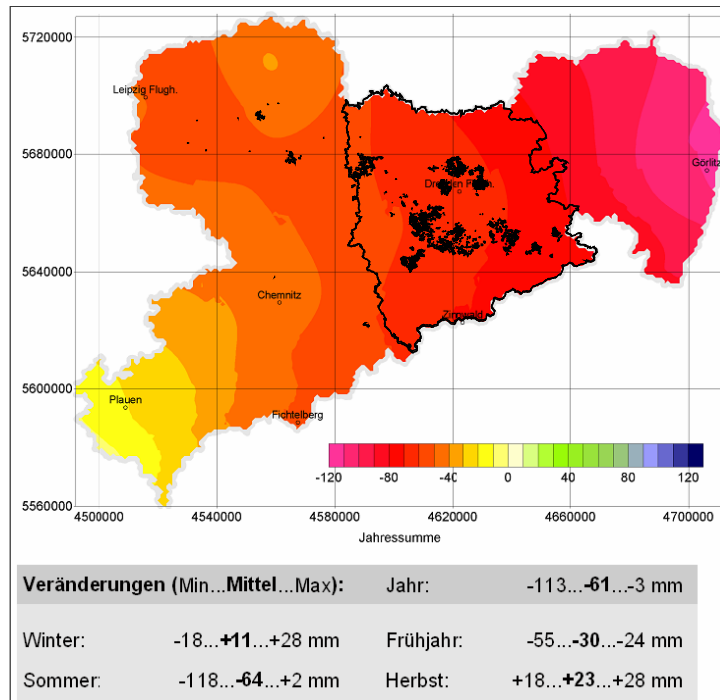


Abbildung 3: Veränderung der klimatischen Wasserbilanz in der Regklam-Region Dresden bis 2050 (LfULG 2009a)

Neben den atmosphärischen Veränderungen in Form von tendenziell zunehmender Verdunstung und abnehmenden Niederschlägen in der Vegetationsperiode spielt die Nachlieferung von Wasser aus dem Boden bzw. die Fähigkeit des Bodens zur Pufferung längerer Trockenphase eine große und zukünftig zunehmende Bedeutung. Ein Indikator hierfür ist die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums (nFK). In Abbildung 4 wird deutlich, dass die Lößböden hierbei die höchsten Werte zeigen. Substratbedingt zeigen die Sandstandorte niedrige Wert der nFK und sind u.a. auch daher (und zusätzlich abnehmenden, negativen KWB) hinsichtlich der Trockenstressgefahr in der Region am höchsten einzustufen. Die Böden der Verwitterungsstandorte im Erzgebirge und Vorland sind hinsichtlich der nFK aufgrund ihrer relativen Flachgründigkeit als mittel bis gering einzuordnen.

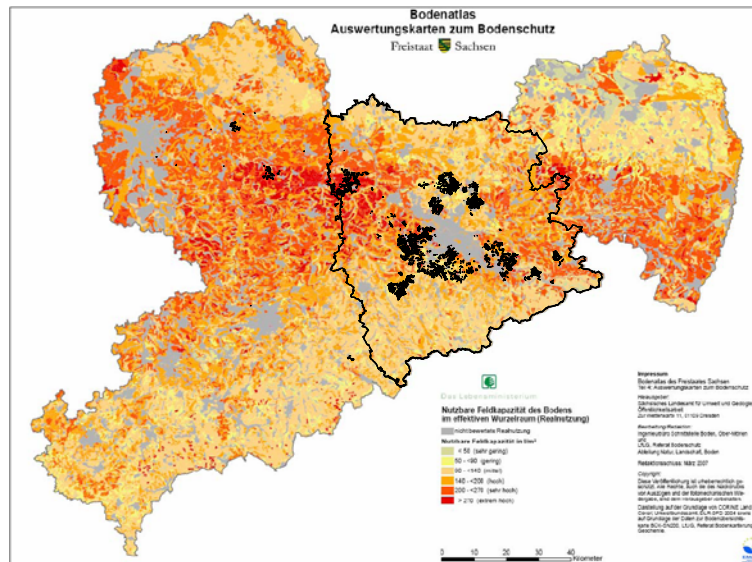


Abbildung 4: Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums in der Regklam-Region Dresden (Bodenatlas Sachsen, LfUG 2008)

In Abbildung 5 ist die Veränderung der Dauer von Trockenperioden bis 2050 dargestellt. Es zeigt sich, dass in der Regklam-Region v.a. die nördlichen Teile und das Elbtal von längeren Trockenperioden betroffen sein werden.

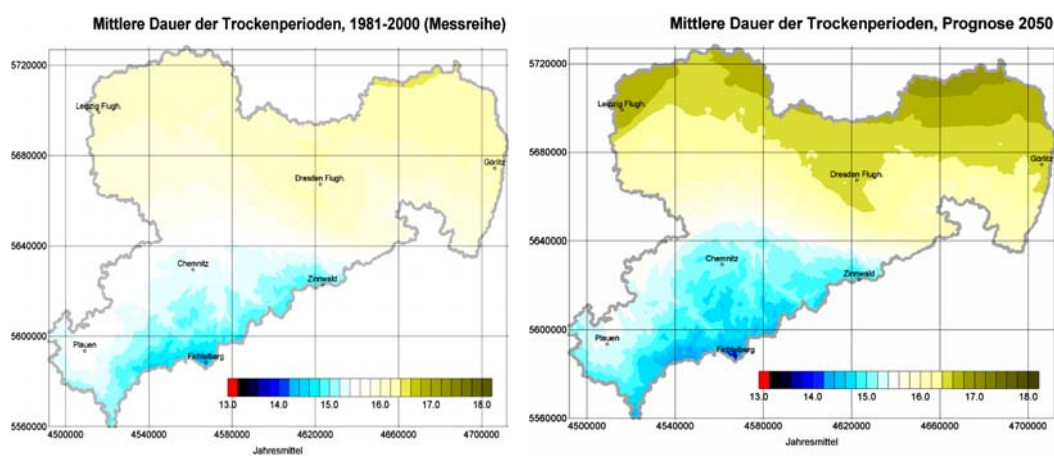


Abbildung 5: Dauer von Trockenperioden (Eine Trockenperiode beschreibt die Aufeinanderfolge von mindestens 11 Tagen, an denen die Niederschlagshöhe $\leq 1,0$ mm beträgt) (LfULG 2009a)

Durch den Klimawandel kann sich die Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen (z.B. Wasserverfügbarkeit in der Vegetationsperiode, in der Folge veränderte Verfügbarkeit von Nährstoffen) für Wachstum und Produktion verändern. Die Verknappung von Wasser und Nährstoffen in pflanzenbaulich wichtigen Phasen kann zu einer Reduktion der Produktivität aktuell genutzter landwirtschaftlicher Systeme führen. Um dem zu erwartenden Rückgang der Wasserverfügbarkeit zu begegnen, gibt es eine Reihe von Anpassungsmaßnahmen, die von der aktiven Bewässerung in Trockenphasen bis zu Acker- und Pflanzenbaulichen Maßnahmen der Bestandesführung reichen.

Die Bewässerung ist im Rahmen des Klimawandels eine von vielen Anpassungsmaßnahmen im Bereich der landwirtschaftlichen Produktion (vgl. Abb. 6). Vor allem in Regionen die von zunehmender Trockenheit, längeren Dürreperioden und einer ungünstigen Umverteilung der Niederschläge innerhalb der Vegetationsperiode betroffen sind, stellt die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen eine Maßnahme v.a. zur Ertrags- und Qualitätssicherung dar.



Abbildung 6: Anpassungsmaßnahmen der Landwirtschaft an klimatische Veränderungen

Mit zunehmendem Klimawandel ist regionsbedingt mit z.T. erheblichen Anstiegen der Temperaturen und damit auch der Verdunstung zurechnen. Bei abnehmenden Niederschlägen in der Vegetationsperiode und einer Veränderung der Niederschlagsverteilung ist z.T., wie gezeigt, mit einer deutlichen Verschlechterung der klimatischen Wasserbilanz zu rechnen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist hierbei, dass die Niederschläge ferner zunehmend in Form von Starkniederschlägen v.a. im Sommer fallen, so dass ein höherer Teil des Wassers als Oberflächenabfluss nicht den Pflanzen zur Verfügung steht und weiterhin für ein höheres Erosionsrisiko sorgt. Diese Temperatur- und Niederschlagsveränderungen sind bereits an ihren Auswirkungen in den letzten Jahren sichtbar geworden.

Am stärksten von zunehmender Trockenheit und längeren Trockenperioden sind Nord- und Ostsachsen, in der REGKLAM-Region das Sächsische Heidegebiet und das Riesaer-Torgauer Elbtal, betroffen. Diese Effekte werden sich bei abnehmender klimatischer Wasserbilanz mit fortschreitendem Klimawandel noch verstärken. Hierdurch wird die Ertrags- und Leistungsvariabilität in diesen Regionen deutlich zunehmen (vgl. Abb. 7).

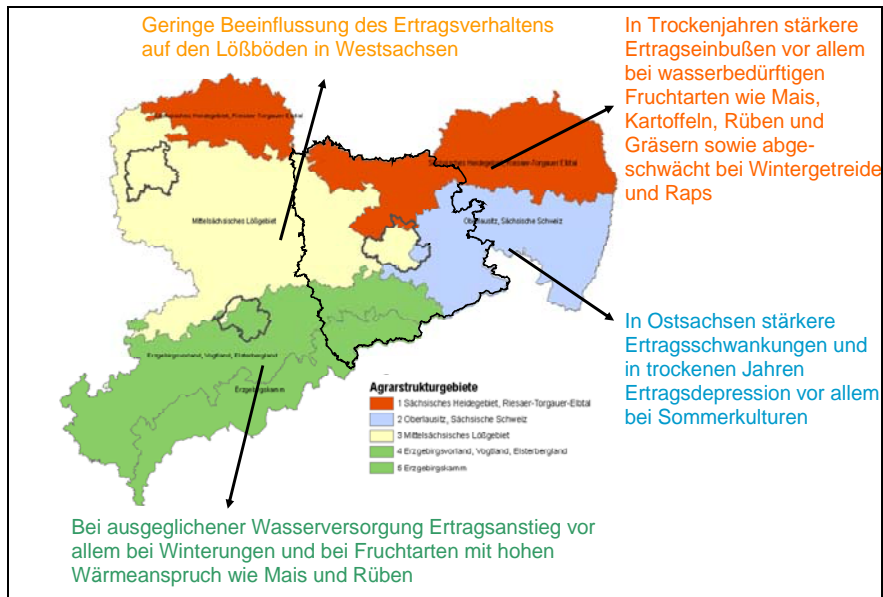


Abbildung 7: Regionale Auswirkungen des Klimawandels in Sachsen (verändert nach Albert, LfULG 2009b)

Mit weiter fortschreitendem Klimawandel gewinnt auch die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen in Sachsen an Bedeutung. Durch die beschriebenen Änderungen sowohl im Niederschlagsangebot und der -verteilung als auch bei den Temperaturen steigt die **Bewässerungsbedürftigkeit** landwirtschaftlicher Kulturen an. Damit z.T. einhergehende veränderte ökonomische Bedingungen führen ferner zu einer steigenden **Bewässerungswürdigkeit** (zur Ertrags- und Qualitätssicherung und damit zur besseren Vermarktung). Eine mögliche klimatisch bedingte Zunahme der Wassernutzungskonkurrenzen führt dann zu einer steigenden Bedeutung von effizienten, wassersparenden Technologien und Verfahren.

Die primären Ziele einer Bewässerung liegen in der:

- Deckung des Wasserdefizits der landwirtschaftlichen Kulturen und damit in der
- Sicherung und Steigerung des Ernteertrages, der
- Sicherung hoher Qualitäten für eine gute Vermarktung und
- ggf. Einsparen von Fläche für andere Fruchtarten.

Hierbei gilt es zum einen effiziente, wassersparende Systeme einzusetzen, um den unproduktiven Wasserverbrauch zu senken (z.B. Tröpfchenbewässerung) und diese durch eine gezielte Steuerung der Bewässerung z.B. über die Bodenfeuchte zu optimieren.

2.1 Situation der Bewässerung in Sachsen

Informationen und Daten zur Bewässerung (Fläche, Wasserbedarf, Technik etc.) sind für Sachsen nicht flächendeckend vorhanden. Aktuellere Daten liefert nur die Landwirtschaftszählung 2010. Hierin findet sich jedoch ein guter Überblick über den Status der landwirtschaftlichen Bewässerung im Freistaat.

In Sachsen wurden nach diesen Angaben im Jahr 2009 ca. 3258 ha landwirtschaftliche Freilandflächen (ohne Frostschutzberechnung) bewässert. Abbildung 8 zeigt die potenzielle, Abbildung 9 die tatsächlich bewässerte landwirtschaftliche Fläche in Sachsen aufgliedert nach Betriebsgröße.

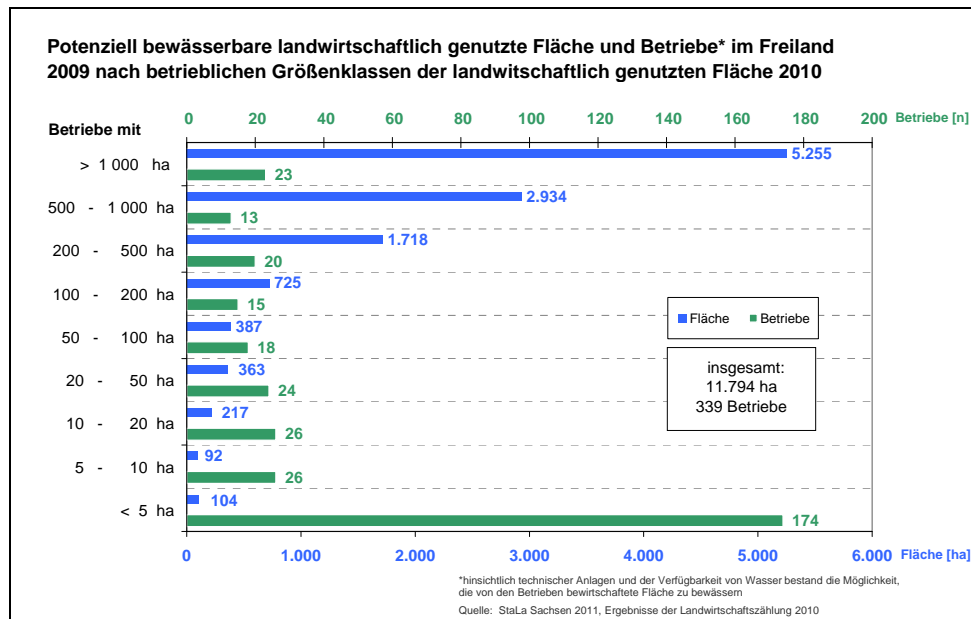


Abbildung 8: Potenziell bewässerbare landwirtschaftliche Freilandfläche (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)

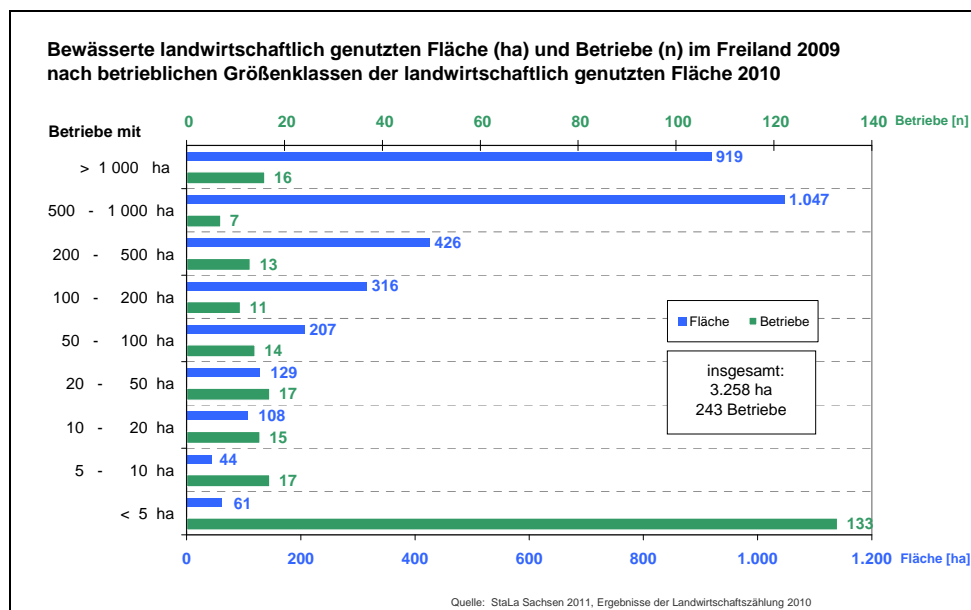


Abbildung 9: Bewässerte landwirtschaftliche Freilandfläche im Jahre 2009 in Sachsen (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)

Von den potenziell bewässerbaren Freilandflächen (11.795 ha) wurden im Jahr 2009 ca. 28 % (3.257 ha) bewässert. Hierbei zeigt sich, dass die meiste Fläche von einigen wenigen Großbetrieben bewässert wird, wohingegen der Flächenanteil der vielen Klein- und Kleinstbetriebe dagegen sehr gering ist. Nachfolgend sind die entsprechenden Betriebsanzahlen mit Bewässerung nach Kulturen aufgetragen. Es zeigt sich, dass auf den Landwirtschaftsflächen hauptsächlich Kulturen mit hoher Bewässerungswürdigkeit bewässert werden. Dies sind v.a. Gemüse und Erdbeeren, Kartoffeln sowie Baumobst- und Beerenobstanlagen.

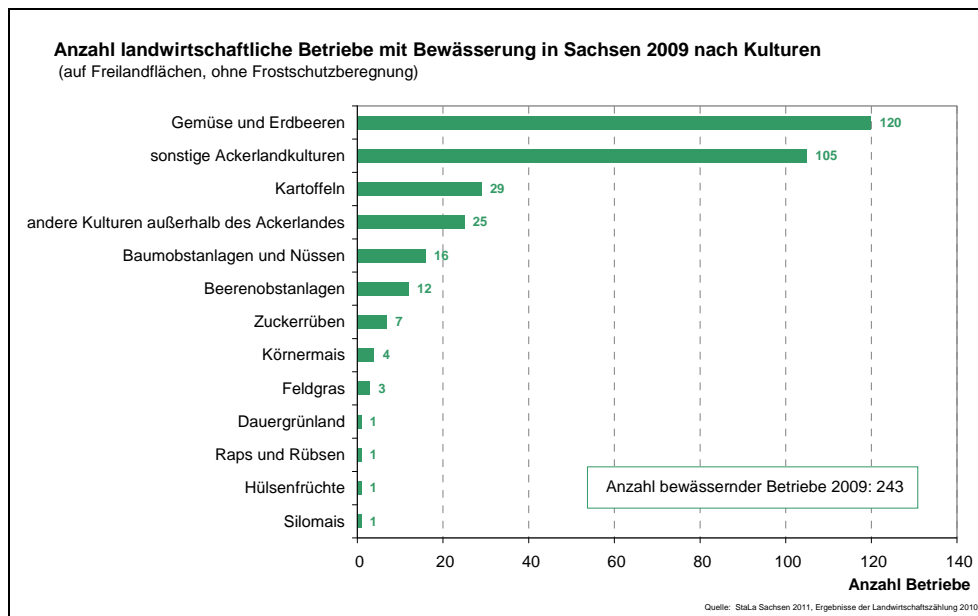


Abbildung 10: Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe mit Bewässerung nach Kulturen (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)

Hinsichtlich der verwendeten Wassermengen und deren Herkunft macht die Landwirtschaftszählung 2010 folgende Angaben (Abb. 11):

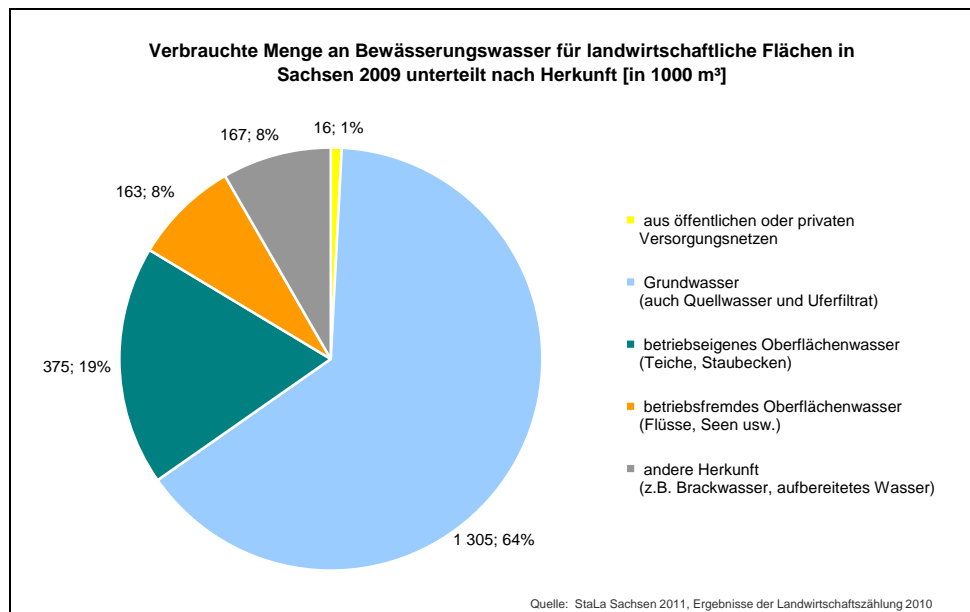


Abbildung 11: Menge an Bewässerungswasser für landwirtschaftliche Flächen nach Herkunft (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)

Die weitaus größte Menge (1.305.000 m³) des Bewässerungswassers in der Landwirtschaft stammt aus dem Grundwasser (auch Quellwasser und Uferfiltrat), gefolgt von betriebseigenen Oberflächengewässern (Teiche, Staubecken; 375.000 m³). Insgesamt werden nach diesen Angaben ca. 2.026.000 m³ für die Bewässerung landwirtschaftlicher Freilandflächen in Sachsen verwendet.

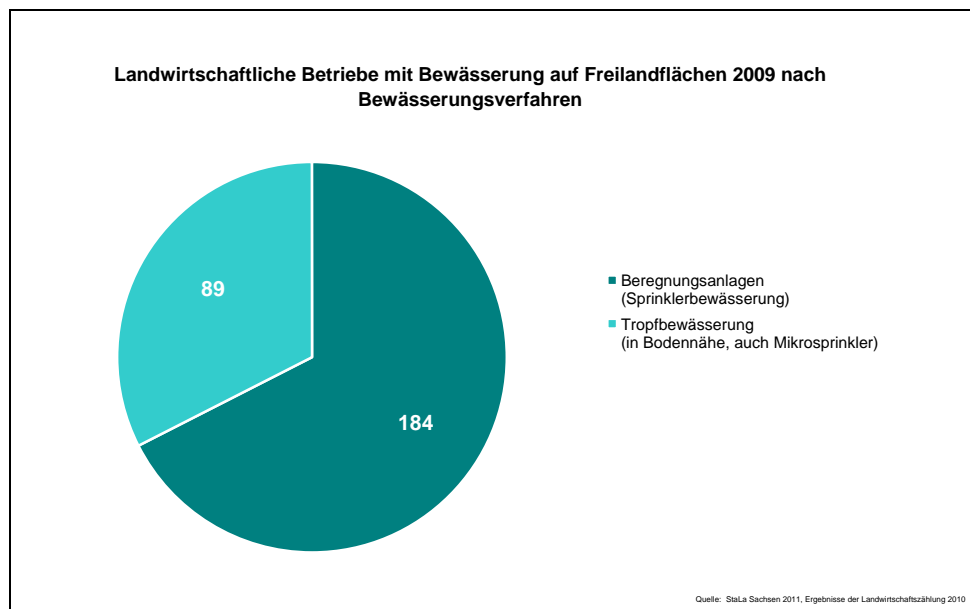


Abbildung 12: Landwirtschaftliche Betriebe mit Bewässerung auf Freilandflächen nach Bewässerungsverfahren (StaLa 2011, aus Jäckel 2011)

Hinsichtlich der eingesetzten Bewässerungstechnik (vgl. Abb. 12) wird in der Landwirtschaftszählung lediglich zwischen 1. Beregnungsanlagen (Sprinklerbewässerung) und 2. Tropfbewässerung (bodennah, auch Mikrosprinkler) unterschieden. Hierbei werden effiziente, wassersparende Tropfbewässerungssysteme auf ca. 33 % (89 Betriebe) und was-

serintensivere Beregnungssysteme auf ca. 67 % (184 Betriebe) eingesetzt. Über die jeweilige Flächenausstattung finden sich allerdings in der Landwirtschaftszählung keine Angaben.

Bezogen auf den Direktionsbezirk Dresden (beinhaltet Regklam-Region Dresden) werden ca. 1340 ha landwirtschaftliche Freilandfläche bewässert. Auch hier sind Gemüse und Erdbeeren, Kartoffeln und Baumobstanlagen die hauptsächlich bewässerten Kulturen. Die eingesetzte Wassermenge beläuft sich auf ca. 794.000 m³ und kommt zu ca. 50 % der Betriebe aus dem Grundwasser und bei ca. 35% der Betriebe aus betriebseigenen Oberflächengewässern (Teiche, Staubecken). Von den 155 Betrieben mit Bewässerung verwenden 62 (ca. 40 %) eine wassersparende Tropfbewässerung, die restlichen 60 % wasserintensivere Beregnungssysteme.

Planung einer Bewässerungsanlage

Bei der Neuinstallation einer Bewässerungsanlage sind nach Jäckel (2012) folgende Dinge zu berücksichtigen:

1. Vorplanung: Beregnungsfläche, Wasserbedarf (Fruchtart, -folge, Beregnungsdauer pro Jahr)
2. Vorprüfung der Standortverhältnisse: Bewertung der hydrogeologischen Situation auf Basis vorhandener Unterlagen, Prüfung der Nutzung von Grundwasser, Oberflächenwasser oder ggf. vorhandener Staubecken und Speicher
3. Hydrogeologisches Gutachten: Bewertung der klimatischen Standortverhältnisse, hydrogeologischen Verhältnisse, der Wasserhaushaltsbilanz und Beschreibung der Belange des Natur- und Bodenschutzes
4. Wasserrechte und Genehmigungen:
 - a. Brunnenbau ist gemäß WHG schriftlich anzuzeigen
 - b. Grundwasserentnahme nur mit wasserrechtlicher Erlaubnis (untere Wasserbehörde)

Hierbei fallen im Vorfeld Investitionskosten für Betreuung durch ein Ingenieurbüro (Brunnenbau), Brunnenbau, Erdleitungen, Hydranten, Strom die sich nach der Lage und Art der Arbeiten und der Anlage richten.

Weiterhin spielt die Auswahl der geeigneten Bewässerungstechnik eine entscheidende Rolle. Dies richtet sich v.a. nach den Standortverhältnissen und den Gesamtkosten. Abbildung 13 zeigt eine Übersicht über die gängigsten Bewässerungsverfahren.

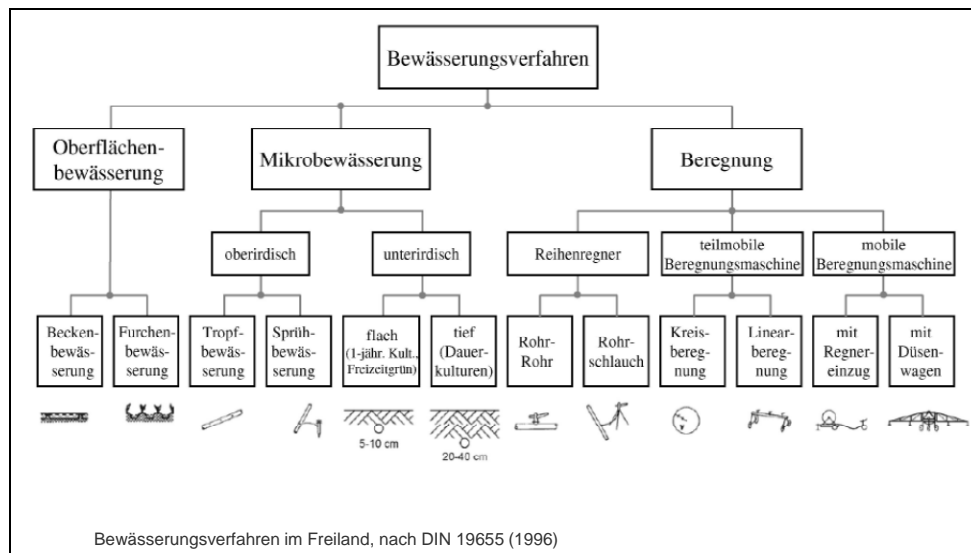


Abbildung 13: Bewässerungsverfahren im Freiland nach DIN 19655 (1996)

Hierbei sind bodennahe Tropfbewässerungssysteme effizienter und wassersparender als Beregnungssysteme (Sprinklerbewässerung), jedoch auch erheblich teurer. Zu den Kostenpositionen verschiedener Bewässerungssysteme finden sich bei Landakademie (2011) durchschnittliche Werte (vgl. Abb. 14).

Kostenart	Tropfbewässerung	Rohrberegnung	Regenmaschine	
			Düsenwagen	Kanone
Fläche (ha)	5	25	25	25
Investition (€)	40.000	86.000	75.000	60.000
Fixe Kosten (€/ha) Brunnen, Pumpe, Leitungen, Technik	1.300	300	170	135
Variable Kosten (€/mm) Energie, Arbeit, Reparatur	2,5	2,4	2,2	2,2
Summe (€/ha a bei 120 mm)	1.600	588	434	399

Abbildung 14: durchschnittliche Kosten von Bewässerungsanlagen im Vergleich (Landakademie 2011)

Es wird deutlich, dass die Tropfbewässerung aufgrund ihrer hohen fixen (aber auch variablen) Kosten mit Abstand das teuerste Bewässerungsverfahren ist, jedoch auch das mit der höchsten Wassernutzungseffizienz. Will man daher wassersparende Bewässerungssysteme, aus Gründen der Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung, verstärkt etablieren, so sind weitere Anreizsysteme notwendig, die über die derzeitige Investitionsförderung (vgl. Kap. 4) hinausgehen.

Für die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit eines Bewässerungssystems ist nicht zuletzt eine wassersparende Bewässerungssteuerung ausschlaggebend. Hierbei gibt es grundlegend verschiedene Verfahren:

1. Die Steuerung nach der klimatischen Wasserbilanz (z.B. Geisenheimer Beregnungssteuerung, Empfehlungen DWD) ist eine einfache Methode mit geringem finanziellen Aufwand

2. Messung der Bodenfeuchte mit Hilfe von Sensoren und Steuerung nach der Feldkapazität. Aufwendiges Verfahren mit Kosten für Installation und Instandhaltung der Sensorik (Anfälligkeit) und der Steuerung (ggf. auch automatisiert)
3. Nutzung von Computermodellen zur Berechnung der Bodenfeuchtedynamik auf der Grundlage von Wetter-, Pflanzen- und Bodendaten etc.. Anschaffungskosten (z.B. der Programme), hierzu existieren Angebote z.B. von spezialisierten Ingenieurbüros.

3.1 Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen

Eine Kultur ist dann bewässerungswürdig, wenn die bewässerungsbedingten Mehrkosten durch die Ernte-Mehrerlöse gedeckt bzw. überschritten werden.

Hauptzielstellungen im Bereich der Bewässerung sind das Erzielen eines relevanten Mehrertrags bzw. die Ertrags- und Qualitätssicherung unter zunehmend variablen Klimabedingungen (auch Marktbedingungen). Mit zunehmenden Klimaveränderungen kommt vor allem der Ertragssicherheit ein hoher Stellenwert zu.

Die Bewässerung hat nach Jäckel (2011) weiterhin folgende positive Effekte auf die Anbaukulturen:

1. Kartoffeln
 - mehr Ertrag
 - mehr marktfähige Ware
 - mehr Stärke
 - weniger Befall mit Schorf
 - geringere Eisenfleckigkeit
 - schnellere gleichmäßigere Abreife
2. Getreide
 - mehr Ertrag
 - mehr ährentragende Halme pro m²
 - mehr Körner pro Ähre
 - geringere Eiweißgehalte bei Braugerste
3. Zuckerrübe
 - mehr Ertrag
 - höherer Zuckerertrag
 - weniger Ausbeuteverluste
3. Mais
 - mehr Ertrag
 - bessere Kolbenentwicklung
 - höhere Kolbenmasse
 - mehr Kolben pro Pflanze

Steigen die Erträge durch eine Bewässerung werden ggf. zudem betriebsintern mehr Flächen für andere Kulturarten frei.

Ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit einer Bewässerung sind neben den angebauten Kulturen und Fruchtfolgen (i) die betrieblichen Standortverhältnisse, (ii) die Infra-

struktur (Arrondierung, Wasserentnahmemöglichkeiten, -verteilung etc.) und (iii) die vorhandene bzw. gewählte technische Umsetzung und Technologie.

- (i) Die Standortverhältnisse werden hinsichtlich der Bewässerung primär von der Niederschlagsverteilung und den Bodenverhältnissen bestimmt. Diese entscheiden über die Verfügbarkeit von Wasser für die Pflanze in der Vegetationsperiode. Auf leichten, Böden (D-Standorte, sandige Substrate) im nördlichen Teil der Regklam-Region Dresden sorgt eine geringere nutzbare Feldkapazität (nFK) und eine geringe, und zukünftig noch weiter abnehmende, klimatische Wasserbilanz (KWB) für eine schlechte Wasserverfügbarkeit in der Vegetationsperiode (vgl. Kap. 1), so dass auf diesen Flächen grundsätzlich schon einmal eine erhöhte Bewässerungswürdigkeit besteht. Weiterhin werden natürlich auch wasserbedürftige Kulturen (Dauerkulturen, Gemüse, z.T. Kartoffeln) auf den besseren Lössböden im mittleren Teil der Regklam-Region Dresden zur Ertrags- und v.a. Qualitätssicherung bewässert. Auf den südlichen V-Standorten des Erzgebirges und Vorlandes wird (so gut wie) nicht beregnet, da hier auch mittelfristig noch mit positiven bis ausgeglichenen klimatischen Wasserbilanzen zu rechnen ist. Ausnahmen bilden aber z.B. Obstbaubetriebe südlich von Dresden an der Elbe bis ins Elbsandsteingebirge, die auch Bewässerungsmöglichkeiten haben.
- (ii) Die Infrastruktur der Landwirtschaftsbetriebe, und innerhalb dieser auch der jeweiligen Schläge, ist sehr unterschiedlich ausgebaut. So sorgen z.B. vorhandene alte Rohrleitungen, Hydranten, Brunnen und Speicher (mit entsprechenden Wasserentnahmerechten) z.T. noch aus DDR-Zeiten für eine deutliche Minderung der Investitions- und Betriebskosten, was dann wiederum zu einer rentableren Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen (v.a. Kartoffeln, Gemüse, Obst etc.) führt. Weiterhin macht z.B. das Vorhandensein von natürlichen oder künstlichen Speichieranlagen für Oberflächenwasser eine Brunnenbohrung überflüssig und führt so zu einer Steigerung der Rentabilität von Bewässerungsmaßnahmen. Bei Neuanlage z.B. eines Brunnens entscheidet aber die hydrogeologische Situation auf den Flächen des Betriebes durch die Höhe der Investitionskosten über die Wirtschaftlichkeit von Bewässerungsmaßnahmen.
- (iii) Entscheidend für die Rentabilität von Bewässerungsmaßnahmen ist aber nicht zuletzt auch die Wahl der geeigneten Technik. Einfachere Technik, wie z.B. Schlauchtrommel und Regner verursachen relativ geringe Kosten, sind jedoch auch hinsichtlich der Wassernutzungseffizienz etwas schlechter einzustufen. Kostenintensivere, moderne Technik, wie z.B. Kreis- und Linearberegnungsmaschinen oder Tröpfchenbewässerungssysteme sind jedoch deutlich wassersparender und effizienter zu betreiben. Eine teilstationäre Tröpfchenbewässerung ist jedoch derzeit noch zu kosten- und arbeitsintensiv (Jäckel 2011).

Die Kostenpositionen bei der Neuinstallation einer Bewässerungsanlage setzen sich wie folgt zusammen:

- Strom/Diesel
- Wasser
- Brunnenbau
- Beregnungstechnik
- Leitungen
- Transport/Umsetzen u.ä
- Reparaturkosten

Landakademie (2011) gibt einen Überblick über die allgemeinen Durchschnittskosten bei der Installation einer Bewässerungsanlage.

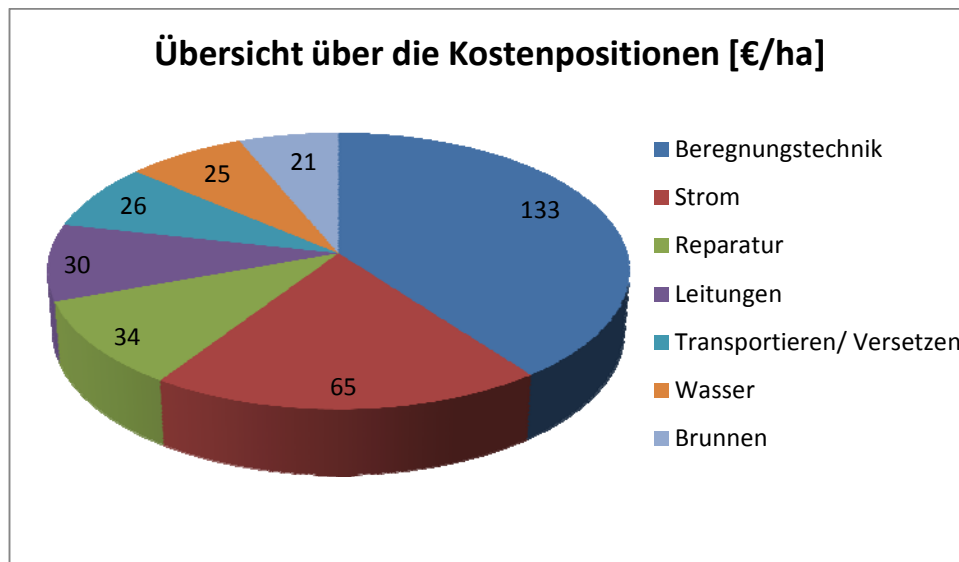


Abbildung 15: Übersicht über die Kostenpositionen eines Bewässerungssystems (Landakademie 2011)

Die größten Positionen sind hierbei meist die Abschreibung der Beregnungstechnik, die laufenden Strom- bzw. Dieseldkosten, gefolgt von den Reparaturkosten und den Kosten für die Installation und den Betrieb des Leitungssystems sowie der laufenden Kosten für Transport, Umsetzen u.ä.. Die Kosten für Wasser und Brunnen belaufen sich hiernach durchschnittlich auf je 20-25 €/ha. Bei unterschiedlichen Bewässerungsanlagen können sich diese Kosten jedoch deutlich unterscheiden.

Bei einer Neuinstallation einer Bewässerungsanlage kann nach Jäckel (2011), je nach den jeweiligen betrieblichen Bedingungen mit Kosten von bis zu 350 €/ha gerechnet werden. Abbildung 16 zeigt hierzu eine Beispielrechnung für zwei unterschiedliche Bewässerungssysteme und eine Bewässerungsfläche von 50 ha (Jäckel 2011).

		feste Kosten		variable Kosten		Gesamtkosten	
		A)	B)	A)	B)	A)	B)
Brunnen	[€/ha]	56	51		6	62	57
Pumpe							
Leitung	[€/m³]	0,056	0,050		0,006	0,062	0,056
Beregnungsmaschine	[€/ha]	60	133	91	118	151	251
	[€/m³]	0,06	0,13	0,09	0,11	0,15	0,24
Transport / Versetzen	[€/ha]	9	5	36	21	45	26
(AK)	[€/m³]	0,010	0,005	0,036	0,020	0,046	0,025
				Summe	[€/ha]	258	334
					[€/m³]	0,26	0,32

A) mobile Beregnungsmaschine mit Düsenwagen
B) Linearberegnungsanlage

Abbildung 16: Beispiel für eine Kostenübersicht bei der Planung einer Bewässerungsanlage (Jäckel 2011)

Die Kostenpositionen bei der Installation und dem Betrieb einer Bewässerungsanlage setzen sich aus **festen Kosten**, wie z.B. Abschreibung, Zinsen, Versicherungen, Wartung

etc., und **variablen Kosten**, wie z.B. Wasser, Energie, Schleppereinsatz, Reparaturen, Lohn etc. zusammen.

Neben den Investitions- und den laufenden Betriebskosten spielt die jeweilige angebaute Kultur und die Einbindung in die Fruchtfolge eine wesentliche Rolle für die Wirtschaftlichkeit. Daher wird nachfolgend die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung einiger wichtiger landwirtschaftlicher Kulturen dargestellt (Jäckel 2011). Grundlagen der Berechnungen sind die Bedingungen eines D-Standortes, wie er z.B. im nördlichen Teil der Regklam-Region Dresden anzutreffen ist.

Kosten Beregnung	3,00	EUR/mm
Ertragsbedingte Mehrkosten Kartoffel	0,90	EUR/dt

	ME	Kartoffeln			
		unberegnat	beregnat	unberegnat	beregnat
Ertrag	dt/ha	350	425	350	425
Preis	EUR/dt	7,30	7,30	13,60	13,60
Erlös	EUR/ha	2.555	3.103	4.760	5.780
Erlösdifferenz	EUR/ha		548		1.020
Kosten Beregnung 50 mm	EUR/ha		150		150
Kosten Beregnung 100 mm	EUR/ha		300		300
Kosten Mehrertrag	EUR/ha		68		68
Ergebnis 50 mm	EUR/ha		330		803
Ergebnis 100 mm	EUR/ha		180		653

Die Bewässerung von Kartoffeln lohnt sich auch bei sehr niedrigen Marktpreisen (Annahme hier 7,30 €/dt). Bei höheren Preisen (Annahme hier 13,60 €/dt, 5jährigen Mittel) sind durch die Bewässerung hohe Mehrgewinne (bis zu 800 €/ha) möglich. Weiterhin hat die eingesetzte Wassermenge zur Erzielung des jeweiligen Ertrages erheblichen Einfluss auf den Erlös. Dies wird hier mit Hilfe von zwei unterschiedlichen Bewässerungsvarianten dargestellt. Zu hohe Bewässerungsgaben verschlechtern den Gewinnzuwachs, da die bewässerte Menge nicht in entsprechenden Mehrertrag umgesetzt wird. Andererseits wird bei zu niedrigen Bewässerungsgaben der Optimalertrag nicht erreicht und führt darüber ebenfalls zu einer Reduzierung des Mehrerlöses. Hierbei wird deutlich, dass der Bewässerungssteuerung für Wirtschaftlichkeit einer Bewässerungsanlage eine entscheidende Bedeutung zukommt.

Kosten Beregnung	3,00	EUR/mm
Ertragsbedingte Mehrkosten Winterweizen	3,55	EUR/dt

	ME	Winterweizen			
		unberechnet	berechnet	unberechnet	berechnet
Ertrag	dt/ha	65	80	65	80
Preis	EUR/dt	14,50	14,50	19,00	19,00
Erlös	EUR/ha	943	1.160	1.235	1.520
Erlösdifferenz	EUR/ha		218		285
Kosten Beregnung 50 mm	EUR/ha		150		150
Kosten Beregnung 100 mm	EUR/ha		300		300
Kosten Mehrertrag	EUR/ha		53		53
Ergebnis 50 mm	EUR/ha		14		82
Ergebnis 100 mm	EUR/ha		-136		-68

Kosten Beregnung	1,08	EUR/mm
------------------	------	--------

Ergebnis 50 mm	EUR/ha		155		255
Ergebnis 100 mm	EUR/ha		101		201

Bei der Bewässerung von Winterweizen wären in diesem Beispiel die bewässerungsbedingten Mehraufwendungen bei einem Weizenpreis von 14,50 €/dt gedeckt, sofern eine sparsame und bedarfsgerechte Bewässerung gesichert werden kann. Die derzeitigen Preise für Winterweizen führen zu einem höheren Mehrerlös, wobei positive Ergebnisse nur bei sehr sparsamer Wassergabe zu erwirtschaften sind. Wird der Winterweizen allerdings in der Fruchtfolge mit einer berechnungswürdigeren Fruchtart, wie z.B. der Kartoffel, angebaut, wobei diese die festen Kosten trägt, so werden dem Winterweizen nur variable Kosten zugeordnet. Unter diesen Bedingungen kann der Winterweizen in der Fruchtfolge mit Kartoffeln durchaus relevante Mehrerlöse erzielen. Daher sollte bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Bewässerungsmaßnahmen die gesamte Fruchtfolge bzw. Beregnungsfläche des Betriebes in die Berechnungen einbezogen werden. Eine wirtschaftliche Bewässerung ist bei den meisten Feldfrüchten dann möglich, wenn zum einen bereits eine Bewässerungsanlage vorhanden ist und andererseits die Kulturen in Fruchtfolgen mit bewässerungswürdigeren Fruchtarten, wie Kartoffeln oder Gemüse, angebaut werden.

Kosten Beregnung	3,00	EUR/mm
Ertragsbedingte Mehrkosten Zuckerrübe	0,66	EUR/dt

	ME	Zuckerrübe			
		unberechnet	berechnet	unberechnet	berechnet
Ertrag	dt/ha	520	625	520	625
Preis	EUR/dt	3,30	3,30	4,00	4,00
Erlös	EUR/ha	1.716	2.063	2.080	2.500
Erlösdifferenz	EUR/ha		347		420
Kosten Beregnung 50 mm	EUR/ha		150		150
Kosten Beregnung 100 mm	EUR/ha		300		300
Kosten Mehrertrag	EUR/ha		69		69
Ergebnis 50 mm	EUR/ha		127		201
Ergebnis 100 mm	EUR/ha		-23		51

Kosten Beregnung	1,08	EUR/mm
------------------	------	--------

Ergebnis 50 mm	EUR/ha		223		297
Ergebnis 100 mm	EUR/ha		169		243

Der Anbau der Zuckerrübe beschränkt sich, durch die förderpolitischen Veränderungen der letzten Jahre auf EU Ebene, im Gegensatz zu früher, auf die besseren Standorte und ist in Sachsen und auch der Regklam-Region Dresden fast nur noch auf den besseren Lößstandorten zu finden. Dennoch lassen sich auch hier, je nach standörtlichen und betrieblichen Gegebenheiten durch eine Bewässerung der Zuckerrübe relevante Mehrerlöse erzielen. Dies ist v.a. dann der Fall, wenn die Zuckerrübe als zweite Fruchtart in der Fruchtfolge oder innerhalb des Betriebes bewässert wird und eine andere Frucht die festen Kosten bereits trägt. Dennoch sollte auch hier auf eine möglichst wassersparende Bewässerung geachtet werden, um relevante Mehrerlöse erzielen zu können.

Kosten Beregnung	3,00	EUR/mm
Ertragsbedingte Mehrkosten Mais	1,65	EUR/dt

	ME	Silomais			
		unberechnet	berechnet	unberechnet	berechnet
Ertrag	dt/ha	380	460	380	460
Preis	EUR/dt	2,70	2,70	3,20	3,20
Erlös	EUR/ha	1.026	1.242	1.216	1.472
Erlösdifferenz	EUR/ha		216		256
Kosten Beregnung 50 mm	EUR/ha		150		150
Kosten Beregnung 100 mm	EUR/ha		300		300
Kosten Mehrertrag	EUR/ha		132		132
Ergebnis 50 mm	EUR/ha		-66		-26
Ergebnis 100 mm	EUR/ha		-216		-176

Kosten Beregnung	1,08	EUR/mm
------------------	------	--------

Ergebnis 50 mm	EUR/ha		30		70
Ergebnis 100 mm	EUR/ha		-24		16

Beim Silomais ist eine wirtschaftliche Bewässerung in den meisten Fällen nicht gegeben. Selbst bei der ausschließlichen Einbeziehung der variablen Kosten, kann der Mais nur bei sehr wassersparender Bewässerung auch nur geringe Mehrerlöse erzielen. Von den gezeigten Kulturen setzt Mais das dargebotene Wasser am unwirtschaftlichsten in Mehrertrag um. Gegebenenfalls könnte dies bei der Bewässerung von Zuckerhirsens etwas besser aussehen, da diese das dargebotene Wasser etwas effizienter umsetzen und ggf. etwas bessere Mehrerlöse erzielen könnten (Jäckel 2011). Hierzu sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig, die z.B. am LfULG in einem derzeit laufenden Forschungsvorhaben zum Anbau verschiedener Sorghumarten und -sorten Bestandteil der angewandten Forschung sind.

Generell bleibt festzuhalten, dass die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen dann gegeben ist, wenn standort- oder fruchtartbedingt ein Bewässerungsbedarf besteht (z.B. auf trockeneren D-Standorten im nördlichen Teil der Regklam-Region), bereits eine Bewässerungsanlage und entsprechende Wasserentnahmepunkte und -rechte bestehen, bewässerungswürdige Kulturen, wie z.B. Kartoffeln oder Gemüse angebaut werden und weitere Kulturen in Fruchtfolgen mit diesen bewässert werden.

Hierbei sind sowohl die angebauten Fruchtfolgen, als auch die Kulturen innerhalb der Betriebsflächen bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit einzubeziehen.

Die Kartoffel ist innerhalb der Ackerbaukulturen weiterhin die bewässerungswürdigste Frucht. Die Bewässerung weiterer Kulturen, wie z.B. Zuckerrübe, Winterweizen und Braugerste kann unter den gezeigten Bedingungen wirtschaftlich sein. Die Bewässerung weiterer Fruchtarten ist dann wirtschaftlich, wenn beispielsweise die Kartoffel (oder eine Gemüsekultur) die festen Kosten trägt. Eine Neuinstallation einer kompletten Bewässerungsanlage ist mit hohen Investitionskosten verbunden, die im Vorfeld genau überdacht und vor dem Hintergrund der betrieblichen Rahmenbedingungen analysiert und bewertet werden müssen.

Nachfolgend soll ein **Beispiel aus einem Regklam-Partnerbetrieb** das gezeigte verdeutlichen:

Das Agrarunternehmen bewirtschaftet über 2000 ha auf überwiegend besseren Lößböden. Berechnet werden, aufgrund des Wasserdargebotes Feldgemüse (Spinat, Bohnen) und in Einzeljahren Kartoffeln.

Innerhalb einer Bewässerungsgesellschaft wird das Wasserdargebot auf die Mitglieder verteilt. Es bestehen Möglichkeiten der Speicherung (Speicherbecken) von 300.000 m³ Wasser gespeist aus 5 Quellen. Drei Pumpen je 100 m³/h füllen ein unterirdisches Leitungsnetz von über 20 km. Jeder Teilnehmer sichert eine Abnahme durch Schlauchberegnungsmaschinen von 80-100 m³/h ab.

Die Anlage stammt noch aus LPG-Zeiten (vor 1990) und wird fortlaufend instandgesetzt und erneuert. Daher fallen hier die hohen Investitionskosten einer Neuanlage weg, jedoch fallen bei einer solchen Anlage höhere Kosten für Reparatur und Instandhaltung an. Weiterhin sind die wasserrechtliche Entnahme und das Leitungsnetz über eine Bewässerungsgesellschaft geregelt, bei der sich die anfallenden Kosten prozentual auf alle Beteiligten aufteilen.

Nachfolgend sind die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Bewässerung von Feldgemüse und Kartoffeln für die beschriebenen Betriebsbedingungen dargestellt (Grübler 2011).

Investitionskosten: Kosten zur Erschließung von ca. 3000 ha Bewässerungsfläche innerhalb der Bewässerungsgesellschaft:

	Investitionen [€]	Kapital [€/a]
Speicher 1,5 ha	170.000 (25 Jahre 7% Zins + Tilgung)	11.900
Pumpe 100 m ³ (Frequenzregelung)	25.000 (15 Jahre 10% Zins + Tilgung)	2.500
Erdleitung 24.000 m	244.000 (25 Jahre 7% Zins + Tilgung)	17.080
Hydranten, Abgänge, Bögen etc.	56.000 (25 Jahre 7% Zins + Tilgung)	3.920
2 Beregnungsmaschinen	74.000 (15 Jahre 10% Zins + Tilgung)	3.700
	569.000	35.400
		= 604,40 €/ha

Variable Kosten der Bewässerung (mit Strom):

Energie	0,60 kWh/m ³ x 0,15 €/KWh = 0,09 €/m ³	= 0,90 €/mm
Reparatur	Pauschal	= 0,10 €/mm
Arbeit	0,4 h/ha x 15 €/h : 30 mm/Gabe	= 0,20 €/mm
	Gesamt:	= 1,20 €/mm
		= 12 ct/m³

Gesamtkosten der Bewässerung:

Festkosten: 604,40 €/ha : 100.000 m³ = 0,604 ct/m³

Variable Kosten: = 12 ct/m³

= 12,604 ct/m³ = 1,26 €/mm

Berechnung von Feldspinat:

Dieser steht in Zweitfruchtstellung und benötigt zur Sicherung des Ertrages und der Qualität eine durchschnittliche Bewässerungsmenge von 3 x 30 mm.

$$\rightarrow 90 \text{ mm} \times 1,26 \text{ €/mm} = 113,40 \text{ €/ha}$$

Da der Spinat ohne Bewässerung unter den Betriebsbedingungen nicht ernte- und vermarktungsfähig wäre und ein regionaler Absatz gewährleistet ist bzw. gewährleistet werden muss, lässt sich mit der Bewässerung des Feldspinates ein relevanter Mehrerlös erzielen.

Berechnung von Bohnen:

Bei der Bohne wird auf dem Betrieb meist zum Blühbeginn bewässert. Im Verlauf des Sommers reichen oft einzelne Niederschläge zur Bestandesbildung aus. Im langjährigen Mittel wird ein Bewässerungsbedarf von ca. 50 mm angenommen (Grübler 2010).

Beispielrechnungen:

	Ertrag [dt/ha]	Marktpreis [€/ha]	Anbaufläche [ha]	Erlös [€/ha]
<u>Spinat 2009</u>				
Frühjahr	116	890	26,5	777
Winter	125	963	16,0	850
Herbst	123	943	53,0	830
<u>Bohnen 2009</u>				
Gesamt	107	1.706	90,5	1640

Die Beispielrechnungen zeigen, dass bei der Bewässerung von bewässerungswürdigen Kulturen, wie z.B. Feldgemüse und Kartoffeln relevante Mehrerlöse erzielt werden können. Zur Höhe des Erlöses trägt aber nicht nur der erzielte Mehrertrag bei, sondern auch der jeweils zu erzielende Marktpreis. Weiterhin kann bei bestehenden Abnahmeverträgen durch eine Bewässerung der Kulturen eine Risikominimierung dahingehend betrieben werden, dass Totalausfälle weitgehend vermieden werden und damit auch neben dem Ertragsverlust keine teuren Vertragsstrafen, Abschläge o.ä. zu zahlen sind.

Nach Aussagen des Betriebsleiters ist die Berechnung von Feldgemüse aber nur möglich und wirtschaftlich, da die Bewässerungsanlage, inkl. Wasserentnahme etc. noch aus LPG-Zeiten vorhanden ist und bewässerungsbedürftige Kulturen (Gemüse) mit entsprechendem Mehrertrag angebaut werden. Bei einer kompletten Neuinstallation wären die Investitionskosten zu hoch und damit ein (wirtschaftlicher) Anbau von Gemüse in diesem Betrieb nicht machbar.

4.1 Bewertung von möglichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel im Hinblick auf ihre Praxisrelevanz

Hinsichtlich der Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel stellt die Bewässerung eine Maßnahme zur Ertrags- und Qualitätsstabilisierung auf trockenen Standorten dar und ist damit ebenfalls ein Instrument zur Risikominimierung bei zunehmend variableren Wetter- und Klimabedingungen. Weiterhin kann eine gezielte, effiziente Bewässerung auf diesen Standorten für eine bessere Nährstoffverfügbarkeit und eine effizientere Düngerausnutzung in Trockenperioden sorgen. Zum Teil werden z.B. im Obstbau auch Systeme mit Fertigation (Fertilizer + Irrigation), also die Gabe von Düngern mit dem Beregnungswasser, eingesetzt.

Innerhalb des Teilbereichs Landwirtschaft im Integrierten regionalen Klimaanpassungsprogramm (IRKAP) in Regklam wird die Bewässerung sowohl in Handlungsschwerpunkt 2 (,Sicherung einer ausgewogenen und nachhaltigen Produktion von Nahrungsmitteln und Energieträgern; Sicherung der Wasserversorgung, Erträge- und Qualitäten') als auch in den Maßnahmen (i) im Ackerbau (Ziel 3.1, Maßnahme 1.1 ,Bewässerung zum Ausgleich von Wasserdefiziten und der Ertrags- und Qualitätssicherung') und (ii) im Obst- und Gemüsebau (LW 7, Maßnahme 7.3 ,Bewässerung im Obst- und Gemüseanbau') als Anpassungsmaßnahme benannt. Im Einzelnen sind folgende Schwerpunkte aufgeführt:

(i) Maßnahme 1.1: (...) **Schwerpunkte für eine wirtschaftliche Bewässerung** in der Regklam-Region liegen vor allem auf Standorten mit sandigen Böden und geringen Niederschlägen (z.B. Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal, Nord- und Ostsachsen) **und/oder** bei speziellen Kulturen: Gemüsebau (z.B. Lommatzcher Pflege), Obstbau, Kartoffeln, Sonderkulturen (z.B. Wein) und Ackerfrüchten in Fruchtfolgen dieser Kulturen. Unter diesen Bedingungen kann eine **Wirtschaftlichkeit der Beregnungsmaßnahme** erreicht werden, welche durch den Klimawandel zukünftig ansteigen wird. Ein wirtschaftlicher Anbau von Kartoffeln, Obst, Gemüse und einiger Sonderkulturen ist ohne Bewässerung künftig weitgehend nicht mehr möglich. **Schwerpunktmäßig ist daher für diese Kulturen eine Bewässerung sicherzustellen**, soweit dies nicht bereits realisiert ist. (...)

(...)Bei der Bewässerung sollten **wassersparende und nach der Bodenfeuchte gesteuerte Bewässerungsverfahren mit hoher Wassernutzungseffizienz** zum Einsatz kommen. Weiterhin sind durch entsprechende **förderpolitische Maßnahmen geeignete Rahmenbedingungen für die Umsetzung effizienter Bewässerungsverfahren** zu schaffen. (...)

(ii) Maßnahme 7.1: Bewässerung im Obst- und Gemüseanbau

Investition in Bewässerungsanlagen

Vor allem im Obstbau steht als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel die Absicherung der Wasserversorgung der Anlagen mit an erster Stelle. Im Bereich Baum- und Strauchbeerenobst sind dabei **Wasser sparende Tropfbewässerungssysteme** vorzugsweise einzusetzen. Die Erdbeeren dagegen werden analog dem Freilandgemüse vorrangig mit Regenmaschinen bewässert. Nach Schätzungen des LfULG (2010) wird die zu bewässernde Obstfläche (ohne Erdbeeren) im Freistaat Sachsen mit bis zu ca. 2.400 ha rund 60 % der Obstanbaufläche einnehmen. Da diese Flächen bewässerungstechnisch komplett zu erschließen sind, kommt auf die Betriebe in den nächsten Jahren **erheblicher Investitionsbedarf** zu.

*Wichtig ist ebenfalls die Berücksichtigung des **zukünftigen Bedarfs an Beregnungswasser** in den sächsischen Obstanbaugebieten, da sich bereits heute erhebliche **Defizite in der Verfügbarkeit von Beregnungswasser** an einzelnen Standorten abzeichnen. Hinzuweisen ist auch auf die besonderen Qualitätsanforderungen an das Beregnungswasser (Albrecht und Pflieger 2004), die die Verfügbarkeit an Wasser zusätzlich einschränken (trifft auch für den Gemüsebau zu).*

Die Bewässerung wird derzeit nur im Rahmen der Investitionsförderung auf Grundlage der Förderrichtlinie Land- und Ernährungswirtschaft – RL LuE/2007, Teil A Einzelbetriebliche Förderung von Investitionen für eine wettbewerbsorientierte und nachhaltige Landwirtschaft gefördert.

Förderfähig sind hierbei die **Anschaffung von umweltschonender, innovativer Spezialtechnik und bauliche Investitionen für die Bereitstellung von Beregnungswasser für die Tröpfchen- und Schlauchberegnung bei Freilandgemüse- und Kartoffelanbau** (RL LuE/2007, 2.2). Im Anhang zur RL sind unter c) ‚Spezialmaschinen und Geräte für den Freilandgemüse-, Heil-, Duft- und Gewürzpflanzenanbau und die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen‘ unter dd) **Schlauch- und Tröpfchenberegnungsanlagen** (auch für den Kartoffelanbau und Weinbau) aufgeführt.

Regelungen zum Baumobst finden sich in der RL LuE/2007 2.4 ‚(...) die Errichtung von **Tröpfchenbewässerungsanlagen in Baumobst- und Hopfenanlagen** einschließlich der baulichen Investitionen für die Bereitstellung von Beregnungswasser (...)‘.

Die Zuwendungen werden als ‚Projektförderung mit Anteilfinanzierung‘ in Form von Zuschüssen gewährt. In den zuwendungsfähigen Aufwendungen dürfen bis zu 12 % für allgemeine Aufwendungen der Vorplanung (Durchführbarkeitsstudien, Gebühren für Behördenleistungen und andere) sowie Architekten- und Ingenieurleistungen enthalten sein. Hierbei beträgt die Höhe der Förderung 30% des zuwendungsfähigen Investitionsvolumens.

Um die im IRKAP genannten Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Bewässerung im Acker- und Obstbau als notwendige Anpassungsmaßnahme an zunehmende Klimaveränderungen umzusetzen und verstärkt in die Praxis zu integrieren sind für die Regklam-Region und entsprechend ganz Sachsen verschiedene Anpassungen erforderlich:

- Ausschlaggebend für die Umsetzung von Bewässerungsmaßnahmen sind die ökonomischen Rahmenbedingungen. Daher sollte zukünftig eine **Prüfung der Ausweitung der investiven Förderung im Hinblick auf den Ausbau der Bewässerungsinfrastruktur** (Erschließung, Brunnen, Leitungen, Hydranten, Speicher etc.) und **weiterer Kulturen** (neben Kartoffel, Gemüse und Baumobst) erfolgen.
- Hinsichtlich des zukünftig steigenden Bedarfs an Beregnungswasser und möglicher Defizite in der Verfügbarkeit von Beregnungswasser sind zum einen **verstärkt wassersparendere Bewässerungssysteme und effizientere Beregnungssteuerungen** einzusetzen und ggf. verstärkt zu fördern und zum anderen auf eine Speicherung und Nutzung von Wasser, sowohl in Speichern und Stauanlagen, als auch im Boden durch angepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen, mit dem Ziel einer **nachhaltigen Nutzung der Wasservorräte** (v.a. des Grundwassers) unter den Bedingungen des Klimawandels hinzuwirken. Weiterhin könnte, unter bestimmten Rahmenbedingungen und Regelungen die Bedeutung der Abwasser-/Klarwasserberegnung unter Klimawandelbedingung ansteigen. Wie in Kapitel 2 dargestellt werden unter den jetzigen Randbedingungen ‚nur‘ in ca. 33 % der Beregnungsbetriebe in Sachsen (und ca. 40 % im Regierungsbezirk Dresden) was-

wassersparende, effizientere Tropfbewässerungssysteme eingesetzt. Weiterhin stammen ca. 65 % des Wassers für Beregnungszwecke in Sachsen aus dem Grundwasser (im Regierungsbezirk Dresden sind es ca. 50%). Hier sind in Zukunft mit steigender Klimawandelwirkung (und damit u.a. zunehmenden Trockenperioden in der Vegetationsperiode) die Potenziale effizienter zu nutzen, d.h. nachhaltige Nutzung von bestehenden Wasserressourcen, Prüfung der Erweiterung durch weitere Wasserherkünfte (unter Berücksichtigung der Qualitätsanforderungen an das Beregnungswasser) und v.a. Ausbau effizienterer Wassernutzung durch innovative wassersparende Bewässerungstechnik und -steuerung.

- Hier ist in Sachsen und der Regklam-Region Dresden von Seiten der Landesinstitutionen eine Erweiterung der Förderung innovativer, effizienter, wassersparender Bewässerungs- und -steuerungssysteme und entsprechender Investitionen im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu prüfen. Weiterhin sollte in der Region eine verstärkte, themenbezogene, regional ausgerichtete Informationsbereitstellung für die Praxis ausgebaut werden.
- Förderung der Forschungs- und Entwicklung auf dem Gebiet der Effizienzsteigerung von Bewässerungssystemen (**Innovationsförderung**) und des Wissenstransfers in die Praxis
- Bereitstellung von (regionalen) **Informationen** und Weiterbildungen für die Praxis.
- Weiterführung und Einbeziehung von **Langzeitversuchen** zum Klimawandel und speziell der Bewässerung (z.B. LfULG, Standort Baruth) zur fortlaufenden Aktualisierung der Empfehlungen und den Transfer in die praktische Umsetzung.
- ...

Der Klimawandel wird sich zukünftig in zunehmendem Maße auf die landwirtschaftliche Produktion auswirken. Hierbei spielt v.a. auf den sandigen D-Standorten in den nördlichen Teilen der Regklam-Region Dresden die Wasserversorgung der Pflanzen in der Vegetationsperiode eine zunehmende Rolle. Hierdurch ergibt sich bei zunehmend variablen Klimabedingungen in Kombination mit Extremereignissen ein zunehmendes Ertrags- und Qualitätsrisiko. Auf leichten Böden und/oder bei speziellen Kulturen gewinnt daher die Sicherstellung einer bedarfsorientierten zusätzlichen Bewässerung zunehmend an Bedeutung. Hierbei sollten die Überlegungen bzgl. der Bewässerungsmaßnahmen Teil des betrieblichen Risikomanagements sein. Die Wirtschaftlichkeit einer Bewässerung hängt dabei jedoch sehr stark von den jeweiligen, betrieblichen Randbedingungen ab, die im Einzelfall zu prüfen sind. Bei einer Neuinstallation sind daher umfangreiche Vorplanungen und Vergleich verschiedener Varianten unbedingt notwendig. Die betriebliche Anpassung an den Klimawandel sollte sich jedoch nicht allein auf die Bewässerung beziehen, sondern alle pflanzenbaulichen, betriebstechnischen und organisatorischen Aspekte mit einbeziehen (siehe z.B. Abb. 6 und Teilberichte a-i).

Im Vergleich zu anderen Bundesländern Deutschlands ist der Anteil der bewässerten landwirtschaftlichen Fläche in Sachsen (und der Regklam-Region) eher gering. Wie in Kap. 2 gezeigt, werden von den potenziell bewässerbaren Freilandflächen (11.795 ha) nur ca. 28 % (3.257 ha) bewässert; das sind ca. 0,4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (Acker- und Grünland insg. ca. 920.000 ha) in Sachsen. Bei fortschreitendem Klimawandel wird die Beregnungswürdigkeit regional z.T. erheblich ansteigen. Um hierbei eine nachhaltige, effiziente und wassersparende Wassernutzung zu Bewässerungszwecken in der Landwirtschaft zu implementieren, sind sowohl Anpassungen seitens der Förderrichtlinien, als auch die Nutzung von Innovationen und die Informationsbereitstellung,

Beratung und Weiterbildung für die Praxis notwendig. Hierbei sind sowohl Landesinstitutionen (SMUL, LfULG, LTV etc.), Hochschulen (Forschung- und Entwicklung), als auch die entsprechenden Verbände (SLB, Landesverband Sächsisches Obst, Landesverband Gartenbau, Weinbauverband etc.) und die Praxis (Landwirte, Obst- und Gemüsebauern, Weinbauern) angehalten, (auch gemeinsam) zu vertretbaren, nachhaltigen und effizienten Lösungen zu kommen. Für die Region Dresden kann hierbei der Regklam-Verbund einen Beitrag leisten (Iniziierung, Vernetzung, Informationsaustausch etc.).

Weiterführende Hinweise und Ergebnisse zum Obst- und Weinbau finden sich in den jeweiligen Teilberichten (3.3.1 c, d).

Literatur

Bernhofer, Matschullat, Bobeth (Hrsg.) (2010): Das Klima in der REGKLAM-Modellregion Dresden.

Grübler, W. (2009): Praxiserfahrung bei der Beregnung im Gemüsebau. Thüringisch-Sächsische Beregnungstagung. 24.11.2009 Reinholdshain.

Grübler, W. (2010): mündliche Mitteilungen

Jäckel, K. (2011): Wirtschaftlichkeit und Management der Bewässerung. Sächsisches Landeamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/12666.htm>

Jäckel, K. (2012): Bewässerung in Sachsen - Folgen des Klimawandels für die Bewässerung. Sächsi-sches Landeamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/12666.htm>

Landakademie (2011): Kurs ‚Effiziente Bewässerung‘. www.landakademie.de

LfUG - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2008): Bodenatlas Sachsen. www.smul.sachsen.de/lfulg.

LfULG – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2009a): Sachsen im Klimawandel. Schriftenreihe des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. www.smul.sachsen.de/lfulg.

LfULG – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2009b): Klimawandel und Landwirtschaft – Fachliche Grundlagen für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. Schriftenreihe des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. www.smul.sachsen.de/lfulg.

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011): Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. <http://www.statistik.sachsen.de/>.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2011): Landwirtschaftszählung 2010 – Landwirtschaftliche Produktionsmethoden im Freistaat Sachsen C/LZ 2010 – 6. <http://www.statistik.sachsen.de/>.

Anhang