

Bewässerte Flächen
in Österreich

Endbericht

wpa Beratende Ingenieure



MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



Europäischer Landwirtschaftsfonds
für die Entwicklung des ländlichen
Raums: Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.

LE 07-13
Entwicklung für den Ländlichen Raum



lebensministerium.at

Auftraggeber

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Auftrag vom 01.07. 2010
Zahl: BMLFUW-LE.1.3.7/0019-II/5/2010

Berichtsdatum

26.07.2011 // GZ-wpa: 410.010

Version

2.0

Inhalt

Endbericht

Ausführung

pdf

Evaluierung des Programms LE07-13 „Abschätzung der bewässerten und bewässerungs- bedürftigen landwirtschaftlichen Flächen sowie Integration der Daten in die INVEKOS-Datenbank“

Bundesministerium für Land- und
Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



Europäischer Landwirtschaftsfonds
für die Entwicklung des ländlichen
Raums: Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



lebensministerium.at

wpa Beratende Ingenieure GmbH

A-1090 Wien | Lackierergasse 1/4
T +43 1 403 62 80 | F +43 1 405 57 16
wpa@wpa.at | www.wpa.at

UID: ATU 16138800 | Gesellschaft mbH | Handelsgericht Wien | FN 51597d
Bankverbindung: BKS Bank AG | BLZ: 17000 | Konto: 141 000 225
IBAN: AT081700000141000225 | BIC: BFKKAT2K

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung und Abgrenzung der Fragestellung	3
2	Datengrundlagen und Methoden	5
2.1	Grundsätzliche Überlegungen	5
2.2	Kulturart	5
2.3	Klima.....	6
2.4	Wasserspeicherfähigkeit des Bodens	7
2.5	Topographie.....	8
2.6	Wasserverfügbarkeit.....	8
2.7	Berechnungsmodell.....	9
2.7.1	Bewässerte Fläche	9
2.7.2	Auswertung und Validierung.....	9
2.8	Bewässerungsmengen.....	10
3	Ergebnisse und Diskussion	11
3.1	Klimatische Wasserbilanz in der Hauptvegetationsperiode.....	11
3.2	Bewässerte Fläche	11
3.3	Validierung.....	16
3.4	Bewässerungsmengen.....	18
3.4.1	Aktuelle Bewässerungsmengen	18
3.4.2	Zukünftige Bewässerungsmengen	21
4	Literatur	23
5	Tabellenanhang	25

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Klassen der nutzbaren Feldkapazität in der EBOD	7
Tab. 2-2:	Verminderung der Wasseraufnahmefähigkeit in Hanglagen (aus Perrot, 1966).....	8
Tab. 2-3:	Kriterien zur Festlegung, ob Bewässerung erfolgt.....	9
Tab. 2-4:	kulturspezifische Pflanzenkoeffizienten zur Berechnung der aktuellen Evapotranspiration nach Haude..	10
Tab. 3-1:	landwirtschaftliche und bewässerte Fläche der Bundesländer für die Jahre 2007, 2008 und 2009.....	12
Tab. 3-2:	landwirtschaftliche und bewässerte Fläche der Hauptproduktionsgebiete für die Jahre 2007, 2008 und 2009.....	12
Tab. 3-3:	Bewässerte Flächen 2009 nach Schlagnutzung (nur Flächen mit >50 ha in Österreich; auf ganze Stellen gerundet)	15
Tab. 3-4:	Bewässerung in den Bundesländern laut Statistik Austria im Jahr 2007	16
Tab. 3-5:	Bewässerung in den Hauptproduktionsgebieten laut Statistik Austria im Jahr 2007.....	16
Tab. 3-6:	Bewässerung in ausgewählten Bezirken	17
Tab. 3-7:	Bewässerungsmengen der WG Eferdinger Becken (Mayr 2009).....	20

Tab. 3-8: Bewässerungsmengen der WG Zwerndorf/Stripfing (Prossenitsch, 2009)..... 21
Tab. 3-9: Klimatische Wasserbilanz [mm] in der Hauptvegetationsperiode (April – September) der Zeiträume (A) 1961-90 und (B) 2031-50, sowie die prozentuelle Veränderung bezogen auf (A)1961-90 22
Tab. 5-1: Kategorisierung der Kulturen der INVEKOS Datenbank betr. Bewässerung (Erläuterungen Kap. 2.2) 25

Abbildungsverzeichnis

Abb. 4-1: Klimatische Wasserbilanz in der Hauptvegetationsperiode 13
Abb. 4-2: Anteil der bewässerten Fläche 14
Abb. 4-3: Bewässerungsgebiete in Österreich (Klik, 2008)..... 16
Abb. 4-4: Bewässerungsmenge 2009 im mm/Jahr/ha bezogen auf die landwirtschaftliche Fläche 19

1 Zusammenfassung

Ziel der Studie war es auf Basis flächendeckend vorhandener Daten zu einer Abschätzung der Größe der bewässerten landwirtschaftlichen Fläche in Österreich zu kommen und im Weiteren die Bewässerungsmengen abzuschätzen. Weiters war ein Ausblick auf die Folgen zu erwartender klimatischer Änderung auf den Bewässerungsbedarf vorzunehmen.

Der Methodische Ansatz geht von der Bewässerungswürdigkeit aus, die zunächst dann gegeben ist, wenn der Wasserbedarf einer Kultur größer ist als die verfügbare Wassermenge. Dies hängt an erster Stelle von der Pflanzenart sowie vom Klima ab, im Weiteren aber auch vom Boden (Wasserspeichervermögen), der Topographie (Hängigkeit) sowie dem hydrogeologischen Verhältnissen (Ergiebigkeit des Aquifers). Impliziert wurden weiters ökonomische Überlegungen, die einerseits die eingesetzte Wassermenge begrenzen, andererseits bei intensiven Kulturen (z.B. Gemüse) zu einer Bewässerung führen können, auch wenn dies die durchschnittlichen klimatischen Verhältnisse nicht anzeigen. Solche durchschnittlichen Verhältnisse wurden zur Abgrenzung der Fragestellung für die klimatischen aber auch die wirtschaftlichen Bedingungen vorausgesetzt. Da beide darüber entscheiden können, ob eine Bewässerungswürdigkeit gegeben ist, kann die Entscheidung eines Landwirts, eine bestimmte Fläche in einem bestimmten Jahr zu bewässern, von den Ergebnissen dieser Studie im Einzelfall immer wieder abweichen.

Als Datengrundlage wurden zunächst die in den INVEKOS Daten vorhandenen Informationen verwendet (Kulturarten, Hangneigung, Nutzbare Feldkapazität). Für die Beschreibung der klimatischen Verhältnisse (Niederschläge, Evapotranspiration) wurden Daten der Klimastationen der ZAMG (langjährige Mittelwerte 1961-1990) herangezogen und interpoliert, wobei die Evapotranspiration nach Haude (1955) berechnet wurde. Zur Verbesserung des Ergebnisses in Gebieten

mit nicht ausreichender Datendichte, wurden Messstationen des Hydrographischen Dienstes hinzugezogen. Informationen zu Aquifertypen wurden dem Hydrologischen Atlas Österreichs entnommen. Für die Berechnung von Bewässerungsmengen unter den Annahmen einer zukünftigen Klimaveränderung wurden von der ZAMG Daten eines COSMO-CLM Berechnungsganges, basierend auf dem Globalmodell ECHAM5 A1B Szenario, zur Verfügung gestellt.

Zur Überprüfung der Ergebnisse, insbesondere aber auch für eine Eingrenzung der Bewässerungsmengen, wurden Ergebnisse aus Befragungen herangezogen bzw. solche ergänzend (bei Vertretern der Landwirtschaftskammer und Landwirten) durchgeführt.

Als Ergebnis wird die bewässerte Fläche und die Bewässerungsmenge für einzelne Schläge in der INVEKOS Datenbank dargestellt. Eine Auswertung der einzelnen Schlagflächen ergab eine bewässerte Fläche von 2,3% (65.338ha) der landwirtschaftlichen Nutzfläche für 2009. Absolut gesehen liegt der größte Teil der bewässerten Fläche in Niederösterreich. Relativ zur gesamten landwirtschaftlichen Fläche ist der Anteil der bewässerten Fläche in Wien am größten, gefolgt vom Burgenland. In allen anderen Bundesländern spielt Bewässerung flächenmäßig oder anteilmäßig eine deutlich geringere Rolle.

Gebiete mit hohen Bewässerungsmengen bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche befinden sich vor allem im Marchfeld unmittelbar östlich von Wien sowie im östlichen Seewinkel. Als weitere nennenswerte Gebiete sind Teile des südlichen Wiener Beckens und des Tullnerfelds zu nennen.

Der Blick in die Zukunft zeigte, dass die Bewässerungsmengen regional wechselnd sowohl zu- als auch abnehmen können, da nicht nur für die Evapotranspiration (Verdunstung) sondern auch für die Niederschläge ein Anstieg prognostiziert wird.

2 Zielsetzung und Abgrenzung der Fragestellung

Ziel des Projekts „Abschätzung der bewässerten und bewässerungswürdigen landwirtschaftlichen Flächen und Integration in die INVEKOS Datenbank“ ist es, auf Basis flächendeckend vorhandener Daten zu einer Abschätzung der Größe der bewässerten landwirtschaftlichen Fläche in Österreich sowie der gegenwärtig aufgebracht und zukünftig aufzubringenden Bewässerungsmengen zu kommen. Als Datengrundlage werden zunächst die in den INVEKOS Daten vorhandenen Informationen verwendet und diese werden im Weiteren mit zusätzlichen flächenhaft vorliegenden Datenquellen ergänzt.

Für die Abgrenzung der Fragestellung folgt, dass durchschnittliche Verhältnisse vorausgesetzt werden. Dies betrifft insbesondere die klimatischen Bedingungen aber auch wirtschaftliche Voraussetzungen, die darüber entscheiden können, ob bestimmte Kulturen bewässerungswürdig sind oder nicht. Die Entscheidung eines Landwirts, eine bestimmte Fläche in einem bestimmten Jahr zu bewässern, wird daher von den Ergebnissen dieses Projekts im Einzelfall immer wieder abweichen. Soweit als möglich wurden aber Grundlagen, die zu so einer Entscheidung führen, bei Praktikern (Kammer, Bewässerungsgenossenschaften, LandwirtInnen, eigene Beobachtungen) abgefragt, modellhaft abgebildet und bestimmen das Resultat.

Frost- oder Schönungsberechnung von Obst gehören nicht unter den Begriff „Bewässerung“ im engeren Sinn und blieben daher unberücksichtigt.

3 Datengrundlagen und Methoden

3.1 Grundsätzliche Überlegungen

Eine Bewässerungsbedürftigkeit ist dann gegeben, wenn der Pflanzenwasserbedarf größer ist als die verfügbare Wassermenge und hängt ab von Klima, Boden, Topographie sowie von der Pflanzenart. Die Kulturpflanzen erleiden aufgrund einer Erschöpfung des Bodenwassers einen Wasserstress, der Mindererträge zur Folge hat.

Da im Rahmen dieses Projekts keine Einzelerhebungen zu tatsächlich in einem bestimmten Jahr bewässerten Flächen erfolgen, sondern diese Flächen auf Grund von allgemein feststellbaren Faktoren identifiziert werden, handelt es sich streng genommen nicht um bewässerte, sondern um bewässerungswürdige Flächen. Aus sprachlichen Gründen wird diese bei der Darstellung der Ergebnisse als bewässerte Fläche bezeichnet.

Bei der Betrachtung der Bewässerungswürdigkeit sind zusätzlich zur Bewässerungsbedürftigkeit wirtschaftliche und ordnungspolitische Überlegungen anzustellen. Bei bestimmten Kulturen, die einen hohen Arbeitsaufwand erfordern und hohe Deckungsbeiträge versprechen, spielen Kosten der Bewässerung relativ gesehen eine geringere Rolle. Solche Kulturen werden häufig auch dann bewässert, wenn unter durchschnittlichen Bedingungen mit keinem Wasserstress zu rechnen ist, um das Produktionsrisiko für den Fall extremer Witterungsverläufe zu minimieren. Als Beispiel können Gemüseanbauflächen genannt werden.

Andere Kulturen werden nur bewässert, wenn klimatische Faktoren dies auch in der Mehrzahl der Jahre erfordern und die Kosten der Bewässerung vom erzielbaren Mehrertrag getragen werden. Hier handelt es sich in der Regel um großflächig angebaute Kulturen, bei denen die erforderlichen Wassermengen in ausreichendem Maß verfügbar sein müssen. Beispiele dafür sind Mais, Zuckerrübe oder Kartoffel.

3.2 Kulturart

Entsprechend den Ausführung in Kapitel 3.1 wurden Kulturen zur der Bewertung der Bewässerungswürdigkeit wie folgt kategorisiert:

- 0: Kulturen, die nicht bewässerungswürdig sind. z.B. Grünland, Getreide (außer Sommerdurum), Ölfrüchte, etc.
- 1: Kulturen, „ohne Niederschläge“. Dies sind Kulturen im Glashaus, unter Folie, geschützter Anbau.
- 2: Gemüse im Freiland und vergleichbare Intensivkulturen (Erdbeeren, Rollrasen, ...).
- 3: Bewässerungswürdige Ackerkulturen. Dies sind Kartoffel, Zuckerrübe, Mais und Sommerdurum.
- 4: Wein
- 5: Baum- und Strauchobst

Eine komplette Liste mit einer Kategorisierung aller in den INVEKOS Daten der Jahre 2007 – 2009 vorkommenden Kulturen enthält die Tabelle im Tabellenanhang (Kap. 6).

3.3 Klima

Klimatische Kriterien für die Bewässerungsbedürftigkeit lassen sich auf unterschiedliche Weise definieren:

- Eine mögliche Definition für österreichische Verhältnisse ist die Niederschlagssumme. Liegt diese unter 600 mm so ist Bewässerungsbedürftigkeit gegeben (Cepuder, 2008).
- Als weiterer Bewertungsfaktor für die ertragsrelevante Trockenheit wurde das Verhältnis aus aktueller zu potentieller Verdunstung (ET/ETP) benutzt. Diese Größe berücksichtigt sowohl die klimatologischen Bedingungen der Verdunstung wie auch den Einfluss der Wasserverfügbarkeit im Boden während der Vegetationszeit. Zudem besteht ein direkter Zusammenhang zwischen diesem Verhältnis und der Ertragsminderung. Je tiefer das Verhältnis, um so größer die Wahrscheinlichkeit, dass der Ertrag durch eine ungenügende Wasserversorgung gemindert ist. Als Schwelle für die Bewertung wurde schließlich ein Wert für das ET/ETP-Verhältnis von 0,80 gewählt (Fuhrer und Kasten, 2009).
- Ein weiterer Ansatz besteht darin, in der Hauptvegetationsperiode von April bis September die Niederschläge der Verdunstung in einer klimatischen Wasserbilanz gegenüberzustellen. Sind die Niederschläge niedriger als die Verdunstung und die klimatische Wasserbilanz daher negativ, so ist mit dem Auftreten von Wasserstress zu rechnen und Bewässerungsbedürftigkeit gegeben (Stenitzer, 2004).
- Kleinräumige Klimaunterschiede, bedingt durch Geländegestaltung, werden bei dem System der Österreichischen Bodenschätzung durch Zu- oder Abschläge zu der Bodenzahl berücksichtigt, die dann die Ackerzahl (unter Berücksichtigung der Klima-, Wasser- und Geländeverhältnisse) ergibt (Harlfinger und Knees, 1999). Die Erwärmung des Bodens und damit auch die Veränderung der Verdunstung aus dem Boden werden durch die Hang-

lage oder Exposition (Hangrichtung und Hangneigung) beeinflusst. Die Österreichische Bodenkartierung berücksichtigt dies aber erst ab 10 Grad Hangneigung, eine Hanglage, bei der üblicherweise keine Bewässerung mehr stattfindet, so dass dieser Bewertungsansatz nicht herangezogen wurde.

Die ersten drei genannten Bewertungsmethoden für die großräumig darstellbaren klimatischen Einflüsse wurden jedoch im Zuge der Projektbearbeitung herangezogen und die Ergebnisse verglichen.

Als Datengrundlage wurde für die ersten beiden Ansätze (Cepuder, 2008 sowie Fuhrer und Kasten, 2009) der hydrologische Atlas verwendet (BMLFUW, 2007).

Für den dritten Ansatz (Stenitzer, 2004) wurden die Daten der Klimastationen der ZAMG (langjährige Mittelwerte 1961-1990) herangezogen, wobei die Evapotranspiration nach Haude (1955) berechnet wurde. Klimastationen, die auf Grund ihrer Lage nicht repräsentativ für landwirtschaftlich genutzte Flächen waren, wurden ausgeschieden. Es waren dies Gebirgsstationen (z.B. Sonnblick, Krippenstein, etc.) sowie einzelne Stationen im Wiener Stadtgebiet.

Aus den ausgewählten Stationswerten wurden mit dem Programm Esri®ArcGIS™ 10.0 ein Raster für ganz Österreich interpoliert. Als Interpolationsmethode wurde IDW (Inverse Distance Weighted) gewählt. Der Suchradius wurde als variabel definiert und auf maximal 12 Stationen, sowie eine maximale Entfernung von 50km begrenzt. Zur Verbesserung des Ergebnisses in Gebieten mit nicht ausreichender Datendichte, wurden in einem weiteren Schritt Messstationen des Hydrographischen Dienstes hinzugezogen, um die Interpolation zu stützen. Die Zuordnung der Rasterpunkte zu den Katastralgemeinden erfolgte durch Mittelwertbildung. Fehlende Katastralgemeindegewerte wurden über einen Algorithmus in der Datenbank aus der nächstgrößeren Verwaltungseinheit übernommen.

Die Kartengrundlage für die Definition der Verwaltungsgrenzen wurde vom BEV bezogen. Auf Grund der Ergebnisse wurde dieser dritte Ansatz zur Bewertung der Bewässerungsbedürftigkeit herangezogen.

Die aktuellen Bewässerungsmengen werden aus der klimatischen Wasserbilanz errechnet, wobei die Verdunstungswerte nach Haude unter Verwendung von kulturspezifischen Pflanzenfaktoren berechnet werden.

Für die Berechnung von Bewässerungsmengen unter den Annahmen einer zukünftigen Klimaveränderung wurden von der ZAMG Daten eines COSMO-CLM Berechnungsganges, basierend auf dem Globalmodell ECHAM5 A1B Szenario zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um eine einzelne Realisation und kein Ensemble. Die Simulationsergebnisse wurden als Rasterdaten mit einer Auflösung von etwa 20x20 km in einem GIS-kompatiblen Format übermittelt. Die weitere Bearbeitung erfolgte wieder mit dem Programm Esri®ArcGIS™ 10.0.

3.4 Wasserspeicherfähigkeit des Bodens

Die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens wird durch die nutzbare Feldkapazität beschrieben. Daten dazu wurden vom Institut für Kulturtechnik – IKT in Petzenkirchen (Bundesamt für Wasserwirtschaft) auf Basis der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 berechnet und sind in der EBOD (elektronische Bodenkarte) publiziert (Murer et al., 2004). Für die Verwendung im Rahmen dieses Projekts wurde ein Datensatz vom IKT zur Verfügung gestellt.

Dieser Datensatz enthält die nutzbare Feldkapazität bis 1m Bodentiefe in folgenden Klassen:

Tab. 3-1: Klassen der nutzbaren Feldkapazität in der EBOD

Kurzzeichen	Bezeichnung
nFK 0	Moore und Anmoore oder keine Daten
nFK 1	sehr gering (<60 mm)
nFK 2	gering (60-140 mm)
nFK 3	mittel (140-220 mm)
nFK 4	hoch (220-300 mm)
nFK 5	sehr hoch (>300 mm)

Eine Bewässerungsbedürftigkeit ist vor allem bei sehr geringer oder geringer nutzbarer Feldkapazität anzunehmen und wurde bei Dauerkulturen (Wein und Obst) als Kriterium verwendet, da hier am ehesten davon auszugehen ist, dass auf lokale Bodenunterschiede bei der Wahl einer Bewässerung eingegangen wird, im Unterschied zu großflächig bewässerten Ackerkulturen.

3.5 Topographie

Mit der Hangneigung nehmen Wasserverluste zu (Tab. 3-2). Sie fließt daher kulturspezifisch in die Bewertung der Bewässerungswürdigkeit ein, indem die Annahme getroffen wurde, dass Gemüse im Freiland nur bis 5° Hangneigung (ca. 9%) und bewässerungswürdige Ackerkulturen bis 2° (ca. 3,5%) bewässert werden. Die stärkere Einschränkung bei Feldkulturen wurde deshalb getroffen, da beim Einsatz von Großregnern zusätzlich zur Wasseraufnahmefähigkeit technische Aspekte eine Rolle spielen.

Bei Wein und Obst wurde auf ein Kriterium der Hangneigung verzichtet, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass hier die Möglichkeit zur Terrassierung besteht und häufig Tropfbewässerung zum Einsatz kommt, die auch in steilerem Gelände möglich ist.

Als Datengrundlage für die Hangneigung wurden die INVEKOS Daten selbst verwendet, die diese Angabe als Variable in der Tabelle „L037 Schläge“ enthält.

Tab. 3-2: Verminderung der Wasseraufnahmefähigkeit in Hanglagen (aus Perrot, 1966)

Neigung in %	Verminderung in %
5-8	20
9-12	40
13-20	60

3.6 Wasserverfügbarkeit

Für großflächige Bewässerungen muss eine ausreichende Wasserverfügbarkeit gegeben sein. Da die Entnahme von Oberflächenwasser in Österreich nur eine untergeordnete Rolle spielt, stellen für diesen Zweck ausreichend ergiebige Grundwasservorkommen eine Voraussetzung dar, die in Österreich in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen an entsprechende Porengrundwasserleiter gebunden sind. Informationen zu Aquifertypen und zur Lithologie enthält der Hydrologische Atlas Österreichs. Porengrundwasserleiter mit ausgedehnten und sehr ergiebigen Grundwasservorkommen bzw. mit lokalen oder unzusammenhängenden Grundwasservorkommen höherer Produktivität bzw. ausgedehnten aber nur durchschnittlich ergiebigen Grundwasservorkommen wurden als Regionen betrachtet, in denen auf Grund des Wasserangebots großflächige Beregnung möglich ist.

Die Zuordnung erfolgte auf Ebene der Katastralgemeinden. Katastralgemeinden, in denen mehrere lithologische Einheiten auftreten, wurde die flächenmäßig dominierende zugewiesen.

3.7 Berechnungsmodell

3.7.1 Bewässerte Fläche

Die Festlegung, ob eine Fläche bewässert wird oder nicht, erfolgte nach der in Tab. 3-3 dargestellten Regel.

Die Verknüpfung der Informationen erfolgte in einer Access Datenbank, wobei als Ausgangspunkt die Tabelle L037_SCHL verwendet wurde.

Die Zuordnung der Wasserspeicherfähigkeit erfolgte auf Schlagebene über die Variable GSNR_v_gr_GATL_d_FS unter Verwendung der Tabelle L039_2006_Modul06_Boden. Die Werte für die klimatische Wasserbilanz in der Hauptvegetationsperiode sowie die lithologischen Einheiten (Aquifertypen) wurden auf Ebene der Katastralgemeinden über die Variable KGNR5_v_gr_GATL_d_FS zugeordnet.

Tab. 3-3: Kriterien zur Festlegung, ob Bewässerung erfolgt

Kulturart Kat. Gem. 3.2	Bewässerung (Kriterien)
0	Keine
1	Immer
2	Hangneigung <5°
3	Hangneigung <2° & KWB _{HVP} <0 & Grundwasservorkommen gem. Kap. 3.6
4	KWB _{HVP} <0 & (nFK 1 oder nFK 2)
5	KWB _{HVP} <0 & (nFK 1 oder nFK 2)

KWB_{HVP}: Klimatische Wasserbilanz in der Hauptvegetationsperiode
nFK: Nutzbare Feldkapazität

3.7.2 Auswertung und Validierung

Statistische Auswertungen erfolgten mit dem Programm SPSS. Für eine Validierung wurden die Ergebnisse mit den Daten der Statistik Austria des Jahres 2007 für bewässerte und bewässerbare Flächen auf Ebene der Bundesländer und der Produktionsgebiete verglichen (Statistik Austria, 2007), sowie für ausgewählte Bezirke mit der bewässerbaren Fläche des Jahres 1999. Die Daten des Jahres 2007 stammen aus einer stichprobenartigen Befragung von Landwirten, 1999 fand eine Vollerhebung statt (ebenfalls Befragung).

Wichtig für den Vergleich der Ergebnisse ist die Definition für bewässerbare und bewässerte Fläche:

Bewässerbare Fläche: Fläche, die im Bezugsjahr erforderlichenfalls mit den normalerweise im Betrieb verfügbaren technischen Einrichtungen und der normalerweise verfügbaren Wassermenge höchstens bewässert werden könnte. Die gesamte bewässerbare Fläche kann von der Summe der mit Bewässerungseinrichtungen ausgestatteten Flächen abweichen, da einerseits diese Einrichtungen mobil sein und infolgedessen im Verlauf einer Vegetationsperiode auf mehreren Feldern eingesetzt werden können und andererseits die Kapazität durch die verfügbare Wassermenge und durch den Zeitraum beschränkt sein kann.

Bewässerte Fläche: Fläche der Kulturen, die im Zeitraum vom 1. Dezember 2006 bis 30. November 2007 tatsächlich mindestens einmal bewässert worden ist. Nicht einzubeziehen waren Kulturen unter Glas sowie Haus- und Nutzgärten, die fast immer bewässert werden. Wenn auf einem Feld im Verlauf der Vegetationsperiode mehrere Kulturen angebaut wurden, so war die Fläche nur einmal anzugeben.

3.8 Bewässerungsmengen

Die aktuellen Bewässerungsmengen werden aus der klimatischen Wasserbilanz ermittelt und sind definitionsgemäß jene über den natürlichen Niederschlag hinausgehenden Wassermengen, die eine Feldfrucht in der Hauptvegetationsperiode zur Erzielung optimaler Erträge benötigt. Ob diese Wassermengen und in welcher Höhe von einem Landwirt tatsächlich aufgebracht werden, hängt letztendlich von dem aktuellen Witterungsgeschehen, den zur Bewässerung verfügbaren Wassermengen und Betriebseinrichtungen sowie der geübten Praxis des Landwirtes ab.

Zur Bestimmung dieser aktuellen Bewässerungsmengen wurde der in Kapitel 3.3 genannte dritte Ansatz nach Stenitzer (2004) gewählt. Die dazu benötigten Daten über die pflanzenspezifischen aktuellen Evapotranspiration für die einzelnen Monate der Hauptvegetationsperiode (April – September) wurden nach Haude (1955) ermittelt, wobei die in

Tab. 3-4 genannten kulturspezifischen Pflanzenkoeffizienten (FAO, 1998; Löpmeier, 1994; Merkblatt 24, 2002; Müller, 2004) verwendet wurden. Die Bewässerungsmengen wurden für alle Kulturen einer Katastralgemeinde, die auf bewässerten Flächen im Jahre 2009 angebaut waren (Kap. 4.2), ermittelt. Bis zu einer nutzbaren Feldkapazität von 140mm wurden die errechneten Bewässerungsmengen um 30% erhöht. Bei einem Anbau der Kulturen in Folientunneln wurde eine Bewässerungsmenge von 400mm, in Glashäusern von 500mm und bei Freilandkulturen von maximal 200mm pro Jahr angenommen. Bei Zuckerrübe wurden die Bewässerungsmengen mit 150mm und bei Obst und Wein mit 100mm pro Jahr begrenzt. Weiter wurde angenommen, dass Feldgemüse (einkulturig) mit mindestens 60mm und mehrkulturig mit mindestens 120mm pro Jahr bewässert werden. Die weitere Vorgangsweise der Mittelwertbildung entspricht der in Pkt. 3.3 genannten Methodik.

Tab. 3-4: kulturspezifische Pflanzenkoeffizienten zur Berechnung der aktuellen Evapotranspiration nach Haude

Kultur	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Mais	0,2	0,25	0,33	0,42	0,38	0,35
Winterweizen (Sommerdurum)	0,35	0,45	0,52	0,5	0	0
Mittelfrühe Kartoffeln	0,2	0,25	0,35	0,36	0,35	0,25
Zuckerrüben	0,2	0,27	0,4	0,5	0,45	0,35
Obstbaum	0,23	0,23	0,22	0,21	0,2	0,18
Gras	0,29	0,29	0,28	0,26	0,25	0,23
Feldgemüse(Zwiebeln)	0,22	0,29	0,4	0,27	0,25	0,22
Wein	0,24	0,29	0,3	0,35	0,3	0,22

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Klimatische Wasserbilanz in der Hauptvegetationsperiode

Während Informationen zu den Kulturen, der Hangneigung, der nutzbaren Feldkapazität und den Aquifertypen aus vorhandenen Unterlagen entnommen wurden, wurde die klimatische Wasserbilanz in der Hauptproduktionsperiode im Rahmen dieses Projekts berechnet. Die Ergebnisse für die einzelnen Katastralgemeinden sind in Abb. 4-1 Kartenform dargestellt. Das Ergebnis zeigt negative Werte im Osten Österreichs im Bereich der Bundesländer Niederösterreich, Wien und dem Nordburgenland.

4.2 Bewässerte Fläche

Eine Auswertung der einzelnen Schlagflächen ergab eine bewässerte Fläche für das Jahr 2007 von 66.013ha, das sind 2,3% der landwirtschaftlichen Fläche (Tab. 4-1). In den Jahren 2008 bzw. 2009 lagen diese Werte bei 2,6% (72.395ha) bzw. 2,3% (65.338ha). Die unterschiedlichen Ergebnisse in den einzelnen Jahren spiegeln die aktuelle Kulturartenverteilung wider. Absolut gesehen liegt der größte Teil der bewässerten Fläche in Niederösterreich. Relativ zur gesamten landwirtschaftlichen Fläche ist der Anteil der bewässerten Fläche in Wien am größten, gefolgt vom Burgenland. In allen anderen Bundesländern spielt Bewässerung flächenmäßig oder anteilmäßig eine deutlich geringere Rolle. Abb. 4-2 zeigt den Anteil der bewässerten Fläche in den einzelnen Katastralgemeinden. Eine Zusammenfassung nach Hauptproduktionsgebieten (Tab. 4-2) weist sowohl absolut als auch relativ den höchsten Wert für das nordöstliche Flach- und Hügelland aus, in dem fast die gesamte bewässerte Fläche liegt.

Tab. 4-1: landwirtschaftliche und bewässerte Fläche der Bundesländer für die Jahre 2007, 2008 und 2009

Bundesland	LW Fläche	bewässerte Fläche		LW Fläche	bewässerte Fläche		LW Fläche	bewässerte Fläche	
	[ha]	[ha]	[%]	[ha]	[ha]	[%]	[ha]	[ha]	[%]
B	186.383	17.850	9,6	186.256	19.327	10,4	186.307	17.603	9,4
K	236.927	180	0,1	235.433	190	0,1	234.863	174	0,1
N	900.158	44.385	4,9	899.395	48.919	5,4	898.582	44.009	4,9
O	528.383	1.430	0,3	527.276	1.556	0,3	525.942	1.399	0,3
S	196.680	49	0,0	195.946	43	0,0	194.683	43	0,0
ST	398.950	810	0,2	395.716	917	0,2	388.947	774	0,2
T	296.717	356	0,1	296.444	449	0,2	290.878	447	0,2
V	83.499	52	0,1	83.540	44	0,1	83.286	45	0,1
W	5.236	901	17,2	5.193	949	18,3	5.214	844	16,2
Gesamt	2.832.933	66.013	2,3	2.825.199	72.395	2,6	2.808.702	65.338	2,3

Tab. 4-2: landwirtschaftliche und bewässerte Fläche der Hauptproduktionsgebiete für die Jahre 2007, 2008 und 2009

Hauptproduktions- gebiete	LW Fläche	bewässerte Fläche		LW Fläche	bewässerte Fläche		LW Fläche	bewässerte Fläche	
	[ha]	[ha]	[%]	[ha]	[ha]	[%]	[ha]	[ha]	[%]
Alpenostrand	262.842	80	0,0	261.349	99	0,0	259.909	77	0,0
Alpenvorland	493.254	1.806	0,4	492.156	2.178	0,4	490.978	1.725	0,4
Hochalpen	668.829	369	0,1	666.720	467	0,1	654.841	467	0,1
Kärntner Becken	75.281	149	0,2	74.827	153	0,2	74.730	141	0,2
Nordöstliches Flach- und Hügel- land	591.987	62.446	10,5	591.333	68.038	11,5	591.235	61.749	10,4
Südöstliches Flach- und Hügelland	205.497	772	0,4	203.767	876	0,4	202.717	734	0,4
Voralpen	188.932	26	0,0	188.916	33	0,0	188.579	24	0,0
Wald- und Mühl- viertel	346.312	366	0,1	346.131	551	0,2	345.714	420	0,1
Gesamt	2.832.933	66.013	2,3	2.825.199	72.395	2,6	2.808.702	65.338	2,3

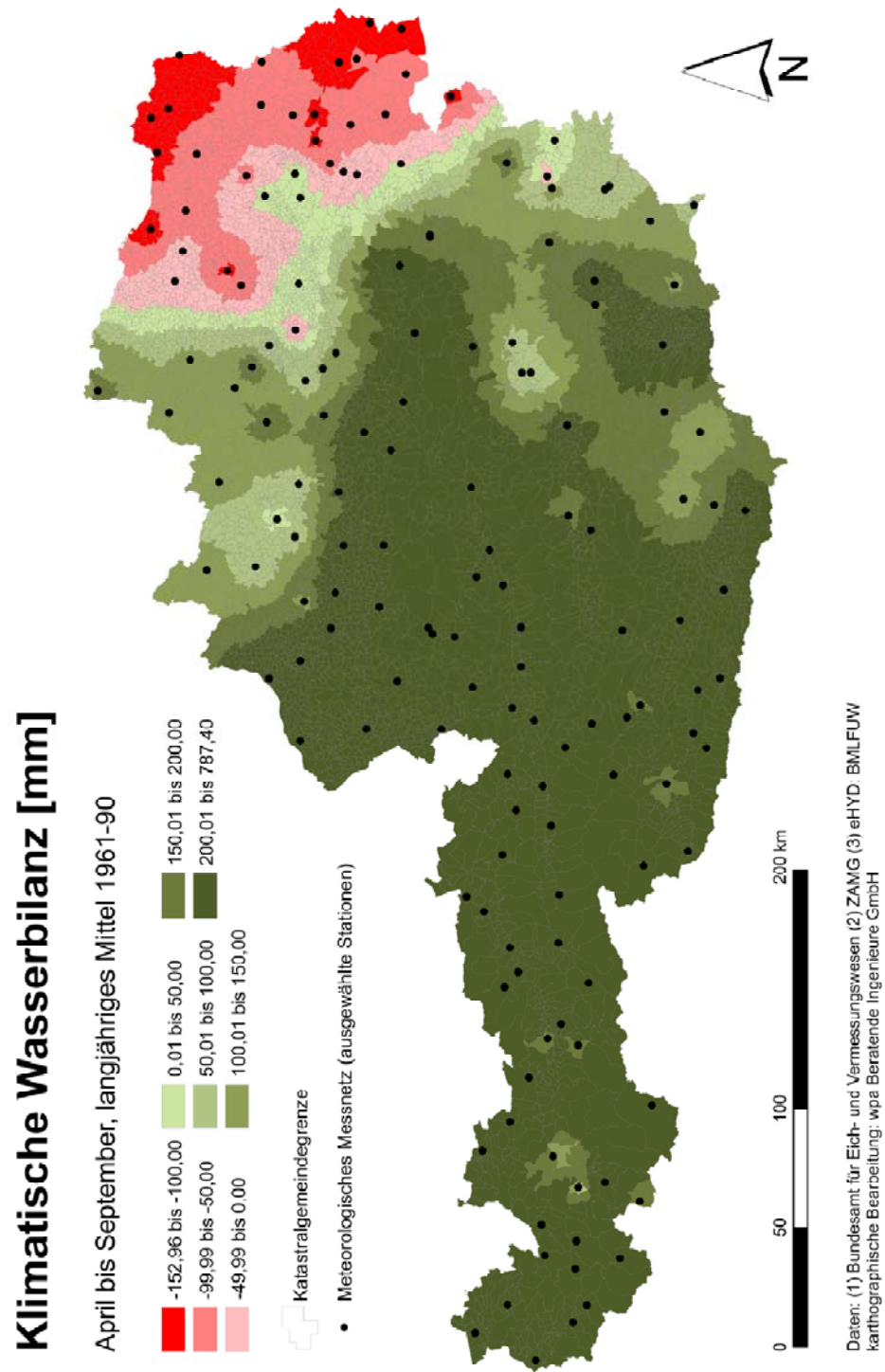
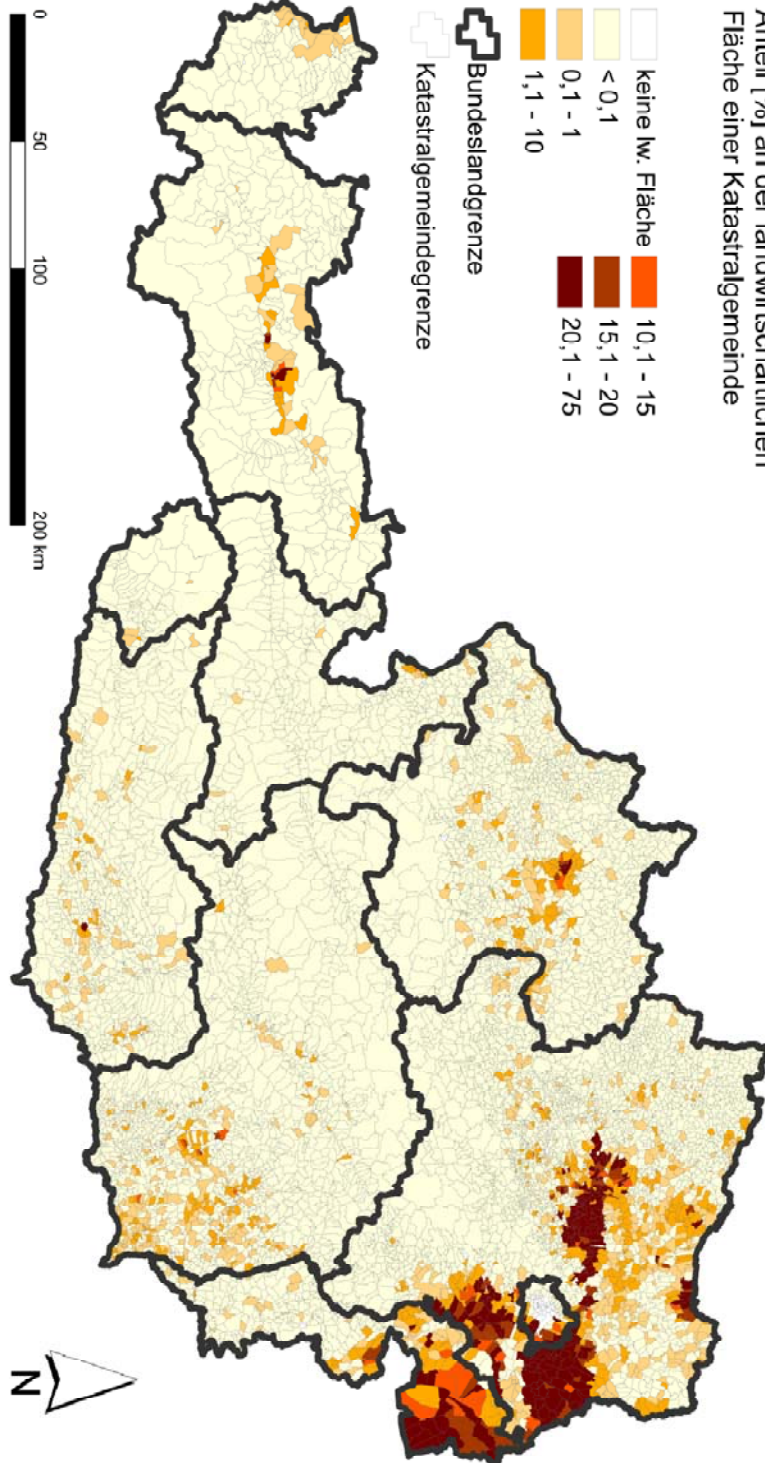


Abb. 4-1: Klimatische Wasserbilanz in der Hauptvegetationsperiode

Bewässerte Fläche 2009

Anteil [%] an der landwirtschaftlichen Fläche einer Katastralgemeinde



Daten: (1) Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (2) ZAMG (3) eHYD: BMLFUW
kathographische Bearbeitung: wpa Beratende Ingenieure GmbH

Abb. 4-2: Anteil der bewässerten Fläche

Tab. 4-3: Bewässerte Flächen 2009 nach Schlagnutzung (nur Flächen mit >50 ha in Österreich; auf ganze Stellen gerundet)

SNA_Name	Ö	B	K	N	O	S	ST	T	V	W
GESAMT	65.338	17.603	174	44.009	1.399	43	774	447	45	844
KÖRNERMAIS	20.250	8.937	0	11.249	0	0	0	0	0	64
ZUCKERRÜBEN	13.375	1.763	0	11.447	0		0			164
FELDGEMÜSE EINKULTURIG	6.689	693	60	4.680	468	37	391	189	29	142
WEIN	6.674	3.153	0	3.505	0		0		0	16
SOMMERHARTWEIZEN (DURUM)	6.401	1.437	0	4.899	0		0	0		65
FELDGEMÜSE VERARBEITUNG EINKULTURIG	2.274	133	2	1.885	191	0	6	1		57
SPEISEKARTOFFELN	2.131	166	0	1.930	0	0	0	0	0	34
SPEISEINDUSTRIEKARTOFFELN	1.829	338	0	1.487	0	0	0			3
ERDBEEREN	1.046	50	81	399	335	0	139	18	6	18
FELDGEMÜSE MEHRKULTURIG	813	119	15	190	137	4	28	211	5	103
FRÜHKARTOFFELN	533	159	0	328	0	0	0	0	0	45
FELDGEMÜSE VERARBEITUNG MEHRKULTURIG	517	0	0	516	0	0	0	0		
ZUCKERMAIS	469	161	0	307	0		0			
ROLLRASEN	367			347			20			
STÄRKEINDUSTRIEKARTOFFELN (INKL. SPRITKARTOFFELN)	252	10		243	0					0
FELDGEMÜSE EINLEGEGERURKEN	177			11	165	0	0			
GEMÜSE IM GEWÄCHSHAUS	169	37	0	23	1	0	4		0	103
GEMÜSE IM FOLIEN-TUNNEL	138	79	0	4	3	0	44	0	1	7
WINTERGERSTE / FELDGEMÜSE	128	13		75	4		32	4		
REBSCHULEN	118	61		46			11			
SONSTIGE FLÄCHEN: GESCHÜTZTER ANBAU	89	63	0	0	0		12			13
HOLUNDER	80	11	0	69	0		0	0	0	
FELDGEMÜSE (IM FREILAND) - OHNE ERNTE	74	5	2	38	12	0	10	3	0	3
ZUCKERMAIS / FELDGEMÜSE	70			20	50					
HIRSE / FELDGEMÜSE	69	69								
TAFELÄPFEL	68	34	0	34	0	0	0	0	0	0
FELDGEMÜSE FRISCHMARKT UND VERARBEITUNG MEHRKULTURIG	66			61		0	5		0	0

4.3 Validierung

Eine Kartendarstellung zu Bewässerungsgebieten in Österreich findet sich bei Klik, 2008 und Cepuder, 2008. Auch wenn in dieser Darstellung keine Differenzierung nach Anteilen der bewässerten Fläche getroffen wird und den verwendeten Quellen nicht entnehmbar war, wie diese identifiziert wurden, kann dennoch festgehalten werden, dass die im Rahmen dieses Projekts identifizierten Regionen mit nennenswerten Anteilen an bewässerter Fläche sich weitgehend mit der Darstellung bei Klik decken.

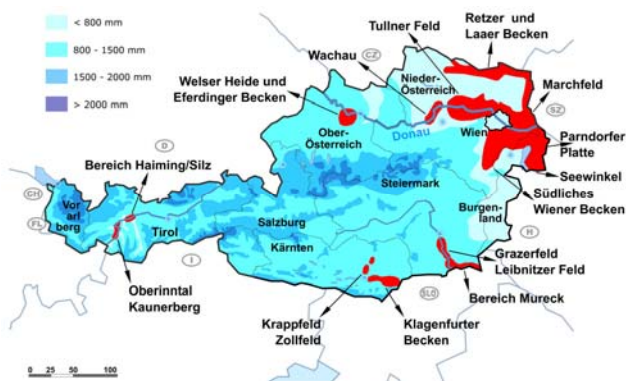


Abb. 4-3: Bewässerungsgebiete in Österreich (Klik, 2008)

Die bewässerbare Fläche, die die Statistik Austria ausweist, ist definitionsgemäß größer als die bewässerte Fläche (vgl. Kap. 3.7.2). Alle Ergebnisse der eigenen Berechnung der bewässerten Fläche für die einzelnen Bundesländer und Hauptproduktionsgebiete liegen niedriger als die bewässerbare Fläche (vgl. Tab. 4-1 und Tab. 4-2). Eine Ausnahme stellt das Wald- und Mühlviertel dar, wo die Bewässerung jedoch insgesamt nur eine gering Rolle spielt und in der eigenen Berechnung zu ca. 2/3 auf Gemüseflächen entfällt.

Tab. 4-4: Bewässerung in den Bundesländern laut Statistik Austria im Jahr 2007

Bundesland	Bewässerbare Fläche [ha]	Bewässerte Fläche [ha]
B	24.963	11.054
K	1.043	218
N	79.087	27.536
O	2.278	721
S	253	42
ST	3.607	1.371
T	3.178	2.095
V	150	43
W	1.962	725
Insgesamt	116.521	43.806

Tab. 4-5: Bewässerung in den Hauptproduktionsgebieten laut Statistik Austria im Jahr 2007

Hauptproduktionsgebiet	Bewässerbare Fläche [ha]	Bewässerte Fläche [ha]
Alpenostrand	1.121	140
Alpenvorland	3.130	872
Hochalpengebiet	3.867	2.215
Kärntner Becken	344	62
NÖ Flach- u. Hügelland	104.367	39.001
SÖ Flach- u. Hügelland	2.896	1.414
Voralpengebiet	567	33
Wald- u. Mühlviertel	229	69
Insgesamt	116.521	43.806

Die bewässerte Fläche in der eigenen Berechnung ist demgegenüber in den meisten Fällen größer als das Ergebnis der Statistik Austria. Ausnahmen dazu sind (auf Ebene der Bundesländer) Tirol und die Steiermark. In Tirol dürfte vor allem Waalbewässerung (Grünland-

bewässerung) ausschlaggebend sein, die in den relativ trockenen Regionen des Ötztals eine Rolle spielt (vgl. www.oetztal-mitte.com). Die Waalbewässerung hat traditionelle Gründe und die meist sehr alten Bewässerungssysteme werden zum Teil immer noch genutzt. Sie stellt aber einen Spezialfall dar, da eine Bewässerungswürdigkeit unter heutigen Rahmenbedingungen aus Sicht der Landwirtschaft streng genommen nicht mehr gegeben ist.

In der Steiermark dürfte die Abweichung vor allem im Bereich der Saatmaisproduktion begründet sein (vgl. Kaiser und Mach, 2004), wo zum Teil Bewässerung stattfindet. Da in den INVEKOS Daten zwischen Saatmais und Körnermais nicht unterschieden wird, ist es jedoch nicht möglich, eine Differenzierung für die Berechnung im Rahmen dieses Projekts zu treffen.

Den genannten Abweichungen auf Bundesländerebene entsprechen auf Ebene der Hauptproduktionsgebiete die Abweichungen für „Hochalpengebiet“ und „SÖ Flach- u. Hügelland“.

Bedeutender sind, wie erwähnt, die Abweichungen in die andere Richtung, dass nämlich die eigenen Berechnungen für Niederösterreich und das Burgenland bzw. für das NÖ Flach- und Hügelland größere bewässerte Flächen ergeben als die Stichprobenbefragung der Statistik Austria für das Jahr 2007. Gründe für den Unterschied sind wahrscheinlich im Bereich flächenmäßig bedeutender Kulturen zu suchen, deren Bewässerungswürdigkeit zwar im Durchschnitt der Jahre gegeben ist, in einzelnen Jahren aber möglicherweise nicht. Es sind dies vor allem Körnermais und Durum, möglicherweise auch Zuckerrübe (vgl. Tab. 4-3). Dementsprechend erscheint es plausibel, dass die Ergebnisse der eigenen Berechnung über jenen der Stichprobe für die bewässerte Fläche der Statistik Austria liegen.

Es könnte auch der Fall sein, dass in Teilbereichen keine ausreichenden Bewässerungsmöglichkeiten gegeben sind, obwohl im Prinzip eine Bewässerungs-

würdigkeit gegeben ist. Aus den Daten der Statistik Austria ist eine Zunahme der bewässerbaren Fläche von 1999 bis 2007 ablesbar, die in diesem Zusammenhang so interpretiert werden kann, dass auf der prinzipiell bewässerungswürdigen Fläche auch zunehmend die Voraussetzungen für eine tatsächliche Bewässerung geschaffen werden.

Auf der Ebene einzelner Bezirke kann ein Vergleich mit Daten der Statistik Austria nur mit der bewässerbaren Fläche des Jahres 1999 durchgeführt werden. Tab. 4-6 zeigt diese Daten für jene Bezirke der Bundesländer Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark, in denen das Ausmaß der bewässerten Fläche am größten ist.

Tab. 4-6: Bewässerung in ausgewählten Bezirken

Bundesland	Bezirk	Bewässerbare Fläche 1999	Bewässerte Fläche 2009
B	Neusiedl	22.993	15.352
N	Gänserndorf	39.354	19.308
	Baden	6.475	3.426
	Tulln	3.507	5.279
OÖ	Eferding	933	777
ST	Graz-Umg.	371	140
	Weiz	144	169

Im Vergleich ergibt die bewässerte Fläche, wie sie im Rahmen dieses Projekts ausgewertet wurde, durchwegs geringere Werte mit Ausnahme von Tulln und Weiz. In Summe liefert der Vergleich auf Bezirksebene somit plausible Ergebnisse.

4.4 Bewässerungsmengen

4.4.1 Aktuelle Bewässerungsmengen

Die aktuellen Bewässerungsmengen wurden nach der in Kap. 3.8 dargestellten Methodik berechnet. Für jede Katastralgemeinde wurde aus der Summe der aktuellen Bewässerungsmengen, bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, die Bewässerungsmengen in mm pro Jahr und Hektar errechnet und in Klassenbreiten dargestellt (Abb. 4-4). Im Wesentlichen treten ähnliche Regionen hervor wie bei der Darstellung der bewässerten Fläche (vgl. Abb. 4-2). Gebiete mit hohen Bewässerungsmengen bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche befinden sich vor allem im Marchfeld unmittelbar östlich von Wien sowie im östlichen Seewinkel. Als weitere nennenswerte Gebiete sind Teile des südlichen Wiener Beckens und des Tullnerfelds zu nennen. Außerhalb der Bundesländer Niederösterreich, Wien und Burgenland sind Gemüseanbauregionen in Oberösterreich sowie im Inntal (Tirol) erkennbar.

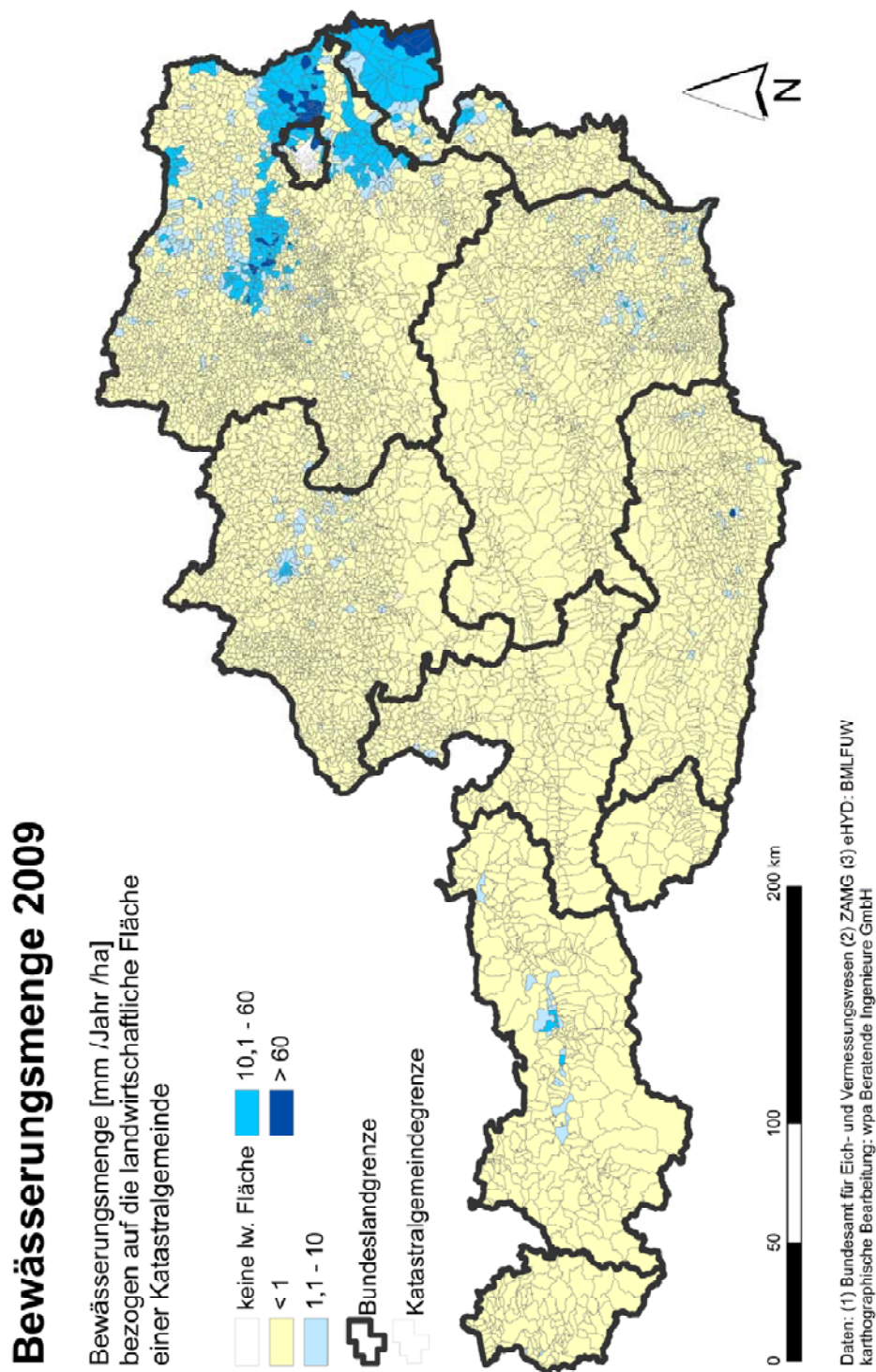


Abb. 4-4: Bewässerungsmenge 2009 im mm/Jahr/ha bezogen auf die landwirtschaftliche Fläche

Über Befragungen vor allem der Landwirtschaftskammern und Bewässerungsgenossenschaften wurden die aktuellen Bewässerungsmengen, die in der Praxis aufgebracht wurden, erhoben.

Tirol

Die Bewässerungen finden fast ausschließlich auf den Gemüseflächen statt. Die Obstbauflächen betragen ca. 100 ha, wobei auf diesen Flächen nur vereinzelt eine Beregnung stattfindet. Die gesamte Gemüsefläche in Tirol beträgt ca. 700 ha mit durchschnittlich 1,5 Nutzungen. Im Durchschnitt werden etwa 200 l/m² jährlich bewässert. Die Ausbringung erfolgt fast ausschließlich über Regner (Wendelin Juen, LK Tirol).

Vorarlberg

Gemüseflächen werden hier in der Regel mit 60mm bewässert. In Abhängigkeit der vorherrschenden Witterungsbedingungen werden die Bewässerungsmengen an den Bedarf angepasst. In extrem trockenen Jahren wird die Wassermenge auf bis zu 100mm erhöht, in sehr feuchten Jahren wird auf die Bewässerung auch verzichtet (mündl. Mitteilung Walter Gehrler, Gemüsebau).

Oberösterreich

In der Tab. 4-7 sind Erfahrungswerte über langjährige mittlere Bewässerungswassermengen für die wesentlichen Fruchtartengruppen der WG Eferdinger Becken (Mayr, 2009) angegeben.

Tab. 4-7: Bewässerungsmengen der WG Eferdinger Becken (Mayr 2009)

Fruchtartengruppen	Bewässerungsmenge (mm)
Erdbeeren	30
Erdbeeren/Feldgemüse	100
Feldgemüse	60
Feldgemüse - Einlegegurken	60
Feldgemüse - Frischmarkt	60
Feldgemüse - Frischmarkt (mehrere Ernten)	120
Feldgemüse - Verarbeitung	20
Frühkartoffel	40
Frühkartoffel/Feldgemüse	100
Saatkartoffel	20
Speisekartoffel/Speiseindustriekartoffel	20
Speisekartoffel/Feldgemüse	20
Wintergerste/Feldgemüse	60
Gemüse im Folientunnel	400
Tafelapfel	20
Tafelbirne	20

Niederösterreich

In der Tab. 4-8 sind langjährige mittlere Bewässerungswassermengen für die wesentlichen Kulturen mit Beregnung der WG Zwerndorf/Stripfing (Prossensitsch, 2009) dargestellt.

Tab. 4-8: Bewässerungsmengen der WG Zwerndorf/Stripfing (Prossenitsch, 2009)

Kultur	Bewässerungswassermenge (mm)	Gabe (mm)
Zuckerrübe	150	30
Kartoffel	150-200	25
Grünerbsen	50	25-30
Zwiebel	150-200	12-20
Mais	130-200	30-50
Durum	30-90	25
Sellerie	170	5-10

Burgenland

Im Seewinkel erfolgt eine Bewässerung der Zuckerrübe und des Mais (Saatgutvermehrung). Die Berechnungsmengen hängen vom aktuellen Witterungsgeschehen ab und reichen von 0mm bis 100mm pro Jahr (mündl. Mitteilung Johannes Recheis, LK Eisenstadt).

Steiermark

Es sind wenige bewässerte Flächen (500-800 ha) vorhanden. Bewässert wird Frischgemüse und Salat im Freiland. Im Glashaus wird immer bewässert. Die Bewässerungsmenge hängt von der Kultur und den Witterungsbedingungen ab: im Freiland sind es im Durchschnitt 150 bis 200mm/Jahr (mündl. Mitteilung Josef Weber, LK Graz).

Die in den Bundesländern erhobenen Erfahrungswerte, wie auch die eigenen Erfahrungen über tatsächlich aufgebrachte Bewässerungsmengen wurden benutzt, um die nach Kap. 2-8 berechneten Werte anzupassen (zB.: Bewässerungsmengen bei Kulturen in Glashäusern einheitlich 500mm pro Jahr) oder zu begrenzen (zB Bewässerungsmengen bei Zuckerrübe maximal 150mm pro Jahr).

4.4.2 Zukünftige Bewässerungsmengen

Für die Berechnung der zukünftigen Bewässerungsmengen, die vereinfachend der aktuellen klimatischen Wasserbilanz gleichgesetzt werden, wurden beispielhaft auf Basis des Jahres 2009 drei Katastralgemeinden (mit jeweils einheitlichen Klimainformationen) in verschiedenen Regionen ausgewählt. Die klimatische Wasserbilanz wurde für Mais, Zuckerrübe und Kartoffel berechnet. Die Katastralgemeinden sind KG Seebarn am Wagram im Tullnerfeld, die KG Lasseer im Marchfeld und die KG Zurndorf auf der Parndorfer Platte. Als Vergleichszeitraum wurden die Jahresreihen 1961-1990 und 2031-2050 genommen. Die zukünftigen Klimaszenarien wurden, wie in Kapitel 3.3 ausgeführt, von der ZAMG zur Verfügung gestellt.

Auf weitere flächendeckende Berechnungen der zukünftigen Bewässerungsmengen wurde deshalb verzichtet, da Klimadaten nur mit einem einheitlichen Raster von ca. 20x20km zur Verfügung standen. Eine Verschneidung dieser Daten mit Informationen auf Schlag- bzw. Katastralgemeindeebene ergab oft unrealistische Ergebnisse.

Tab. 4-9: Klimatische Wasserbilanz [mm] in der Hauptvegetationsperiode (April – September) der Zeiträume (A) 1961-90 und (B) 2031-50, sowie die prozentuelle Veränderung bezogen auf (A)1961-90

KG	KWB [mm]			KWB MAIS [mm]			KWB ZUCKERRÜBE [mm]			KWB KARTOFFEL [mm]		
	A	B	Änderung von A [%]	A	B	Änderung von A [%]	A	B	Änderung von A [%]	A	B	Änderung von A [%]
Seebarn am Wagram	-62	-39	37	-172	-133	23	-246	-193	22	-125	-97	22
Lassee	-93	-123	-32	-208	-234	-13	-283	-305	-8	-159	-192	-21
Zurndorf	-112	-90	20	-230	-202	12	-308	-275	11	-180	-161	11

Wie aus den eigenen Berechnungen in der Tab. 4-9 ersichtlich ist, nahm die klimatische Wasserbilanz in den KGs Seebarn am Wagram und Zurndorf zu, in der KG Lassee ab. Damit steigt bei diesem Vergleich nur in Lassee der Bewässerungsbedarf.

Ein Vergleich der zukünftigen Bewässerungsmengen (Lebensministerium, 2010) für den Zeitraum 2020 - 50 für die Einzugsgebiete Raab, Wulka, Rußbach, Pulkau und Antiesen für Sommergerste, mit denen der Referenzperiode 1976-2006, zeigt keinen zusätzlichen Wasserbedarf. Dies wurde damit begründet, dass sich der effektive Gesamtniederschlag erhöht hat, wobei aber auf eine Veränderung der Niederschlagverteilung während des Jahres nicht Rücksicht genommen wurde.

Eine weitere Berechnung mit der zukünftigen Referenzlage +3°C ergab eine Erhöhung der Beregnungsmenge für 1 Tonne Zuckerrübe von 10 auf 60m³. Eine detaillierte Betrachtung der Berechnungsergebnisse für den Niederschlag und die Verdunstung in der genannten Studie zeigte sowohl regionale als auch jahreszeitliche starke Unterschiede. So nahmen in den Monaten März bis August im Osten Österreichs (in etwa gültig für die KGs Lassee und Zurndorf) die Niederschlagsmengen ab, blieben aber in der KG Seebarn a. W. gleich, obwohl die Jahresniederschlagsmengen gene-

rell zunahmen. Die Verdunstungswerte nahmen für die Monate März bis Mai im Osten generell zu, nahmen im Juni bis August ab oder blieben gegenüber dem Berechnungszeitraum 1976-2006 gleich.

Ein Vergleich dieser Rechenergebnisse mit den eigenen Berechnungen in der Tab. 4-9 zeigt insofern eine gute Übereinstimmung, dass bei der Berechnung der zukünftigen Bewässerungsmengen sowohl die regionalen, als auch saisonalen klimatologischen Gegebenheiten unbedingt zu berücksichtigen sind.

5 Literatur

- Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 2010. Verwaltungsgrenzen 1:50.000.
- Cepuder, P., 2008. http://www.wau.boku.ac.at/fileadmin/_/H81/H815/Skripten/Bewaesserungswirtschaft/Kap1_Allgemeines.pdf (download im Juni 2010).
- Dobesch, H., 1990. Die Abschätzung der Regionalverdunstung in Ostösterreich. Ergebnisse österreichischer Aktivitäten im Internationalen Hydrologischen Programm (IHP) 1981-1990.
- FAO, 1998. Crop evapotranspiration. Irrigation and drainage paper 56, FAO.
- Geisenheim, 2011. Geisenheimer Bewässerungsteuerung. <http://www.fa-gm.de/fachgebiet-gemuesebau/geisenheimer-steuerung/index.html>
- Fuhrer, J. und K. Kasten, 2009. Bewässerungsbedürftigkeit von Acker und Grasland im heutigen Klima. Agrarforschung 16 (10): 369-4001.
- Harlfinger, O., G. Knees, 1999. Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Ges., H. 58.
- Haude, W., 1955. Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. Mitt. Deutsch. Wetterdienst Nr. 11. in DVKW, 1996. Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Merkblätter zur Wasserwirtschaft. 238.
- Hydrologischer Atlas Österreichs, 2007. BLMFUW (Hrsg.), Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau der Universität für Bodenkultur Wien; 3. Lieferung.
- Kaiser und Mach, 2004. Wasser für die Landwirtschaft. Bestandsaufnahme und Bedarfsermittlung – Endbericht. Amt der Steiermärkischen Landesregierung LBD - Fachabteilung 19a.
- Klik, A., 2008. Landeskulturelle Wasserwirtschaft und Ressourcenschutz. SS 2008. (Vorlesungsskriptum).
- Lebensministerium, 2010: Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft.(unveröffentlicht).
- Löpmeier, F.- J., 1994. Berechnung der Bodenfeuchte und Verdunstung mittels agrarmeteorologischer Modelle. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft. 29. Jhg., Heft 12.
- Mayr, E., 2009. Langjähriger durchschnittliche Bewässerungswassermenge im WG Eferdinger Becken. Mündliche Mitteilung vom Obmann der Wassergenossenschaft. Aus: Murer, E., 2010. Bericht über die Ermittlung der Wassermengen und der Flächen der bewässerten Kulturen in Österreich für das Jahr 2008 und 2009. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen (unveröffentlicht).
- Merkblatt 24, 2002. Beregnung und Bewässerung landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen. Merkblätter für die Umweltgerechte Landbewirtschaftung Nr. 24, Beregnung, Bewässerung, Baden Württemberg.
- Murer E., J. Wagenhofer, F. Aigner und M. Pfeffer, 2004: Die nutzbare Feldkapazität der mineralischen Böden der landwirtschaftlichen Nutzfläche Österreichs. Schriftenreihe BAW, Band 20.
- Müller, U., 2004. Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) 7.

Auflage. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Stuttgart

Perrot, 1966. Handbuch der Berechnungstechnik.
Stuttgarter Verlagskontor.

Prossenitsch, H., 2009- Erfahrungswerte langjähriger
mittlerer Bewässerungswassermenge WG Zwern-
dorf/Stripfing. Mündliche Mitteilung vom Obmann der
Wassergenossenschaft. Aus: Murer, E., 2010. Bericht
über die Ermittlung der Wassermengen und der Flä-
chen der bewässerten Kulturen in Österreich für das
Jahr 2008 und 2009. Bundesamt für Wasserwirtschaft,
Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt,
Petzenkirchen (unveröffentlicht).

Supersperg, H., P. Cepuder, 1990. Berechnungswas-
serbedarf im Marchfeld. Österreichische Wasserwirt-
schaft, Jhg. 42, Heft 7/8.

Statistik Austria, 2007. Agrarstrukturerhebung 2007.
Betriebsstruktur. Schnellbericht 1.17.

Stenitzer, E., 2004. Anmerkungen zur praktischen
Bewässerung im Marchfeld aus wasserwirtschaftlicher
Sicht. Landwirtschaft und Grundwasserschutz. Bun-
desanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gum-
penstein.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik,
1996. Klimadaten Österreich von 1961 bis 1990.

6 Tabellenanhang

Tab. 6-1: Kategorisierung der Kulturen der INVEKOS Datenbank betr. Bewässerung (Erläuterungen Kap. 3.2)

SNA Code	SNA	Bew.	SNA Code	SNA	Bew.
105	KÖRNERMAIS	3	140	WINTERWEICHWEIZEN / FELDGEMÜSE	2
106	MAIS CORN-COB-MIX (CCM)	0	141	SOMMERROGGEN	0
107	ZUCKERMAIS	3	142	WINTERROGGEN	0
109	SILOMAIS	0	143	SOMMERROGGEN / FELDGEMÜSE	2
110	WINTERGERSTE	0	144	WINTERROGGEN / FELDGEMÜSE	2
111	SOMMERGERSTE	0	145	WINTERDINKEL (SPELZ)	0
112	WINTERHAFER	0	146	SOMMERDINKEL (SPELZ)	0
113	WINTERMENGGETREIDE	0	147	SOMMERDINKEL (SPELZ) / FELDGEMÜSE	2
114	SOMMERMENGGETREIDE	0	148	WINTERDINKEL (SPELZ) / FELDGEMÜSE	2
115	ERBSEN - GETREIDE GEMENGE	0	149	EMMER ODER EINKORN (SOMMERUNG)	0
116	WINTERTRITICALE	0	150	EMMER ODER EINKORN (WINTERUNG)	0
117	SORGHUM	0	151	EMMER ODER EINKORN (SOMMERUNG) / FELDGEMÜSE	2
118	HIRSE	0	153	WINTERGERSTE / BUCHWEIZEN	0
119	BUCHWEIZEN	0	154	SUDANGRAS	0
120	KANARIENSAAT	0	155	SOMMERHAFER	0
125	WINTERGERSTE / FELDGEMÜSE	2	156	SOMMERHAFER / FELDGEMÜSE	2
126	SOMMERGERSTE / FELDGEMÜSE	2	157	SOMMERTRITICALE	0
127	WINTERMENGGETREIDE / FELDGEMÜSE	2	159	FRÜHKARTOFFELN / MAIS	3
128	SOMMERMENGGETREIDE / FELDGEMÜSE	2	160	WINTERWEICHWEIZEN / BUCHWEIZEN	0
129	ERBSEN - GETREIDE GEMENGE, FELDGEMÜSE	2	161	SOMMERGERSTE / BUCHWEIZEN	0
130	WINTERTRITICALE / FELDGEMÜSE	2	162	WINTERTRITICALE, FUTTERRÜBE	0
131	MAIS CORN-COB-MIX (CCM) / FELDGEMÜSE	2	164	ERBSEN - GETREIDE GEMENGE / BUCHWEIZEN	0
132	HIRSE / FELDGEMÜSE	2	165	WINTERHARTWEIZEN (DURUM)	0
134	ZUCKERMAIS / FELDGEMÜSE	2	166	SOMMERHARTWEIZEN (DURUM)	3
135	GRÜNMAIS	0	167	WINTERHARTWEIZEN (DURUM) / FELDGEMÜSE	2
137	SOMMERWEICHWEIZEN	0	169	WINTERHARTWEIZEN (DURUM) /	0
138	WINTERWEICHWEIZEN	0			
139	SOMMERWEICHWEIZEN / FELDGEMÜSE	2			

SNA Code	SNA	Bew.	SNA Code	SNA	Bew.
	BUCHWEIZEN		430	SL: SENF	0
170	SOMMERHARTWEIZEN (DURUM) / BUCHWEIZEN	3	434	SL: MARIENDISTELN	0
201	KÖRNERERBSEN	0	437	SL: SONSTIGES	0
202	ACKERBOHNEN (PUFFBOHNEN)	0	438	SL: JOHANNISKRAUT	0
203	SÜSSLUPINEN	0	452	SL: WINTERRAPS	0
204	KÖRNERERBSEN / FELDGEMÜSE	2	453	SLG: GRÜNBRACHE	0
205	ACKERBOHNEN (PUFFBOHNEN) / FELDGEMÜSE	3	460	SLE: GRÜNBRACHE	0
206	ACKERBOHNEN - GETREIDE GEMENGE	0	461	SLB: GRÜNBRACHE	0
207	BITTERLUPINEN	0	462	SLU: GRÜNBRACHE	0
301	WINTERRAPS	0	464	SL: CCM	0
302	SOMMERRAPS	0	465	SL: SILOMAIS	0
303	WINTERRÜBSEN	0	466	SL: GRÄSER	0
304	SOMMERRÜBSEN	0	467	SL: KLEEGRAS	0
307	SONNENBLUMEN	0	468	SL: SOMMERGERSTE	0
308	SOJABOHNEN	0	469	SL: WINTERGERSTE	0
310	ÖLLEIN (NICHT ZUR FASERGEWINNUNG)	0	470	SL: SOMMERHAFER	0
311	ÖLLEIN (NICHT ZUR FASERGEWINNUNG) / FELDGEMÜSE	2	473	SL: WINTERROGGEN	0
401	SL: GRÜNBRACHE	0	474	SL: SOMMERWEICHWEIZEN	0
411	SL: SOMMERRAPS	0	475	SL: WINTERWEICHWEIZEN	0
412	SL: SONNENBLUMEN	0	476	SL: SUDANGRAS	0
413	SL: ENERGIEHOLZ	0	477	SL: SOMMERTRITICALE	0
414	SL: ELEFANTENGRAS (CHINASCHILF, MISCANTHUS SINENSIS)	0	478	SL: WINTERTRITICALE	0
415	SL: ERBSEN	0	479	SL: SOMMERMENGGETREIDE	0
421	SL: KÖRNERMAIS	3	480	SL: WINTERMENGGETREIDE	0
422	SL: SORGHUM	0	481	SL: KLEE	0
424	SL: HIRSE	0	482	SL: LUZERNE	0
426	SL: SOJABOHNEN	0	504	KÜMMEL	0
427	SL: ÖLLEIN (NICHT TEXTILHERSTELLUNG)	0	506	SENF	0
			507	HEIL- UND GEWÜRZPFLANZEN	0
			509	SOMMERMOHN	0
			510	WINTERMOHN	0

SNA Code	SNA	Bew.	SNA Code	SNA	Bew.
513	FRÜHKARTOFFELN	3	657	FLACHS (FASERLEIN) ZUR FASERERZEUGUNG	0
519	STÄRKEINDUSTRIEKARTOFFELN (INKL. SPRIT-KARTOFFELN)	3	658	HANF	0
520	FRÜHKARTOFFELN / FELDGEMÜSE	2	659	REBSCHULEN	2
524	SPEISEKARTOFFELN	3	660	EINJÄHRIGE BAUMSCHULEN	3
525	SPEISEINDUSTRIEKARTOFFELN	3	661	SONSTIGE ACKERFLÄCHEN	0
526	SPEISEKARTOFFELN / FELDGEMÜSE	2	663	FUTTERGRÄSER / FELDGEMÜSE	2
527	SAATKARTOFFELN	3	664	KLEE / FELDGEMÜSE	2
528	FUTTERKARTOFFELN	0	665	KLEEGRAS / FELDGEMÜSE	2
535	SOMMERKÜMMEL	0	671	SONSTIGE ACKERKULTUREN	0
536	WINTERKÜMMEL	0	672	LANDSCHAFTSELEMENT A	0
537	JOHANNISKRAUT	0	673	MEHRJÄHRIGE BAUMSCHULEN	5
538	HEILPFLANZEN	0	674	FELDGEMÜSE FRISCHMARKT 1 ERNTE	2
539	GEWÜRZPFLANZEN	0	675	FELDGEMÜSE FRISCHMARKT 2 ODER MEHR ERNTEN	2
622	LINSEN	0	676	FELDGEMÜSE EINLEGEGERURKEN	2
623	KICHERERBSEN	0	677	FELDGEMÜSE VERARBEITUNG 1 ERNTE	2
624	SOMMERWICKEN	0	679	SONSTIGES FELDFUTTER	0
625	WINTERWICKEN	0	680	MARIENDISTELN	0
626	PLATTERBSEN	0	681	GRÜNSCHNITTROGGEN	0
631	FUTTERRÜBEN (RUNKELRÜBEN, BURGUNDER, KOHLRÜBEN)	0	682	PHACELIA	0
633	KLEE	0	683	FELDGEMÜSE VERARBEITUNG 2 ODER MEHR ERNTEN	2
634	KLEEGRAS	0	684	GLÖZ A	0
635	LUZERNE	0	685	ENERGIEHOLZ	0
636	WECHSELWIESE (EGART, ACKERWEIDE)	0	686	ELEFANTENGRAS (CHINASCHILF, MISCANTHUS SINENSIS)	0
637	FUTTERGRÄSER	0	687	NÜTZLINGS- UND BLÜHSTREIFEN	0
638	WICKEN - GETREIDE GEMENGE	0	688	BODENGESUNDUNG ACKER	0
641	ENERGIEGRAS	0	689	LEINDOTTER	0
651	ZUCKERRÜBEN	3	690	ÖLRETTICH	0
653	FELDGEMÜSE (IM FREILAND) - OHNE ERNTE	2	691	RÜBENVERMEHRUNG	3
654	BLUMEN UND ZIERPFLANZEN	3	692	FELDGEMÜSE EINKULTURIG 1 ERNTE	2

SNA Code	SNA	Bew.	SNA Code	SNA	Bew.
693	FELDGEMÜSE EINKULTURIG 2 ODER MEHR ERNTEN	2	765	GRÜNSCHNITTROGGEN / HIRSE	0
694	FELDGEMÜSE MEHRKULTURIG	2	766	GRÜNSCHNITTROGGEN / SONNENBLUME	0
695	FELDGEMÜSE VERARBEITUNG	2	767	ROLLRASEN	2
696	FELDGEMÜSE EINKULTURIG	2	768	SPEISEKÜRBIS	0
697	FELDGEMÜSE VERARBEITUNG EINKULTURIG	2	769	TOPINAMBUR	0
698	FELDGEMÜSE VERARBEITUNG MEHRKULTURIG	2	770	NATURDENKMAL A	0
699	FELDGEMÜSE FRISCHMARKT UND VERARBEITUNG MEHRKULTURIG	2	806	OBST/HOPFEN BODENGESUNDUNG	0
701	EINMÄHDIGE WIESE	0	809	NICHT IP - FÄHIGES OBST	5
702	MEHRMÄHDIGE WIESE	0	810	SONSTIGE SPEZIALKULTURFLÄCHEN	0
704	STREUWIESE	0	812	KIRSCHEN	5
707	HUTWEIDE	0	813	MARILLEN	5
708	BERGMÄHDER	0	814	PFIRSICHE	5
710	SONSTIGE GRÜNLANDFLÄCHEN	0	817	TAFELÄPFEL	5
713	LANDSCHAFTSELEMENT G	0	818	TAFELBIRNEN	5
714	GLÖZ G	0	819	WEICHSELN	5
715	DAUERWEIDE	0	820	ZWETSCHKEN	5
716	MÄHWIESE/-WEIDE ZWEI NUTZUNGEN	0	821	HOPFEN	0
717	MÄHWIESE/-WEIDE DREI UND MEHR NUTZUNGEN	0	828	QUITTEN	0
718	ENERGIEHOLZ G	0	829	NEKTARINEN	5
719	NATURDENKMAL G	0	830	PFLAUMEN	5
751	ÖLKÜRBIS	0	831	STRAUCHBEEREN	5
752	SONSTIGE ÖLFRÜCHTE (SAFLOR,..)	0	832	HOLUNDER	5
755	ERDBEEREN	2	835	HEIL- UND GEWÜRZPFLANZEN IM GEWÄCHSHAUS	1
756	ERDBEEREN/ FELDGEMÜSE	2	836	HEIL- UND GEWÜRZPFLANZEN IM FOLIEN-TUNNEL	2
758	AMARANTH	0	837	BLUMEN UND ZIERPFLANZEN IM GEWÄCHSHAUS	1
759	QUINOA	0	838	BLUMEN UND ZIERPFLANZEN IM FOLIEN-TUNNEL	2
763	GRÜNSCHNITTROGGEN / SUDANGRAS	0	839	GEMÜSE IM GEWÄCHSHAUS	1
764	GRÜNSCHNITTROGGEN / MAIS	0	840	GEMÜSE IM FOLIEN-TUNNEL	2

SNA Code	SNA	Bew.
842	SCHALENFRÜCHTE (WALNÜSSE, HASELNÜSSE,...)	3
843	SONSTIGE FLÄCHEN: GESCHÜTZTER ANBAU	2
844	EDELKASTANIEN	0
845	SONSTIGE KULTUREN IM GEWÄCHSHAUS	1
846	SONSTIGE KULTUREN IM FOLIEN-TUNNEL	2
849	GEWÜRZPFLANZEN IM GEWÄCHSHAUS	1
850	GEWÜRZPFLANZEN IM FOLIEN-TUNNEL	2
851	OBST IM GEWÄCHSHAUS	1
852	OBST IM FOLIEN-TUNNEL	2
901	WEIN	4
902	WEIN BODENGESUNDUNG	0
906	SCHNITTWEINGARTEN	2
907	SONSTIGE WEINFLÄCHEN	0
908	NATURDENKMAL WI	0
951	CHRISTBÄUME AUF ACKERLAND	0
952	CHRISTBÄUME AUF GRÜNLAND	0
955	NEUAUFFORSTUNGSPFLEGE	0
956	PFLEGE VON WALD	0
957	HAUS/GEMÜSEGARTEN	1
958	ENERGIEWALD	0
959	SONSTIGE AUFFORSTUNGSFLÄCHE	0
960	WALDUMWELTMASSNAHMEN	0
961	ERSTAUFFORSTUNG	0
980	TEICHFLÄCHEN	0
990	ALMFUTTERFLÄCHE	0
991	NATURDENKMAL ALM	0