

Abbildung 3.3.7.3a

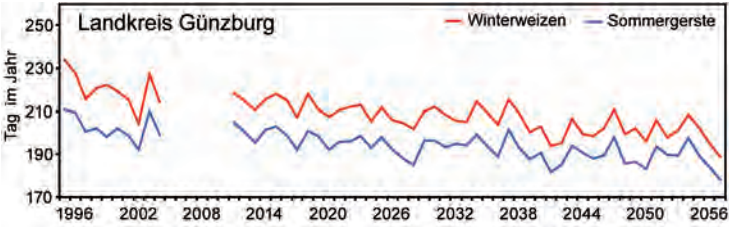


Abbildung 3.3.7.3c

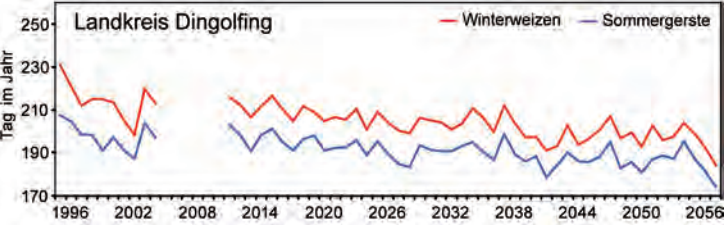


Abbildung 3.3.7.3b

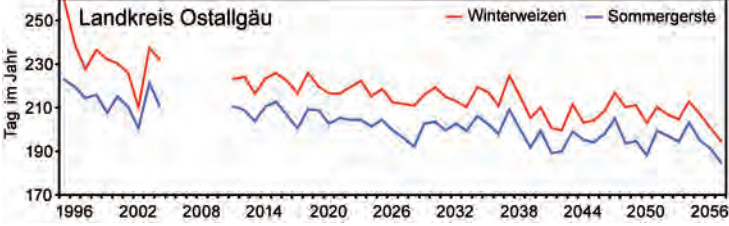


Abbildung 3.3.7.3d

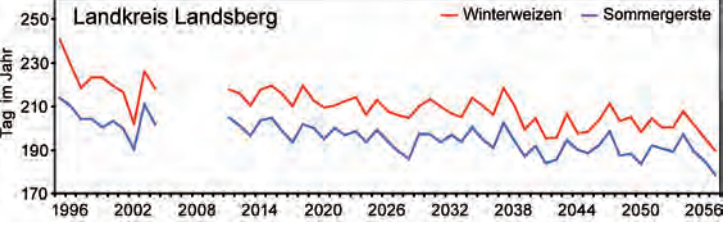


Abbildung 3.3.7.4a

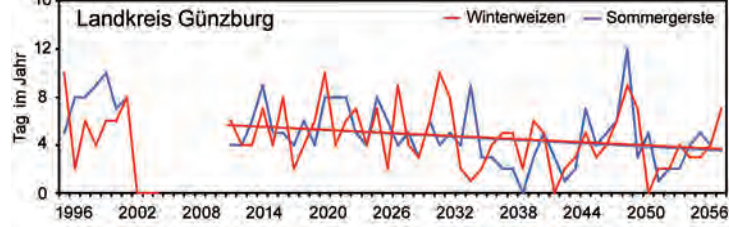


Abbildung 3.3.7.4c

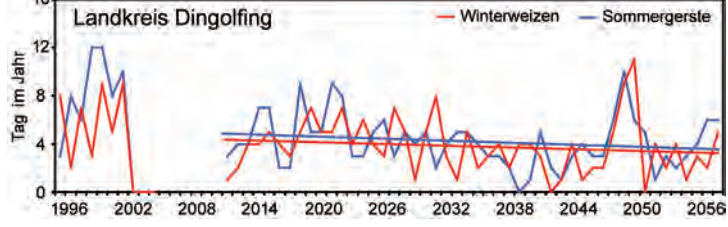


Abbildung 3.3.7.4b

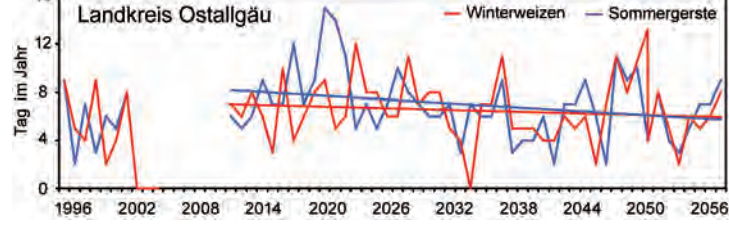
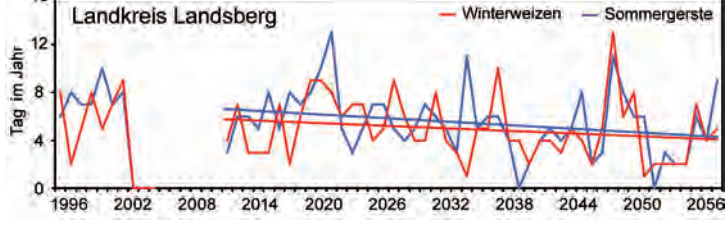


Abbildung 3.3.7.4d



Karte 1a:
Proxel mit ackerbaulicher Produktion
in vier ausgewählten Landkreisen

- keine ackerbauliche Produktion
- ackerbauliche Produktion

Karte 1b:
Mittlere Lufttemperatur [°C]
von März bis September im Zeitraum 1996-2005 (Referenz)

Karte 1c:
Mittlere Lufttemperatur [°C]
von März bis September im Zeitraum 2049 bis 2058 (Szenario)

> -3 - -2	> 4 - 5	> 11 - 12
> -2 - -1	> 5 - 6	> 12 - 13
> -1 - 0	> 6 - 7	> 13 - 14
> 0 - 1	> 7 - 8	> 14 - 15
> 1 - 2	> 8 - 9	> 15 - 16
> 2 - 3	> 9 - 10	> 16 - 17
> 3 - 4	> 10 - 11	> 17 - 18

Abbildungen 3.3.7.3a-d:
Erntetermin für Sommergerste und Winterweizen im Referenz- und Szenariozeitraum

Abbildungen 3.3.7.4a-d:
Anzahl der Tage mit Niederschlag ± 10 Tage um den Erntetermin im Referenz- und Szenariozeitraum

GLOBAL CHANGE ATLAS EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



Herausgeber:
GLOWA-Danube-Projekt, Ludwig-Maximilians-Universität München

3.3.7 Teilprojekt Pflanzenökologie und Agrarökonomie

Auswirkungen zukünftiger klimatischer
Entwicklungen auf das pflanzenbauliche
Bewirtschaftungsmanagement

Rastergröße: 1 x 1 km²

Maßstab: 1: 5.730.000

0 60 120 180 km

Datengrundlage:

Voll dynamisch gekoppelter Modelllauf der DANUBIA-Komponenten *Biological*, *SNT*, *DeepFarming* und *PROMET* für die Jahre 1996 bis 2005 und 2012 bis 2058.

Meteorologischer Antrieb: Klimatrend *REMO regional*, Klimavariante *Baseline* und Gesellschaftsszenario *Baseline*.

Autoren:

T. Krimly, J. Apfelbeck, M. Huigen, S. Dabbert
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim

Grafik:

Abt. Kartographie
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung,
Ludwig-Maximilians-Universität München

3.3.7 Teilprojekt Agrarökonomie - Auswirkungen zukünftiger klimatischer Entwicklungen auf das pflanzenbauliche Bewirtschaftungsmanagement

1. Einleitung

Der zeitliche Ablauf des pflanzenbaulichen Bewirtschaftungsmanagements mit Maßnahmen wie Aussaat, Düngung und Ernte hängt in hohem Maße von Klima und Witterungsverhältnissen ab, die wiederum die Pflanzenentwicklung beeinflussen. Die Zeitfenster, in denen verschiedene Bewirtschaftungsmaßnahmen unter bestimmten klimatischen Bedingungen in der Regel stattfinden, werden als sogenannte Feldarbeitszeitspannen bezeichnet (KTBL, 1996).

Ziel der hier vorgestellten Studie ist es, die Wirkung von Klimaänderungen und Wettervariabilität auf die Feldarbeitszeitspannen im Pflanzenbau, insbesondere im Getreideanbau, und daraus resultierende Folgen für die Landwirtschaft abzuschätzen.

2. Szenarioannahmen

Den hier vorgestellten Ergebnissen liegt folgendes GLOWA-Danube Szenario zugrunde:

- Klimatrend *REMO regional*: Temperaturanstieg 5.2°C, Niederschlagsänderung -4.9% im Winter und -31.4% im Sommer (siehe Kapitel S1 und S2).
- Klimavariante *Baseline*: Kriterium ist die mittlere Jahrestemperatur zwischen 2011 und 2035 (siehe Kapitel S3 und S4).
- Gesellschaftsszenario *Baseline*: business as usual Szenario, das den Status Quo weiterführt (siehe Kapitel S6 und 3.3.1).

3. Beteiligte Modelle

Die Berechnungen wurden mit den dynamisch gekoppelten DANUBIA-Komponenten *Biological*, *SNT*, *PROMET* und *DeepFarming* durchgeführt. Hierbei liefert *PROMET* die notwendigen meteorologischen und hydrologischen Standortfaktoren, die das Pflanzenwachstum, die Stickstoffflüsse und Stickstoffumsatzprozesse sowie die Bewirtschaftungszeitpunkte beeinflussen (siehe Kapitel E4). *SNT* modelliert den pflanzenverfügbaren Stickstoff (siehe Kapitel 2.8.3) und *Biological* simuliert das Pflanzenwachstum (siehe Kapitel 2.8.2). Dabei findet auf täglicher Basis eine Kopplung der beteiligten Modelle statt. Die pflanzenbaulichen Managementmaßnahmen werden von *DeepFarming* mit den im Pflanzenwachstumsmodell simulierten Entwicklungsstadien der Kulturen sowie den Witterungsverhältnissen und der Bodensättigung als Maß der Befahrbarkeit aus *PROMET* kombiniert (siehe Kapitel 2.9.2). *DeepFarming* berechnet die infolge der klimatischen Verhältnisse und des Pflanzenwachstums zu erwartenden Änderungen der Bewirtschaftungszeitpunkte.

In die Entscheidungen der Akteure im Modell *DeepFarming* über die Durchführung der unterschiedlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen werden folgende Entscheidungsalgorithmen einbezogen:

- Für die Aussaat, die für jede Kultur an einem bestimmten Tag im Jahr beginnen kann, muss die Bodentemperatur >3°C und die Befahrbarkeit des Bodens gewährleistet sein.
- Für die Düngung muss jede Kultur zu jeder vorgesehenen Stickstoffgabe ein bestimmtes Entwicklungsstadium erreicht haben. Bei den Getreidearten erhält nur Winterweizen drei Gaben. Die erste Gabe erfolgt zum Vegetationsbeginn/Bestockung, die zweite zum Schossen und die dritte beim Ähren-/Rispen-schwellen. Wintergerste und Roggen erhalten jeweils eine Gabe zum Vegetationsbeginn/Bestockung und eine zum Schossen. Sommergerste bekommt eine Gabe zur Aussaat und eine weitere bei der Bestockung, Sommerweizen zur Aussaat und beim Schossen. Hafer wird einmalig zur Aussaat gedüngt. Für die Durchführung einer Düngeaktion darf der morgendliche Niederschlag (zwischen 4:00-8:00 Uhr) nicht höher als 4 mm sein, da der Niederschlag einen wesentlichen Einfluss auf die Bodenbefahrbarkeit hat. Als weitere Bedingung fließt die Bodentemperatur mit ein. Nach LfL (2007) darf eine Ausbringung von Düngemitteln nicht erfolgen, wenn der Boden wassergesättigt, gefroren oder durchgängig mit mehr als 5 cm Schnee bedeckt ist.
- Die Ernte kann durchgeführt werden, sobald die Kultur das hierfür erforderliche Entwicklungsstadium (bei Getreide die sogenannte

Totreife) erreicht hat, der morgendliche Niederschlag nicht höher als 4 mm sowie der Boden befahrbar ist. Der morgendliche Niederschlag nimmt dabei eine wichtige Stellung bei der Entscheidung ein, da bei zu hohen Niederschlagsmengen das Erntegut mehr als einen Tag zum Trocknen benötigt. Werden diese Bedingungen bis zu einem festgelegten Zeitpunkt nicht erfüllt, wird die Ernte innerhalb von *DeepFarming* trotzdem durchgeführt, um im Modell einen reibungslosen Ablauf der Fruchtfolge zu gewährleisten.

Für die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse ist angenommen, dass die Bewirtschaftungsmaßnahmen auch bei bedingter Befahrbarkeit, d.h. feuchteren, aber noch befahrbaren Böden, durchgeführt werden.

4. Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Referenzsituation (1996-2005) sowie der Szenariorechnung (2012-2058) werden in Zeitreihen dargestellt. Hierbei wird für jeden untersuchten Landkreis pro Jahr der durchschnittliche Tag, an dem eine Bewirtschaftungsmaßnahme durchgeführt wird, berechnet. Es werden die Aktivitäten Aussaat, Düngung (bis zu drei Gaben) und Ernte analysiert. Es wird darauf hingewiesen, dass in den Ergebnissen bestimmte, das Pflanzenwachstum limitierende Faktoren wie z.B. Unkräuter, Schädlinge oder extreme Wetterereignisse, nicht berücksichtigt sind.

Zur Ergebnisdarstellung wurden vier Landkreise ausgewählt, die unterschiedliche klimatische Standortverhältnisse im Einzugsgebiet repräsentieren (siehe Karten 1a-1c und Tabelle 3.3.1.2 in Kapitel 3.3.1). Der Landkreis Dingolfing weist hierbei im Mittel über den Referenzzeitraum die höchste mittlere Jahrestemperatur und den geringsten Jahresniederschlag auf. Das Ostallgäu repräsentiert einen deutlich kühleren Landkreis mit höheren Niederschlägen.

Die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse in den Landkreisen spiegeln sich im Wachstumsverlauf der Kulturen wider. Die Ergebnisse des Modells *Biological* zeigen für die kühleren Landkreise (Landsberg und Ostallgäu) längere Wachstumszeiten des Getreides von der Aussaat bis zur Erntereife als in den wärmeren Landkreisen (Dingolfing und Günzburg). Der Zeitraum von der Aussaat bis zur Durchführung der Ernte im Modell *DeepFarming*, die neben dem Entwicklungsstadium der jeweiligen Kultur von den herrschenden Witterungsbedingungen abhängt, wird im Folgenden als Anbauperiode bezeichnet. Es zeigt sich auch hier am Beispiel von Winterweizen und Sommergerste, dass der Landkreis Dingolfing im Mittel über den Referenzzeitraum die kürzeste und der Landkreis Ostallgäu die längste Anbauperiode aufweist (siehe Tabelle 3.3.7.1).

Landkreis	Dingolfing	Günzburg	Landsberg	Ostallgäu
Mittelwert 1996-2005/2049-2058 für Winterweizen				
Aussaatag*	293/293	293/293	294/293	293/293
Erntetag	214/193	220/200	223/201	233/206
Anbauperiode in Tagen	286/268	292/272	294/273	305/278
Mittelwert 1996-2005/2049-2058 für Sommergerste				
Aussaatag	71/65	70/65	70/65	73/65
Erntetag	197/189	202/185	205/188	214/194
Anbauperiode in Tagen	126/124	132/120	135/123	141/129

Tabelle 3.3.7.1: Anbauperioden von Winterweizen und Sommergerste in den ausgewählten Landkreisen im Referenzzeitraum (1996-2005) und am Ende des Szenariozeitraums (2049-2058).

*) im Vorjahr der Ernte

Zugleich ist im Referenzzeitraum die Schwankungsbreite bei der Anbauperiode von Winterweizen im Ostallgäu mit -23 bis +26 Tagen deutlich höher als in Dingolfing mit -16 bis +16 Tagen (siehe Abbildung 3.3.7.1). Grund hierfür ist die Temperatur, die für eine Verzögerung oder auch Beschleunigung des Entwicklungsverlaufs von Pflanzen verantwortlich ist. So erreicht das Ostallgäu beispielsweise im Jahr 1996, dem kältesten Jahr innerhalb des Referenzzeitraums, in der Hauptvegetationszeit von März bis September nur eine mittlere Tagestemperatur von 10.3°C,

während der Landkreis Dingolfing mit 11.8°C eine deutlich höhere Temperatur aufweist.

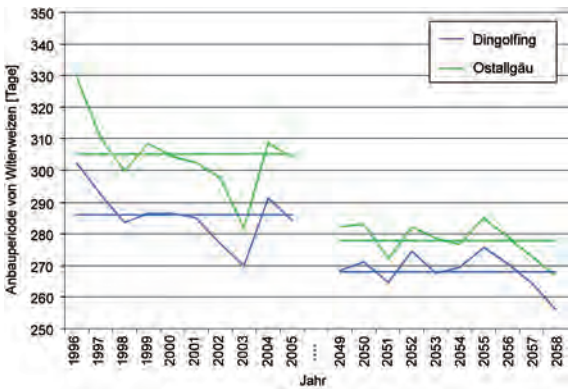


Abbildung 3.3.7.1: Anbauperioden von Winterweizen mit den jeweiligen Mittelwerten im Referenzzeitraum (1996-2005) und am Ende des Szenariozeitraums (2049-2058).

Insgesamt treten im Referenzzeitraum in den untersuchten Landkreisen bei der Ernte und bei den Düngemaßnahmen kaum Managementverzögerungen infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse auf. Lediglich bei der Aussaat von Sommergerste führen die in manchen Jahren sehr niedrigen Bodentemperaturen im Frühjahr insbesondere im Ostallgäu zu einer späteren Aussaat (siehe Abbildung 3.3.7.2).

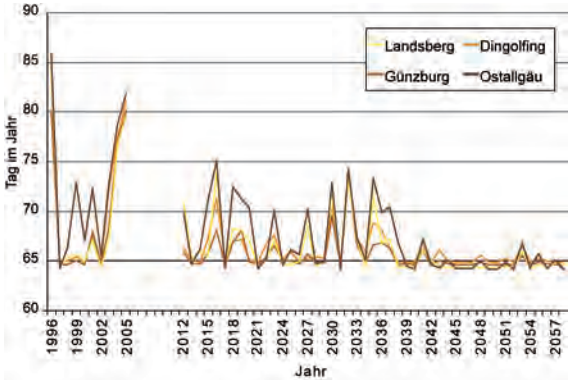


Abbildung 3.3.7.2: Mittlerer Aussaattermin für Sommergerste für die vier Landkreise im Referenzzeitraum (1996-2005) und im Szenariozeitraum (2012-2058).

Die Szenarioergebnisse des Pflanzenwachstumsmodells *Biological* zeigen generell eine deutliche Verkürzung der simulierten Wachstumsperiode für Getreide bis zum Ende des Szenariozeitraums. Diese wird durch die Erhöhung der Lufttemperatur verursacht (siehe Karten 1b und 1c). Auch die Anbauperioden verkürzen sich dadurch (siehe Tabelle 3.3.7.1). Die Schwankungsbreite der Anbauperioden nimmt im Szenariozeitraum in allen Landkreisen auf -11 bis +8 Tage ab (siehe Abbildung 3.3.7.1).

Bei sehr ähnlichen Aussaatterminen verfrüht sich dadurch die Ernte von Winterweizen über alle vier Landkreise im Mittel über den Zeitraum von 2049-2058 um 21 Tage gegenüber dem Referenzzeitraum (siehe Abbildungen 3.3.7.3a-d). Die geringste Änderung findet sich in Dingolfing mit -18 Tagen und die stärkste Änderung im Ostallgäu mit -27 Tagen. Dieser Trend zu früheren Ernteterminen ist bei allen Winter- und Sommergetreidearten zu beobachten. Zugleich rücken die Erntezeitpunkte von Winter- und Sommergetreide näher zusammen (siehe Abbildungen 3.3.7.3a-d), wodurch sich die Feldarbeitszeitspannen für die Ernte verkürzen. Dies könnte in Zukunft dazu führen, dass sich die vorhandenen Kapazitäten an Mähdreschmaschinen verknappen und es hier zu Engpässen kommt. Wie die Abbildungen 3.3.7.4a-d zeigen, nimmt auch die Planungssicherheit für den Erntetermin ab. Zwar verringert sich im Verlauf des Szenariozeitraums die Anzahl der Regentage im Zeitraum ±10 Tage um den Erntetermin, allerdings nimmt die Variabilität zu.

Literatur

KTBL (1996): Taschenbuch Landwirtschaft 1996/97, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2007): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland, Freising.