

DAS: Bildungsmodule zur Anpassung an den Klimawandel für die Lehrpläne der landwirtschaftlichen Fachschulausbildung (LandKliB)

Schlussbericht

Laufzeit:

01.10.2016 - 28.02.2019

Koordination: Technische Universität Dresden, Professur
für Meteorologie

Projektpartner: Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie

Assoziierter Partner: LandCare gGmbH

August 2019

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Aufgabenstellung.....	3
2 Voraussetzungen zur Durchführung des Vorhabens.....	3
3 Planung und Ablauf des Vorhabens.....	4
4 Wissenschaftlicher und technischer Stand der Ausgangssituation	6
5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	6
6 Erzielte Ergebnisse.....	7
6.1 Auswertung und Zusammenführung von Basiswissen (Arbeitspaket 2)	7
6.2 Erarbeitung von Lehrmaterialien für fünf Bildungsmodule (Arbeitspaket 3)	14
6.3 Öffentlichkeitsarbeit, Erprobung und Auswertung (Arbeitspaket 1 und 4).....	20
7 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	23
8 Verwendung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	24
8.1 Nutzen und Verwertung der Ergebnisse.....	24
8.2 Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen.....	24
9 Erfolgte und geplante Veröffentlichung der Ergebnisse	25
10 Referenzen	26

1 Aufgabenstellung

Das Projekt „Bildungsmodule zur Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel für die Lehrpläne der landwirtschaftlichen Fachschulausbildung (LandKliB)“ hat sich zur Aufgabe gemacht, Wissen über Klimawandel und Klimaanpassung der Landwirtschaft in Bildungsmodule umzusetzen und für die Aus-, Fort- und Weiterbildung bereitzustellen. Adressaten sind in erster Linie die fünf landwirtschaftlichen Fachschulen und das Fachschulzentrum Freiberg-Zug in Sachsen. Darüber hinaus stehen die Materialien für die generelle Weiterbildung im Bereich Landwirtschaft sowie für die Lehre an der Technischen Universität Dresden zur Verfügung. Die Ausarbeitung der Materialien wurde den jeweiligen Bildungszielen der Adressaten entsprechend angepasst. In einer Pilotphase werden die Ergebnisse in Sachsen erprobt und stehen als Beispiel für die Nutzung in anderen Bundesländern zur Verfügung.

Der Projektaufgabe lag folgende Zielsetzung zugrunde:

1. Integration und Nutzung von Forschungsergebnissen und weiterer Materialien für Bildungsmodule zur Anpassung an den Klimawandel
2. Erarbeitung von didaktisch strukturierten Methoden und Unterrichtsmaterialien als feste Bestandteile der beruflichen Fortbildung an landwirtschaftlichen Fachschulen
3. Vermittlung von Lösungsstrategien und Handlungskompetenz für die standort- und betriebs-spezifische Anpassung
4. Pilothafte Erprobung des neuen Lehrmaterials an den landwirtschaftlichen Fachschulen

2 Voraussetzungen zur Durchführung des Vorhabens

Voraussetzungen zur Durchführung des Vorhabens waren das Vorhandensein umfassender Vorarbeiten und Ergebnisse vorausgehender Forschungen und Studien zum Thema Landwirtschaft und Klimawandel und eine, durch Kooperationen in der Forschung, bestehende Zusammenarbeit zwischen Abteilungen und Referaten des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) und der Professur für Meteorologie der Technischen Universität Dresden (TU Dresden). Weitere Voraussetzungen waren die Zusammenarbeit zwischen einzelnen Abteilungen und Referaten des LfULG und den zugeordneten Fachschulen sowie die Unterstützung durch das zuständige Referat des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL). Innerhalb der TU Dresden waren die Arbeiten zur Lehre in zwei Vorlesungen von drei verschiedenen Studiengängen eingebunden.

Den fachlichen Hintergrund und die Vorarbeiten des Vorhabens bildeten die seit mehr als zwei Jahrzehnten laufenden Forschungen zum Klimawandel im Freistaat Sachsen, die von der Entwicklung regionaler Klimamodelle auf Basis von Wetterlagenklassifikationen (Enke et al. 2000, SMUL 2008a), der „Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel“ (SMUL 2008b) mit den landwirtschaftlichen Fachinformationen (LfULG 2009), Studien zum bereits erfolgenden und zukünftigen regionalen Klimawandel und dem Regionalen Klimainformationssystem ReKIS (Bernhofer et al. 2009, 2011, www.rekis.org), Stakeholder-Dialog und Entwicklung des modellbasierten Entscheidungshilfesystems LandCaRe-DSS für die Landwirtschaft (Köstner et al. 2010, Köstner et al.

2014), der anschaulichen Themensammlung „Kompendium Klima“ (LfULG 2014a) bis zum multisektoralen Verbund REGKLAM der Modellregion Dresden reichen (Köstner und Lorenz 2014, SMUL 2014a). Eine weitere Grundlage bildeten ausgewählte Themen der landwirtschaftlichen Forschung und der Klimaforschung aus der Schriftenreihe des LfULG sowie Materialien aus Vortragstätigkeiten des LfULG und der TU Dresden.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Für die Durchführung des Vorhabens wurde das Projekt in vier Komponenten bzw. übergeordnete Arbeitspakete (AP) gegliedert. Diese bestanden aus Projektmanagement (AP1), Basiswissen (AP2), Lehrmaterial (AP3) und Pilotphase (AP4). Die Bearbeitung erfolgte in weiter untergliederten Aufgaben durch folgende Arbeitsgruppen bzw. mit Unterstützung der folgenden Einheiten:

- Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden (TU Dresden)
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG):
 - Abteilung 7 (Landwirtschaft), Referat 71 (Koordination, Fachrecht, Verfahrensökonomie)
 - Abteilung 7 (Landwirtschaft), Referat 72 (Pflanzenbau, Nachwachsende Rohstoffe)
 - Abteilung 5 (Klima, Luft, Lärm, Strahlen), Referat 51 (Klima, Luftqualität)
 - Fachschulen für Landwirtschaft (FS) an den Standorten Döbeln, Großhain, Löbau, Plauen und Zwickau
- Fachschulzentrum Freiberg-Zug (Landkreis Mittelsachsen)
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL): Abteilung 3 (Land- und Forstwirtschaft, ländliche Entwicklung), Referat 31 (Grundsatzfragen, Agrarpolitik, Recht)
- LandCare gGmbH (assoziiert) für die Betreuung und Weiterführung der Projekt-Webseite

Generell war für den Ablauf des Vorhabens eine enge Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern vorgesehen, wobei die Verantwortlichkeiten entsprechend der Fachkompetenz verteilt waren. Durch regelmäßige Treffen zwischen den Projektpartnern sowie Workshops mit Lehrkräften der Fachschulen wurden der Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte und die inhaltlichen Schwerpunkte näher festgelegt.

Aufgaben und Zuständigkeiten innerhalb der Arbeitspakete:

AP1. Projektmanagement (TU Dresden)

AP1.1 Organisation der Kommunikation zwischen den Projektpartnern, Vorbereitung von Arbeitstreffen und Workshops

AP1.2 Zusammenführung von Projektdokumenten, Einbindung von Aufträgen, Öffentlichkeitsarbeit

AP2. Aufbereitung von Forschungsergebnissen der Projektpartner und weiterer Informationsquellen als Basiswissen

AP2.1 Übersicht über relevante Ergebnisse und Informationsquellen auf überregionaler und regionaler Ebene und Gliederung in Themenbereiche (TU Dresden, LfULG)

AP2.2 Thema: Regionaler Klimawandel in Vergangenheit und Zukunft (TU Dresden, LfULG, Referat 51)

AP2.3 Thema: Klimawirkungen auf Funktionen von Agrarökosystemen (TU Dresden, LandCare)

AP2.4 Thema: Anpassungsmaßnahmen der Landwirtschaft (LfULG, Referat 72)

AP3: Umsetzung in didaktisches Lehrmaterial mit Entwicklung von Fallstudien

AP3.1 Erstellung eines Konzepts für die Umsetzung in Lehrmaterial (LfULG, Referat 71)

AP3.2 Erarbeitung von didaktisch durchkonzipiertem Lehrmaterial (LfULG, Referat 71, FS)

AP3.3 Entwicklung von Fallstudien und Planspielen mit alternativen Lösungswegen betrieblicher Anpassung an den Klimawandel (LfULG, TU Dresden)

AP3.4 Konzept zur späteren Umsetzung in eLearning Angebote (LfULG, FS, LandCare)

AP4. Durchführung von Lehrveranstaltungen in der Pilotphase und Auswertung

AP4.1 Lehrveranstaltungen im erweiterten Lernfeld „Landwirtschaftliche Flächen umweltschonend und nachhaltig bewirtschaften“ (FS)

AP4.2 Durchführung von Planspielen und Projekten an den Fachschulen (FS)

AP4.3 Planung von Erweiterungen/ Übertragungen und Öffentlichkeitsarbeit (LfULG, TU Dresden)

AP4.4 Auswertung von Lehrmaterial und Pilotphase (alle Beteiligten, Koordination TU Dresden)

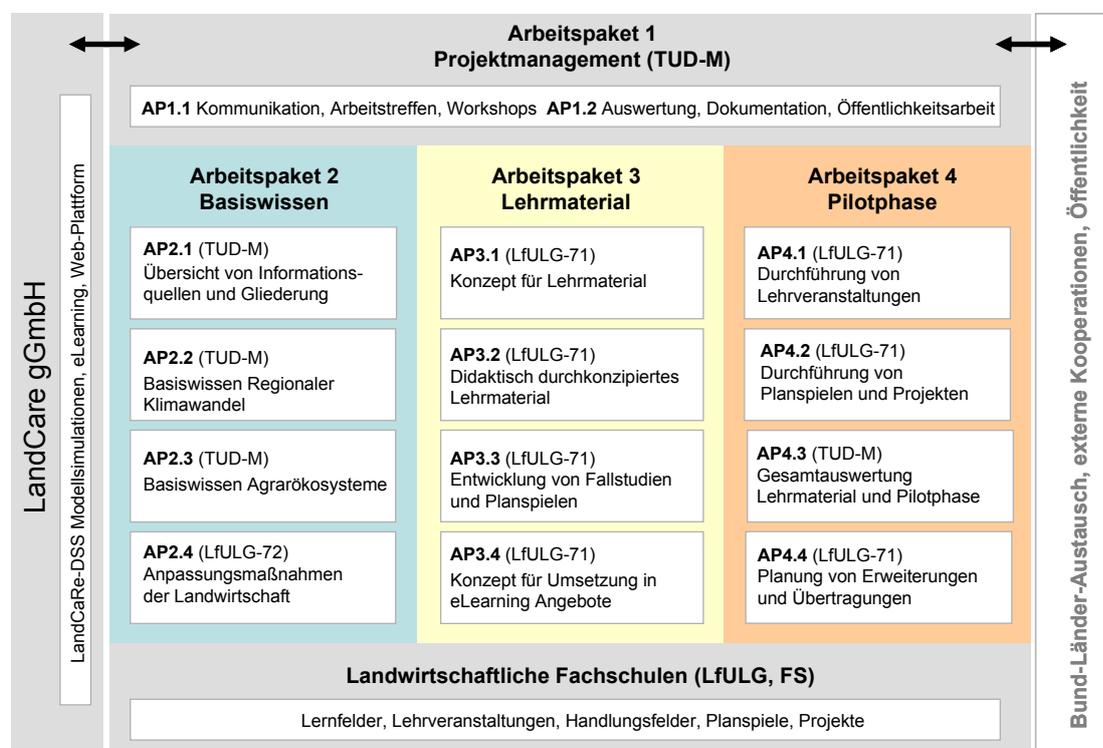


Abbildung 1. Übersicht der Projektstruktur und Arbeitspakete mit den verantwortlichen Projektpartnern

Die Ausbildung an den Fachschulen dient der beruflichen Fortbildung. Zielgruppe sind Fachschüler und Fachschülerinnen, die in der Regel einen Berufsabschluss für Landwirt haben, und mit dem erfolgreichen Fachschulabschluss die Berufsbezeichnung „Staatlich geprüfte/r Wirtschaftler/in für Landwirtschaft“ führen dürfen. Der Unterricht gliedert sich in praktische und berufstheoretische Ausbildung und geschieht nach der Lernfeldmethode (Stiehler 2017). Entsprechend ist der Lehrplan nach 11 Lernfeldern strukturiert. Im Laufe des Projektes wurden in den Workshops mit den Fachschulen, nach eingehender Diskussion, thematische Schwerpunkte festgelegt. Diese wurden anschließend als Bildungsmodulare ausgearbeitet und den einzelnen Lernfeldern zugeordnet. Die

Ausarbeitung erfolgte durch den Projektpartner LfULG mit Unterstützung von TU Dresden bei klimabezogenen Inhalten.

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand der Ausgangssituation

Für die Durchführung des Vorhabens waren keine besonderen Verfahren, Konstruktionen und Schutzrechte erforderlich. Grundlage für die Bildungsmodule der Fachschulen war der bestehende Lehrplan für Sachsen (SMUL 2014b) und eine Handreichung zur Umsetzung (Sächsisches Bildungsinstitut 2014). Weiterführende Informationen zur Ausbildung wurden der Plattform „Grüne Berufe“ entnommen (www.gruene-berufe.sachsen.de). Die verwendete Fachliteratur wurde der üblichen Vorgehensweise entsprechend bei den erarbeiteten Materialien zitiert.

Hinsichtlich des wissenschaftlich-technischen Standes zum Themenbereich „Landwirtschaft und Klimawandel“ standen Ergebnisse abgeschlossener Forschungsprojekte und Informationsplattformen zur Verfügung (Reidsma et al. 2010, Köstner et al. 2014, Köstner und Lorenz 2014, LfULG 2009, 2015, SMUL 2008a, b, 2014a, 2015). Neben den unter 1.2 erwähnten, eigenen Forschungsprojekten, die Voraussetzung für das Vorhaben LandKliB waren, sind in den vergangenen Jahren zahlreiche weitere Ergebnisse entstanden. Diese stammen u.a. von landwirtschaftlichen Projekten in der klimazwei- und KLIMZUG-Förderung (Bloch et al. 2014, Mahammadzadeh et al. 2009), von neueren Studien des Thuenen-Instituts, wie zum Beispiel über agrarrelevante Extremwetterlagen (Gömann et al. 2015) sowie aus der DAS-Förderung (LWK Niedersachsen 2013). Darüber hinaus standen über Service-Plattformen weitere Informationen zu Verfügung (KomPass UBA, Klimaservices DWD, Climate Service Center GERICS), die vom Projektpartner TU Dresden ausgewertet wurden. Einbezogen wurde auch ein während der Projektlaufzeit entstandenes Ergebnispapier des Umweltbundesamtes, das im Rahmen eines Stakeholderdialogs entstanden ist, bei dem LfULG (Referat Pflanzenbau) und TU Dresden (Meteorologie) vertreten waren (Kliem und George, 2018). Grundlegend zur Vermittlung lokal angepasster Handlungsoptionen waren jedoch Kenntnisse des LfULG über die regionale und lokale Situation aus der eigenen, langjährigen angewandten Forschung und Bildungstätigkeit (Müller 2018, Uhlemann 2015). Hinzu kommen Erfahrungen aus Arbeitskreisen mit der Praxis und Beratung, auf deren Grundlage anschauliche Beispiele erarbeitet werden konnten. Weitere Informationen zur Ausgangssituation und eine Übersicht der herangezogenen Literatur finden sich auf der Webseite.

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während des Vorhabens konzentrierte sich die Zusammenarbeit weitgehend auf Arbeitsgruppen innerhalb der eigenen Institutionen, d.h. des LfULG, den fünf Fachschulen für Landwirtschaft und dem Fachschulzentrum Freiberg-Zug bzw. der Professur für Meteorologie der TU Dresden und der Studienfachberatung. Das LfULG wurde zudem von seiner übergeordneten Behörde, dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, fachlich unterstützt.

Ein Austausch über Inhalte und Vorgehensweisen erfolgte mit Projekten der DAS-Förderung:

Entwicklung und Erprobung einer Bildungsmaßnahme für Unternehmen und Beschäftigte in der Landwirtschaft (03DAS004), Landwirtschaftskammer Niedersachsen

BeLa – Bildungseinheiten zur Stärkung experimenteller Kompetenzen in der Landwirtschaft (03DAS052), Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)

Projekt „Netzwerke Wasser“. Regionale Stakeholder-Netzwerke für innovative Bewässerungsstrategien im Klimawandel unter besonderer Berücksichtigung regionalspezifischer Wasserbedarfsprognosen für die Landwirtschaft (03DAS70A, B), LWK Niedersachsen, LBEG

Projekt BIKASA - Bildungsmodule zur Klimaanpassung für den Agrarsektor Sachsen-Anhalts (03DAS131)

Projekt KlimAGaLa - Weiterbildung zur Anpassung an den Klimawandel und zum Klimaschutz. Für Akteure im Fachbereich Landschaftsarchitektur, Garten- und Landschaftsbau sowie Produktionsgartenbau (03DAS068A, B)

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Uelzen, sowie die Projekte BIKASA, Universität Halle und KlimAGaLa, FH Erfurt, haben am Abschluss-Workshop des Vorhabens LandKliB teilgenommen und eigene Beiträge geleistet.

6 Erzielte Ergebnisse

Im Laufe des Projektes wurden drei Workshops mit Lehrkräften der Fachschulen für Landwirtschaft, des Fachschulzentrums Freiberg-Zug und regelmäßige Treffen der Projektpartner durchgeführt. Im ersten Workshop wurden die Themen der geplanten Bildungsmodule bestimmt. Im zweiten Workshop erfolgte die Festlegung der Modulinhalte und im dritten Workshop wurden die erarbeiteten Materialien präsentiert. Die Arbeiten der TU Dresden hatten ihren Schwerpunkt auf Basiswissen zum allgemeinen und regionalen Klimawandel und zu Agrarökosystemen. Aufgrund der Vorschläge in den Workshops wurden teils auch Themen der Agrobiodiversität und Energieeffizienz berücksichtigt. Beim LfULG lag der Schwerpunkt auf der Ausarbeitung der fünf gewählten Bildungsmodule, die sich an den Lernfeldern sowie Lernzielen orientieren. Diese sind ein Angebot an die Lehrkräfte, um den Schwerpunkt Klimawandel stärker in den Fachschulunterricht zu integrieren.

6.1 Auswertung und Zusammenführung von Basiswissen (Arbeitspaket 2)

Als Grundlage und Ergänzung der Bildungsmodule für die landwirtschaftlichen Fachschulen sowie für die universitäre Lehre und als Angebot für allgemeine Bildungsmaßnahmen auf dem Gebiet „Klimawandel und Landwirtschaft“ wurden vorausgehende Forschungsprojekte zum Regionalen Klimawandel und zur Klimaanpassung der Landwirtschaft ausgewertet (Basiswissen). Hierzu wurde auch eine Literaturübersicht erstellt. Diese Arbeiten waren im Wesentlichen Aufgabe der TU Dresden. Bei den Workshops mit den Lehrkräften der Fachschulen zeigte sich, dass Interesse an den regionalen Ausprägungen des Klimawandels besteht. Im Zusammenhang mit der Verknüpfung von Klimaschutz und Klimaanpassung wurde vorgeschlagen, auch das Thema „Energieeffizienz“ einzubeziehen, da die Steigerung der Energieeffizienz eine der wichtigsten Maßnahmen ist, Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft zu reduzieren (LfULG 2014b). Als weiteres Thema wurde „Agrobiodiversität“ vorgeschlagen. Da Energieeffizienz und Agrobiodiversität Querschnittsthemen darstellen, die verschiedene Produktionsbereiche betreffen, wurden sie als modulübergreifende, ergänzende Themen hinzugenommen, ohne eine detaillierte Ausarbeitung, wie bei den Bildungsmodulen, anzustreben. Des Weiteren schien es sinnvoll, kurze Einführungen in IT-gestützte Werkzeuge zu geben, die für vertiefte Betrachtungen und in der universitären Lehre herangezogen werden. Diese sind das Regionale Klimainformationssystem ReKIS und das modellbasierte

Entscheidungshilfesystem LandCaRe-DSS. Für alle diese Themen wurden Kurzpräsentationen und Begleittexte erstellt (Rahmenthemen). Auf vertiefende Informationen und ergänzende Literatur wurde verwiesen.

Folgende einführende und ergänzende Rahmenthemen wurden bearbeitet:

- Regionaler Klimawandel und Regionales Klimainformationssystem ReKIS
- Anpassung an den Klimawandel und Entscheidungshilfesystem LandCaRe-DSS
- Agrobiodiversität und Agrarökosysteme
- Klimaschutz – Reduktion der Treibhausgasemission und Energieeffizienz

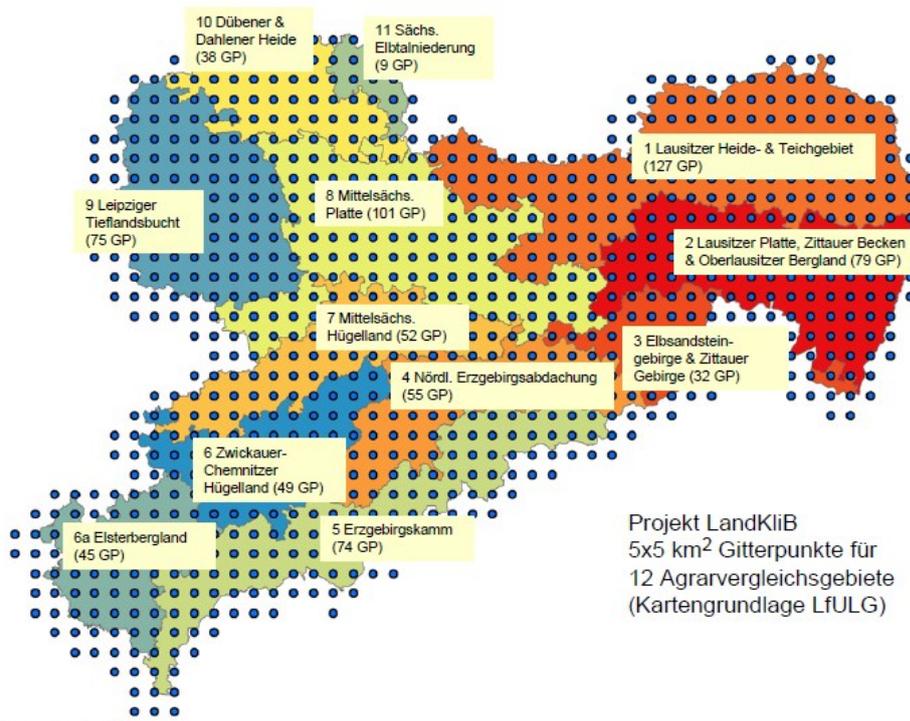
Im Folgenden werden Übersichten gegeben, die Ausführungen sind über die Projekt-Webseite zugänglich.

Regionaler Klimawandel

Der Regionale Klimawandel bezeichnet die regionsspezifischen Ausprägungen des Globalen Klimawandels. Er ist abhängig von der geographischen und topographischen Lage und den damit verbundenen typischen Wetterlagen der Region. Man unterscheidet den rezenten Klimawandel der vergangenen Jahrzehnte von Klimaprojektionen in die Zukunft. Da die Vorhersage von Klimaänderungen für eine bestimmte Region von der zukünftigen Entwicklung der Treibhausgasemission abhängig ist und von regionalen Besonderheiten, die die Klimamodelle berücksichtigen müssen, sind zukünftige Projektionen des Regionalen Klimawandels mit hoher Unsicherheit behaftet. Dagegen kann der gegenwärtige Klimawandel in einer Region, d.h., die bereits erfolgten klimatischen Änderungen, mit hoher Sicherheit beschrieben werden, da die Aussagen auf Messungen an Klimastationen beruhen. Da Anpassungen an den Klimawandel Kenntnisse des Regionalen Klimawandels voraussetzen, ist es erforderlich, nicht nur Klimaprojektionen, sondern auch den bereits erfolgten bzw. gegenwärtigen Klimawandel zu betrachten. Dies wurde im Vorhaben LandKliB besonders für die 12 Agrarvergleichsgebiete von Sachsen untersucht. Dazu waren flächendeckende Klimainformationen erforderlich, die durch die Regionalisierung von Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes auf ein 5x5 km² Gitternetz (736 Gitterpunkte für Sachsen) gewonnen wurden.

Für die Landwirtschaft ist es wichtig, Klimaänderungen im Jahresverlauf, d.h. saisonale oder monatliche Änderungen zu kennen. Daher wurde als zentrale Darstellungsweise das Klimadiagramm bzw. Differenzdiagramm herangezogen, um zum Beispiel die monatlichen Änderungen beim Vergleich der Zeiträume 1961-1990 mit 1981-2010 aufzuzeigen. Die einzelnen Diagramme können auf der Webseite aufgerufen und herunter geladen werden. Damit haben die Fachschulen die Möglichkeit, die Änderungen in ihrer Region besonders zu betrachten. Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht der Agrarvergleichsgebiete und dazugehörigen Klimadifferenzdiagramme.

Für eine Vertiefung ähnlicher Analysen kann das webbasierte Regionale Klimainformationssystem (ReKIS) genutzt werden. Dazu gibt es auch eine Übung im Bildungsmodul 1 zum Klimawandel (Kap. 6.2). Die Möglichkeit der räumlichen Analyse nach Agrarvergleichsgebieten wurde im Laufe des Projektes in das ReKIS implementiert (Dr. Franke, Referat 51, LfULG).



Projekt LandKliB
5x5 km² Gitterpunkte für
12 Agrarvergleichsgebiete
(Kartengrundlage LfULG)

Meteorologie, TU Dresden

Abbildung 2. Agrarvergleichsgebiete von Sachsen mit Gitterpunkten der regionalisierten Klimadaten

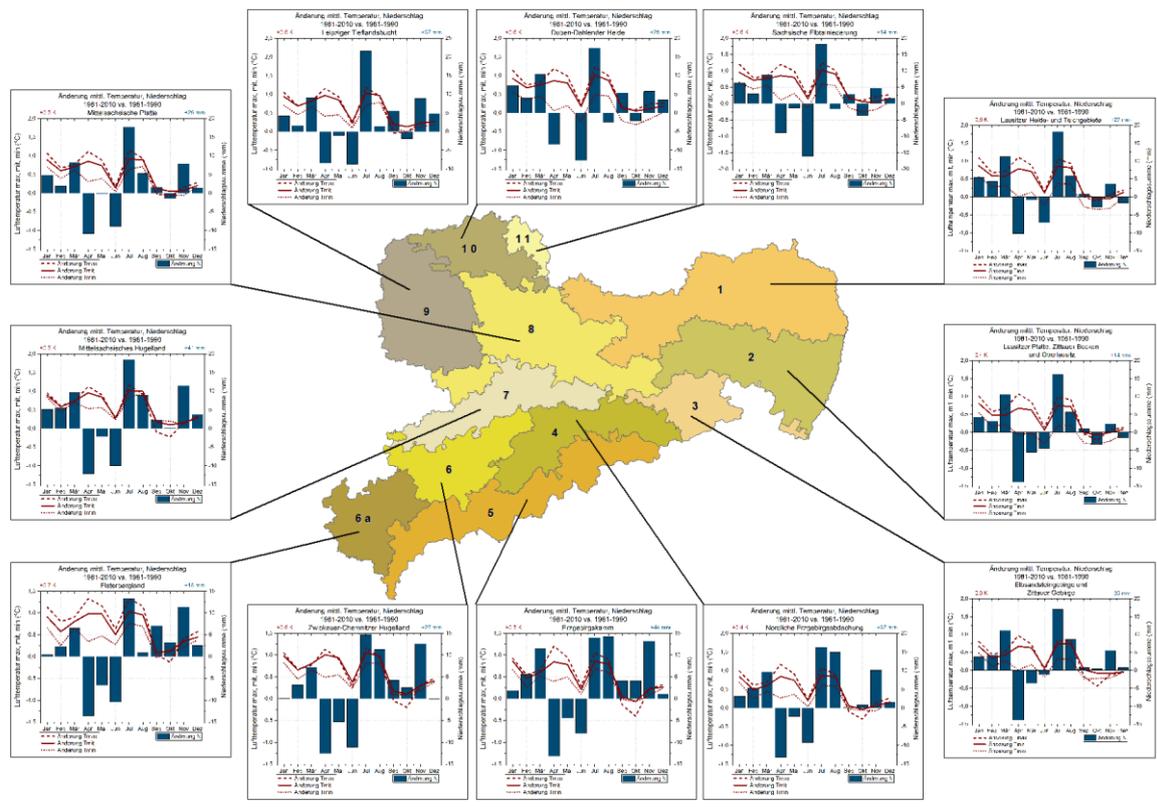


Abbildung 3. Agrarvergleichsgebiete (Quelle: LfULG) und dazugehörige Klimadifferenzdiagramme (Werte der Klimaperiode 1981-2010 minus der Werte im Zeitraum 1961-1990; positive Werte: Zunahme, negative Werte: Abnahme). Die Diagramme wurden aus den Mittelwerten der Gitterpunkte eines Gebietes erstellt.

Übersichtstabellen zur Bearbeitung der Rahmenthemen:

Rahmenthema: Regionaler Klimawandel und Klimaanpassung

Regionaler Klimawandel

Format	Inhalt
Präsentation	Globalklima – Regionalklima, Vergangenheit – Zukunft Bedeutung regionaler Klimaänderungen für die Klimaanpassung Klimastationen Meteorologische Messnetze Darstellung von Klimaänderungen (Trend, Klimadiagramme, Änderung von Extremwerten) Klimaänderung am Betriebsstandort Klimaänderungen in den Agrarvergleichsgebieten Sachsens
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

Rahmenthema: Regionaler Klimawandel und Klimaanpassung

Regionales Klimainformationssystem ReKIS

Format	Inhalt
Präsentation	Analysewerkzeuge zum Verständnis von Klimawandel und Klimawirkung Vorstellung von ReKIS Beispiele von Analysemöglichkeiten Trainingsworkshops und Anwendungen Projektbeispiele
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel

Nachdem in der anfänglichen Forschung zum Klimawandel das Klima selbst im Vordergrund stand, folgten Forschungen zu den Wirkungen der Klimaänderungen auf Ökosysteme und die davon abhängigen Sektoren wie zum Beispiel die Landwirtschaft oder die Wasserwirtschaft. Die Entwicklung von Anpassungen der Landwirtschaft an die Folgen des Klimawandel (kurz: Klimaanpassung) setzt Kenntnisse des regionalen Klimawandels und seiner Wirkung auf Agrarökosysteme und auf die Produktionssysteme der Landwirtschaft voraus. Diese Wirkungen des Klimawandels lassen sich einerseits aus dem Fach- und Erfahrungswissen anhand bereits erlebter Extremjahre abschätzen, andererseits müssen für Klimawirkungen in der Zukunft Simulationsmodelle herangezogen werden.

In die Bearbeitung des Rahmenthemas zur Klimaanpassung wurden einige grundlegende Aspekte und Fachbegriffe aufgenommen sowie Auswertungen von Anpassungsstrategien und Projekten auf Ebene von Bundesländern und der EU. Auf konkrete Maßnahmen und Umsetzungen in den verschiedenen Wirtschaftszweigen der landwirtschaftlichen Betriebe wird in den Bildungsmodulen eingegangen.

Rahmenthema: Regionaler Klimawandel und Klimaanpassung
 Klimaanpassung

Format	Inhalt
Präsentation	Anpassung an die Folgen des Klimawandels Klimaanpassung – Klimaschutz Wirkung von Klimaänderungen auf die Landwirtschaft Vulnerabilität Chancen und Gefahren (Risiken) Anpassungsstrategien Handlungsfelder Maßnahmen (No regret, win-win, win-lose) EU Strategie zur Anpassung an den Klimawandel Projektbeispiele, Klimawandel-Check von Pilotbetrieben
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

Für strategische Planungen der Klimaanpassung, die weiter in die Zukunft reichen sollen, werden auch Ergebnisse von Simulationsmodellen herangezogen, die zum Beispiel Klimaprojektionen bis zum Jahr 2050 oder 2100 nutzen. Als Beispiel dafür wird das modellbasierte Entscheidungshilfesystem LandCaRe-DSS vorgestellt, das im Rahmen der BMBF-Förderung *klimazwei* durch Fachleute der landwirtschaftlichen Forschung und Klimaforschung entwickelt (Wenkel et al. 2013) und im regionalen Forschungsverbund REGKLAM – Modellregion Dresden angewandt wurde (Köstner und Lorenz 2014). Die Modellplattform wird in der Lehre an der TU Dresden im Studiengang „Raumentwicklung und Ressourcenmanagement“ (Decision Support Systeme) behandelt. Die im Projekt LandKliB von der TU Dresden regionalisierten Klimadaten (1961-2015) im 5x5 km Gitter (siehe oben) wurden in die Klimadatenbank des LandCaRe-DSS implementiert. Damit lassen sich im LandCaRe-DSS nicht nur Klimaprojektionen sondern auch auf Messungen beruhende Klimadaten einsetzen.

Rahmenthema: Regionaler Klimawandel und Klimaanpassung
 Entscheidungshilfesystem LandCaRe-DSS

Format	Inhalt
Präsentation	Was ist ein Entscheidungshilfesystem Modellbasierte Systeme (Decision Support Systems) LandCaRe-DSS für die strategische Planung Arbeiten mit zukünftigen Szenarien Simulation von Klimawirkungen auf regionaler und lokaler Ebene Modelle und Analysewerkzeuge: Klimaanalyse, Phänologie, BBCH-Stadien Simulation von Erträgen (Fruchtfolgen, Grünland) Entwicklung von C_{org} , N_{min} , Grundwasserspende Erosionsgefährdung Deckungsbeitrag und prozesskostenfreie Leistung
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

Agrobiodiversität und Agrarökosysteme

Der Begriff „Biodiversität“ umfasst alle Integrationsebenen von Arten und Lebensgemeinschaften, angefangen von den Genen über Varietäten und Arten bis zur Vielfalt von Ökosystemen in der Kulturlandschaft. Agrobiodiversität bezieht sich sowohl auf die Vielfalt von genutzten Sorten, Arten und Anbausystemen als auch auf die natürliche Vielfalt von Wildarten, -varietäten und Ökosystemen. In der aktuellen Forschung und Praxis interessiert man sich heute nicht nur für die Wirkung von Klimaänderungen auf Tier- und Pflanzenarten, sondern auch dafür, wie Leistungen von Arten und damit verbundene Ökosystemdienstleistungen für die Anpassung an den Klimawandel genutzt werden können. Solche win-win-Situationen für Vielfalt und Anpassung werden vorgestellt. Diese beziehen sich zum Beispiel auf Sortenvielfalt, um auf unterschiedliche Klima- und Witterungssituationen reagieren zu können, aber auch auf das Verhältnis von Gräsern und Kräutern oder den Anteil an Gehölzen, um negative Wirkungen von Trockenheit und Starkregen zu reduzieren. Da das Thema „Agrobiodiversität“ nicht näher in den Bildungsmodulen behandelt wird, wird auch auf einige Handlungsanweisungen und Praxisbeispiele eingegangen, die zur Förderung der Agrobiodiversität auf dem Betrieb beachtet werden sollten.

Rahmenthema: Agrobiodiversität und Agrarökosysteme

Agrobiodiversität

Format	Inhalt
Präsentation	Was versteht man unter Biodiversität/Agrobiodiversität? Ebenen der Biodiversität Populationsökologie Habitat, ökologische Nische, Biotop, Biozönose Arten als Indikatoren Gefährdung der Agrobiodiversität Maßnahmen zur Förderung der Agrobiodiversität Klimawirkungen auf die Agrobiodiversität Nutzung der Ökosystemdienstleistungen von Tier- und Pflanzenarten zur Klimaanpassung Praxisbeispiele
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

Agrarökosysteme

Ökosysteme werden durch ihre Artenzusammensetzung, aber auch durch ihre Energie- und Stoffflüsse charakterisiert. Auf Letztere wird im zweiten Teil über Agrarökosysteme eingegangen. Die Klimaänderungen beeinflussen langfristig die Stoffflüsse und Vorräte in einem Ökosystem. Von zentraler Bedeutung sind die CO₂-Flüsse, da sie die Pflanzenproduktion und die Humusbilanz des Bodens (mit)bestimmen und gleichzeitig CO₂ ein wichtiges Treibhausgas ist. CO₂-Flüsse über einer Ackerfruchtfolge und einem Grünland werden seit 2005 von der Professur für Meteorologie der TU Dresden kontinuierlich mit der Eddy-Kovarianz-Technik erfasst. Ergebnisse davon dienen als Beispiele, diesen unsichtbaren Gasaustausch über landwirtschaftlichen Kulturen einmal vorzustellen und mit der Bewirtschaftung in Beziehung zu setzen (Köstner et al. 2015). Da CO₂ der wichtigste Pflanzennährstoff ist, wird auch auf den CO₂-Düngeeffekt auf Pflanzen eingegangen. Dieser wird mit

dem zunehmenden Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre immer wichtiger. An der Messstelle Tharandt der TU Dresden steigt die CO₂-Konzentration um ca. 2 ppm/Jahr, derzeit beträgt die Konzentration ca. 416 ppm. Ergebnisse dieser Forschungen werden an der TU Dresden in den Studiengängen „Hydrologie“ und „Hydro Science and Engineering“ (Klimasysteme, Climate Systems) vorgestellt.

Rahmenthema: Agrarökosysteme und Agrobiodiversität

Agrarökosysteme

Format	Inhalt
Präsentation	Was ist ein Ökosystem? Agrarökosysteme der Kulturlandschaft Dauerkulturen und saisonale Kulturen Energie- und Stoffflüsse Vertikale Flüsse: Boden – Pflanze – Atmosphäre Horizontale Flüsse: Zufuhr und Abfuhr von Stoffen durch die Bewirtschaftung (Düngung, Ernte, Bewässerung) Stoffflüsse und Änderung von Vorräten Messung von CO ₂ -Flüssen mit der Eddy-Kovarianz-Technik Der CO ₂ -Düngeeffekt und Bedeutung für die Praxis
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

Klimaschutz – Reduktion von Treibhausgasemissionen

Die Landwirtschaft steht immer wieder im Fokus der Öffentlichkeit, weil sie Mitverursacherin von Treibhausgasemissionen ist. Im Wesentlichen sind dies Lachgas aus der Stickstoffdüngung und Methan aus der Tierhaltung. Angerechnet im Emissionskataster der Bundesrepublik werden auch CO₂-Verluste durch Grünlandumbruch. Emissionen von CO₂ bzw. CO₂-Äquivalenten aus Transport und Vorketten landwirtschaftlicher Produktionsmittel werden je nach Angabe der Systemgrenzen einbezogen (LfULG 2014b). Die Beachtung von Systemgrenzen ist bei der Bewertung des Beitrags verschiedener Sektoren zur Treibhausgasemission sehr wichtig. Daher sollte der Bereich „Klimaanpassung“, der beim Projekt LandKliB im Vordergrund stand, um den Bereich „Klimaschutz“ etwas ergänzt werden. Dies geschieht nicht zuletzt, um Maßnahmen, die gut für die Anpassung sind, auch kritisch unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes zu betrachten. Dies wären zum Beispiel Maßnahmen, die zu hohen Humusverlusten oder einem hohen Verbrauch an fossiler Energie führen (win-lose Situationen). In den ausgearbeiteten Bildungsmodulen 1, 3 und 4 (Kap. 6.2) wird auf die Problematik der Treibhausgasemissionen eingegangen. Grünland und Weidehaltung wird beispielhaft im Rahmenthema behandelt.

Rahmenthema: Klimaschutz

Reduktion von Treibhausgasemissionen: Pflanzenbau und Tierhaltung

Format	Inhalt
Präsentation	Was versteht man unter Klimaschutz? Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft, Emissionskataster Bedeutung von Systemgrenzen Vergleich von Anbausystemen: Ackerfruchtfolge, Grünland/ Weide, Kurzumtriebsplantagen Bewertung und Reduktion von Treibhausgasemissionen Praxisbeispiele
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

Rahmenthema: Klimaschutz

Reduktion von Treibhausgasemissionen: Energieeffizienz

Format	Inhalt
Präsentation	Steigerung der Energieeffizienz eines Betriebes Betriebsanalyse Betriebszweige Außenwirtschaft Eigenstromversorgung Praxisbeispiele
Begleittext	Einführung Kommentierung der Folien Weiterführende Literatur

6.2 Erarbeitung von Lehrmaterialien für fünf Bildungsmodule (Arbeitspaket 3)

Die Vermittlung von Kenntnissen zum Thema Klimawandel und die Bewertung von Auswirkungen in der Landwirtschaft sind eine Querschnittsaufgabe im Bildungsbereich. Das bedeutet, Klimawandel steht mit den verschiedensten Lerninhalten in der landwirtschaftlichen Fachschulausbildung in Verbindung. Dies kam auch bei der Themenwahl der Bildungsmodule beim ersten Workshop mit den Lehrkräften von den Fachschulen für Landwirtschaft und dem Fachschulzentrum Freiberg-Zug zum Ausdruck. Die Themen wurden so gewählt, dass sie auf die gesamte Breite der Fächer bzw. Lernfelder Bezug nehmen. Damit ergaben sich 5 Bildungsmodule, die mit 9 Lernfeldern des Lehrplans in Verbindung stehen. Durch die Breite der gewählten Themen wurde erreicht, dass die Thematik „Klimawandel“ in allen für das Thema relevanten Lernfeldern präsent wird und dass alle Lehrkräfte mit ihren verschiedenen fachlichen Schwerpunkten einbezogen sind. Dadurch ergab sich jedoch auch ein höherer Aufwand bei der anschließenden Umsetzung. In einem nächsten Schritt wurden die spezifischen Inhalte der Bildungsmodule näher festgelegt:

Modul 1 – Allgemeines zum Klimawandel

Schwerpunkte: Glossar wichtiger Fachbegriffe, Beobachtungen und Erkenntnisse zum Klimawandel verstehen und einordnen, Treibhauseffekt (veranschaulicht durch ein Experiment zum anthropogenen Treibhauseffekt) verstehen und erklären, Betrachtung zu Klimaauswirkungen auf die

Landwirtschaft, gesicherte Informationsquellen kennen und nutzen, Arbeiten mit dem IT-Programm Regionales Klimainformationssystem (ReKIS)

Modul 2 – Pflanzenbau - Bestandsführung

Schwerpunkte: strukturiertes Grundlagenwissen zum Thema Mais- und Sojaanbau von Anbaubedingungen über Sortenwahl bis hin zu Düngung, Pflanzenschutz, Ernte/ Markt, Betrachtungen zu Klimafolgen am Beispiel Maisanbau unter besonderer Berücksichtigung des Maiszünslers, Sojaanbau als „Chance“ des Klimawandels für die sächsische Landwirtschaft

Modul 3 – Erhaltung Bodenfruchtbarkeit

Schwerpunkte: Grundlagenwissen zum Thema Bodenerosion, Erläuterungen zu Vorsorge- und Schutzmaßnahmen, Bedeutung von Humus, Herausstellung von Wechselwirkungen zwischen Boden und Klimasystem im Zusammenhang mit Klimaveränderung, Nitratauswaschungen und Bewertung Zwischenfruchtanbau zum Erosionsschutz

Modul 4 – Herdenmanagement

Schwerpunkte: Darstellung von Wechselwirkungen zwischen Tiergesundheit und Klimawandel, Verbreitung potentieller Krankheiten durch Klimawandel am Beispiel Blauzungenkrankheit, Milchviehhaltung und Hitzestress: Betrachtungen zu Auswirkung der globalen Erderwärmung auf die Tiergesundheit und dem Leistungsvermögen am Beispiel von Milchkühen

Modul 5 – Risikomanagement

Schwerpunkte: Umgang mit Wetterextremen (Hitze, Starkniederschlag, Hochwasser, Sturm, Hagel) für den Landwirtschaftsbetrieb, Betrachtung von Risikomanagementinstrumenten und Planung/ Bewertung möglicher Vorsorgemaßnahmen

Die bewusste Verknüpfung von Wissen zum Klimawandel und die Anwendung des Wissens auf der betrieblichen Ebene stehen dabei besonders im Fokus. Wissensgrundlagen, wie zum Beispiel Ergebnisse aus Forschung, Feldstudien, Sortenversuchen und Erfahrung aus der Beratung und Handlungskompetenz über Klimawirkungen, wurden gezielt strukturiert, nach Schwerpunkten methodisch aufbereitet und - soweit möglich - mit alternativen Lösungswegen zur Anpassung in den verschiedenen Ebenen der Betriebsführung untersetzt.

Die Ausbildung an den Fachschulen für Landwirtschaft ist in Fächer und Lernfelder gegliedert. Der Lehrplan für den berufsbezogenen Bereich ist nach Lernfeldern strukturiert. Jedes Lernfeld enthält Ziele, Inhalte und didaktisch-methodische Hinweise zum Unterricht (SMUL 2014b). In folgender Tabelle sind die 11 Lernfelder des Fachschullehrplans und ihre übergeordneten Inhalte gelistet:

Lernfeld	Inhalt
<i>Lernfeld 1</i>	Unternehmen gründen und führen
<i>Lernfeld 2</i>	Rahmenbedingungen analysieren und in die Unternehmensführung integrieren
<i>Lernfeld 3</i>	Landwirtschaftliche Flächen umweltschonend und nachhaltig bewirtschaften
<i>Lernfeld 4</i>	Marktfrüchte und nachwachsende Rohstoffe wirtschaftlich erzeugen
<i>Lernfeld 5</i>	Grundfutter qualitätsgerecht produzieren
<i>Lernfeld 6</i>	Schweine tier- und marktgerecht erzeugen
<i>Lernfeld 7</i>	Milch und Rindfleisch wirtschaftlich produzieren
<i>Lernfeld 8</i>	Einkommensalternativen für den Betrieb nutzen
<i>Lernfeld 9</i>	Projekte managen und Facharbeit erstellen
<i>Lernfeld 10</i>	Berufsnachwuchs ausbilden
<i>Lernfeld 11</i>	Mitarbeiter einstellen und führen

In folgender Tabelle sind die 5 Bildungsmodule den einzelnen Lernfeldern zugeordnet:

Modul	Inhalte
<p>1 Allgemeines zum Klimawandel <i>Lernfeld 1, 2</i></p>	<p>Grundlagen, Definitionen, Klimaelemente, Treibhauseffekt, Regionales Klimainformationssystem ReKIS</p>
<p>2 Pflanzenbau – Bestandsführung <i>Lernfeld 2, 3, 4, 5, 6, 8</i></p>	<p>Sojaanbau: Chance des Klimawandels Maisanbau: negative Klimawirkung auf die Verbreitung des Maiszünslers</p>
<p>3 Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit <i>Lernfeld 3</i></p>	<p>Bedeutung von Humus Boden und Humusverlust durch Erosion Vermeidung von Nitratauswaschung Bedeutung von Zwischenfruchtanbau</p>
<p>4 Herdenmanagement <i>Lernfeld 7</i></p>	<p>Tierseuchen Hitzestress CO₂-Fußabdruck</p>
<p>5 Risikomanagement <i>Lernfeld 1, 9</i></p>	<p>Vorsorgemaßnahmen zu Klimafolgen im Betrieb Klimaextreme: Hitze und Starkniederschlag</p>

Die Strukturierung und Ausarbeitung der Bildungsmodule erfolgte durch das LfULG mit der Zielrichtung

- Vermittlung von Fachwissen (Präsentationsmaterial)
- Wissensüberprüfung und –festigung (Übungsaufgaben, Arbeitsblätter, Experimente)

in Form von Inhaltübersicht, Leitfaden, zusammenfassender Leittext und die Ausarbeitungen zu den einzelnen Modulen. Letztere beinhalten Einführungen in die Themenbereiche mit Beispielen, Übersichten, Arbeitsblätter mit Lösungsvorschlägen, Daten- und Berechnungsgrundlagen für Übungen sowie Hintergrundinformationen. Die unterschiedlichen Formate der Materialien ergaben sich aus den Anforderungen in den Workshops. Die inhaltlichen Ausführungen wurden je nach Thema von den Fachreferaten des LfULG und von der TU Dresden unterstützt. Insgesamt stehen für die 5 Bildungsmodule ca. 120 Einzeldateien zur Verfügung (s. Webseite, Übersicht). Diese Materialien wurden den Lehrkräften zur Durchsicht, Kommentierung und Bewertung übergeben. Die Materialien sind umfassend, so dass je nach Bedarf und verfügbaren Unterrichtsstunden eine Auswahl durch die Lehrkräfte getroffen werden kann. Eine weitere didaktische Aufbereitung der Materialien wird von den Lehrkräften selbst übernommen.

Übersichtstabellen zur Ausarbeitung der Bildungsmodule:

Modul 1: Allgemeines zum Klimawandel

	Inhalt
Power Point Präsentationen	<ul style="list-style-type: none"> - Allgemeines/ regionales zum Klimawandel - wichtige Fachbegriffe - mögliche zukünftige Veränderungen des Klimas in D - Treibhauseffekt
Arbeitsblätter	<ul style="list-style-type: none"> - Beobachtungen/ Erkenntnisse zum Klimawandel - Treibhauseffekt verstehen und erklären
Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Unterschiede zwischen Treibhauseffekt und anthropogenem Treibhauseffekt verstehen
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> - Regionales Klimainformationssystem (ReKIS)

Modul 2: Pflanzenbau - Bestandsführung

	Maisanbau	Sojaanbau
Power Point Präsentationen	<ul style="list-style-type: none"> - Düngung - Maiszünsler - Sortenempfehlungen - Standortansprüche 	<ul style="list-style-type: none"> - Anbaueignung in Deutschland / Sachsen - Aussaat - Besondere Anbauverfahren - Düngung - Entwicklungsstadien - Ernte - Fruchtfolge - Soja in der Fütterung (Schwein) - Markt (Bedingungen) - Sortenempfehlungen
Arbeitsblätter	<ul style="list-style-type: none"> - Düngung von Mais mit Gülle <ul style="list-style-type: none"> - Maiszünsler - Sortenempfehlungen des LfULG (Handout) - Standortansprüche 	<ul style="list-style-type: none"> - Düngung der Kultur - Rationsberechnung (Schweinemast, Vergleich der Preiswürdigkeit von Soja und heimischen Leguminosen)

Modul 3: Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit

	Inhalt
Power Point Präsentationen	<ul style="list-style-type: none"> - Allgemeines zur Bodenerosion - Ursachen für Erosion - Erosionsschutz - Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion - Böden im Klimasystem
Arbeitsblätter	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung von Humus für die Bodenfruchtbarkeit - Bodenerosion durch Wasser <ul style="list-style-type: none"> - Erkennen von Erosion - Nitratauswaschung
Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Anleitungen zur Erkennung der Bodenart - Bodenerosion durch Wasser

Modul 4: Herdenmanagement

	Inhalt
Power Point Präsentationen	<ul style="list-style-type: none"> - Blauzungenkrankheit - Wechselwirkungen zwischen Tiergesundheit und Klimawandel
Arbeitsblätter	<ul style="list-style-type: none"> - Blauzungenkrankheit - Handout zu exotischen Stechmücken in Deutschland - Handout zu Anpassungsstrategien um Hitzestress in der Milchviehhaltung zu vermeiden - Tiergesundheit und Leistungsdaten – Beeinträchtigung durch Hitze
Experimente	<ul style="list-style-type: none"> - Quiz zur Tiergesundheit auf der Basis von „Wer wird Millionär?“

Modul 5: Risikomanagement

	Inhalt
Power Point Präsentationen	<ul style="list-style-type: none">- Liquiditätsplanung- Beurteilung der Anpassungen an Extremwetterlagen- Relevanz einzelner Risiken
Arbeitsblätter	<ul style="list-style-type: none">- Risikomanagementinstrumente- Checkliste: Risikomanagement in der Landwirtschaft

Konzept eLearning

Aufgrund der umfassenden Arbeiten zu den Bildungsmodulen konnte ein weiterführendes Konzept für eLearning nur im Ansatz verfolgt werden. Allgemein umfasst eLearning jede Nutzung elektronischer bzw. digitaler Mittel für das Lernen bzw. den Unterricht. So gesehen sind alle erstellten Materialien für das Lernen über Bildschirme und digitale Präsentationen einbezogen. Die finalen Unterrichtsmaterialien werden zentral über die Projektwebseite bereitgestellt, so dass auch von außen auf die Dokumente zugegriffen werden kann. Es wurden übliche digitale Formate genutzt: Fachwissen und Beispiele als Präsentationen (PowerPoint); Übungen und zu lösende Fallbeispiele als Arbeitsblätter mit zusätzlichen Lösungsvorschlägen (Word); Beispiele für Planungsaufgaben wie Kapazitäts- und Futterberechnungen (Excel); Hintergrundinformationen, Texte (PDF). Die zentral verfügbaren Dokumente können ggf. aktualisiert oder erweitert werden.

Ein nächster Schritt ist die interaktive Nutzung von digitalen Werkzeugen. Dies wurde anhand des Regionalen Informationssystems ReKIS vorgestellt und erprobt (Arbeitsblatt im Modul 1 mit Nutzung von ReKIS). Innerhalb der Projektlaufzeit waren die Kapazitäten zur vertieften Einführung und Nutzung von ReKIS begrenzt. Da dieses Informationssystem jedoch öffentlich und langfristig zur Verfügung steht, besteht weiterhin die Möglichkeit, es in den Unterricht einzubeziehen. Zum Beispiel kann es für Übungsaufgaben zur regionalklimatischen Einordnung von Agrarstandorten und Bewertung des regionalen Klimawandels in den verschiedenen Agrarvergleichsgebieten genutzt werden. Eine ausführliche Einführung in das Klimainformationssystem ReKIS soll zunächst Lehrkräften angeboten werden.

Das komplexe, dynamisch nutzbare Modellsystem LandCaRe-DSS, mit dem eigene Modellrechnungen durchgeführt werden können, wird in der Lehre der TU Dresden behandelt. Für das System ist derzeit keine zentrale, einfach zu handhabende Nutzerplattform verfügbar. Simulationen werden jedoch so aufbereitet, dass sie für Fragestellungen zukünftiger, längerfristiger Entwicklungen als Grundlage dienen können. Neben Simulationen mit Klimaprojektionen kann zum Beispiel die Wirkung von Bewässerung oder der CO₂-Düngeeffekt auf den Ertrag von Fruchtfolgen dargestellt werden.

Aufgrund der positiven Rückmeldungen der Lehrkräfte zu thematischen Aufbereitungen im Quiz-Format wäre zum Beispiel eine mögliche Weiterentwicklung von eLearning, weitere Themen im Quiz-Format aufzubereiten und als interaktive Tools über die Webseite direkt nutzbar und/oder zum Download verfügbar zu machen.

6.3 Öffentlichkeitsarbeit, Erprobung und Auswertung (Arbeitspaket 1 und 4)

Die Öffentlichkeitsarbeit erfolgte vor allem durch Vorstellung des Projekts bei Fachtagungen, durch Publikationen und durch die Präsentation des Projektes auf den Webseiten der TU Dresden sowie auf einer eigenen Projektwebseite.

Das Projekt wurde auf folgenden Fachtagungen vertreten:

Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (GBW), Witzenhausen, 26-28.9.2017 (Köstner et al. 2017a, Postervorstellung und Publikation)

2. Statuskolloquium Klima des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 7.12.2017 (Köstner et al. 2017b, Posterbeitrag)

Annaberger Klimatage, Annaberg, 16./17.5.2018 (Köstner et al. 2018, Posterbeitrag)

Tagung „Biodiversität & Klima. Vernetzung der Akteure in Deutschland XV“, BfN, Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm, 18./19.9.2018 (Köstner und Grünwald 2019, Vortrag, Publikation)

Tagung „Trockenheit 2018 . Ist das die Zukunft?“, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 4.4.2019 (Bergfeld 2019, Vortrag)

Innerhalb der DAS-Förderung wurde das Vorhaben bei zwei DAS-Vernetzungstreffen vertreten:

DAS-Vernetzungstreffen, Bonn, 17./18.5.2017

DAS-Vernetzungstreffen, Berlin, 5./6.6.2018

Webseite

Neben kurzen Projektinformationen auf der Webseite der TU Dresden wurde eine eigene Projekt-Webseite (www.landklib.de) durch die LandCare gGmbH eingerichtet. Die Projektwebseite wurde mit dem LfULG abgestimmt und ist das wichtigste Medium der Öffentlichkeitsarbeit sowie der Kommunikation mit den Nutzern nach der Projektlaufzeit. Die Webseite ist so konfiguriert, dass sie sich auch über ein Smartphone bedienen lässt.

Alle wesentlichen Aktivitäten und Produkte des Projektes sind auf der Webseite dokumentiert und bereitgestellt. Die Webseite stellt das Projekt und seine Ergebnisse vor und wird auch nach der Projektlaufzeit bei Bedarf ergänzt und aktualisiert. Ebenso können von der Webseite die Ergebnisse als Dateien von den Projektbeteiligten und externen Nutzern herunter geladen werden. Aufgrund der über 120 Einzeldateien zu den Bildungsmodulen wurden diese durch die Übersichtsliste aller Dateien ergänzt, alle Dateien durchgesehen und mit ca. 490 Schlagwörtern und Fachbegriffen versehen (LandCare gGmbH). Über ein interaktives Verzeichnis auf der Webseite (Schlagwortkatalog) lassen sich so Dateien nach Schlagworten suchen bzw. Dateiinhalte anhand der zugehörigen Schlagworte schneller erfassen. Die Webseite wurde beim Abschluss-Workshop von LandKliB präsentiert und veröffentlicht.

Erprobung der Lehrmaterialien

Die Laufzeit des Projektes schloss für den Teil der TU Dresden drei Wintersemester ein, in denen Lehrveranstaltungen mit dem Themenbereich „Landwirtschaft und Klimawandel“ stattfanden, wobei das erste Wintersemester zunächst für die Erarbeitung von neuen Lehrinhalten benötigt wurde. Die

Materialien trugen zugleich zum Basiswissen im Projekt bei. Die Erprobung erfolgte in folgenden Lehrveranstaltungen:

Vorlesungsreihe Klimasysteme; Master Hydrologie: „Klimasystem und Landwirtschaft“, Bedeutung der Landwirtschaft im Klimasystem, Klimaschutz, Klimaanpassung und Ernährungssicherheit

Integrale Ringvorlesung Master Raumentwicklung und Naturressourcenmanagement: „Klimawandel und Decision Support Systeme“, Beispiel LandCaRe-DSS, Simulation der Wirkung von Klimaänderungen und Anpassungsmaßnahmen

Die Veranstaltungen wurden im dritten Jahr wiederholt und ergänzt. Eine Fortsetzung ist geplant. Da die Vorlesungsreihe „Klimasysteme“ inzwischen auch internationalen Studiengängen (Hydro Science and Engineering, Groundwatch) offen steht, wurde eine Englische Version (Climate System and Agriculture) hinzugefügt. Die Vorlesung für den Studiengang Raumentwicklung und Naturressourcenmanagement befasst sich besonders mit Möglichkeiten der modellbasierten Entscheidungsunterstützung (Decision Support Systeme) für die Anpassung an den Klimawandel. Hier werden u.a. Fortentwicklungen und Ergebnisse des Entscheidungshilfesystems LandCaRe-DSS behandelt.

Für die landwirtschaftlichen Fachschulen erstreckte sich die Projektlaufzeit inklusive Verlängerung über drei Phasen des berufstheoretischen Unterrichts (November–April), wobei aufgrund des verzögerten Beginns der Projektbearbeitung, die neuen Lehrmaterialien erst für die dritte Unterrichtsphase vorlagen. Eine Erprobung konnte daher erst nach Projektverlängerung erfolgen. Experimentelle Einheiten zum ersten Bildungsmodul „Allgemeines zum Klimawandel“ konnten bereits in früheren Unterrichtsphasen erprobt werden (Fachschule Zwickau und Großenhain, Experiment zum Treibhauseffekt).

Im den Monaten Januar und Februar 2019 fanden Hospitationen im Rahmen der Fachsicht durch das SMUL, Referat 31, Herr Dr. Stiehler, statt. Das LfULG, vertreten durch Referat 71, Herr Möller, hat die Hospitationen begleitet. Bei drei Schulnachschaun an den Standorten Großenhain (15.01.2019), Plauen (30.01.2019) und Löbau (21.02.2019) konnte die praktische Anwendung von Teilen der umfangreichen Angebote aus dem Projekt LandKliB getestet und veranschaulicht werden. Folgende Themen standen im Mittelpunkt:

- Düngung (Anwendung von Auszügen Arbeitsblatt „Mais – Düngung“)
- Bodenbearbeitung/ Gewässerschutz (Auszüge aus Power-Point Präsentation „Maisanbau – Standortansprüche – Wasser“ und Arbeitsblatt „Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit – Nitratauswaschung aus Böden“)
- Bodenfruchtbarkeit (Auszüge aus Power-Point Präsentation „Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit – Erosionsschutz“)

Im Anschluss an die Unterrichtsstunden fand jeweils eine gemeinsame Auswertung des Unterrichts statt. Hier wurde deutlich, dass die Integration der neu aufbereiteten Wissensquellen zum Thema Anpassung an den Klimawandel noch am Anfang steht. Seitens der Lehrkräfte wird die sachliche, bedarfsgerechte Aufbereitung der Informationen zur Anpassung an den Klimawandel bestätigt, auch wenn die Orientierung in dem sehr umfangreichen Material, insbesondere bei den Power-Point-Präsentationen, gewöhnungsbedürftig sei. Geschätzt wird die flexible Anwendung von einzelnen oder mehreren Folien mit größtenteils guten Darstellungen/ Diagrammen/ Bildern, hier insbesondere das Thema Soja, welches so tiefgründig und zusammenfassend aufgearbeitet nirgendwo zu finden ist. Darüber hinaus wird das Format „Arbeitsblatt“ als wichtiges Instrument in der Unterrichts-

gestaltung hervorgehoben. Die angebotenen Ausarbeitungen mit Lösungsvorschlag werden als echte Unterstützung für die Lehrkräfte gesehen. Angesichts der teilweise sehr kurzen Vorbereitungszeiten auf den Unterricht, werden die Ergebnisse aus dem Projekt LandKliB akzeptiert, angewendet und als Grundlage für Weiterentwicklungen favorisiert. Deutlich hat sich herausgestellt, dass die jüngeren Lehrkräfte, die ihre Unterrichtsplanung neu gestalten, verstärkt auf die Materialien zugreifen.

Auswertung

Generell kann festgehalten werden, dass die angestrebten, allgemeinen Ziele erreicht wurden: Es wurde Wissen zum Klimawandel und zur Klimaanpassung umfassend in Bildungsmodulen umgesetzt, die alle dafür relevanten Lernfelder des Fachschulunterrichts ansprechen. Damit wurden deutlich mehr Lernfelder einbezogen als ursprünglich geplant. Die Materialien sind strukturiert und haben Formate, die didaktisch unterschiedlich eingesetzt werden können. Eine vollständige, didaktische Durchkonzipierung der Materialien ist den Fachleuten, d.h. den Lehrkräften überlassen, um Passfähigkeit für den individuellen Unterricht zu erreichen. In den Arbeitsblättern werden Fallstudien beschrieben, für die Lösungsstrategien zu entwickeln sind bzw., es werden beispielhaft Lösungen angeboten. Die pilothafte Erprobung hat an einigen Fachschulen begonnen. Die schrittweise Übernahme in den Unterricht ist allerdings ein längerfristiger Prozess und von den individuellen Situationen an den Fachschulen für Landwirtschaft abhängig. Möglicherweise werden besonders jüngere Lehrkräfte das Angebot nutzen und die Materialien in ihre noch aufzubauenden Unterlagen übernehmen.

Die Kommunikation mit den späteren Nutzern, d.h. den Lehrkräften an den Fachschulen, wurde durch intensive Diskussionen in den Workshops und durch Nutzung von regelmäßigen Terminen, wie die Dienstberatung der Schulleiter, ermöglicht. Im Einzelnen fanden folgende Treffen statt:

1. Workshop, 08.08.2017: Vorstellung des Projektes, Diskussion und generelle Abstimmung; Festlegung der Themen und damit auch der Anzahl (5) der Bildungsmodule
2. Workshop, 25.10.2017: Vorstellung der Projektwebseite, nähere Festlegung der Modul Inhalte
3. Workshop, 12.06.2018 in Verbindung mit einer Dienstberatung mit den Fachlehrern der Fachschulen und dem Bildungsreferenten Herrn Dr. Stiehler aus dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Vorstellung der ausgearbeiteten Bildungsmodule in der Übersicht, Erläuterung an ausgewählten Beispielen, Übergabe der gesamten Materialien zur kritischen Prüfung an die Lehrkräfte mit Rückmeldung bis Mitte September 2018

Juni – September 2018: Sichtung und Kommentierung der Materialien durch die Lehrkräfte

30.10.2018: Vorstellung der Ergebnisse zum Projekt im Rahmen einer Dienstberatung der Schulleiter am Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Zusammenfassung und Diskussion der Rückmeldungen von den Fachlehrern

Die Rückmeldungen der Lehrkräfte zu den erarbeiteten Materialien waren vielfältig, grundsätzlich positiv in dem Sinne, dass keine Überarbeitung gefordert wurde und das Material als umfangreich, detailliert und fachschulgerecht nutzbar eingeschätzt wurde. Teils wurde das Material als zu umfangreich empfunden wegen des möglichen Verlustes an Übersicht und dem vorgegebenen Stundenrahmen, der dafür im Lehrplan verfügbar ist. Andererseits hätte man sich teils noch weitere Themen, wie zum Beispiel Grünland und Weidewirtschaft, und mehr Bezüge zwischen den Modulen

gewünscht. Es wurde jedoch auch als die originäre Aufgabe der Lehrkräfte gesehen, sich selbst die benötigten Teilaspekte auszuwählen und in den eigenen Unterricht zu integrieren.

Im Anschluss an die Rückmeldungen wurde im Zuge der Übertragung auf die Webseite angestrebt, die Übersicht zu verbessern. Es wurde eine Übersichtsliste der Module mit den dazugehörigen Einzelthemen und Dateinamen und zusätzlich eine Verschlagwortung eingeführt, um die Auswahl von Dateien und das Auffinden von Querbezügen zwischen verschiedenen Dateien und Modulen zu erleichtern. So kann die Webpräsenz, ähnlich einer virtuellen Bibliothek, auch zukünftig für den Aufbau von Unterrichtseinheiten, aber auch einfach begleitend als Nachschlagewerk genutzt werden.

Abschluss-Workshop, 29.01.2019:

Zum Ende der Projektlaufzeit wurde ein Abschluss-Workshop abgehalten, um die Projektergebnisse gegenüber externen Fachleuten von Universität und Hochschulen vorzustellen. Daran nahmen auch thematisch ähnliche DAS-Projekte teil (BIKASA, KlimAGaLa). Bei gegenseitigem Austausch über die Vorhaben wurde eine weitere Vernetzung geplant.

7 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Ein eigenes Projekt war notwendig, da den Fachschulen für Landwirtschaft aktuelle, neue Inhalte aus der Klimaforschung und praxisbezogenen Forschung der Landwirtschaft vermittelt werden sollten. Damit soll ein attraktives Angebot für den Themenbereich Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel explizit und interdisziplinär für die Lehrpläne angeboten werden. Durch ein stetiges Angebot und frühzeitig in der beruflichen Ausbildung vermitteltes Wissen sollen Einsichten besser erreicht und Anpassungen für die Praxis eingeübt werden. Gerade jüngere Akteure, die sich heute in der Aus- oder Weiterbildung befinden, werden sich mit den Auswirkungen des zukünftigen Klimawandels auseinandersetzen müssen. Die Projektergebnisse werden pilothaft in Sachsen eingeführt und stehen als Beispiel für die Nutzung in den anderen Bundesländern zur Verfügung.

An Fachschulen für Landwirtschaft sind unter den gegebenen Umständen keine personellen und zeitlichen Kapazitäten vorhanden, um das Querschnittsthema Klimawandel für alle Bereiche tiefgreifend und unter Berücksichtigung aller aktuellen Entwicklungen zum Thema fachschulgerecht aufzuarbeiten. Durch die Erweiterung der Lehrinhalte um die Thematik von Klimawandel, Betroffenheit der Landwirtschaft und strategische wie operationelle Lösungen, wird die praktische Anpassungskapazität erhöht und in den landwirtschaftlichen Betrieben bzw. damit verbundenen Berufen der vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereiche verankert. Art und Inhalt der Vermittlung an den Fachschulen für Landwirtschaft, wie zum Beispiel interdisziplinäres Wissen, vorausschauendes Denken, Gestaltungs- und Handlungskompetenz, sind ebenso Bestandteil einer generellen Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Ohne die umfassenden Vorarbeiten seitens TU Dresden und des LfULG, sowie die zusätzliche Arbeit von den Fachreferenten des LfULG während des Projektes, wäre die Umsetzung in der kurzen Zeit und mit der begrenzten personellen Kapazität nicht möglich gewesen. Die Kosten dieser Beiträge sind nicht im Projekt enthalten.

8 Verwendung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises bezogen sich bei TU Dresden auf Personalkosten für Koordination, Basiswissen und Öffentlichkeitsarbeit, gefolgt von Aufträgen für die Regionalisierung von Klima-Beobachtungsdaten sowie Tools für die Webseite (vgl. Kap. 6.1, Kap. 6.3). Beim Projektpartner LfULG wurden vor allem Personalkosten für einen hauptamtlichen Mitarbeiter zur Erstellung der Bildungsmodule für die Fachschulen für Landwirtschaft eingesetzt.

8.1 Nutzen und Verwertung der Ergebnisse

Die Projektergebnisse zur Lehre sind in das Lehrprogramm der TU Dresden seit Wintersemester 2018 einbezogen. Die Lehrmodule werden auch zukünftig stattfinden. Die Bereitstellung der Unterlagen erfolgt für die Modulteilnehmer der jeweiligen Semester über den Bildungsserver OPAL. Eine Auswahl für die öffentliche Nutzung ist auf der LandKliB-Webseite zugänglich (Ergänzung zum Basiswissen). Durch die Verlinkung der Webseite mit weiteren Plattformen stehen die Ergebnisse Nutzern an anderen Schulen oder für die allgemeine Bildungsarbeit zur Verfügung.

Die Projektergebnisse des LfULG zu den 5 Bildungsmodulen für die landwirtschaftlichen Fachschulen sind im Juni 2018 an die Lehrkräfte der Fachschulen übergeben worden und stehen für die Fachschulen über das Intranet des LfULG bereit. Die einzelnen Lehrkräfte treffen je nach Bedarf, Fachrichtung und Stundenkapazität eine Auswahl aus den Materialien. Es ist daher davon auszugehen, dass die praktische Anwendung und Bewährung der Materialien im Unterricht einen längeren Zeitraum über die Projektlaufzeit hinaus einnehmen wird. Die Lehrkräfte benötigen Zeit, um sich mit den Inhalten weiter vertraut zu machen, Materialien individuell auszuwählen und entsprechend den aktuellen Anforderungen in ihren Unterricht einfließen zu lassen. Die Übernahme von Moduleinheiten zur stetigen Nutzung im Unterricht ist daher ein längerfristiger Prozess.

Die Ergebnisse werden öffentlich angeboten und können auch von anderen Bundesländern genutzt werden. Regionale Besonderheiten müssen von den jeweiligen Nutzern ergänzt werden. Die regionalen Daten aus Sachsen können als Beispiel dienen. Über das Angebot wird in Arbeitskreisen der Zusammenarbeit von Bund und Ländern informiert. Des Weiteren können die Projektinhalte auch für die Weiterbildung von Lehrern, Betriebsleitern und Beratern herangezogen werden, wie z.B. am Lehr- und Versuchsgut Köllitsch des LfULG. Längerfristig können die Ergebnisse den Fachschulabsolventen in ihrem späteren Arbeitsumfeld und den dort Auszubildenden zugute kommen.

8.2 Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen

Ein vergleichbares Projekt zur Erstellung von Bildungsmodulen speziell für landwirtschaftliche Fachschulen ist den Verfassern bisher nicht bekannt geworden. Dies betrifft besonders auch die gewählte Breite der Themen, die alle wesentlichen Fachgebiete anspricht, sowie die enge Kooperation mit der aktuellen Forschung auf dem Gebiet des regionalen Klimawandels und der landwirtschaftlichen Feldforschung. Es ist davon auszugehen, dass mittlerweile auch an anderen Schulen Einzelaspekte, wie sie z.B. durch die Erfahrung von Extremjahren auftreten, in den Unterricht einbezogen werden, dies ist jedoch häufig der Initiative einzelner Lehrkräfte überlassen. Das hier vorgestellte Materialien-Paket des LandKliB-Projektes kann daher Anregung und Unterstützung für andere Fachschulen und weitere Bildungseinrichtungen sein.

Während der Projektlaufzeit wurde das EU LIFE Projekt SOLMACC („Organic farmers countering climate change“, 2013-2018) abgeschlossen, dessen Ergebnisse im Internet publiziert sind (<http://solmacc.eu/de/>, Toolbox). Das Projekt befasste sich mit Klimawandel und ökologischem Landbau unter praktischer Mitwirkung von Demonstrationsbetrieben. Es werden Informations-

materialien zu Mitigation, Adaption, Treibhausgasen, Bodenprozessen und Kohlenstoffspeicherung in Form von PDF-Dokumenten zur Verfügung gestellt. Diese wurden in das Basiswissen von LandKliB einbezogen. Verweise auf zwei spielerische Anwendungen für den Themenbereich Klimawandel und Klimaschutz (<http://www.spiel-keep-cool.de/>, HU Berlin) und für Treibhausgase und Landwirtschaft (<http://www.emission-impossible.ch/>, Oeschger-Zentrum, Universität Bern) wurden übernommen.

Weitere Ergebnisse zur Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel wurden zum Beispiel vom EU LIFE Projekt AgriAdapt („Sustainable adaptation of EU farming systems to climate change“, 2016-2019) publiziert, das mit 120 europäischen Pilotbetrieben arbeitet (www.agriadapt.eu). Mit diesen wird ein Klimawandel-Check durchgeführt. Das Projekt hat auch Schulungsmaterial für die Aus- und Weiterbildung in der Landwirtschaft erstellt. Auf der LandKliB-Webseite finden sich Hinweise dazu. Einzelne Ergebnisse können als Beispiele für den Fachschulunterricht dienen und zur Erweiterung der Vorlesungen an der TU Dresden. Inhalt und Umfang der Ergebnisse von AgriAdapt, die sich auf unterschiedliche Produktionssysteme in vier EU-Ländern (Spanien, Frankreich, Deutschland, Estland) beziehen, gehen jedoch über die Möglichkeiten einzelner Fachschulen hinaus. Die abschließenden Ergebnisse von AgriAdapt (Ende 2019) werden weiter verfolgt und in die Informationen der LandKliB-Webseite einbezogen.

Ergebnisse des DAS-Projektes der Hochschule Eberwalde (HNE, 03DAS052) „Bildungseinheiten zur Stärkung experimenteller Kompetenzen in der Landwirtschaft (BeLa), publiziert im Forum Praxisversuche (‘‘Praxisversuche als Entscheidungshilfen für betriebliche Anpassungsstrategien‘‘, www.forum-praxisversuche.de), wurden bei der Vorbereitung von Lehrheiten berücksichtigt. Das BeLa-Projekt zielte jedoch speziell auf die Planung von Praxisversuchen auf dem Betrieb ab, was in der Fachschulausbildung mehr dem Praktikumsteil und ggf. der Facharbeit zuzuordnen wäre bzw. einer sich möglicherweise anschließenden Meisterausbildung.

Des Weiteren besteht Kontakt zu den noch laufenden DAS-Projekten BIKASA „Bildungsmodule zur Klimaanpassung für den Agrarsektor Sachsen-Anhalts“ (<https://paradigmaps.geo.uni-halle.de/bikasa>) an der Universität Halle und mit der FH Erfurt zum Projekt KlimAGaLa „Weiterbildung zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels und zum Klimaschutz für Akteure im Fachbereich Landschaftsarchitektur, Garten- und Landschaftsbau sowie Produktionsgartenbau“ (<https://www.hs-osnabrueck.de/de/forschung/recherche/forschungsprojekte/>). Relevante Ergebnisse werden zu einem späteren Zeitpunkt auf die LandKliB-Webseite übernommen.

9 Erfolge und geplante Veröffentlichung der Ergebnisse

Folgende Veröffentlichungen sind im Zuge der Projektvorstellung bei Fachtagungen erfolgt:

Köstner B, Bergfeld U, Möller J, Müller T, Müller E (2017) Bildungsmodule zur Anpassung an den Klimawandel für die landwirtschaftliche Fachschulausbildung. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 29, 217-218

Köstner B, Grünwald T (2019) Verknüpfung von Klimaschutz und Klimaanpassung bei landwirtschaftlichen Landnutzungen. In: Korn H, Dünfelder H, Schliep R (Hrsg) Biodiversität und Klima – Verknüpfung der Akteure in Deutschland XV – BfN-Skript, im Druck

Eine weitere Publikation ist in der Zeitschrift für Bildung und Beratung „B&B Agrar“ geplant. Nach Rücksprache mit der Redaktion wird das Projekt LandKliB in einer der nächsten Ausgaben, wenn das Thema Klima/ Klimawandel im Focus steht, aufgegriffen. Da aber das Thema vor noch nicht allzu
LandKliB 67DAS107A, B

langer Zeit als Schwerpunkt behandelt wurde und das Ausgabenintervall sich von sechs auf vier Ausgaben pro Jahr reduziert hat, ist mit einer Veröffentlichung erst im Jahr 2020 zu rechnen.

Auf folgenden Plattformen werden Informationen mit Link zur Projekt-Webseite veröffentlicht:

Kompass Newsletter, UBA, Projekte Landwirtschaft

Projekte BIKASA Univ. Halle; KlimAGaLa, FH Erfurt

ReKIS Plattform

Newsletter des LfULG

10 Referenzen

Bergfeld U (2018) „Klimawandel – Chancen und Risiken für die Landwirtschaft“ (Vortrag) Tagung „Trockenheit 2018 . Ist das die Zukunft?“, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 4.4.2019 [<https://www.klima.sachsen.de/download/7Bergfeld.pdf>]

Bernhofer Ch., Matschullat J, Bobeth A (Hrsg) 2009: Das Klima in der REGKLAM-Modellregion Dresden. Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM – Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden. Berlin: Rhombos-Verlag, Heft 1.

Bernhofer Ch, Matschullat J, Bobeth A (Hrsg) 2011: Klimaprojektionen für die REGKLAM-Modellregion Dresden. Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM – Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden. Berlin: Rhombos-Verlag, Heft 2.

Bloch R, Bachinger J, Fohrmann R, Pfriem R (Hrsg) 2014: Land- und Ernährungswirtschaft im Klimawandel. Auswirkungen, Anpassungsstrategien und Entscheidungshilfen. KLIMZUG Band 8, Oekom-Verlag, München

Enke W, Küchler W, Sommer W (2000) Regionalisierung von Klimamodell-Ergebnissen mittels des statistischen Verfahrens der Wetterlagen-Klassifikation und nachgeordneter multipler Regressionsanalyse für Sachsen (REKLISA). LFULG, Abschlussbericht Az. 13-8802.3521/44

Gömann et al. (2015) Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Thünen Report 30

HNEE (2015) Bildungseinheiten zur Stärkung experimenteller Kompetenzen in der Landwirtschaft (BeLa). Hochschule für Nachhaltige Entwicklung, Eberswalde. (Abruf 24.05.2016) (<http://www.hnee.de/de/Fachbereiche/Landschaftsnutzung-und-Naturschutz/Forschung/Aktuelle-Projekte/BeLa/Bildungseinheiten-zur-Staerkung-experimenteller-Kompetenzen-in-der-Landwirtschaft-BeLa-K5439.htm>)

Kliem L, George K (2018) Von Starkregen bis Trockenheit – Anpassungsstrategien für die deutsche Landwirtschaft. Ergebnispaper des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung. Umweltbundesamt, KomPass

Köstner B, Albert E, Berg M, Bernhofer Ch, Donix T, Henk U, Franke J, Kersebaum KC, Kuhnert M, Mirschel W, Nendel C, Wenkel K-O, Wieland R (2010) Application of the Model-Based Knowledge System LandCaRe DSS to Pilot Regions for Climate Change Adaptation in Germany – Analyses at Regional and Local Scale. Proceedings AGRO2010, 11th Congress of the European Society of Agronomy, Montpellier, 909-910

Köstner B, Lorenz M (2014) Klimafolgenszenarien für Agrarregionen und landwirtschaftliche Betriebe – Anwendung des Entscheidungshilfesystems LandCaRe-DSS. In: Bloch R, Bachinger J, Fohrmann R, Pfriem R (Hrsg) Land- und Ernährungswirtschaft im Klimawandel. Auswirkungen, Anpassungsstrategien und Entscheidungshilfen. KLIMZUG Band 8, Oekom-Verlag, München, 325-344

Köstner B, Wenkel K-O, Berg M, Bernhofer Ch, Gömann H, Weigel H-J (2014) Integrating regional climatology, ecology, and agronomy for impact analysis and climate change adaptation of German agriculture: An introduction to the LandCaRe2020 project. European Journal of Agronomy, 52, Part A, 1-10

Köstner B, Grünwald T, Bernhofer C (2015) CO₂-Austauschmessungen über Agrarflächen als Unterstützung für den Pflanzenbau. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 27, 105-106

Köstner B, Bergfeld U, Möller J, Müller T, Müller E (2017a) Bildungsmodule zur Anpassung an den Klimawandel für die landwirtschaftliche Fachschulausbildung. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 29, 217-218

Köstner B, Müller T, Bergfeld U, Hausmann A, Möller J, Müller E (2017b) Bildungsmodule zur Anpassung an den Klimawandel für die landwirtschaftliche Fachschulausbildung. 2. Statuskolloquium Klima des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 7.12.2017 (Posterbeitrag)

Köstner B, Grünwald T (2018) Verknüpfung von Klimaschutz und Klimaanpassung bei landwirtschaftlichen Landnutzungen. BfN Skript, eingereicht

Köstner B, Müller T, Bergfeld U, Hausmann A, Möller J, Müller E (2018) Bildungsmodule zur Anpassung an den Klimawandel für die landwirtschaftliche Fachschulausbildung. Annaberger Klimatage, Annaberg, 16./17.5.2018 (Posterbeitrag)

LfULG (2009): Klimawandel und Landwirtschaft – Fachliche Grundlagen für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Geologie (LfLUG), Freistaat Sachsen.

LfULG (2014a) Kompendium Klima. Sachsen im Klimawandel.

[<https://www.klima.sachsen.de/kompendium-klima-sachsen-im-klimawandel-13616.html>]

LfULG (2014b) Minderung von Treibhausgas-Emissionen der Landwirtschaft. Schriftenreihe, Heft 31 [<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23196>]

LfULG (2015) Charakterisierung von meteorologischer Trockenheit. Schriftenreihe, Heft 7/2015 [<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/24200>]

LWK Niedersachsen (2013) Seminarunterlage „Fit für den Klimawandel. Veränderungen, Anpassungsbedarf, Anpassungsmöglichkeiten“. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg.

Mahammadzadeh M, Biebeler H, Bardt H (Hrsg.) 2009: Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen - Strategien, Maßnahmen und Anwendungsbeispiele. Köln

Müller E (2018) Projekte des LfULG, Abteilung 7 zum Thema Anpassung Klimawandel Landwirtschaft. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Präsentation Nov. 2018

Reidsma, P., Ewert, F., Lansink, A.O., Leemans, R., 2010. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses. Eur. J. Agron. 32, 91–102

Sächsisches Bildungsinstitut (2014) Handreichung zur Umsetzung lernfeldstrukturierter Lehrpläne. [<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14750>]

SMUL (2008a): Sachsen im Klimawandel. Eine Analyse. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft. [<https://publikationen.sachsen.de/>]

SMUL (2008b): Klimawandel und Landwirtschaft. Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft [<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11557>]

SMUL (2013) Landwirtschaftliche Fachschulen und berufliche Fortbildung in Sachsen. [<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/10978>]

SMUL (2014a): Anpassungsmaßnahmen des sächsischen Pflanzenbaus an den Klimawandel. Sächs. Staatsminist. für Umwelt und Landwirtschaft. [<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11449>]

SMUL (2014b): Lehrplan für die Fachschule, Landwirtschaftliche Fachschule, Zweijährige Fachschule. Fachrichtung Landwirtschaft. Berufbezogener Bereich. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft [www.schule.sachsen.de/lpdb/].

SMUL (2015) Klimawandel in Sachsen - wir passen uns an! Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft. [<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22321>]

Stiehler J (2017) Lernfeldkonzept auf gutem Weg. B&B Agrar, 1-2017, 21-23

Uhlemann G (2015) Der Betriebsumweltplan (BIP) – Nutzen für die Bildung. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Fachtagung, Nossen, 24.04.2015 [https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/10_04_15_Fachtagung_13_04_15_final.pdf]

Wenkel K-O, Berg M, Mirschel W, Wieland W, Nendel C, Köstner B, (2013) LandCaRe DSS – an interactive decision support system for climate change impact assessment and the analysis of potential agricultural land-use adaptation strategies. Environmental Management, 127, Suppl, 168-183