

# Inhaltsverzeichnis

Geleitwort .....	V
Danksagung .....	VII
Inhaltsverzeichnis .....	IX
Abbildungsverzeichnis .....	XV
Tabellenverzeichnis .....	XXIII
Abkürzungsverzeichnis .....	XXVII
Zusammenfassung .....	XXXI
Abstract .....	XXXIII
1 Einleitung .....	1
1.1 Problemstellung .....	2
1.2 Zielsetzung .....	3
1.3 Aufbau und Gliederung der Arbeit .....	6
1.4 Beteiligte Institutionen .....	7
2 Theoretische Grundlagen .....	9
2.1 Abgrenzung des Untersuchungsgebiets .....	9
2.2 Physisch-geographische Ausstattung des Untersuchungsgebiets .....	11
2.2.1 Pedographische Grundausrüstung .....	11
2.2.2 Klima und Klimawandel im Untersuchungsgebiet .....	12
2.2.2.1 Klimageographische Kennzeichen .....	12
2.2.2.2 Exkurs: Der Donnersberg und sein regionalklimatischer Einfluss ....	15
2.2.2.3 Projizierter Klimawandel .....	18
2.3 Klimamodellierung .....	23
2.3.1 Globalmodell ECHAM5/MPI-OM .....	24
2.3.2 Regionales Modell (REMO) .....	25
2.3.3 Emissions-Szenario A1B .....	27
2.4 Die Zuckerrübe - Botanik, Vegetationsverlauf und Standortansprüche .....	28
2.5 Faktorenkomplex Ertragsleistung .....	31
2.5.1 Jahreswitterung .....	31
2.5.2 Exkurs: Extremwetterereignisse .....	34
2.5.3 Duale Bedeutung des CO <sub>2</sub> .....	38

2.5.4	Anbaumanagement .....	39
2.5.5	Züchtung.....	39
2.6	Blattkrankheiten .....	41
2.6.1	<i>Cercospora (Cercospora beticola)</i> .....	42
2.6.1.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild .....	42
2.6.1.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	43
2.6.2	Echter Mehltau ( <i>Erysiphe betae</i> ).....	47
2.6.2.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild .....	47
2.6.2.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	48
2.6.3	<i>Ramularia (Ramularia beticola)</i> .....	49
2.6.3.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild .....	49
2.6.3.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	50
2.6.4	Rübenrost ( <i>Uromyces beticola</i> ).....	51
2.6.4.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild .....	51
2.6.4.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	52
2.7	Blattkrankheitsmodelle .....	53
2.8	Rübenzystennematode ( <i>Heterodera schachtii</i> ).....	55
2.8.1	Grundlagen, Taxonomie, Schadbild und regionale Verbreitung .....	55
2.8.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	58
2.8.3	Management.....	59
3	Datengrundlage und Analyse in den einzelnen Untersuchungsregionen.....	61
3.1	Einteilung des Untersuchungsgebiets in Subregionen .....	61
3.2	Daten.....	65
3.2.1	Zuckerrübenenertragsdaten .....	65
3.2.2	Aussaattermine.....	67
3.2.3	Boniturdaten der ARGE.....	67
3.2.4	Klimadaten.....	69
3.2.4.1	Messwerte .....	69
3.2.4.2	Klimaprojektionsdaten .....	69
3.3	Modelle.....	70
3.3.1	Blattwachstumsmodellierung.....	71
3.3.2	Blattkrankheitsmodellierung .....	71

3.3.3	Nematodenmodellierung ( <i>Heterodera schachtii</i> ).....	73
3.3.4	Aussaatmodellierung.....	74
3.3.5	Feldaufgang- und Reihenschlussmodellierung .....	75
3.3.6	Bodenwasserhaushaltsmodellierung mit METVER (DWD).....	76
3.3.7	Ertragsmodellierung mit BioSTAR.....	80
3.4	Statistische Methoden.....	82
3.4.1	Züchtungsfortschrittsbereinigung .....	82
3.4.2	Trend-Rausch-Verhältnis .....	83
3.4.3	Kriging-Verfahren .....	83
3.4.4	Regressionsanalyse und Stichprobenvergleichsverfahren .....	84
3.4.5	Statistische Maßzahlen zur Modellüberprüfung .....	85
3.4.6	Biaskorrektur .....	86
3.5	Software .....	88
4	Ergebnisse und Interpretation.....	89
4.1	Ertragsentwicklung im Untersuchungsgebiet.....	89
4.2	Aussaat .....	90
4.2.1	Vergangene Entwicklung.....	91
4.2.2	Zukunftsprojektion .....	93
4.2.2.1	Gesamtgebiet .....	93
4.2.2.2	Subregionen .....	95
4.2.2.3	Diskussion der Aussaatmodellierung .....	97
4.3	Feldaufgang .....	100
4.4	Reihenschluss und Stand nach Reihenschluss.....	104
4.5	Feldaufgang- und Reihenschlussmodellierung.....	106
4.5.1	Gesamtgebiet .....	106
4.5.2	Subregionen .....	109
4.5.3	Diskussion der Feldaufgang- und Reihenschlussmodellierung .....	115
4.6	Spätfrost.....	119
4.6.1	Vergangene Entwicklung.....	119
4.6.2	Zukunftsprojektion .....	123
4.6.2.1	Gesamtgebiet .....	123
4.6.2.2	Subregionen .....	124

4.6.3	Diskussion Spätfrost.....	128
4.7	Ertragsbeeinflussende Witterungsfaktoren .....	128
4.7.1	Ertragsentwicklung in ausgewählten Gebieten .....	132
4.7.2	Einfluss des Niederschlags auf den Ertrag .....	133
4.7.2.1	Zeitraum 1991-2012 .....	133
4.7.2.2	Zeitraum 2011-2015 .....	136
4.7.3	Einfluss der Temperatur auf den Ertrag .....	139
4.7.3.1	Zeitraum 1991-2012 .....	139
4.7.3.2	Zeitraum 2011-2015 .....	141
4.7.4	Agrarökologische Auswirkungen des Klimawandels auf die Erträge .....	143
4.7.4.1	Niederschlag.....	143
4.7.4.2	Temperatur .....	144
4.7.4.3	Kombinierte Betrachtung .....	146
4.7.4.4	Mögliche zukünftige Entwicklung maßgeblich ertragsrelevanter Witterungsfaktoren .....	153
4.8	Bodenwasserhaushaltsmodellierung mit METVER (DWD) .....	158
4.8.1	Vergangene Entwicklung.....	159
4.8.2	Zukunftsprojektion .....	169
4.9	Extremwetterereignisse.....	173
4.9.1	Dauer- und Starkregen .....	173
4.9.2	Hochwasser.....	176
4.10	Blattwachstumsmodellierung .....	178
4.10.1	Gesamtgebiet .....	178
4.10.2	Subregionen .....	180
4.11	Blattkrankheitsmodellierung .....	183
4.7.1	CERCbet1 - Cercospora-Blattfleckenkrankheit .....	184
4.7.1.1	Gesamtgebiet .....	184
4.7.1.2	Subregionen .....	188
4.7.2	ERYbet1 - Echter Mehltau.....	192
4.7.2.1	Gesamtgebiet .....	192
4.7.2.2	Subregionen .....	194
4.7.3	URObet1 - Rübengra.....	198

4.7.3.1	Gesamtgebiet .....	198
4.7.3.2	Subregionen .....	200
4.7.4	RAMUBET1 - Ramularia-Blattfleckenkrankheit .....	204
4.7.4.1	Gesamtgebiet .....	204
4.7.4.2	Subregionen .....	206
4.7.5	Diskussion der Blattwachstums- und Blattkrankheitsmodellierung .....	210
4.8	Nematodenmodellierung ( <i>Heterodera schachtii</i> ) .....	218
4.9	Ertragsmodellierung: BioSTAR .....	225
5	Zusammenfassende Darstellung der Erkenntnisse .....	233
6	Fazit und Ausblick .....	237
	Literaturverzeichnis .....	241
	Interviewverzeichnis .....	269
	Datenverzeichnis .....	269
	Anhang .....	271

<http://www.springer.com/978-3-658-18972-3>

Die Zuckerrübe im Klimawandel  
Agrarökologische Auswirkungen in Rheinland-Pfalz und  
Hessen

Kremer, P.

2017, XXXIII, 286 S. 118 Abb., 10 Abb. in Farbe.,

Softcover

ISBN: 978-3-658-18972-3