

Inhalt

1	Grundlagen und Anbau	12
1.1	Herkunft und Bedeutung von Mais	12
1.1.1	Besiedlung der Amerikas	12
1.1.2	Domestikation von Mais	12
1.1.3	Transposons als Werkzeuge der Evolution	15
1.1.4	Schöpfungsmythos der Maya	17
1.1.5	Milpa-Anbau und die begleitenden Rituale	18
1.1.6	Das Ende der Hochkulturen	19
1.1.7	Globale Ausbreitung von Mais	19
1.1.8	Anbauflächen und Ertragsentwicklung	20
1.1.8.1	Globale Entwicklung	20
1.1.8.2	GV-Maisanbau	24
1.1.8.3	Entwicklung in Deutschland	24
1.2	Biologische Grundlagen	28
1.2.1	Konvarietäten	28
1.2.2	Morphologie der Maispflanze	29
1.2.3	Phänologische Entwicklung	36
1.2.4	Ertragsbildung	40
1.2.5	Veränderungen der Inhaltsstoffgehalte während der Abreife	47
1.2.6	Nutzungsziele	48
1.3	Biotechnologie und Züchtung	53
1.3.1	Abstammung	53
1.3.2	Systematik und Varietäten	53
1.3.3	Cytogenetik	53
1.3.4	Fortpflanzungsbiologie	54
1.3.5	Doppelhaploide	55
1.3.6	Zuchtmethoden	56
1.3.6.1	Historische Entwicklung	56
1.3.6.2	Hybridzüchtung	57
1.3.6.3	Hybridzüchtung mit DH-Linien	59
1.3.7	Biotechnologie	60
1.3.8	Zuchtziele für Körner-, Silo- und Energiemais	61
1.3.8.1	Körnermais	62
1.3.8.2	Silomais	62
1.3.8.3	Energiemais	62
1.3.9	Spezielle Zuchtziele	63
1.3.9.1	Frühreife	63
1.3.9.2	Standfestigkeit	63
1.3.9.3	Abiotische Stressfaktoren und Nährstoffeffizienz	63
1.3.9.4	Herbizid-, Krankheits- und Schädlingsresistenz	63
1.3.10	Rückblick und Ausblick	64
1.4	Sorten- und Saatgutwesen	67
1.4.1	Rechtliche Grundlagen	67
1.4.2	Saatguterzeugung	68
1.4.3	Saatgutbeschaffensprüfung	69
1.4.4	Saatgutvermehrung	70
1.4.5	Saatgutqualität, Kalibrierung und Beizung	71
1.4.6	Saatgutversorgung	71
1.5	Gentechnik und Maisanbau	73
1.5.1	Bedeutung der Gentechnik für die Landwirtschaft	73
1.5.2	Gesetzliche Regelwerke in der Europäischen Union und Deutschland	78
1.5.3	Anbauregeln für gentechnisch veränderte Maissorten	79
1.5.4	Auswirkungen auf Flora, Fauna und Nahrungsketten	80
1.5.5	Akzeptanz der Gentechnik in Gesellschaft und Landwirtschaft	82
1.6	Standortgerechter Anbau von Mais	87
1.6.1	Ansprüche an den Boden	87
1.6.2	Ansprüche an das Klima und die Witterung im Vegetationsverlauf	87
1.6.3	Mais im Rahmen der Fruchtfolge	88
1.6.4	Cross Compliance als gesetzliches Regelwerk	90

1.6.5	Reifezeit und Kriterien der Sortenwahl nach Verwertungsrichtung	91	1.8.4.4	Kalidüngung	169
1.6.6	Empfehlungen zur Sortenwahl	92	1.8.4.5	Magnesiumdüngung	170
1.6.7	Bodenbearbeitung und Aussaat	93	1.8.5	Schwefeldüngung	170
1.6.7.1	Bodenbearbeitung	93	1.8.6	Versorgung mit Spurenelementen	171
1.6.7.2	Aussaat	95	1.8.7	Humusbilanzen und Vorgaben von Cross Compliance	172
1.6.7.3	Bestandesdichte	97	1.8.7.1	CC-Vorgaben	172
1.6.7.4	Reihenweite	98	1.8.7.2	Humusversorgung im Maisanbau	174
1.6.8	Silomaisanbau unter Folie	100	1.9	Mais im Ökologischen Landbau	178
1.6.9	Aufgang des Maises	101	1.9.1	Saatgut und Züchtung	179
1.6.10	Einsaat in Maisbestand	101	1.9.2	Stellung in der Fruchtfolge	179
1.6.11	Sommerlager und früher Stängelbruch	102	1.9.3	Bodenbearbeitung, Aussaat, Saatgutbehandlung	180
1.6.12	Regulierung von Wildschäden	102	1.9.4	Bestandespflege	181
1.6.13	Erntezeitpunkt	103	1.9.5	Krankheiten und Schädlinge	183
1.6.14	Bodenschutz	105	1.9.6	Düngung	184
1.6.15	Gewässerschützender Maisanbau	109	1.9.7	Ernte und Ertrag	185
1.6.16	Maisanbau im Zeichen des Klimawandels	111	1.10	Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau	187
1.6.17	Biodiversität und Maisanbau	112	1.10.1	Nachhaltigkeit als Zielgröße in Politik und Wirtschaft	187
1.7	Pflanzenschutz	117	1.10.2	Nachhaltigkeit konkretisieren und erfassen	188
1.7.1	Gute fachliche Praxis	117	1.10.3	Nachhaltige Entwicklung im landwirtschaftlichen Betrieb	189
1.7.2	Unkräuter im Maisanbau	118	1.10.3.1	Die ökologische Säule (Umweltverträglichkeit)	190
1.7.2.1	Biologie und Ökologie wichtiger Unkräuter und Ungräser	119	1.10.3.2	Die ökonomische Säule (Wirtschaftsverträglichkeit)	191
1.7.2.2	Bekämpfungsverfahren	120	1.10.3.3	Die soziale Säule (Sozialverträglichkeit)	192
1.7.3	Krankheiten im Maisanbau	134	1.10.4	Analyse der Nachhaltigkeit von Betrieben mit Maisanbau	193
1.7.3.1	Pilzkrankheiten	134	1.10.4.1	Erhebung, Auswertung und Darstellung betriebsbezogener Daten	193
1.7.3.2	Viruskrankheiten	139	1.10.4.2	Ergebnisse der ökologischen Analyse	195
1.7.4	Tierische Schaderreger	143	1.10.4.3	Beziehungen zwischen dem Maisanteil an der Ackerfläche und ausgewählten ökologischen Indikatoren	198
1.8	Nährstoffversorgung und Düngung	152	1.10.4.4	Ergebnisse der ökonomischen Analyse	204
1.8.1	Rechtliche Vorgaben an die Düngung	152	1.10.4.5	Ergebnisse der sozialen Analyse	205
1.8.2	Stickstoffdüngung	153	1.11	Technische Voraussetzungen für den Maisanbau	212
1.8.2.1	Besonderheiten beim Mais	153			
1.8.2.2	Ermittlung des N-Düngebedarfs	154			
1.8.2.3	Besonderheiten bei der organischen Düngung	157			
1.8.2.4	Aufteilung der Düngergaben	158			
1.8.3	Kalkversorgung	160			
1.8.4	Grunddüngung	162			
1.8.4.1	Phosphatdüngung	163			
1.8.4.2	Mineralische Unterfußdüngung	164			
1.8.4.3	Gülle-Unterfußdüngung	166			

1.11.1	Bodenbearbeitung und Sätechnik.	212	1.11.4.2	Transporttechnik.	242
1.11.1.1	Bodenbearbeitung – Aufgaben und Ziele.	212	1.11.4.3	Einlagerung in Silos.	242
1.11.1.2	Verfahrenstechnik für die Maisbestellung.	213	1.11.4.4	Ernte von Körnermais.	242
1.11.1.3	Aussaat.	217	1.11.4.5	Ernte von Maiskolben, Corn-Cob-Mix und Lieschkolbenschrot.	252
1.11.1.4	Verfahrensorganisation – Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten.	222	1.12	Beregnung von Mais.	254
1.11.2	Technik der organischen und mineralischen Düngung.	224	1.12.1	Überlegungen vor dem Beregnungsbau.	254
1.11.2.1	Technik der mineralischen Düngung.	225	1.12.2	Klima und Boden.	254
1.11.2.2	Technik der organischen Düngung.	227	1.12.3	Ertragliche Auswirkungen bei Beregnung – Versuchsergebnisse.	255
1.11.3	Technik des Pflanzenschutzes.	232	1.12.4	Steuerung der Beregnung.	257
1.11.3.1	Feldspritzgeräte.	233	1.12.5	Techniken der Bewässerung.	260
1.11.3.2	Stelzenschlepper.	236	1.12.6	Kosten der Beregnung.	261
1.11.3.3	Granulatstreugeräte.	236	1.12.7	Wirtschaftlichkeit der Maisberegnung.	261
1.11.4	Erntetechnik und Ernteprodukte von Mais.	237	1.12.8	Rechtliche Grundlagen der Beregnung.	262
1.11.4.1	Ernte der Pflanzen für Futter- und Energiemais (Silomaisernte).	237			
2	Verwertung.	264			
2.1	Futterkonservierung.	264	2.2.2	Maisganzpflanzen, Maiskolben und Maistroh.	290
2.1.1	Allgemeines.	264	2.2.2.1	Nährstoffgehalte und deren Veränderung durch verschiedene Faktoren.	291
2.1.2	Grundlagen der Silagebereitung.	265	2.2.2.2	Verdaulichkeiten und Energiegehalte.	296
2.1.2.1	Gärprozesse einer erfolgreichen Silierung.	265	2.2.2.3	Mineralstoff- und Vitamingehalte.	300
2.1.2.2	Fehlgärungen und unerwünschte aerobe Prozesse.	266	2.2.2.4	Unerwünschte Inhaltsstoffe.	301
2.1.2.3	Silierzusätze.	269	2.2.3	Maiskörner.	302
2.1.2.4	Silobau und Silobefüllung.	270	2.2.4	Nebenprodukte der Maisverarbeitung.	307
2.1.2.5	Siloabdeckung.	272	2.3	Einsatz in der Fütterung.	312
2.1.2.6	Silageentnahme.	274	2.3.1	Milchviehfütterung.	312
2.1.3	Konservierung von Ganzpflanzen durch Silierung.	274	2.3.1.1	Rationsplanung.	312
2.1.3.1	Kolbenloser Mais.	274	2.3.1.2	Maisprodukte als Grobfutterkomponenten.	312
2.1.3.2	Maissilage.	274	2.3.1.3	Maisprodukte als Kraftfutterkomponenten.	315
2.1.3.3	Maistroh.	284	2.3.1.4	Maisprodukte und Milchinhaltsstoffe.	320
2.1.4	Maiskolben- und Maiskornprodukte.	284	2.3.2	Rindermast.	321
2.1.4.1	Lieschkolbenschrot (LKS).	284	2.3.2.1	Allgemeine Hinweise.	321
2.1.4.2	Corn-Cob-Mix.	285	2.3.2.2	Maisprodukte in der Mastration.	322
2.1.4.3	Feucht- und Körnermais.	285	2.3.3	Kälber- und Jungrinderaufzucht.	326
2.2	Futterwert von Maisprodukten.	289	2.3.3.1	Kälberaufzucht.	326
2.2.1	Futtermittelanalytik.	289	2.3.3.2	Jungrinderaufzucht.	326
			2.3.4	Schaffütterung.	327

2.3.5	Pferdefütterung	327	2.4.3	Bewertung der Methanausbeute von Maisprodukten	352
2.3.6	Schweine	329	2.4.3.1	Analytische Verfahren zur Abschätzung der Methanausbeute	352
2.3.6.1	Grünmais und Maissilage	329	2.4.3.2	Gärversuche nach VDI-Standard	354
2.3.6.2	Maiskolbensilagen	329	2.4.3.3	Einflussgrößen auf die erzielbare Methanausbeute	354
2.3.6.3	Körnermais	332	2.4.3.4	Methanausbeute verschiedener Maisprodukte	355
2.3.6.4	Nebenprodukte aus der Maiskörnerverarbeitung	334	2.4.4	Bioethanol	356
2.3.7	Geflügel	335	2.5	Stoffliche Verwertung	359
2.3.7.1	Grünmais, Maissilage und Lieschkolbensilage	335	2.5.1	Rohstoffbasis	359
2.3.7.2	Körnermais und CCM-Silagen	336	2.5.2	Mais als Rohstoff der Stärkegewinnung	359
2.3.7.3	Maiskleber und Maistrockenschlempe	340	2.5.2.1	Verfahren zur Gewinnung von Stärke, Keimöl, Protein und Fasern aus Körnermais	360
2.4	Energetische Verwertung	344	2.5.2.2	Stärkeformen	364
2.4.1	Biogas	344	2.5.2.3	Stärkeverzuckerungsprodukte	366
2.4.1.1	Gärbiologie	344	2.5.2.4	Ausgewählte Beispiele stofflicher Nutzung ..	366
2.4.1.2	Verfahrenstechnik	347	2.5.3	Mais als Lebensmittel	369
2.4.2	Verfahrenstechnik beim Einsatz von Maisprodukten	347	2.5.3.1	Ganzkorn-Nutzung	370
2.4.2.1	Entwicklung der Biogaserzeugung	349	2.5.3.2	Nutzung von Mahlprodukten	370
2.4.2.2	Bedeutung des Maiseinsatzes für die Biogaserzeugung	351			
3	Ökonomie	372			
3.1	Betriebswirtschaftliche Grundlagen	372	3.3	Wettbewerbskraft des Maisanbaues als Ackerfrucht	391
3.1.1	Definitionen und Regeln zu Eigen- und Substitutionswerten	372	3.3.1	Körnermais	391
3.1.2	Berücksichtigung von Opportunitätskosten ..	373	3.3.2	Feuchtmais, Corn-Cob-Mix und Lieschkolbensilage (LKS)	393
3.1.3	Ertragsgesetz, Marginalprinzip und Produktionstheorie	373	3.3.3	Silomais	393
3.1.4	Vor- und Nachkalkulation	376	3.3.4	Hagelversicherung	393
3.1.5	Leistungs-Kostenrechnung	377	3.3.5	Wildschaden	395
3.2	Wirtschaftliche und agrarpolitische Rahmenbedingungen	381	3.3.6	Nährstoffeffizienz	398
3.2.1	Stellung der Landwirtschaft in Gesellschaft und Markt	381	3.3.7	Bewertung von Ackerfrüchten in Fruchtfolge(n)	399
3.2.2	Wandel der agrarpolitischen Rahmen- bedingungen	382	3.4	Wirtschaftlichkeit von Mais in der Tierernährung	404
3.2.3	Markt- und Preisentwicklung	389	3.4.1	Mais in der Milchviehfütterung	404
			3.4.1.1	Bedeutung der Futterkosten für die Ökonomik der Milcherzeugung	404

3.4.1.2	Grobfutterleistung mit wachsender Bedeutung in Zeiten steigender Kraftfutterpreise.	406
3.4.1.3	Futtermkostenvergleich auf Basis von Betriebszweigabrechnungen	407
3.4.1.4	Ökonomische Bewertung unterschiedlicher Maisanteile in der Futterr ration	408
3.4.1.5	Voraussetzungen für den Erfolg in der Milchviehhaltung	409
3.4.2	Mais in der Rindermast/Bullenmast	410
3.4.2.1	Rindfleischerzeugung allgemein	410
3.4.2.2	Zur Wirtschaftlichkeit der Bullenmast	410
3.4.2.3	Bewertung unterschiedlicher Futterr rationen.	411
3.4.2.4	Kennzeichen erfolgreicher Bullenmast	413
3.4.3	Mais in der Schweinehaltung	414
3.4.3.1	Regionale Entwicklungen in der Schweinehaltung	414
3.4.3.2	Wirtschaftlichkeit der Schweinehaltung	415
3.4.3.3	Futtergrundlage	415
3.4.3.4	Leistungsergebnisse	416
3.4.3.5	Wert von Feuchtm ais/CCM.	416
3.4.3.6	Getreide oder Körnermaiskonserven in der Schweinefütterung	418
3.5	Wirtschaftlichkeit in der stofflichen und energetischen Verwertung	421
3.5.1	Stoffliche Verwertung	421
3.5.2	Energetische Nutzung	426
3.5.3	Biogasproduktion	433
	Stichwortregister	442