
Inhaltsverzeichnis

Einleitung

N-Versorgung der Pflanzen.....1

1. Grundlagen des „CULTAN“-Verfahrens

1.1	„CULTAN“ als Begriff	3	1.3.1.5	Verteilung und Verfügbarkeit von Nährstoffen.....	12
1.2	Stand der Erkenntnisse beim „CULTAN“-Verfahren	4	1.3.1.6	Umsetzung und Mineralisation organischer Substanzen.....	14
1.2.1	Ammonium als N-Quelle nach dem „CULTAN“-Verfahren.....	5	1.3.2	Bodenorganismen.....	15
1.2.1.1	Stabilität des Ammoniums in „CULTAN“-Depots.....	5	1.3.3	Aufnahme von Nähr- und Wirkstoffen.....	17
1.2.1.2	Berechenbarkeit der N-Versorgung nach dem „CULTAN“-Verfahren.....	6	1.3.3.1	Aufnahme von Nährstoffen insbesondere des Stickstoffs über die Wurzeln.....	17
1.2.1.3	Regulation der N-Aufnahme durch die Toxizität der „CULTAN“-Depots.....	7	1.3.3.1.1	Nitrat und Harnstoff im Stoffwechsel der Assimilate.....	19
1.2.1.4	Attraktion des Wachstums der Wurzeln durch „CULTAN“-Depots.....	8	1.3.3.1.2	Ammonium als „CULTAN“ im Stoffwechsel der Assimilate.....	22
1.3	„CULTAN“, konventionelle N-Versorgung und natürlicher N-Kreislauf	8	1.3.3.1.3	Harmonisierung des Wachstums zwischen Spross und Wurzeln.....	24
1.3.1	Nährstoffe und organische Substanzen im Boden.....	9	1.3.3.1.4	Förderung von Sink-Effekten.....	25
1.3.1.1	Böden in natürlicher Lagerung.....	9	1.3.4	Kopplung von Spurenelementen und Wirkstoffen an das „CULTAN“-Verfahren.....	25
1.3.1.2	Böden in konventioneller Ackernutzung.....	10	1.3.5	Vermeidung von Nitrat und Chlorid als Osmoregulatoren.....	27
1.3.1.3	Böden in Ackernutzung nach dem „CULTAN“-Verfahren.....	11	1.3.6	Aufnahme von Nährstoffen über die Blätter.....	29
1.3.1.4	„CULTAN“-Verfahren und pfluglose Bodenbearbeitung.....	12	1.3.7	Pflanzenschutzmittel und Wachstumsregulatoren.....	29
			1.3.8	Steuerung von Wachstum, Entwicklung und Bildung der Erträge.....	30
			1.3.9	Ökologische Wechselwirkungen.....	32

2 „CULTAN“-Dünger

2.1	Mineralische „CULTAN“-Dünger	37	2.3.1	Versorgung der Pflanzen mit Spurenelementen.....	43
2.1.1	Einnährstoffdünger.....	37	2.3.2	Spurenelemente für die Ernährung von Mensch und Tier.....	44
2.1.2	Mehrnährstoffdünger.....	39	2.4	„CULTAN“-Spezialdünger	45
2.1.3	Stabilisierung von „CULTAN“-Düngern.....	40	2.4.1	Becherdepots für die N-Versorgung.....	46
2.2	Organische „CULTAN“-Dünger	41	2.4.2	Becherdepots als Mehrnährstoffträger.....	47
2.2.1	Gülle und Jauche.....	41	2.4.3	Isolierte Granulate.....	49
2.2.2	Komposte.....	42	2.5	Nitrifide zur Stabilisierung der „CULTAN“-Düngung	49
2.2.3	Rückstände aus Biogasanlagen.....	42			
2.3	Kopplung von Spurenelementen an das „CULTAN“-Verfahren	42			

3 Techniken und Ablage der N-Depots beim „CULTAN“-Verfahren

3.1	Depottechniken	53	3.2	Düngungstechniken	61
3.1.1	Flüssig-Depots.....	53	3.2.1	„CULTAN“-Düngung bei der Ansaat oder Pflanzung.....	61
3.1.2	Granulat-Depots.....	54	3.2.2	„CULTAN“-Düngung bei wachsenden Kulturen.....	62
3.1.3	Kugel-Depots.....	56	3.2.2.1	Oberflächen-Depots.....	62
3.1.4	Becher-Depots.....	57	3.2.2.2	Injektions-Depots.....	63
3.1.5	Schalen-Depots.....	58			
3.1.6	Mulden-Depots.....	58			
3.1.7	Nachfüll-Depots.....	59			

4 Anwendung des „CULTAN“-Verfahrens

4.1	„CULTAN“-Verfahren bei landwirtschaftlichen Kulturen	65	4.1.4.3	N-Dünger und Düngungstechniken.....	115
4.1.1	Getreide nach dem „CULTAN“-Verfahren	65	4.1.4.4	Perspektiven des „CULTAN“-Verfahrens.....	116
4.1.1.1	Konventionelle Düngung und integrierter Pflanzenschutz.....	65	4.1.4.4.1	Integration der P-Düngung.....	117
4.1.1.2	Grundlagen des „CULTAN“-Verfahrens beim Anbau von Getreide.....	69	4.1.4.4.2	Integration der Pflanzung mit Spurenelementen.....	117
4.1.1.2.1	Ammonium als „CULTAN“ im Boden.....	69	4.1.4.4.3	Integration des Pflanzenschutzes.....	118
4.1.1.2.2	Wachstum orientierte Aufnahme von Ammonium.....	69	4.1.4.4.4	Integration der Bekämpfung des Unkrauts.....	118
4.1.1.2.3	Assimilation von Ammonium und Aufnahme in den Stoffwechsel.....	71	4.1.4.5	Standortgerechter Anbau von Zuckerrüben.....	118
4.1.1.2.4	Phytohormonelle Steuerung von Wachstum und Entwicklung.....	75	4.1.5	Kartoffeln nach dem „CULTAN“-Verfahren	119
4.1.1.3	„CULTAN“-Düngung und Pflanzenschutz.....	78	4.1.5.1	Kartoffeln im konventionellen Anbau.....	119
4.1.1.3.1	Mineraldünger.....	86	4.1.5.2	Anbau von Kartoffeln nach dem „CULTAN“-Verfahren.....	119
4.1.1.3.2	Gülle und Jauche.....	86	4.1.5.2.1	Ammonium als „CULTAN“ im Boden.....	120
4.1.1.3.3	Düngungstechnische Verfahren.....	87	4.1.5.2.2	Ammonium in den Stauden der Kartoffeln.....	121
4.1.1.4	Kulturbegleitende Maßnahmen.....	87	4.1.5.2.3	N-Dünger für das „CULTAN“-Verfahren.....	123
4.1.2	Mais nach dem „CULTAN“-Verfahren	88	4.1.5.2.4	Düngungstechnik.....	123
4.1.2.1	Allgemeine Voraussetzungen.....	88	4.1.5.3	Fruchtfolge beim Anbau von Kartoffeln.....	125
4.1.2.2	Grundlagen der Bildung der Erträge.....	89	4.1.5.4	Erträge bei den Kartoffeln.....	125
4.1.2.3	Ausschöpfung der Ertragspotenziale.....	93	4.1.5.5	Perspektiven bei Kartoffeln nach dem „CULTAN“-Verfahren.....	127
4.1.2.3.1	Pflanzenernährung.....	96	4.1.5.5.1	Bekämpfung des Unkrauts.....	128
4.1.2.3.2	Pflanzenbau.....	97	4.1.5.5.2	Gips-Düngung zu Kartoffeln.....	128
4.1.2.3.3	Pflanzenschutz.....	99	4.1.5.5.3	Optimierung der P-Düngung.....	130
4.1.2.3.4	Züchtung.....	99	4.1.5.5.4	Versorgung mit Spurenelementen.....	131
4.1.2.4	N-/NP-Düngung.....	103	4.1.5.5.5	Integration des Pflanzenschutzes.....	131
4.1.2.4.1	N-Startdüngung.....	103	4.1.5.5.6	Hormonelle Steuerung der Entwicklung der Knollen.....	131
4.1.2.4.2	N-Hauptdüngung mit Mineraldüngern.....	103	4.1.6	Leguminosen in der „CULTAN“-Fruchtfolge	132
4.1.2.4.3	N-Hauptdüngung mit Gülle.....	104	4.1.6.1	N-Bindung im konventionellen Anbau.....	132
4.1.2.4.4	Bemessung der NP-Gaben zur Hauptdüngung.....	105	4.1.6.2	N-Bindung beim „CULTAN“-Verfahren.....	137
4.1.2.5	Ökonomie und Ökologie.....	106	4.1.6.2.1	Hierarchie zwischen Knöllchen und den „CULTAN“-Depots.....	137
4.1.3	Raps nach dem „CULTAN“-Verfahren	107	4.1.6.2.2	Hormonelle Regulation des Ansatzes von Schoten.....	139
4.1.3.1	N-Versorgung zur Ansaat.....	107	4.1.6.2.3	Leguminosen-/Nichtleguminosen-Mischkulturen.....	141
4.1.3.2	Führung der Entwicklung der Bestände im Frühjahr.....	107	4.2	Gemüse nach dem „CULTAN“-Verfahren	142
4.1.4	Zuckerrüben nach dem „CULTAN“-Verfahren	110	4.2.1	Anbau von Gemüse im Freiland.....	142
4.1.4.1	Stickstoff im Boden.....	110	4.2.1.1	Anwendung des „CULTAN“-Verfahrens beim Gemüse im Freiland.....	144
4.1.4.1.1	Nitrat im Boden.....	110	4.2.1.2	„CULTAN“-Dünger für Gemüse im Freiland.....	147
4.1.4.1.2	Ammonium als „CULTAN“ im Boden.....	111	4.2.1.3	Ergänzende Maßnahmen zur „CULTAN“-Düngung.....	148
4.1.4.2	Stickstoff in den Zuckerrüben.....	112	4.2.1.4	Versorgung mit Spurenelementen.....	148
4.1.4.2.1	N-Versorgung durch Nitrat.....	112			
4.1.4.2.2	N-Versorgung durch Ammonium als „CULTAN“.....	114			

4.2.1.5 Integration des Pflanzenschutzes148

4.2.2 Gemüse-Kulturen in Gewächshäusern nach dem „CULTAN“-Verfahren.....148

4.2.2.1 „CULTAN“-Becherdepots149

4.2.2.2 „CULTAN“-Schalendepots150

4.2.2.3 „CULTAN“-Verfahren bei Container-Kulturen150

4.3 Kopplung des Pflanzenschutzes an das „CULTAN“-Verfahren152

5 Obstbau nach dem „CULTAN“-Verfahren

5.1 Allgemeine Voraussetzungen159

5.2 Versorgung der Obstgehölze mit Nährstoffen.....161

5.2.1 Nährstoffversorgung unter natürlichen Standortverhältnissen161

5.2.2 Nährstoffversorgung durch die Düngung162

5.3 Grundlagen des „CULTAN“-Verfahrens bei Obstgehölzen.....163

5.4 N-Versorgung bei Obstgehölzen nach dem „CULTAN“-Verfahren.....164

5.4.1 Stickstoff im Boden.....164

5.4.2 Stickstoff in Obstgehölzen165

5.5 Physiologische Aspekte beim „CULTAN“-Verfahren166

5.5.1 Source-/Sink-Beziehungen166

5.5.2 Entwicklung von Spross, Stamm und Wurzeln167

5.5.3 Ionen-Antagonismen168

5.5.4 Dürresistenz168

5.6 Stand der Entwicklung des „CULTAN“-Verfahrens.....169

5.6.1 Stoffwechsel von Kohlenhydraten und organischen N-Verbindungen169

5.6.2 Wachstum von Spross, Stamm und Wurzeln171

5.6.3 Hormonelle Steuerung des Wachstums.....171

5.6.4 Entwicklung von Mykorrhizen173

5.6.5 Nährstoffaufnahme durch die Wurzeln173

5.6.6 Regulation der Aufnahme von Nährstoffen174

5.6.7 Aufnahme von Pflanzenschutzmitteln und Wachstumsregulatoren.....174

5.7 Anbau von Bodenbedeckern und Mulchsysteme beim „CULTAN“-Verfahren.....175

5.8 Systeme des Anbaus von Obstbäumen.....175

5.8.1 Baumkulturen.....175

5.8.1.1 Hochstämmen in Streulagen176

5.8.1.2 Hochstämmen in geschlossenen Anlagen.....177

5.8.2 Spindelobst-Anlagen und Weinreben.....177

5.8.3 Superspindel-Anlagen178

5.8.4 Beerenobst179

5.8.5 Rankendes Beerenobst179

5.9 Böden für den Anbau von Obstgehölzen179

5.9.1 Mineralstoffversorgung von Obstgehölzen.....180

4.4 Grünland nach dem „CULTAN“-Verfahren.....154

4.4.1 Grundlagen zur Nutzung des Grünlands.....154

4.4.2 Konventionelle N-Düngung beim Grünland154

4.4.3 N-Düngung nach dem „CULTAN“-Verfahren155

4.4.4 Steuerung der Eiweißgehalte und Klee-/Gras-Verhältnisse155

4.4.5 Leistung des Grünlands.....157

4.4.6 „CULTAN“-Dünger und Technik der Düngung...157

5.9.2 Bodenarten180

5.9.3 Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffverfügbarkeit und Düngung181

5.9.3.1 Natürlicher Nährstoffkreislauf181

5.9.3.2 Intensive Produktionssysteme.....181

5.9.3.2.1 Kopfdüngung182

5.9.3.2.2 Blattdüngung183

5.10 Wasserversorgung und „CULTAN“-Verfahren183

5.10.1 Wasserversorgung durch Niederschläge.....183

5.10.1.1 Wasserversorgung in gemäßigten Klimaten.....183

5.10.1.2 Wasserversorgung in den humiden Tropen.....185

5.10.1.3 Wasserversorgung auf Carbonatböden185

5.11 Bewässerung und „CULTAN“-Verfahren auf Carbonatböden186

5.11.1 Flächenbewässerung auf Carbonatböden186

5.11.2 Bewässerung einzelner Obstgehölze auf Carbonatböden187

5.11.3 Furchenbewässerung auf Carbonatböden.....187

5.11.4 Bewässerung durch Regner auf Carbonatböden ...188

5.11.5 Tropfbewässerung auf Carbonatböden188

5.11.6 Fertigation auf Carbonatböden.....189

5.12 Anlage und Betreuung von „CULTAN“-Depots189

5.12.1 Anlage von „CULTAN“-Depots.....190

5.12.2 Vermeidung von Mangel an Spurenelementen auf Carbonatböden190

5.12.3 Überwindung von Mangel an Spurenelementen auf Carbonatböden192

5.12.4 Betreuung von „CULTAN“- Depots.....194

5.12.4.1 Substrate für „CULTAN“-Depots195

5.12.4.2 Dünger und jährliche Betreuung der „CULTAN“-Depots.....197

5.12.4.3 Kontrolle der pH-Werte in „CULTAN“-Depots ...197

5.13 Pflanzung junger Obstgehölze nach dem „CULTAN“-Verfahren198

5.13.1 Pflanzung von Obstgehölzen auf Carbonatböden .199

5.13.2 „CULTAN“-Depotkugel zur Pflanzung junger Obstgehölze auf Carbonatböden199

5.13.3 Pflanzung von Obstgehölzen auf sauren, ferralitischen Böden200

5.13.4 „CULTAN“-Depotkugel zur Pflanzung junger Obstgehölze auf sauren Böden.....211

6 Literatur