

Arnold Finck

# Dunger und Düngung

Grundlagen und  
Anleitung zur Düngung der Kulturpflanzen

Verlag Chemie • Weinheim • New York -1979

# Inhalt

	Seite
<b>Maßeinheiten, Abkürzungen, Symbole, Faktoren</b> . . . . .	XIII
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	1
1.1 Einführung in Düngungsfragen . . . . .	1
1.1.1 Grundlegende Fragen der Düngung . . . . .	1
1.1.2 Der mühevollen Weg zu Höchstträgen . . . . .	5
1.1.3 Nährstoffe in Böden und Pflanzen . . . . .	8
1.2 Allgemeines über Dünger . . . . .	12
1.2.1 Definition der Dünger . . . . .	12
1.2.2 Gehaltsangaben der Dünger . . . . .	13
1.2.3 Einteilung der Dünger . . . . .	15
1.2.4 Düngemittelgesetzgebung . . . . .	18
1.3 Geschichte der Düngung . . . . .	21
1.3.1 Düngung im vorwissenschaftlichen Zeitalter . . . . .	21
1.3.2 Beginn und erster Ausbau der Mineraldüngung . . . . .	23
1.3.3 Die Erweiterung des Düngungskonzepts . . . . .	27
1.3.4 Düngerverbrauch und Ertragssteigerung . . . . .	31
<b>2 Mineralische Einnährstoffdünger</b> . . . . .	35
2.1 Stickstoffdünger (N-Dünger) . . . . .	35
2.1.1 Herkunft, Herstellung und Überblick . . . . .	35
2.1.2 Ammonium- und Nitratdünger . . . . .	37
2.1.3 Amiddünger (Harnstoff, Kalkstickstoff) . . . . .	41
2.1.4 N-Depotdünger . . . . .	46
2.1.5 Grundlagen der Stickstoffdüngung . . . . .	48
2.1.6 Praktischer Einsatz der N-Dünger . . . . .	55
2.2 Phosphatdünger (P-Dünger) . . . . .	60
2.2.1 Herkunft, Herstellung und Löslichkeit . . . . .	61
2.2.2 P-Dünger und ihre Eigenschaften . . . . .	64

## VIII *Inhalt*

2.2.3	Grundlagen der Phosphatdüngung	70
2.2.4	Praktischer Einsatz der P-Dünger	75
2.3	Kalidünger (K-Dünger)	78
2.3.1	Herkunft und Herstellung	78
2.3.2	K-Dünger und ihre Eigenschaften	80
2.3.3	Anwendung der K-Dünger	82
2.4	Magnesiumdünger (Mg-Dünger)	84
2.4.1	Mg-Dünger und ihre Eigenschaften	85
2.4.2	Anwendung der Mg-Dünger	87
2.5	Calcium- und Sulfatdünger	88
2.5.1	Calciumdünger (Ca-Dünger)	88
2.5.2	Sulfatdünger (S-Dünger)	90
<b>3</b>	<b>Spurennährstoffdünger, Mehrnährstoffdünger u. a.</b>	<b>93</b>
3.1	Spurennährstoffdünger	93
3.1.1	Eisendünger (Fe-Dünger)	94
3.1.2	Mangandünger (Mn-Dünger)	96
3.1.3	Zinkdünger (Zn-Dünger)	98
3.1.4	Kupferdünger (Cu-Dünger)	100
3.1.5	Bor Dünger (B-Dünger)	102
3.1.6	Molybdändünger (Mo-Dünger)	104
3.1.7	Kombinationen von Spurennährstoffen	105
3.2	Mehrnährstoffdünger mit Hauptnährstoffen	107
3.2.1	Zweinährstoffdünger	107
3.2.2	Drei-bis Sechsnährstoffdünger	111
3.2.3	NPK-Dünger	112
3.2.4	Einnährstoff-oder Mehrnährstoffdünger	119
3.2.5	Anwendung der Mehrnährstoffdünger	122
3.3	Dünger mit Haupt-und Spurennährstoffen	124
3.3.1	Spurennährstoff-Kombinationen mit Magnesium	125
3.3.2	Stickstoffdünger mit Magnesium und Spurennährstoffen	127
3.3.3	Mehrnährstoffdünger mit Spurennährstoffen	128
3.4	Dünger mit sonstigen Nährstoffen	132
3.4.1	Dünger mit nützlichen Nährstoffen	133
3.4.2	Dünger mit notwendigen Stoffen für Mensch und Tier	135
3.4.3	Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	136
<b>4</b>	<b>Dünger zur Bodenverbesserung und allgemeinen Wachstumsförderung</b>	<b>139</b>
4.1	Dünger zur Verbesserung der Bodenreaktion	139
4.1.1	Kalkdünger und ihre Eigenschaften	139

4.1.2	Anwendung der Kalkdünger. . . . .	146
4.1.3	Dünger zur Boden versauerung. . . . .	149
4.2	Dünger zur Verbesserung von Struktur und Körnung des Bodens. . . . .	150
4.2.1	Dünger zur Verbesserung der Struktur. . . . .	150
4.2.2	Mineralische Stoffe zur Verbesserung der Körnung. . . . .	153
4.3	Organische Dünger. . . . .	154
4.3.1	Stallmist, Jauche, Gülle. . . . .	154
4.3.2	Stroh, Kompost, Gründünger. . . . .	158
4.3.3	Organische Handelsdünger. . . . .	161
4.3.4	Wirkung organischer Dünger. . . . .	165
4.4	Kultursubstrate. . . . .	168
4.4.1	Feste Kultursubstrate. . . . .	168
4.4.2	Flüssige Kultursubstrate. . . . .	169
4.5	Wirkstoffdünger und Bodenimpfmittel. . . . .	171
4.5.1	Wachstumsregler. . . . .	172
4.5.2	Bodenimpfmittel und Aufbereitungshilfsmittel. . . . .	173
4.5.3	Sonstige Wirkstoffdünger. . . . .	175
<b>5</b>	<b>Die optimale Düngermenge. . . . .</b>	<b>177</b>
5.1	Kalkbedarf. . . . .	177
5.1.1	Optimale Bodenreaktion. . . . .	177
5.1.2	Notwendige Kalkmenge. . . . .	182
5.2	Optimaler Nährstoffgehalt von Pflanzen und Böden. . . . .	185
5.2.1	Düngung und Ertragshöhe. . . . .	186
5.2.2	Versorgungsbereiche. . . . .	188
5.3	Diagnose des Nährstoffbedarfs. . . . .	189
5.3.1	Diagnose von Mangelsymptomen. . . . .	192
5.3.2	Bodenuntersuchung auf verfügbare Nährstoffe. . . . .	194
5.3.3	Pflanzenanalyse auf Nährstoffgehalte. . . . .	200
5.4	Notwendige Nährstoffmengen. . . . .	206
5.4.1	Stickstoffbedarf. . . . .	206
5.4.2	Phosphatbedarf. . . . .	208
5.4.3	Kalibedarf. . . . .	209
5.4.4	Bedarf an Magnesium und sonstigen Nährstoffen. . . . .	212
5.4.5	Bedarf an Spurenelementen. . . . .	215
5.5	Ausnutzung von Düngern und Entzug von Nährstoffen. . . . .	218
5.5.1	Ausnutzung von Düngernährstoffen. . . . .	218
5.5.2	Nährstoffentzug. . . . .	222

5.6	Rentabilität der Düngung . . . . .	226
5.6.1	Ertragsgesetze . . . . .	226
5.6.2	Ökonomisches Optimum der Düngung . . . . .	228
5.6.3	Computer-Düngung . . . . .	232
5.6.4	Düngerpreise und Düngerverbrauch . . . . .	233
<b>6</b>	<b>Spezielle Düngungsfragen . . . . .</b>	<b>237</b>
6.1	Technik der Düngeranwendung . . . . .	237
6.1.1	Transport, Lagerung und Mischung fester Dünger. . . . .	237
6.1.2	Ausbringung fester Dünger. . . . .	240
6.1.3	Anwendung flüssiger und gasförmiger Dünger. . . . .	243
6.1.4	Blattdüngung . . . . .	245
6.2	Einfluß der Düngung auf die Umwelt . . . . .	248
6.2.1	Düngungseinflüsse auf den Boden. . . . .	248
6.2.2	Düngungseinflüsse auf das Wasser. . . . .	250
6.2.3	Düngungseinflüsse auf die Luft . . . . .	252
6.3	Düngung in Abhängigkeit vom Bodentyp. . . . .	253
6.3.1	Düngung von Böden des humiden gemäßigten Klimas. . . . .	255
6.3.2	Düngung von Böden der humiden Tropen . . . . .	256
6.3.3	Düngung von Böden der ariden Tropen (Subtropen). . . . .	258
6.3.4	Düngung von Salzböden. . . . .	262
6.3.5	Düngung von Moorböden. . . . .	263
6.4	Düngung in Abhängigkeit vom Anbausystem. . . . .	265
6.4.1	Ausbeutung und Ausnutzung von Bodennährstoffen . . . . .	265
6.4.2	Ersatz entzogener Bodennährstoffe. . . . .	270
6.4.3	Anreicherung von Bodennährstoffen. . . . .	271
6.5	Düngung unter Streß-Bedingungen. . . . .	273
6.5.1	Düngung und Resistenz gegen Klimastreß. . . . .	273
6.5.2	Düngung und Resistenz gegen Pflanzenkrankheiten. . . . .	277
6.5.3	Düngung und Resistenz gegen chemische Umwelteinflüsse. . . . .	278
6.6	Interpretation von Versuchsergebnissen. . . . .	282
6.6.1	Glanz und Elend von Düngungsversuchen. . . . .	282
6.6.2	Beispiele für Interpretations-Möglichkeiten. . . . .	284
<b>7</b>	<b>Düngung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen . . . . .</b>	<b>287</b>
7.1	Getreidepflanzen . . . . .	287
7.1.1	Weizen . . . . .	288
7.1.2	Roggen, Gerste, Hafer. . . . .	293
7.1.3	Mais, Hirse. . . . .	295
7.1.4	Reis. . . . .	298

7.2	Wurzel- und Knollenfrüchte . . . . .	301
7.2.1	Zuckerrübe, Futter- und Kohlrübe . . . . .	302
7.2.2	Kartoffel, Topinambur . . . . .	307
7.2.3	Cassava, Batate, Yam . . . . .	309
7.3	Ölpflanzen und Körnerleguminosen . . . . .	310
7.3.1	Raps, Rübsen . . . . .	310
7.3.2	Sonnenblumen, Sesam, Rizinus . . . . .	313
7.3.3	Olive, Öl- und Kokospalme . . . . .	313
7.3.4	Erbsen, Bohnen, Soja, Erdnuß u. a . . . . .	315
7.4	Faserpflanzen und sonstige Rohstoffpflanzen . . . . .	319
7.4.1	Baumwolle, Lein, Hanf, Sisal u. a . . . . .	319
7.4.2	Kautschukpflanzen, Zuckerrohr . . . . .	323
7.5	Futterpflanzen . . . . .	326
7.5.1	Acker-Grünfutterpflanzen . . . . .	326
7.5.2	Grünland . . . . .	328
<b>8</b>	<b>Düngung im Gartenbau, Forst und in Sonderkulturen . . . . .</b>	<b>335</b>
8.1	Gemüse- und Zierpflanzen . . . . .	335
8.1.1	Gemüsepflanzen . . . . .	335
8.1.2	Zierpflanzen . . . . .	339
8.1.3	Rasen . . . . .	342
8.2	Obstbau und Weinbau . . . . .	344
8.2.1	Baum- und Beerenobst . . . . .	344
8.2.2	Tropische Obstpflanzen . . . . .	348
8.2.3	Weinrebe . . . . .	351
8.3	Forstpflanzen . . . . .	352
8.3.1	Grundlagen der Forstdüngung . . . . .	352
8.3.2	Nadel- und Laubbäume . . . . .	357
8.4	Genußmittel-, Gewürz- und Arzneipflanzen . . . . .	362
8.4.1	Genußmittelpflanzen . . . . .	362
8.4.2	Gewürz- und Arzneipflanzen . . . . .	366
8.5	Niedere Pflanzen . . . . .	370
8.5.1	Wasserpflanzen (Teichdüngung) . . . . .	370
8.5.2	Pilze, Algen, Bakterien . . . . .	372
<b>9</b>	<b>Düngung und Qualität pflanzlicher Nahrung . . . . .</b>	<b>375</b>
9.1	Allgemeines über den Einfluß der Düngung auf die Qualität . . . . .	376
9.1.1	Begriff und Faktoren der Qualität . . . . .	376
9.1.2	Spekulationen über die Nahrungsqualität . . . . .	377

XII *Inhalt*

9.2	Nahrungsqualität in Abhängigkeit vom Produktionssystem . . . . .	379
9.2.1	Konventioneller oder alternativer Landbau. . . . .	380
9.2.2	Düngungssystem und Nahrungsqualität . . . . .	383
9.3	Nahrungsqualität in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung. . . . .	386
9.3.1	N-Düngung und Qualität . . . . .	387
9.3.2	P-Düngung, K-Düngung und Qualität . . . . .	390
9.3.3	Düngung mit sonstigen Nährstoffen und Qualität . . . . .	392
9.4	Düngung, Nahrungsqualität und Gesundheit von Mensch und Tier . . . . .	395
9.4.1	Wertbestimmende Inhaltsstoffe und die Auswirkung eines Mangels . . . . .	395
9.4.2	Beurteilung der Nahrung mittels medizinischer Indexwerte. . . . .	398
9.4.3	Richtige Düngung und gesunde Nahrung. . . . .	401
	<b>Anhang</b> . . . . .	405
	Chemische Grundbegriffe. . . . .	405
	<b>Literatur.</b> . . . . .	409
	<b>Register.</b> . . . . .	421