

Agrikulturchemie und Pflanzenernährung

Christian Richter



Margraf Publishers

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
1 Allgemeine Angaben zu Agrikulturchemie und Pflanzenernährung	1
1.1 Definitionen	1
1.2 Elemente, Gemische, Verbindungen, Atome und Moleküle	2
1.3 Stöchiometrie (Atommasse, Grammatom, Molekularmasse, molare Lösung)	4
1.4 Atombau und Periodensystem der Elemente	6
1.5 Atome und Ionen (Abgabe und Aufnahme von Elektronen)	8
1.6 Radioaktivität (Strahlungsarten, Messung, Anwendung und Gefährlichkeit radioaktiver Strahlung)	9
1.7 Verbindung von Atomen zu Molekülen (Ionenbindung, Atombindung, Dipolbindung, Metallbindung, Legierungen, Komplexbildung, Äquivalentmasse, val)	19
1.8 Elektrolyte (Säuren, Basen, Salze)	23
1.9 Neutralisation	25
1.10 Hydrolyse	26
1.11 Das Massenwirkungsgesetz	27
1.12 Die elektrolytische Dissoziation	29
1.13 Säure-Base-Indikatoren	30
1.14 Löslichkeitsprodukt	31
1.15 pH - Wert	33
1.16 Puffersysteme	47
1.17 Redoxvorgänge	53
2 Spezielle Elemente und Stoffe in Agrikulturchemie und Pflanzenernährung	63
2.1 Sauerstoff	63
2.2 Wasserstoff	73
2.3 Wasser	78
2.3.1 Vorkommen	78
2.3.2 Wasserhärte	81
2.3.3 Wasserentsalzung	83
2.3.4 Die Aggregatzustände des Wassers	88
2.3.5 Dichte des Wassers	90
2.3.6 Wasserverschmutzung	92

2.3.7	Hydratation	93
2.3.8	Osmose	94
2.3.9	Die Wasserhaltekraft des Bodens	96
2.3.10	Der Transport der Nährstoffe aus der Bodenlösung bis zur Wurzeloberfläche	99
2.3.11	Der Wassertransport in Pflanzen	100
2.3.12	Stomataregulierungsmechanismus	102
2.3.13	Pflanzenwachstum auf Salzböden	103
2.3.14	Transpirationskoeffizient	106
2.3.15	Qualität des Bewässerungswassers	108
2.3.16	Wasserhaushalt der Tiere	110
2.4	Kohlenstoff	113
2.4.1	Vorkommen	113
2.4.2	Graphit	114
2.4.3	Diamant	116
2.4.4	Kohle	117
2.4.5	Erdöl	117
2.4.6	Erdgas	118
2.4.7	Kohlenmonoxid	119
2.4.8	Kohlendioxid	120
2.4.9	Die Kohlensäure und ihre Salze	122
2.4.10	Kreislauf von Kohlenstoff in der Natur	126
2.4.11	Der Einfluß von CO_2 auf die Photosynthese und das Wachstum landwirtschaftlicher Kulturpflanzen	129
2.4.12	Pflanzlicher Stoffwechsel von Zucker und organischen Säuren	133
2.4.13	Die Ernährung stärke- und celluloseliefernder Pflanzen	140
2.4.14	Lipidstoffwechsel	143
2.5	Silizium	153
2.5.1	Vorkommen	153
2.5.2	Ziegeleierzeugnisse	157
2.5.3	Glas	158
2.5.4	Silikone	159
2.5.5	Silikagel	160
2.5.6	Silizium als Halbleiter	161
2.5.7	Wasserglas	161
2.5.8	Bedeutung von Silizium für die Ernährung der Pflanzen	162
2.6	Stickstoff	161
2.6.1	Vorkommen und Kreislauf in der Natur	161
2.6.2	Vom Wert des Strohs	172
2.6.3	Ammonifikation	171
2.6.4	Nitrifikation	171
2.6.5	Denitrifikation	180

2.6.6	Eintrag von Stickstoff aus der Luft in den Boden	181
2.6.7	Nitratreduktion	188
2.6.8	Eiweißverwertung durch Tiere	189
2.6.9	Stickstoffdüngemittel	190
2.6.9.1	Organische N-Düngemittel	190
2.6.9.2	Mineralische N-Düngemittel	192
2.6.9.2.1	Ammoniak	194
2.6.9.2.2	Salpetersäure	195
2.6.9.2.3	Übersicht über die synthetischen N-Düngemittel	196
2.6.10	Einflüsse von Stickstoffdüngemitteln auf den pH-Wert des Bodens	201
2.6.11	Stickstoffbestimmung	202
2.6.12	Stickstoffdüngung	205
2.6.12.1	N-Düngung bei Getreide	207
2.6.12.2	N-Düngung bei zuckerliefernden Pflanzen	207
2.6.12.3	N-Düngung bei Ölfrüchten	208
2.6.12.4	N-Düngung bei Kartoffeln und anderen stärkespeichernden Knollenfrüchten	209
2.6.12.5	N-Düngung bei Obst und Gemüse	209
2.6.12.6	N-Düngung des Grünlandes	210
2.6.13	Stickstoffmangelsymptome	211
2.6.14	Stickstoffüberschußsymptome	212
2.7	Schwefel	213
2.7.1	Sublimieren und Resublimieren	214
2.7.2	Vorkommen von S in der Natur	214
2.7.3	Gewinnung des Schwefels	215
2.7.4	Verwendung von elementarem S	216
2.7.5	Verbindung des Schwefels mit Wasserstoff zu H ₂ S	217
2.7.6	Sauerstoffverbindungen des Schwefels	218
2.7.6.1	SO ₂	218
2.7.6.2	SO ₃	220
2.7.7	Herstellung von Schwefelsäure	222
2.7.8	Verwendung von H ₂ SO ₄	222
2.7.9	Bedeutung des Schwefels im Boden, für die Pflanzen und für die Tiere	223
2.7.9.1	Schwefel im Boden	223
2.7.9.2	Schwefelaufnahme durch Pflanzen	225
2.7.9.3	Vorkommen von Schwefel in Pflanzen	225
2.7.9.4	Schwefelmangelsymptome an Pflanzen	227
2.7.9.5	S-Entzug durch Pflanzen	228
2.7.9.6	S-Zufuhr für Pflanzen	228
2.7.9.7	Schwefel in Tieren	229
2.8	Phosphor	231
2.8.1	Verwendung von Phosphor	232

- 2.8.2 Phosphoroxid und Phosphorsäuren
- 2.8.3 Salze der Orthophosphorsäure (Phosphate)
- 2.8.4 Vorkommen von P in der Natur
- 2.8.5 Phosphordüngemittel
- 2.8.6 Vorkommen von P im Boden
 - 2.8.6.1 P-Verluste
 - 2.8.6.2 Bestimmung des pflanzenverfügbaren P
- 2.8.7 P in Pflanzen
- 2.8.8 Besonderheiten bei der Phosphordüngung
 - 2.8.8.1 P und Wassergehalt des Bodens
 - 2.8.8.2 Art der P-Düngemittel
 - 2.8.8.3 P und pH-Regulierung
 - 2.8.8.4 Anbau P-effizienter Pflanzenarten und -sorten
 - 2.8.8.5 P und Bodenbearbeitung
 - 2.8.8.6 Art der Unterbringung des P-Düngers
 - 2.8.8.7 Erosionsschutzmaßnahmen
- 2.9 Alkalimetalle
 - 2.9.1 Kalium
 - 2.9.1.1 Vorkommen von Kalium in der Natur
 - 2.9.1.2 Kali-Düngemittel
 - 2.9.1.3 Kaliumverbindungen, die keine Düngemittel sind
 - 2.9.1.4 Kalium im Boden
 - 2.9.1.5 Bestimmung des pflanzenverfügbaren Kaliums durch Bodenanalysen
 - 2.9.1.6 Kalium in Pflanzen
 - 2.9.1.6.1 K-Wirkung auf Enzymtätigkeit
 - 2.9.1.6.2 Wirkung auf bestimmte Enzyme
 - 2.9.1.6.3 K-Wirkung auf den Gehalt an organischen Anionen
 - 2.9.1.6.4 K-Wirkung auf die CO₂-Assimilation
 - 2.9.1.6.5 K-Wirkung auf den Wasserhaushalt
 - 2.9.1.7 Kalium in Tieren
 - 2.9.2 Natrium
 - 2.9.2.1 Vorkommen, Verwendung und Gewinnung
 - 2.9.2.2 Natriummetall
 - 2.9.2.3 Soda
 - 2.9.2.3.1 Natürliches Vorkommen von Soda
 - 2.9.2.3.2 Solvay-Verfahren
 - 2.9.2.3.3 Verwendung von Soda
 - 2.9.2.4 Chilesalpeter
 - 2.9.2.5 Natrium im Boden und in Pflanzen
 - 2.9.2.6 Natrium für Tiere
- 2.10 Erdalkalimetalle
 - 2.10.1 Beryllium

2.10.2	Magnesium	282
2.10.2.1	Magnesium im Boden	283
2.10.2.2	Magnesiummangel in Pflanzen	285
2.10.2.3	Magnesiumfunktionen in Pflanzen	286
2.10.2.4	Magnesium-Düngung	288
2.10.2.5	Magnesium in Tieren	288
2.10.3	Calcium	289
2.10.3.1	Vorkommen des Ca in der Natur	289
2.10.3.2	Calciumcarbonat = Kohlensaurer Kalk = CaCO_3	289
2.10.3.3	Branntkalk = CaO	290
2.10.3.4	Calciumhydroxid = Löschkalk = Gelöschter Kalk = Ca(OH)_2 = Kalkmörtel	291
2.10.3.5	Zement	292
2.10.3.6	Calciumsulfat	293
2.10.3.7	Calciumcarbid	294
2.10.3.8	Calciumnitrat	295
2.10.3.9	Calcium im Boden	295
2.10.3.10	Calcium in der Pflanze	295
2.10.3.10.1	Calcium-Aufnahme durch die Pflanzen	295
2.10.3.10.2	Funktionen von Calcium in Pflanzen	296
2.10.3.10.3	Calcium-Transport in Pflanzen	297
2.10.3.11	Calcium-Düngung	298
2.10.3.12	Kalkung	299
2.10.3.12.1	Kalkmenge	299
2.10.3.12.2	Kalkformen	301
2.10.3.13	Calcium in Tieren	304
2.10.4	Strontium	305
2.10.5	Barium	306
2.10.6	Radium	307
2.11	Mikronährstoffe	308
2.11.1	Löslichkeit und somit Pflanzenverfügbarkeit von Mikronährstoffen	309
2.11.2	Beziehung zwischen Redoxpotential und pH im Boden	310
2.11.3	Eisen	312
2.11.3.1	Natürlich vorkommende Eisenerze	312
2.11.3.2	Herstellung von Roheisen	313
2.11.3.3	Stahlherstellung	313
2.11.3.4	Rosten von Eisen	314
2.11.3.5	Funktionen von Eisen im pflanzlichen und tierischen Stoffwechsel	315
2.11.3.6	Aufnahmeformen von Eisen in Pflanzen	317
2.11.3.7	Abhängigkeit der Fe-Versorgung der Pflanzen	319
2.11.3.8	Fe-Mangelsymptome an Pflanzen	319
2.11.3.9	Anpassungsmechanismen von Pflanzen bei wenig pflanzenverfügbarem Fe	320

2.11.3.10 Lösungsmöglichkeiten für die praktische Landwirtschaft bei Fe-Mangel	321
2.11.3.11 Eisenversorgung der Tiere und Menschen	322
2.11.4 Mangan	324
2.11.4.1 Manganmangel	324
2.11.4.2 Mangantoxizität	325
2.11.4.3 Mangantoleranz	326
2.11.5 Kupfer	327
2.11.6 Zink	329
2.11.7 Cobalt	330
2.11.8 Aluminium	331
2.11.8.1 Aluminiumlöslichkeit	332
2.11.8.2 Aluminiumschäden an Pflanzen	333
2.11.8.3 Aluminiumtoleranz	333
2.11.8.4 Allgemeine Gründe für Aluminiumtoleranz	333
2.11.8.5 Spezielle Gründe für Aluminiumtoleranz	334
2.11.9 Toxische Schwermetalle	338
2.11.10 Selen	
2.11.11 Bor	340
2.11.12 Molybdän	341
2.11.13 Chlor	343
3 Nährstoffaufnahme- und -transportvorgänge in Pflanzen	345
3.1 Bindung der Mineralstoffe im Boden	346
3.2 Wanderung der Nährstoffe zur Wurzel hin	346
3.3 Aufnahme der Mineralstoffe durch die Pflanze aus dem Boden	347
3.4 Verlagerung der Mineralstoffe in die oberirdischen, grünen Pflanzenteile	351
3.5 Verlagerung der Nährstoffe aus den Blättern in die Speicherorgane	352
4 Methoden der Bodenuntersuchung	353
4.1 Probenahme und Vorbehandlung der Bodenproben	353
4.2 Textur	356
4.3 pH	358
4.4 Calciumcarbonat	361
4.5 Salinität	362
4.6 Organische Substanz	364
4.7 Stickstoff	366
4.8 Phosphor	367
4.9 Austauschbare Kationen	372

5 Methoden der Pflanzenuntersuchung	377
5.1 Nährstoffmangel- und Nährstoffüberschuß-Symptome	377
5.2 Pflanzenanalysen	381
Literaturverzeichnis	385
Index	393