

HANDBUCH DER PFLANZENERNÄHRUNG UND DÜNGUNG

BEGRÜNDET VON
KARL SCHARRER UND HANS LINSER

HERAUSGEGEBEN VON
DR. PHIL. HANS LINSER
O. UNIVERSITÄTSPROFESSOR FÜR PFLANZENERNÄHRUNG
DIREKTOR DES INSTITUTS FÜR PFLANZENERNÄHRUNG
DER JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT IN GIESSEN

IN DREI BÄNDEN

DRITTER BAND
DÜNGUNG DER KULTURPFLANZEN
ZWEITE HÄLFTE



1965
SPRINGER-VERLAG
WIEN · NEW YORK

DÜNGUNG DER KULTURPFLANZEN

BEARBEITET VON

N. ATANASIU · W. BADEN · F. BALTIN · L. D. BAVER · A. BLAMAUER
E. v. BOGUSLAWSKI · K. BRÄUNLICH · D. BRÜNING · Y. COÏC
L. FORCHTHAMMER · W. FROHNER · A. FRUHSTORFER · L. GISIGER
M. GÖKGÖL · W. GRUPPE · C. HEINEMANN · W. JAHN-DEESBACH · J. JUNG
E. KLAPP · L. M. KOPETZ · H. KRAUT · P. W. KÜR TEN · H. LINSER
H. LÖCKER · H. LÜDECKE · F. MAPPES · A. v. MÜLLER · W. MÜLLER
K. NEHRING · K.-H. NEUMANN · F. PENNINGSFELD · E. PRIMOST
H. RÜTHER · K. SCHMID · H. SCHRÖDER · W. SCHUSTER · O. SIEGEL
O. STEINECK · R. STEINER · V. TAYŞI · H. WILL · W. WIRTHS · F. ZATTLER

ZWEITE HÄLFTE

MIT 176 ZUM TEIL FARBIGEN ABBILDUNGEN



1965

SPRINGER-VERLAG

WIEN · NEW YORK

ISBN-13: 978-3-7091-8124-9
DOI: 10.1007/978-3-7091-8123-2

e-ISBN-13: 978-3-7091-8123-2

**Alle Rechte,
insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten**

**Ohne schriftliche Genehmigung des Verlages
ist es auch nicht gestattet, dieses Buch oder Teile daraus
auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
oder sonstwie zu vervielfältigen**

© 1965 by Springer-Verlag / Wien
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1965

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften

Titel-Nr. 8349

Inhaltsverzeichnis der zweiten Hälfte

	Seite
IX. Die Düngung im Obstbau. Von Professor Dr. W. GRUPPE	843
A. Allgemeine physiologische Grundlagen	843
a) Unterlagen.....	844
b) Wachstums- und Ertragsverlauf	845
c) Jährlicher Entwicklungszyklus	846
d) Kältebedürfnis und verlängerte Ruheperiode	846
e) Photoperiodizität	847
f) Blütenknospenbildung	847
g) Befruchtung	847
h) Fruchtentwicklung	847
i) Erträge	847
k) Wurzelentwicklung	848
l) Mykorrhiza	849
m) Bodenmüdigkeit	849
Literatur	849
B. Der Wasserbedarf der Obstgehölze	850
a) Bedürftigkeit der Arten.....	850
b) Wirkung herabgesetzter Wasserversorgung	851
c) Der Wasserverbrauch der Obstanlagen	853
Literatur	855
C. Nährstoffaufnahme und Nährstoffentzug bei Obstgehölzen	856
a) Die aufnehmenden Pflanzenteile	856
b) Die zeitliche Aufnahme und Verteilung der Nährstoffe in der Pflanze	857
c) Der Nährstoffentzug	860
Literatur	860
D. Der Ernährungszustand der Obstgehölze	862
a) Blattanalyse	862
b) Die einzelnen Nährstoffe.....	863
1. Stickstoff	863
2. Phosphor	864
3. Kalium	865
4. Magnesium	865
5. Calcium	866
6. Eisen	867
7. Mangan	867
8. Bor	868
9. Zink	868
10. Kupfer	869
11. Molybdän	869
12. Andere schädliche Elemente	869

	Seite
Literatur	869
Blattanalyse 869. — Stickstoff 870. — Phosphor 871. — Kalium 872. — Magnesium 873. — Calcium 873. — Eisen 874. — Mangan 874. — Bor 874. — Zink 875. — Kupfer 875. — Molybdän 876. — Andere schädliche Elemente 876.	
E. Die Bedeutung der Bodenkultursysteme bei der Er- nährung der Obstgehölze	876
a) Der Einfluß auf die Wasserversorgung	878
b) Der Einfluß auf die Nährstoffversorgung	878
Literatur	879
F. Düngungsmethoden	880
a) Oberflächendüngung	880
b) Tiefendüngung	881
c) Blattdüngung	882
d) Stamminjektionen und andere Methoden	884
Literatur	884
G. Düngeprogramme	886
a) Der Apfel	887
b) Die Birne	890
c) Der Pfirsich	890
d) Aprikose, Pflaume und Zwetsche	891
e) Kirsche	891
f) Mandel, Wal- und Haselnuß	891
g) Ribes-Arten	891
h) Rubus-Arten	891
i) Vaccinium-Arten	891
k) Erdbeere	892
Literatur	892
X. Die Düngung im Weinbau. Von Direktor Professor Dr. habil. O. SIEGEL	894
A. Einleitung	894
B. Die Standortansprüche der Rebe	896
C. Allgemeine Probleme der Weinbergsdüngung	897
D. Die Humusdüngung	899
a) Wirkung der Humusdüngung auf Ertrag und Qualität	900
b) Die Quellen der Humusdüngung	901
1. Stallmist, Erdmist und Kompost	901
2. Die Strohdüngung	902
3. Die Gründüngung	902
4. Torfmull oder Düngetorf und andere Torfprodukte	904
5. Stadtmüll und Klärschlamm	904
E. Die Kalkung	905
F. Die Stickstoffdüngung	906
G. Die Phosphatdüngung	908
H. Die Kaliumdüngung	909
J. Die Magnesiumdüngung	911
K. Die Bordüngung	912
L. Die Düngung mit weiteren Mikronährstoffen	913
Literatur	915

	Seite
XI. Die Düngung im Blumen- und Zierpflanzenbau. Von Dr. F. PENNINGSFELD und Diplomgärtnerin LISELOTTE FORCHTHAMMER	917
A. Einführung	917
B. Allgemeiner Teil	918
a) Voraussetzungen richtiger Düngung	918
b) Grundlagen sachgemäßer Düngung	919
c) Durchführung der Düngung	922
d) Auswirkung der Dünger	922
C. Spezieller Teil	923
a) Düngung der Topfpflanzen	923
b) Düngung der Schnittblumen	935
c) Düngung der Sommerblumen	948
d) Düngung der Stauden	951
e) Düngung der Ziergehölze	952
f) Düngung des Rasens	956
D. Zusammenfassung (Übersichten)	957
a) Reaktionsansprüche	957
b) Nährstoffmangelsymptome an Zierpflanzen	959
Stickstoffmangel (Schädigungen vorwiegend an älteren Blättern)	959
Phosphorsäuremangel (Schädigungen vorwiegend an älteren Blättern)	960
Kaliummangel (Schädigungen vorwiegend an älteren Blättern)	961
Magnesiummangel (Schädigung vorwiegend an älteren Blättern)	962
Zinkmangel (Schädigungen vorwiegend an alten Blättern) ...	962
Molybdänmangel (Schädigungen vorwiegend an älteren Blättern)	962
Eisenmangel (Schädigungen vorwiegend an jungen Blättern)..	963
Manganmangel (Schädigungen vorwiegend an jungen Blättern)	963
Schwefelmangel (Schädigungen vorwiegend an jungen Blättern)	964
Kupfermangel (Schädigungen vorwiegend an jungen Blättern)	964
Kalkmangel (Schädigungen vorwiegend an jungen Blättern)...	964
Bormangel (Schädigungen vorwiegend an jungen Blättern)...	965
Allgemeiner Nährstoffmangel	965
c) Überdüngungssymptome an Zierpflanzen	966
d) Richtwerte für die Beurteilung von Bodenuntersuchungsergebnissen	973
e) Nährstoffgehalte bei variierter Ernährung	973
E. Schlußwort	974
Literatur	974
XII. Die Düngung der Forstpflanzen. Von Dr. J. JUNG	986
A. Der Nährstoffentzug von Forstpflanzen	987
a) Nährstoffentzug von Jungpflanzen in Erziehungsstätten....	987
b) Nährstoffentzug von Waldbeständen und zeitlicher Verlauf der Nährstoffaufnahme	987
B. Die Beurteilung der Nährstoffversorgung bei Forstpflanzen.....	992
a) Bodenuntersuchung	992
b) Blatt- bzw. Nadelanalyse	995
c) Nährstoffmangelsymptome	996
d) Gefäß- und Freilandversuch	999
C. Die Düngung in Pflanzenerziehungsstätten	999
a) Düngung mit organischem Material	1000
b) Mineraldüngung	1001

	Seite
1. Kalk	1001
2. Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Magnesium	1002
D. Die Düngung von Waldbeständen	1003
a) Die Düngung der Kulturen	1004
1. Düngung mit organischem Material	1004
2. Mineraldüngung	1006
b) Die Düngung des Stangen- und Baumholzes	1008
c) Düngung der Pappel	1011
E. Die Rohhumusmelioration	1014
F. Die Technik der Düngerausbringung im Wald	1016
G. Einfluß der Düngung auf die Fruktifikation der Wald- bäume	1017
Literatur	1018
XIII. Die Düngung von Sonderkulturen	1022
A. Die Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Von Dr. H. SCHRÖDER	1022
a) Einleitung	1022
b) Pflanzen, die Alkaloide als Hauptwirkstoffe enthalten	1024
1. Die Tollkirsche (<i>Atropa bella-donna</i> L., <i>Solanaceae</i>)	1024
2. Der Gewürzpaprika (<i>Capsium annuum</i> L., <i>Solanaceae</i>)	1026
3. Der Stechapfel (<i>Datura stramonium</i> L., <i>Solanaceae</i>)	1028
4. Das Schwarze Bilsenkraut (<i>Hyoscyamus niger</i> L., <i>Solanaceae</i>)	1030
5. Hinweise auf weitere Alkaloidpflanzen	1032
c) Pflanzen, die ätherische Öle als Hauptwirkstoffe enthalten	1034
1. Der Kümmel (<i>Carum carvi</i> L., <i>Umbelliferae</i>)	1034
2. Der Koriander (<i>Coriandrum sativum</i> L., <i>Umbelliferae</i>)	1037
3. Der Fenchel (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill., <i>Umbelliferae</i>)	1039
4. Der Majoran (<i>Majorana hortensis</i> Moench, <i>Labiatae</i>)	1040
5. Die Pfefferminze (<i>Mentha piperita</i> L., <i>Labiatae</i>)	1045
6. Der Gartensalbei (<i>Salvia officinalis</i> L., <i>Labiatae</i>)	1051
7. Weitere Arten aus der Familie der Labiaten	1053
8. Der Baldrian (<i>Valeriana officinalis</i> L., <i>Valerianaceae</i>)	1054
9. Die Echte Kamille (<i>Matricaria chamomilla</i> L., <i>Compositae</i>)	1056
d) Pflanzen mit anderen Hauptwirkstoffen	1058
e) Schlußbetrachtung	1059
Literatur	1060
B. Weitere Sonderkulturen	1065
a) Tabak (<i>Nicotiana tabacum</i> , <i>N. rustica</i>). Von Professor Dr. H. LINSER und Professor Dr. K. SCHMID	1065
1. Ansprüche an Boden und Klima	1065
2. Entwicklung und zeitlicher Wachstumsverlauf	1068
3. Zeitpunkt des Anbaues und charakteristische Wachstums- stadien sowie Erntedaten in verschiedenen Ländern	1074
4. Nährstoffaufnahme in Abhängigkeit vom Wachstumsverlauf	1075
A. Verlauf der Nährstoffaufnahme der ganzen Pflanze	1075
B. Verlauf der Nährstoffaufnahme in die Blätter	1075
C. Nährstoffaufnahme und Trockensubstanzbildung	1075
5. Nährstoffrückwanderung, Nährstoffgehalt und Nährstoff- entzug	1076
A. Umfang und Bedeutung der Nährstoffrückwanderung	1076
B. Nährstoffgehalt und Entzug	1076
6. Ausnutzungsgrad der Düngung, Höhe der Düngung und Nährstoffverhältnis	1077
7. Die Bedeutung der einzelnen Nährstoffe und die Nährstoff- mangelerscheinungen	1077

	Seite
A. Stickstoff	1077
B. Phosphor	1077
C. Schwefel	1081
D. Kalium	1081
E. Kalzium	1081
F. Magnesium	1082
G. Eisen	1082
H. Spurenelemente	1082
8. Die Durchführung der Düngung	1084
A. Wirtschaftseigene Düngemittel	1085
B. Handelsdüngemittel	1085
C. Normen	1085
D. Wirtschaftlichkeit	1088
9. Einfluß der Düngung auf Klimaschäden und Krankheiten des Tabaks	1088
10. Die Düngung im Zusammenhang mit Ertrag und Qualität	1089
Literatur	1094
b) Hopfen (<i>Humulus lupulus L.</i>). Von Professor Dr. F. ZATTLER	1097
1. Ansprüche an Boden und Klima	1097
A. Bodenansprüche	1097
B. Klimaansprüche	1097
Wasserbedarf und Wasserhaushalt des Hopfens 1098. — Ansprüche an Lichtperiodik 1099.	
2. Entwicklung und zeitlicher Wachstumsverlauf	1099
3. Zeitpunkte des Anbaues und charakteristische Wachstums- stadien sowie Erntedaten in verschiedenen Ländern	1100
4. Nährstoffaufnahme in Abhängigkeit vom Wachstumsverlauf	1101
A. Verlauf der Nährstoffaufnahme der ganzen Hopfenpflanze	1101
B. Nährstoffaufnahme der Hopfenblätter	1103
C. Nährstoffaufnahme und Trockensubstanzbildung	1103
5. Nährstoffrückwanderung, Nährstoffgehalt und Nährstoff- entzug	1105
A. Umfang und praktische Bedeutung der Nährstoff- rückwanderung	1105
B. Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug	1106
Nährstoffgehalt 1106. — Nährstoffentzug 1108.	
6. Ausnutzungsgrad der Düngung durch den Hopfen, Höhe der Düngung und Nährstoffverhältnis	1109
7. Bedeutung der einzelnen Nährstoffe für die Hopfenpflanze	1109
A. Stickstoff	1109
Stickstoffmangel 1109. — Stickstoffüberschuß 1110. — Normen für die Höhe der Stickstoffdüngung 1110.	
B. Phosphorsäure	1110
Phosphorsäuremangel 1110. — Phosphorsäureüberschuß 1111. — Normen für die Höhe der Phosphorsäure- düngung 1111.	
C. Kali	1112
Kalimangel 1112. — Kaliüberschuß 1112. — Normen für die Höhe der Kalidüngung 1112.	
D. Kalk	1113
Kalkmangel 1113. — Kalküberschuß 1113. — Einfluß der Kalkdüngung bzw. kalkreicher Böden auf die Auf- nahme von Kali 1113.	
E. Magnesium	1114
F. Spurenelemente	1115
Bor 1115. — Jod 1115. — Kupfer 1116. — Mangan 1116. — Zink 1116. — Molybdän 1116. — Nickel 1116.	
8. Durchführung der Düngung im Hopfenbau	1117
A. Wirtschaftseigene Dünger	1117
Stallmist 1117. — Kompost 1118.	
B. Handelsdüngemittel	1118
Einzelnährstoffdünger 1118. — Volldünger (Misch- und Mehrstoffdünger) 1121. — Organische Düngemittel 1121. — Humusdünger 1121.	

	Seite
C. Normen über die Höhe der Düngung	1122
D. Wirtschaftlichkeit der Hopfendüngung	1123
9. Einfluß der Düngung auf Schäden und Krankheiten des Hopfens	1123
A. Mißbildungen, physiologische Krankheiten und Schäden	1123
B. Parasitäre Krankheiten	1123
Peronosporakrankheit durch <i>Pseudoperonospora (Myiabe u. Takah.) Wils.</i> 1123. — Welkekrankheit durch <i>Verticillium alboctrum Reinke u. Berth.</i> 1124. — Kräuselkrankheit durch Virusbefall 1125.	
10. Düngung im Zusammenhang mit Ertrag und Qualität	1125
A. Düngung und Ertrag	1125
B. Düngung und Qualität	1126
Qualitätsanforderungen 1126. — Untersuchungen über den Einfluß der Düngung auf den Bitterstoffgehalt 1126.	
Literatur	1130
C. Subtropische und tropische Kulturpflanzen	1133
a) Kaffee (<i>Coffea arabica L.</i>). Von Dr. C. HEINEMANN	1133
1. Heimat und Verbreitung	1133
2. Entwicklung und zeitlicher Wachstumsverlauf	1136
3. Klima und Boden	1140
4. Durchschnittliche Erträge und Nährstoffentzugszahlen	1145
5. Düngungsmethoden	1149
6. Düngung und Ertrag	1153
7. Düngung und Qualität	1161
Literatur	1163
b) Kakao (<i>Theobroma cacao</i>). Von Dr. C. HEINEMANN	1164
1. Heimat und Verbreitung	1164
2. Entwicklung und zeitlicher Wachstumsverlauf	1167
3. Klima und Boden	1170
4. Durchschnittliche Erträge und Nährstoffentzugszahlen	1173
5. Düngungsmethoden	1176
6. Düngung und Ertrag	1179
7. Düngung und Qualität	1185
Literatur	1186
c) Tee (<i>Camellia spec.</i>). Von Dr. C. HEINEMANN	1187
1. Heimat und Verbreitung	1187
2. Entwicklung und zeitlicher Wachstumsverlauf	1189
3. Klima und Boden	1192
4. Durchschnittliche Erträge und Nährstoffentzugszahlen	1195
5. Düngungsmethoden	1201
6. Düngung und Ertrag	1207
7. Düngung und Qualität	1216
Literatur	1217
d) Citrus. Von Dr. K.-H. NEUMANN	1218
1. Einleitung	1218
2. Die Bodenansprüche der Citrusbäume	1219
3. Die Bedeutung der einzelnen Nährstoffe	1220
Stickstoff 1220. — Phosphor 1221. — Kali 1221. — Magnesium 1222. — Schwefel 1222. — Kupfer 1223. — Zink 1224. — Mangan 1224. — Molybdän 1225. — Bor 1225. — Eisen 1226.	
4. Die Durchführung der Düngung	1226
Literatur	1229
e) Ananas (<i>Ananas sativus</i>). Von Professor Dr. N. ATANASIU	1231
1. Allgemeines	1231
2. Ökologische Bedingungen für den Ananasanbau	1231
A. Temperatur	1232
B. Feuchte	1232
C. Licht	1233

	Seite
D. Boden	1233
3. Entwicklung und Wachstum der Ananaspflanze	1233
4. Wasser- und Nährstoffaufnahme	1236
A. Wasseraufnahme	1236
B. Nährstoffaufnahme	1237
5. Düngung	1239
A. Organische Düngung, Mulchung, Bodenbedeckung	1240
B. Mineralische Düngung	1241
C. Die praktische Durchführung der Düngung	1245
6. Besondere Behandlungen	1248
A. Hormonbehandlung	1248
B. Bodenbegasung	1249
Literatur	1249
f) Banane (<i>Musa sapientum L.</i>). Von Dr. K.-H. NEUMANN	1250
1. Allgemeines	1250
2. Makronährstoffe	1251
3. Mikronährstoffe	1255
4. Entwicklungsverlauf und Düngung	1256
5. Ausbringung der Düngung	1257
Literatur	1258
XIV. Düngung, Qualität und Futterwert. Von Professor Dr. Dr. h. c.	
K. NEHRING	1260
A. Einleitung	1260
B. Der Einfluß der N-Düngung	1266
a) Einfluß der N-Düngung bei jungen, grünen Pflanzen	1266
b) Einfluß der N-Düngung auf Getreide und Körnerfrüchte	1269
c) Einfluß der N-Düngung auf Inhaltsstoffe der Pflanzen	1278
C. Der Einfluß der Phosphorsäuredüngung	1289
D. Der Einfluß der Kalidüngung	1306
E. Der Einfluß der Magnesiadüngung	1320
F. Der Einfluß des Reaktions- und Kalkzustandes	1326
G. Einfluß einer Gesamtdüngung auf Zusammensetzung und Qualität der Ernteprodukte	1332
H. Der Einfluß der Spurenelemente	1342
a) Bor	1342
b) Mangan	1344
c) Kupfer	1344
d) Cobalt	1345
e) Molybdän	1347
f) Selen	1347
J. Schlußbetrachtung	1349
Literatur	1350
XV. Die Bedeutung der Düngung für die menschliche Ernährung. Von Professor Dr. H. KRAUT und Priv.-Doz. Dr. W. WIRTHS	1355
A. Die Vermehrung der Nahrungsmittelproduktion durch verbesserte Düngung	1355
a) Bevölkerungswachstum und Bodenproduktion	1355
b) Die Veränderung der Ernährungsweise im Zeitalter der Industrialisierung	1359
B. Der Einfluß der Düngung auf die Qualität der Nahrungsmittel	1361

	Seite
a) Die Bedeutung der Düngung für die Nährstoffversorgung	1361
b) Einfluß der Düngung auf den Gehalt von Nahrungs- und Futtermitteln an den einzelnen Nährstoffen	1364
1. Getreide	1364
A. Eiweiß	1364
B. Mineralstoffe	1366
C. Vitamine	1367
2. Hackfrüchte	1367
A. Eiweiß	1367
B. Kohlenhydrate	1368
C. Vitamine	1368
3. Gemüse und Obst	1369
A. Eiweiß	1369
B. Mineralstoffe	1369
C. Vitamine	1369
4. Ölfrüchte	1372
A. Fett	1372
B. Weitere Inhaltsstoffe	1372
5. Futterpflanzen	1372
A. Eiweiß	1372
B. Kohlenhydrate	1373
C. Mineralstoffe	1373
D. Spurenelemente	1374
E. Vitamine	1375
Literatur	1375
XVI. Die Wirkung der Mineraldüngung auf die Nachkommenschaft der Pflanzen. Von Dozent Dipl.-Ing. Dr. EDITH PRIMOST	1380
Literatur	1388
XVII. Die Rentabilität und wirtschaftliche Bedeutung der Düngung. Von Professor Dr. H. LINSER	1390
A. Allgemeines	1390
B. Die Rentabilität der Düngung	1391
a) Allgemeine Grundlagen der Rentabilitätsberechnung	1391
1. Die kg-Nährstoff-Leistung	1394
2. Die Rentabilitätsgrenzen	1395
3. Die Maximalertragsgabe	1396
4. Die Maximalertragsgabe	1397
5. Die Maximalverzinsungsgabe	1397
b) Rentabilitätsberechnung	1399
c) Preise von Düngemitteln und landwirtschaftlichen Produkten	1405
d) Die Rentabilität spezieller Düngungsverfahren	1408
1. Stadiendüngung	1408
2. Langsamwirkende Düngemittel	1411
3. Humusdüngemittel	1413
4. Forstdüngung	1415
C. Die wirtschaftliche Bedeutung der Düngung	1417
a) Die betriebswirtschaftliche Bedeutung der Düngung	1417
1. Allgemeines	1417
2. Die Stellung des Aufwandes für Düngemittel in der landwirtschaftlichen Kostenrechnung	1423
3. Handelsdüngemittel und wirtschaftseigene Düngemittel	1425
4. Düngerverbrauch und Erträge	1427
b) Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Düngung	1428
1. Nahrungsmittelversorgung der Länder aus eigener agrarischer Produktion	1428
2. Die Erhaltung der Fruchtbarkeit der Böden	1429

	Seite
3. Verbesserung der Ertragsfähigkeit von Böden und die Umwandlung von Naturböden in Kulturböden	1430
4. Die Erhaltung der günstigen Ertragslage landwirtschaftlicher Betriebe und des Lebensstandards der landwirtschaftlichen Bevölkerung	1431
c) Die Bedeutung der Düngung für die Welternährung	1432
1. Möglichkeiten der synthetischen Herstellung von Nahrungsmitteln	1432
2. Möglichkeiten der Ausweitung des Weltbestandes an landwirtschaftlichen Kulturflächen	1434
3. Ansteigen der Weltbevölkerung	1436
4. Das Problem der Ernährung der Weltbevölkerung	1438
Literatur	1442
XVIII. Die Kalkung und Düngung von Moor und Anmoor. Von Professor Dr. W. BADEN	1445
A. Begriffsbestimmung	1445
B. Moor und Anmoor als Pflanzenstandort	1446
a) Zu ihrer Genese	1446
1. Oligotrophe, mesotrophe und eutrophe Bildungen	1447
2. Moortypen und Moorkulturtypen im gewachsenen Profil ...	1448
3. Anthropogene Moorkulturtypen	1449
b) Stratigraphie, Struktur- und Texturverhältnisse	1452
1. Die Vielgestalt der Moor- und Moorkulturtypen und ihre Systematik	1452
2. Struktureller Aufbau und seine Kennzeichnung	1453
3. Einwirkung auf die Strukturstabilität (Bodendynamik) ...	1455
c) Einige für ihre Nährstoffdynamik bemerkenswerte Eigentümlichkeiten von Moor und Anmoor	1457
1. Organische und mineralische Bodenkomponente	1457
2. Verhalten zu Wasser und Luft	1457
A. Wasser- und Luftkapazität	1457
B. Luft- und Wasserbewegung, Nährstoffdynamik und Nährstofftransport	1459
C. Welkebereich	1461
d) Moor und Anmoor als Träger von Nährstoffen	1462
1. Natürlicher Nährstoffgehalt	1463
A. Hauptnährstoffe	1463
B. Spurennährstoffe	1470
2. Bindungsarten, Bindungsvermögen und seine Bestimmung ..	1474
e) Boden- und Nährstoffdynamik	1478
1. Chemisch-physikalische (kolloide) Kräfte	1479
2. Biologische Vorgänge und Wandlungen	1479
f) Wechselwirkung zwischen Kalkung, Düngung und Boden	1482
1. Lösungsverhältnisse und Umsetzungsvorgänge im Boden (Bodensäure, Ionenaustausch)	1482
2. Einfluß von Kalk- und Düngemitteln auf Bodenlebewelt und biologische Abläufe	1483
3. Bodenprofil, Bodenstruktur, Unterbringungs- und Bewurzelungstiefe	1486
C. Der Kalk- und Düngebedarf und seine Regelung auf Moor und Anmoor	1487
a) Methodische Besonderheiten bei der Bodenuntersuchung	1487
1. Volumenmäßige Denkweise und Ermittlung	1487
2. Entnahme und Versand von Moorbodenproben	1488
3. Untersuchungen im trockenen oder frischen Zustand?	1491
4. Ermittlung der gesamten oder pflanzenlöslichen Nährstoffe?	1492

	Seite
5. Bestimmung des Kalkbedarfs — Aufkalkungs-pH-Werte...	1493
6. Ermittlung pflanzenschädlicher Stoffe	1494
b) Die Bedeutung von wirtschaftseigenen und Handelsdüngemitteln	1494
1. Regelung des Kalk- und Säurezustandes	1495
2. Organische Düngung	1496
3. Kaliphosphatdüngung	1497
4. Stickstoffdüngung	1497
5. Andere Haupt- und Spurennährstoffe (Spurenelemente)...	1500
6. Die zweckmäßigste Form der Handelsdüngemittel	1507
c) Auswirkung auf die Güte der Produkte von Moor und Anmoor	1508
d) Düngeberatung und Düngerempfehlung	1508
e) Zur Rentabilität der Düngung auf Moor und Anmoor.....	1512
Literatur	1512
XIX. Die Düngung der Teiche. Von Diplomlandwirt Dr. D. BRÜNING und Dr. W. MÜLLER	1517
A. Allgemeines	1517
B. Organische Düngung.....	1519
a) Autochthones Material	1519
1. Wechselwirtschaft und Gründüngung	1519
2. Wasserpflanzen.....	1521
b) Allochthones Material	1521
1. Stalldung, Jauche und Fäkalien	1521
2. Abwasserfischeiche	1522
3. Indirekte Futterwirkung	1523
c) Tierhaltung auf Teichen	1523
C. Mineralische Düngung	1524
a) Stickstoff	1524
b) Phosphor	1526
c) Kalium	1530
d) Kalzium	1533
e) Spurenelemente	1534
D. Technik der Teichdüngung	1535
Literatur	1537
XX. Düngungsplan und Fruchtfolge. Von Professor Dr. E. VON BOGUSLAWSKI	1540
A. Fruchtfolge und Düngung als Ertragsfaktoren	1540
B. Entwicklungslinien und Grundsätze der Fruchtfolgen und ihre Beziehungen zur Düngung	1541
C. Fruchtfolge und organische Düngung in Form von Stallmist.....	1546
D. Fruchtfolge und organische Düngung in Form von Gründüngung	1550
E. Mineraldüngung und Fruchtfolge unter gleichzeitiger Berücksichti- gung der organischen Düngung	1557
Literatur	1567
XXI. Der derzeitige Stand und die potentielle Kapazität der Düngemittel- verwendung in den verschiedenen Ländern der Erde. Von Dipl.-Ing. A. BLAMAUER und Dipl.-Ing. R. STEINER	1569
A. Die Weltbevölkerung und die landwirtschaftlich ge- nutzte Fläche.....	1569
B. Die der Welt zur Verfügung stehenden Mengen an den wichtigsten Pflanzennährstoffen (P, K, N).....	1571
a) Die Phosphatvorkommen der Welt	1571

	Seite
b) Die Kalivorräte und die Kalierzeugung der Welt	1575
c) Die Stickstofferzeugung der Welt	1576
C. Faktoren, die den Handelsdüngerverbrauch beeinflussen	1577
D. Düngemittelverbrauch der Welt	1582
a) Europa	1584
b) Asien	1588
1. Naher Osten	1589
2. Mittel- und Südostasien	1590
3. Ostasien	1593
c) Afrika	1595
1. Afrika nördlich der Sahara	1596
2. Afrika südlich der Sahara	1597
d) Südamerika	1600
e) Nord- und Zentralamerika	1601
f) Ozeanien	1604
E. Potentieller Nährstoffverbrauch der Welt	1605
Literatur	1610
Anhang: Tabellen über Zusammensetzung, Eigenschaften, Erzeugung und Verbrauch von Düngemitteln. Von Dr.-Ing. H. LÖCKER	1611
a) Einleitung	1611
b) Erzeugungs- und Verbrauchszahlen der Kontinente 1961/62, auf- gegliedert nach Ländern	1612
1. Stickstoffdünger	1612
2. Phosphatdünger	1614
3. Kalidünger	1616
c) Verzeichnis der wichtigsten Einzeldünger der Welt	1618
1. Stickstoffdünger	1618
2. Phosphatdünger	1620
3. Kalidünger	1622
d) Verzeichnis der wichtigsten Mehrnährstoffdünger Deutschlands und der USA, aufgliedert nach Erzeugerfirmen	1622
1. Deutsche Mehrnährstoffdünger	1623
A. Zweinährstoffdünger	1623
B. Volldünger (N-P-K-Dünger)	1624
2. Amerikanische Mehrnährstoffdünger	1626
A. Tabelle des Mehrnährstoffdüngemittel-Verbrauches in den USA, aufgliedert nach Sorten mit über 10000 t Jahres- verbrauch 1958/59	1627
B. Amerikanische Zweinährstoffdünger	1629
3. Mehrnährstoffdünger mit hohen Prozentsätzen an Humus- stoffen	1634
e) Düngererzeugungs- und -verbrauchszahlen der bekanntesten Agrar- länder	1636
1. Europäische Länder	1637
A. Belgien	1637
B. Dänemark	1639
C. Bundesrepublik Deutschland (Westdeutschland)	1640
D. England	1641
E. Finnland	1643
F. Frankreich	1645
G. Griechenland	1648
H. Irland	1649
I. Island	1650
K. Italien	1650
L. Luxemburg	1652
M. Niederlande	1653

	Seite
N. Norwegen	1655
O. Österreich	1656
P. Portugal	1657
Q. Schweden	1658
R. Schweiz	1659
S. Spanien	1661
T. Europäische Volkdemokratien	1662
2. Nordamerika und Mittelamerika	1663
A. Kanada	1664
B. Mexiko	1664
C. Vereinigte Staaten von Amerika (USA)	1665
3. Südamerika	1669
A. Übersicht	1669
B. Einzelangaben	1670
4. Asien	1671
A. Übersicht	1671
B. Einzelangaben	1672
5. Afrika	1674
A. Übersicht	1674
B. Einzelangaben	1675
6. Ozeanien	1676
A. Übersicht	1676
B. Einzelangaben	1677
Namenverzeichnis — Author Index	1678
Sachverzeichnis (Deutsch — Englisch)	1718
Subject Index (English — German)	1818

Mitarbeiter von Band III

- ATANASIU, Professor Dr. N., Leiter der Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung des Instituts für Landwirtschaft, Veterinärmedizin und Ernährung in den Tropen und Subtropen der Justus-Liebig-Universität, Schottstraße 2—4, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- BADEN, Professor Dr. W., Direktor der Staatlichen Moor-Versuchsstation, Friedrich-Mißler-Straße 46—48, *Bremen-Horn*, Bundesrepublik Deutschland.
- BALTIN, Professor Dr.-Ing. Dr. agr. habil. F., Leo-Sachse-Straße 25, *Jena*, DDR.
- BAVER, Dr. L. D., Director of the Experiment Station of the Hawaiian Sugar Planters' Association, *Honolulu* 14, Hawaii, U. S. A.
- BLAMAUER †, Dipl.-Ing. A., Österreichische Stickstoffwerke A. G., St. Peter 224, *Linz*, Österreich.
- BOGUSLAWSKI, Professor Dr. E. v., Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität, Ludwigstraße 23, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- BRÄUNLICH, Diplolandwirt Dr. K., Baslerstraße 31, *Binningen-Basel*, Schweiz.
- BRÜNING, Diplolandwirt Dr. D., Seestraße 8, *Stendal*, DDR.
- COÏC, Professeur Dr. Y., Directeur de la Station Centrale de Physiologie Végétale, Etoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, *Versailles* (Seine-et-Oise), France.
- FORCHTHAMMER, Diplomgärtnerin LISELOTTE, Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung, Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, *Weihenstephan*, Post Freising bei München, Bundesrepublik Deutschland.
- FRUHNER, Ing. W., Langholzfeld 123, *Pasching*, O. Ö., Österreich.
- FRUHSTORFER, Professor Dr. A., *Weißensee-Oberried* über Füssen/Allgäu, Bundesrepublik Deutschland.
- GISIGER, Direktor Dr. L., Eidgenössische Agrikulturchemische Versuchsanstalt, *Liebefeld-Bern*, Schweiz.
- GÖKGÖL, Dr. M., Kabataş, Gence Apartmani 2, *Istanbul*, Türkei.
- GRUPPE, Professor Dr. W., Direktor des Instituts für Obstbau der Justus-Liebig-Universität, Ludwigstraße 37 II, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- HEINEMANN, Dr. C., Ruhr-Stickstoff A. G., Ruperti-Haus, Königsallee 21, *Bochum*, Bundesrepublik Deutschland.
- JAHN-DEESBACH, Dozent Dr. W., Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität, Ludwigstraße 23, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- JUNG, Dr. J., Parkstraße 10, *Limburgerhof/Pfalz*, Bundesrepublik Deutschland.
- KLAPP, Professor Dr. Dr. h. c. E., em. Direktor des Instituts für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Kiefernweg 16, *Bonn*, Bundesrepublik Deutschland.
- KOFETZ, Professor Dr. L. M., Vorstand des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Hochschule für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, *Wien XVIII*, Österreich.
- KRAUT, Professor Dr. H., Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie, Rheinlanddamm 201, *Dortmund*, Bundesrepublik Deutschland.
- KÜR TEN, Dr. P. W., Ruhr-Stickstoff A. G., Landwirtschaftliche Forschung „Hanninghof“, Hanninghof 35, *Dülmen in Westfalen*, Bundesrepublik Deutschland.
- LINSER, Professor Dr. H., Direktor des Instituts für Pflanzenernährung der Justus-Liebig-Universität, Braugasse 7, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- LÖCKER, Dr.-Ing. H., Carl-Bosch-Weg 3, *Linz*, Österreich.

- LÜDECKE, Professor Dr. H., Direktor des Instituts für Zuckerrübenforschung, Holtenser Landstraße 77, *Göttingen*, Bundesrepublik Deutschland.
- MAPPES, Direktor F., Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, *Weihenstephan*, Post Freising bei München, Bundesrepublik Deutschland.
- MÜLLER, Dr. A. v., Institut für Zuckerrübenforschung, Holtenser Landstraße 77, *Göttingen*, Bundesrepublik Deutschland.
- MÜLLER, Dr. W., Leiter der Zweigstelle für Karpfenteichwirtschaft Königswartha des Instituts für Binnenfischerei der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, *Königswartha* (Kreis Bautzen), DDR.
- NEHRING, Professor Dr. Dr. h. c. K., Direktor des Instituts für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen, Graf-Lippe-Straße 1, *Rostock*, DDR.
- NEUMANN, Dr. K.-H., Institut für Pflanzenernährung der Justus-Liebig-Universität, Braugasse 7, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- PENNINGSFELD, Dr. F., Leiter des Instituts für Bodenkunde und Pflanzenernährung, Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, *Weihenstephan*, Post Freising bei München, Bundesrepublik Deutschland.
- PRIMOST, Dozent Dipl.-Ing. Dr. EDITH, Österreichische Stickstoffwerke A. G., Biologische Forschungsabteilung, Haag 19, *Linz*, Österreich.
- RÜTHER, Professor Dr. habil. H., Direktor des Instituts für Saatgut und Ackerbau Halle-Lauchstädt, *Bad Lauchstädt* (Kreis Merseburg), DDR.
- SCHMID, Professor Dr. K., Bundesanstalt für Tabakforschung, *Forchheim über Karlsruhe*, Baden, Bundesrepublik Deutschland.
- SCHRÖDER, Dr. H., Institut für Gartenbau der Hochschule für Landwirtschaft, Mitschurinstraße, *Bernburg/Saale*, DDR.
- SCHUSTER, Priv.-Doz. Dr. W., Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität, Ludwigstraße 23, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- SIEGEL, Direktor Professor Dr. habil. O., Leiter der Pfälzischen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Obere Langgasse 40, *Speyer am Rhein*, Bundesrepublik Deutschland.
- STEINECK, Professor Dipl.-Ing. Dr. O., Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Hochschule für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, *Wien XVIII*, Österreich.
- STEINER, Dipl.-Ing. R., Österreichische Stickstoffwerke A. G., Landwirtschaftliche Abteilung, St. Peter 224, *Linz*, Österreich.
- TAYSI, Professor Dr. V., Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung des Instituts für Landwirtschaft, Veterinärmedizin und Ernährung in den Tropen und Subtropen der Justus-Liebig-Universität, Schottstraße 2—4, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- WILL, Dr. HANNELORE, Badische Anilin- & Soda-Fabrik A. G., Landwirtschaftliche Abteilung, Postfach 22, *Limburgerhof/Pfalz*, Bundesrepublik Deutschland.
- WIRTHS, Priv.-Doz. Dr. W., Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie, Rheinlanddamm 201, *Dortmund*, Bundesrepublik Deutschland.
- ZATTLER, Professor Dr. F., Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Menzingerstraße 54, *München*, Bundesrepublik Deutschland.

IX. Die Düngung im Obstbau

Von

W. Gruppe

A. Allgemeine physiologische Grundlagen

In diesem Abschnitt werden laubabwerfende Obstgehölze berücksichtigt, die vorwiegend in den gemäßigten Klimagebieten der nördlichen und südlichen Halbkugel kultiviert werden. Bei diesen Obstarten handelt es sich um Bäume, Sträucher und Halbsträucher; die Erdbeere ist eine Staude. Folgende wichtige Arten werden angebaut:

Baumobst

- Kernobst:** Apfel (*Pirus malus*)
Birne (*Pirus communis*)
Quitte (*Cydonia oblonga*)
- Steinobst:** Pfirsich (*Prunus persica*)
Pflaume (*Prunus domestica*)
Aprikose (*Prunus armeniaca*)
Süßkirsche (*Prunus avium*)
Sauerkirsche (*Prunus cerasus*)
- Schalenobst:** Walnuß (Juglans-Arten)
Haselnuß (*Corylus avellana*) (= Strauch)
Mandel (*Prunus amygdalus*)¹
- Beerenobst²**
- Rubus-Arten:** Himbeeren, Brombeeren, Logan-, Boysen-Beeren und andere Hybriden
- Ribes-Arten:** Rot- und weißfrüchtige Stachel- und Johannisbeeren, schwarze Johannisbeeren
- Vaccinium-Arten:** Verschiedene Kulturheidelbeeren, Cranbeeren u. a.
- Fragaria-Arten:** Verschiedene Gartenerdbeeren

Entsprechend der wirtschaftlichen Bedeutung wurden Fragen der Pflanzenernährung und Düngung besonders intensiv beim Apfel und Pfirsich untersucht. In der von CHILDERS (1954) herausgegebenen Monographie „Mineral nutrition of fruit trees“ werden von verschiedenen Autoren die einzelnen Obstarten erschöpfend behandelt. Einen neueren Überblick geben REUTHER, EMBLETON und JONES (1958). Die sehr zahlreichen Einzelveröffentlichungen auf diesem Gebiet werden in den „Horticultural Abstracts“ mit großer Genauigkeit und

¹ Mandeln zählen botanisch zu den Steinobstarten, ihrer Nutzung nach werden sie obstbaulich zum Schalenobst gerechnet.

² Die Vitis-Arten werden im Abschnitt X behandelt.

Schnelligkeit besprochen, so daß ganz besonders auf dieses vierteljährlich erscheinende Referatendaran verwiesen werden soll.

Die hier gegebene Darstellung erhebt bei der Fülle der erschienenen Untersuchungs- und Versuchsergebnisse nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern kann nur einen Überblick über die zum Teil sehr verwickelten und in den einzelnen Anbaugebieten unterschiedlichen Probleme der Pflanzenernährung und Düngung bei Obstgehölzen geben.

Die *Ansprüche* der Obstarten an *Klima, Boden, Wasser* und *Nährstoffversorgung* sind außerordentlich verschieden. In Gebieten, in denen die klimatischen Bedingungen für den Anbau einer Art günstig sind, wird häufig die Düngung als wichtigster Faktor angesehen, um Wachstum und Ertrag zu steigern. In sehr vielen Fällen begrenzt jedoch die Wasserversorgung einen wirtschaftlichen Anbau. Durch Bewässerung relativ trockener Gebiete konnten sich hochproduktive Obstindustrien entwickeln, z. B. im Westen der USA, in Australien, Argentinien und in verschiedenen Mittelmeerländern. Daneben sind die physikalischen Bodenbedingungen von außerordentlicher Bedeutung für die Langlebigkeit und Ertragsleistung der Bäume über längere Zeiträume hinweg.

Die Größe, der perennierende Charakter, das physiologische Verhalten, die Individualität und Variabilität der Einzelpflanzen, die erheblichen Arten- und Sortenunterschiede und die kumulativen Wirkungen der verschiedenen Kulturmaßnahmen verlangen speziell angepaßte Untersuchungsmethoden und Versuchsanstellungen. Die gewonnenen Ergebnisse sind sehr stark von Witterungsbedingungen und Baumzustand abhängig, so daß nur langjährige Werte als sicher zu bezeichnen sind.

a) Unterlagen

Die Kultursorten der *Baumobst*arten sind auf Wurzelunterlagen veredelt, die aus Samen bestimmter Sorten (*Sämlings*-Unterlagen) oder als Abrisse oder Steckholz von Mutterpflanzen (*Klon*-Unterlagen) gewonnen werden. Zwischen Unterlage und Edelsorte (zum Teil unter Einschaltung einer „Zwischenveredlung“) bestehen zahlreiche Wechselwirkungen (ROGERS und BEAKBANE 1957). Die

Tabelle 373. *Wachstum und Ertrag der Sorte Lane's Prince Albert auf verschiedenen Mallings-Klon-Unterlagen in 35 Jahren*
(auszugsweise und umgerechnet nach PRESTON 1958)

Unterlage	Stammquerschnittsfläche cm ²	Gesamt-Ertrag kg	Ertrag pro Jahr kg	Verhältnis kg/cm ²
M IX	84	594	17,0	7,07
M VII	202	1080	30,9	5,35
M IV	291	1710	48,9	5,88
M II	370	1656	47,4	4,48
M I	402	1818	52,0	4,52
M XII	566	1728	49,4	3,05

Unterlage beeinflußt die Wuchsstärke, Baumgröße, Lebensdauer, Beginn und Höhe des Fruchtertrages und Fruchtqualität der Edelsorte (s. Tab. 373). Darüber hinaus wird auch die Versorgung der Edelsorte mit bestimmten Elementen beeinflußt, z. B. die Boraufnahme bei Pflaumen auf verschiedenen Unterlagen

(HANSEN 1948), das Auftreten von K- und Mg-Mangel in Abhängigkeit von verschiedenen M-Unterlagen beim Apfel (BORGMAN 1954, HOBLYN 1941).

Die *Beerenobstarten* werden ohne Veredlung vegetativ vermehrt.

b) Wachstums- und Ertragsverlauf

Im Gegensatz zu den ein- oder zweijährigen Kulturpflanzen besitzen die Bäume ein nahezu unbegrenztes Wachstum. Dieses tritt als *Längenwachstum* (terminale Meristeme) und *Dickenwachstum* (Cambium) auf. Die Bäume zeigen zunächst eine vorwiegend vegetative Entwicklung (*Jugendstadium*, *ertragslose Zeit*). Mit Einsetzen der *Blühreife* werden die reproduktiven Organe ausgebildet, Kronengröße und Ertragsleistung steigen an (Stadium der *ansteigenden Erträge*). Ist das maximale Kronenvolumen erreicht und der Standraum voll eingenommen, spricht man von Bäumen im *Vollertrag*. Mit zunehmendem Alter und bei unzureichender Erneuerung der fruchttragenden Kronenteile läßt die Leistungsfähigkeit immer mehr nach (*Alters- oder Abgangsstadium*), s. Tab. 374. In den verschiedenen Stadien zeigen die Bäume unterschiedliche Reaktionen auf Kulturmaßnahmen.

Tabelle 374. *Durchschnittliche Lebens- und Ertragsverhältnisse der Obstgehölze* (auszugsweise aus KEMMER und REINHOLD 1941, S. 56)

Obstart und Unterlage	Lebensdauer	ertragslose Zeit	ansteigender Ertrag	Voll-Ertrag	abnehmender Ertrag
Apfel/Sämling	45—60	7—12	10—15	15—25	10—12
Apfel/Doucain ¹	35—45	5—7	6—10	12—16	8—12
Apfel/Paradies ²	25—35	2—3	4—5	15—20	4—8
Birne/Sämling	55—70	6—10	15—20	20—25	12—15
Birne/Quitte	25—35	3—5	6—8	10—15	10—12
Quitte	40—55	3—4	6—8	25—35	8—12
Pfirsich ³	15—18	3—4	4—6	5—7	2—4
Aprikose ³	22—30	3—5	5—7	8—10	6—10
Pflaume und Zwetsche	30—40	4—6	6—8	12—16	6—10
Süßkirsche	45—60	5—7	12—16	20—25	8—12
Sauerkirsche/Mahaleb	20—25	4—5	5—7	7—10	4—6
Walnuß	80—100	12—16	18—22	30—40	18—22
Haselnuß	35—45	4—5	8—12	15—20	8—12
Ribes-Arten	15—20	2—3	3—5	6—10	4—5
Rubus-Arten	14—16	1—2	1—4	8—10	2—5

¹ Doucain = starkwachsende Klonunterlagen.

² Paradies = schwach bis mittel wachsende Klonunterlagen.

³ Die angegebenen Verhältnisse gelten für deutsche Anbaubedingungen. In wärmeren Gebieten haben diese beiden Arten eine längere Lebensdauer; die Periode des Vollertrages beträgt ein Vielfaches der angegebenen Werte.

Der Übergang von der vegetativen Jugendentwicklung zum reproduktiven Stadium, der weitgehend von Ernährungsfaktoren — besonders den *Stickstoff/Kohlenhydratbedingungen* in der Pflanze — bestimmt wird, hat zu zahlreichen Untersuchungen Anlaß gegeben (s. z. B. KOBEL 1954).