

and W. J. C. LAWRENCE: Studies in sterility. Ninth Internat. Hort. Congr. Rep., 100–116 (1930). — 4. DARLINGTON, C. D.: Studies in *Prunus*, I and II. Journ. Genet. 19, 213–256 (1928). — 5. DARLINGTON, C. D.: Studies in *Prunus*, III. Journ. Genet. 22, 65–93 (1930). — 6. DARLINGTON, C. D., and L. F. LACOUR: The handling of chromosomes. Third revised ed. London 1960. — 7. ENDLICH, J., und H. MURAWSKI: Beiträge zur Züchtungsforschung an Pflaumen. III. Untersuchungen an Artbastarden von *Prunus spinosa* L.  $\times$  *P. cerasifera* Ehrh. und die Frage der Entstehung von *Prunus domestica* L. Züchter 32, 121–133 (1962). — 8. ЕНИКЕЕВ, Х. К.: Биологические особенности сливы и выведение новых сортов. Москва 1963. — 9. HASKELL, G., and E. B. PATERSON: The phase contrast microscope in plant cytology. Genetica 33, 52–58 (1962). — 10. JOHANSSON, E.: Plommon, persikor och aprikoser. Svensk Växteföreläsning II, 74–90. Stockholm 1951. — 11. JOHANSSON, E., och G. CALLMAR: Bidrag till kännedom om befruktningförhållandena hos plommon och körsbär. Sver. Pomol. Fören. Årsskr. 1936, 209–245 (1936). — 12. JOHANSSON, E., und E. J. OLDÉN: Zwetschen, Pflaumen, Reineclauden, Mirabellen. Handbuch der Pflanzenzüchtung, Band VI, 602–624. Berlin 1962. — 13. KOBEL, F.: Zytologische Untersuchungen an Prunoideen und Pomoideen. Arch. Jul. Klaus-Stiftg. 3, 1–84 (1927). — 14. KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaus

auf physiologischer Grundlage. Zweite Aufl. Berlin 1954. — 15. MATHER, K.: Notes on cytology of some *Prunus* species. Genetica 19, 143–152 (1937). — 16. MEURMAN, O.: *Prunus laurocerasus* L., a species showing high polyploidy. Journ. Genet. 21, 85–94 (1929). — 17. MICHURIN, I. V.: Selected works. Moscow 1950. — 18. OLDÉN, E. J.: Hybridiseringsförsök inom plommongruppen. Sver. Pomol. Fören. Årsskr. 1955, 155–174 (1955). — 19. RIEGER, R., und A. MICHAELIS: Genetisches und cytogenetisches Wörterbuch. Berlin 1958. — 20. RYBIN, W. A.: Spontane und experimentell erzeugte Bastarde zwischen Schwarzdorn und Kirschkpflaume und das Abstammungsproblem der Kulturpflaume. Planta 25, 22–58 (1936). — 21. RYBIN, W. A.: Wide hybridization as a method of studying origin and improvement through breeding of fruit-crop plants — illustrated by the plum *Prunus domestica* L. Transl. from Russian. In TSITSIN, N. V. (ed.): Wide Hybridization of plants, 77–82. Jerusalem 1962. — 22. STEBBINS G. L. JR.: Types of polyploids: their classification and significance. Adv. in Genet. 1, 403–429 (1947). — 23. SWANSON, C. P.: Cytology and cytogenetics. London 1958. — 24. TISCHLER, G.: Allgemeine Pflanzenkaryologie. 2. Hälfte: Kernteilung und Kernverschmelzung. Berlin-Nikolassee 1951. — 25. WEIMARCK, H.: Bidrag till Skånes flora. 15. En spontan hybrid mellan slån och terson. Bot. Not. 1942, 218–226 (1942).

Aus dem Institut für Obstbau der Techn. Universität Berlin

## Wurzelkörper von Apfelbäumen unter dem Einfluß eines jeweils vorherrschenden Faktors

Von E. KEMMER

(Abschlußvorlesung, 20. Juli 1964)

Mit 10 Abbildungen

### Einführung

Bei der Vielzahl der Einflüsse, welche die Gestalt eines Wurzelkörpers bestimmen, ist es nicht leicht, die besondere morphologische Bedeutung einzelner Faktoren richtig zu erfassen oder gar ihre Auswirkungen bildlich vorzuführen. Selbst unter der Voraussetzung so guter Beobachtungs- und Vergleichsmöglichkeiten, wie sie ein Versuchsfeld bietet, muß mit Einwirkungen kaum kontrollierbarer Art gerechnet werden. Man denke an Wurmgänge, vereinzelte, sehr feine Sandadern, kleinste Bodenbewegungen; man denke auch an die Unmöglichkeit, Pflegemaßnahmen wie Düngung, Bewässerung und Schnitt vollkommen einheitlich durchzuführen. Man muß sich deshalb darüber klar sein, daß bei der Beurteilung eines Wurzelkörpers allenfalls von einem vorherrschenden, niemals aber von einem allein wirksamen Einfluß eines Faktors gesprochen werden kann, wie es manchmal hinsichtlich des Bodens geschieht.

Soweit wir bisher beobachten konnten, sind vor allem acht Faktoren herauszustellen, die den Wurzelkörper deutlich beeinflussen. Darunter sind am bekanntesten der Erbcharakter und der Boden. Weniger beachtet, aber immerhin einkalkuliert wird der Einfluß der Sorte. Viel zu wenig oder überhaupt keine Beachtung finden die Einflüsse der Rangordnung, des Kronenbaues, der Standweite, evtl. der Vermehrungsart und des artgleichen Nachbaues. Die folgenden Ausführungen im Zusammenhang mit den Abbildungen mögen zeigen, wie sich jeder einzelne Faktor auswirkt, wenn er vorherrscht. Sie mögen aber auch erkennen lassen, welche Schwierigkeiten zu überwinden sind, bis es zu einer glaubwürdigen

Aussage kommt. Die Obstbauwissenschaft befaßt sich zwar schon seit einigen Jahrzehnten mit Wurzelfragen, jedoch nur wenig mit der Untersuchung ganzer Wurzelkörper, wobei in der Regel nur der wechselnde Einfluß der Bodenarten sowie das unterschiedliche Wuchsbild einzelner Unteragentypen hervorgehoben werden. Spezielle morphologische Vergleiche auf einheitlich breiter Basis liegen nicht vor. Es ist aber nicht nur die Schwierigkeit der Erfassung passender Objekte, die ein derartiges Vorgehen behindert. Es spielt auch die Vorstellung eine Rolle, daß das Wurzelgeschehen ohne weiteres mit Hilfe der Physiologie aufgeheilt werden kann, wie dies z. B. bei den fortgeschrittenen Wissenschaften der Botanik und Zoologie der Fall ist. Dort wird heute Konstitutionsforschung unter genetischen und biochemischen Gesichtspunkten getrieben. Jedoch erfolgt dies auf einem morphologischen Unterbau, der in vielen Jahrzehnten reiner Beobachtung erarbeitet worden ist. Ein solcher Unterbau fehlt aber bei den Wurzelkörpern der Obstbäume nahezu restlos. Wir sollten uns davor hüten, die Schaffung eines solchen Unterbaues zu vernachlässigen.

### Beobachtungsmaterial

Morphologische Aussagen über Wurzeln sind um so gefestigter, je größer die Zahl der Beobachtungen ist. Leider mangelt es aber gewöhnlich an genügend Objekten. Man versucht deshalb, aus wenigem möglichst viel herauszuholen. Die Gefahr, beschränkte Beobachtungen zu verallgemeinern, liegt dabei um so näher, je umständlicher bzw. schwieriger die Nachprüfung an entsprechendem Material ist. Um für

unsere Verhältnisse einen Überblick zu geben, seien deshalb — von auswärtigen Untersuchungen abgesehen — die während vieler Jahre im hiesigen Bereich meist an Halbstämmen und Büschen durchgeführten Ausgrabungen kurz zusammengestellt. Bearbeitet wurden insgesamt 305 Wurzelkörper<sup>1</sup>, davon 181 zwischen dem 3.—14. Standjahr und 124 ältere; ferner 304 Wurzelstöcke, und zwar 220 zwischen dem 3.—14. Standjahr und 84 ältere. Davon waren 94% Apfelwurzeln. Außerdem wurden zahlreiche Wurzelstrunke überprüft. Über morphologische Einzelheiten dieser Bestände wurde bereits früher berichtet (1—10). In den folgenden Ausführungen sollen lediglich die Auswirkungen jeweils vor-

herrschender Faktoren dargestellt werden. Dabei sind weit größere Schwierigkeiten zu überwinden, als bei der Klärung irgend einer anderen Frage auf diesem Gebiet. Denn nur dann ist Einsicht in die besondere Rolle eines Faktors zu gewinnen, wenn für die übrigen Faktoren größtmögliche Einheitlichkeit erreicht wird. Das setzt vor allem hinsichtlich des Bodens möglichst geringe Pflanzentfernungen voraus, eine Forderung, welche die Auffindung geeigneter Objekte besonders erschwert, erst recht, wenn man auch noch das Standalter und — selbstverständlich — gleiche Pflege einkalkulieren muß. Wie weit es gelungen ist, die Schwierigkeiten zu überwinden, mögen die folgenden Beispiele zeigen.

### Beobachtungsergebnisse

Das umfangreiche Beobachtungsmaterial ermöglichte nicht nur die Herausstellung der eingangs erwähnten Faktoren, es erlaubte auch deren Gruppierung, und zwar in Faktoren mit:

1. allgemein übergeordnetem Einfluß (Rangordnung),

<sup>1</sup> Wurzelkörper = weitestgehend ausgegrabenes Wurzelwerk. Wurzelstock (handgerodet) = Wurzelwerk in einem Radius, der ungefähr dem Stammumfang ü. B. entspricht; Tiefe bis zu 1 m. Wurzelstrunk = von Einzelwurzeln befreiter Übergang vom Wurzelkörper zum Stamm. Für das Ausgraben eines im 20.—25. Standjahr befindlichen Wurzelkörpers wurden hier 220—240 Arbeitsstunden benötigt.

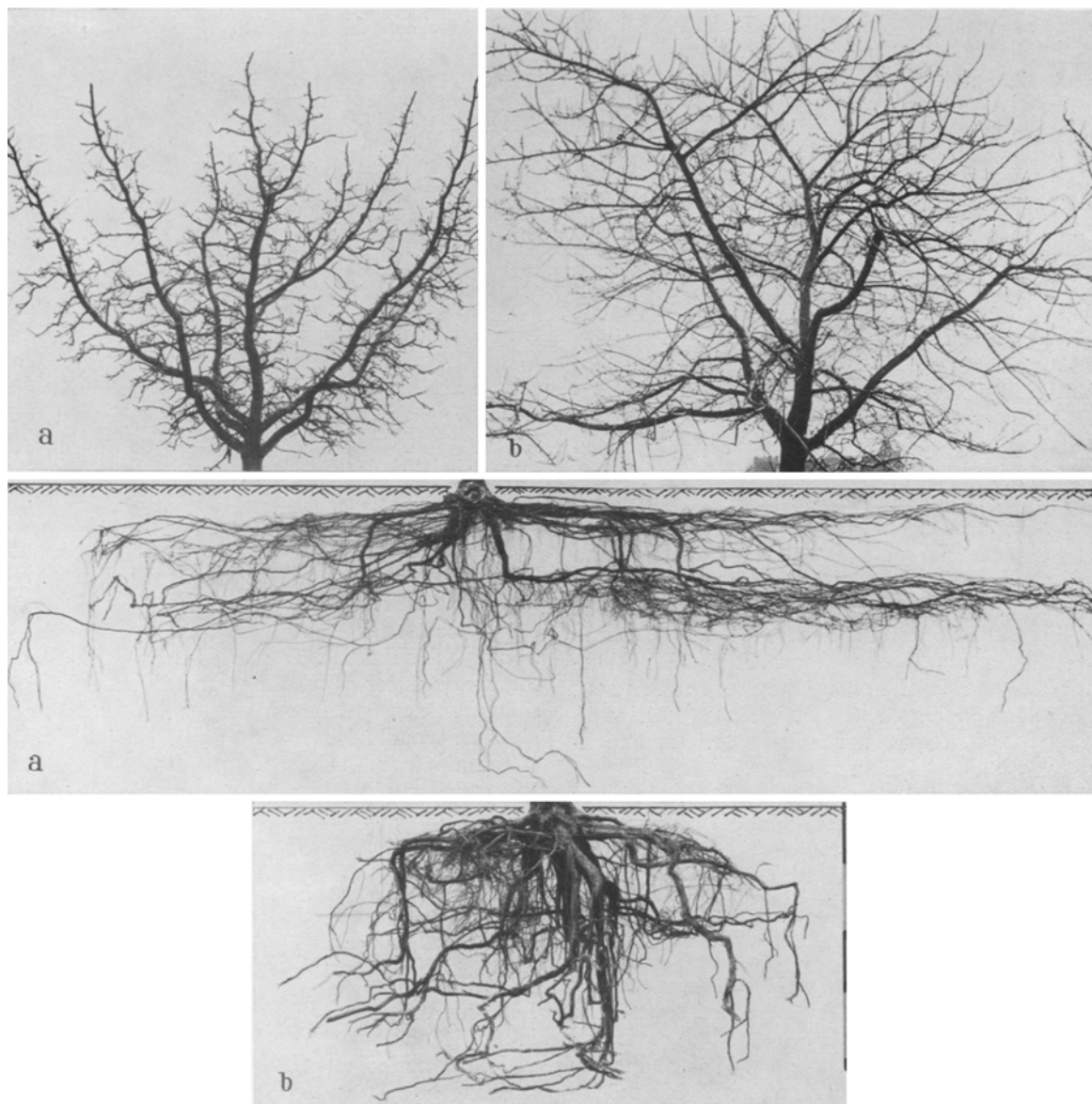


Abb. 1. Beispiel besonderer Uneinheitlichkeit. — a) Landsberger/Slg.; 16. Standjahr; naturerfenter Kronenbau; Standweite 6×8 m; schwach lehmiger Sand; b) Berlepsch/Slg.; 27. Standjahr; naturnaher Kronenbau; Standweite 4×4 m; lehmiger Sand.

2. Einfluß auf Form und Ausdehnung des Wurzelgerüsts (Erbanlage, Boden, Standweite),

3. Einfluß überwiegend auf Faserwurzelbildung (Kronenbau, Sorte),

4. Einfluß auf morphologische Sonder- und Mißbildungen (Vermehrungsart, Nachbau).

Der Erörterung dieser Faktorengruppen sollen zwei grundsätzlich orientierende Beispiele vorausgehen, wie sie als Grenzfälle auch in üblichen Pflanzungen möglich sind. Während die Bäume auf Abb. 1 fast in keinem Faktor übereinstimmen und ihr Wuchscharakter dementsprechend kontrastiert, unterscheiden sich die Bäume der Abb. 2 in nichts. Sie sind von gleicher Sorte und Unterlage, von gleichem Alter und Kronenbau und stehen im gleichen Boden. Soähnlich sich diese Bäume aber auch sind, zeigen sie doch kleine Unterschiede, und der Wurzelkörper b läßt eine Schwächung gegenüber a erkennen. Das Wurzelgewicht ist bei b um 6%, das Kronengewicht um 4% geringer, der Stammumfangszuwachs um 8% und der Gesamtertrag um 13%. Mit gewissen Schwankungen muß also auch bei größter Einheitlichkeit der Faktoren gerechnet werden. Wenn selbst bei so vollkommenen Voraussetzungen Unterschiede auftreten, dann läßt dies zur Genüge erkennen, wie vorsichtig man auf der Suche nach Gründen bei kleinen Veränderungen sein muß.

Andererseits kann man fragen, worauf sich wohl ein Beschauer der Abb. 1 zur Erklärung der uneinheitlichen Wurzelkörper stützen würde, falls ihm nur diese ohne weitere Erklärung vorgeführt würden. Zweifellos läge ihm ein Hinweis auf starke Bodenunterschiede am nächsten, obwohl dazu wenig Anlaß gegeben ist. Bei a handelt es sich um schwach lehmigen Sand, bei b um lehmigen Sand. Tatsächlich wirkten sich hier alle Faktoren außer Nachbau und Vermehrungsart gemeinsam aus. Ergänzend sei bemerkt, daß bei a auch die Gesamtwurzellänge erfaßt wurde. Sie betrug 3042 m, davon 62% in der Stärke bis 1 mm; 20% von 1–3 mm, 13% von 3–10 mm, 4% von 10–20 mm und 1% über 20 mm. Die Feinstwurzeln standen also mit Abstand vorne an. Wenn man berücksichtigt, daß ein großer Teil dieser haardünnen Gebilde gar nicht erfaßt werden konnte — wir schätzen den Verlust auf etwa 50% —, dann darf

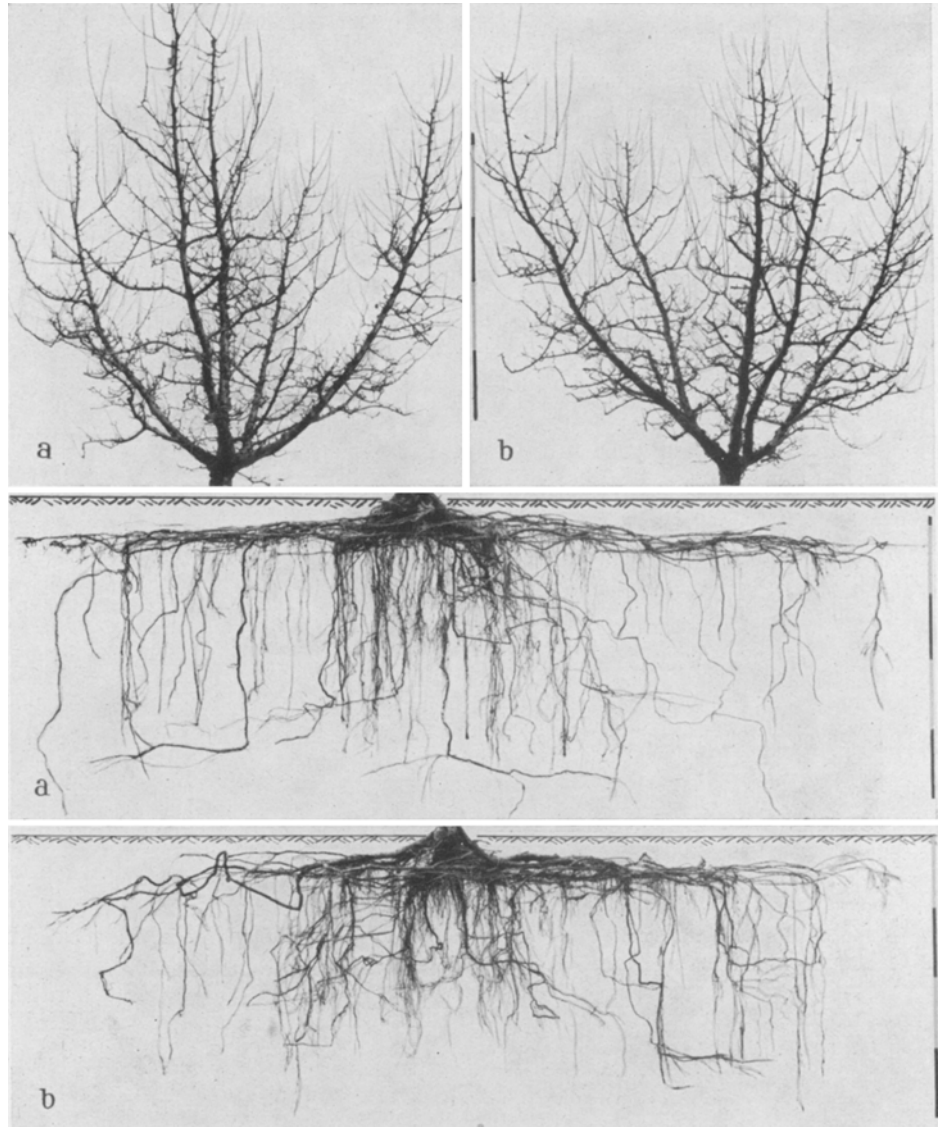


Abb. 2. Beispiel besonderer Einheitlichkeit. Goldparmänen auf Typ XI; 17. Standjahr; naturbeschränkter Kronenbau; 4 m Abstand; lehmiger Sand.

man für diesen verhältnismäßig bescheidenen Wurzelkörper ungefähr 4 km Gesamtlänge ansetzen.

### Rangordnung

Der einzige Faktor, der sich unabhängig von allen anderen manifestiert, ist die mit Beginn der Wurzelumstimmung (1) meist im Laufe des 3.–5. Lebensjahres einsetzende neue Rangordnung. Sie besteht darin, daß die anfängliche, normale Bevorzugung der an der Spitze eines Strunkes befindlichen Primärwurzeln durch Verlagerung der Wuchskraft nach dem oberen Teil des Strunkes mehr und mehr verloren geht. Weder Erbanlage noch Bodenstruktur, erst recht keine sonstigen Einflüsse können diesen Vorgang unterdrücken. Stets zeigen deshalb bei älteren Wurzelkörpern die nächst der Bodenoberfläche befindlichen Neuwurzeln am Strunkansatz stärkeren Zuwachs und damit größeren Durchmesser als die Erstwurzeln. Allein dieser von unten nach oben, d. h. von den älteren zu den jüngeren Ansatzstellen verlaufenden Erstarkung gilt die Rangordnung. Mit der auch von anderen Faktoren beeinflussten Form der Einzelwurzeln hat sie nichts zu tun, so nahe es liegen mag, die durch die Umstimmung meist mitbedingte

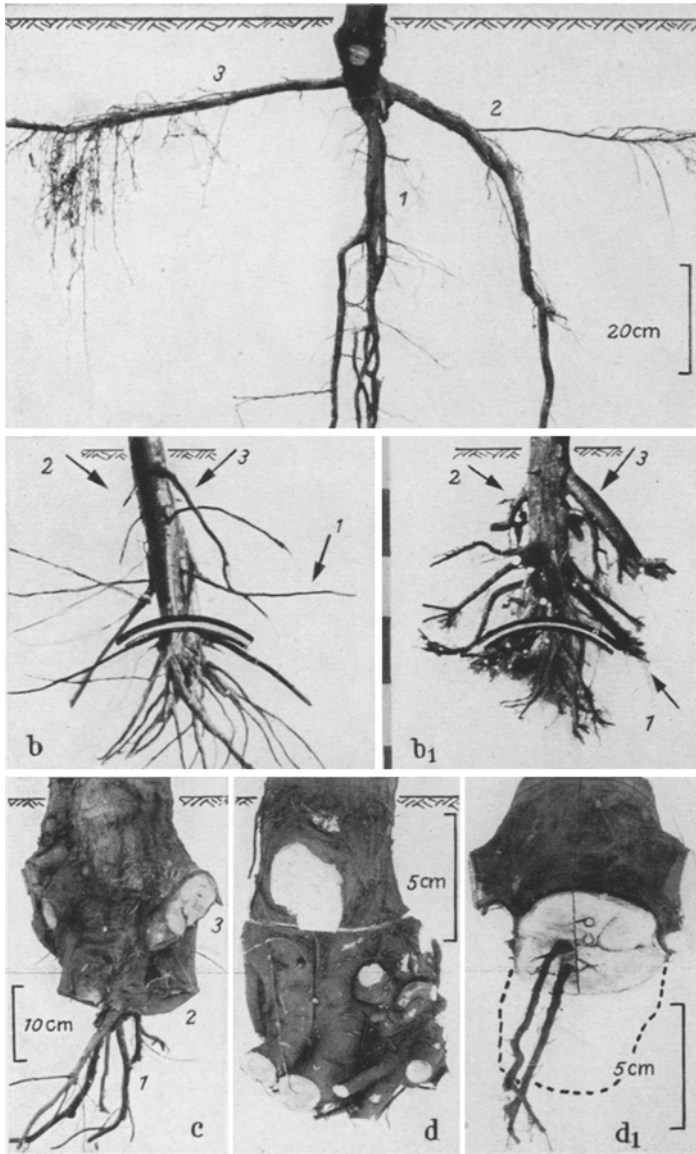


Abb. 3. Einfluß der Rangordnung. a) Gerüstwurzelbeispiel in zeitlicher Reihenfolge an 8-jährigem Apfelsämling, 1 = Primäre, zum Strunk hin verzopfte Senkwurzeln; 2 = Bogenwurzel mit junger Flachwurzel; 3 = Flachwurzel; b, b<sub>1</sub>) Wurzelentwicklung bei einem Apfelsämling vom 4. bis zum 7. Lebensjahr. Man beachte das Erstarken der oberen Wurzeln (1, 2, 3), sowie das Verkümmern der Erstwurzeln unterhalb der Markierung; c) Strunk eines 17-jährigen Sämlings. 1 = Erstwurzeln; 2 u. 3 = Ansatz der Bogen- und Flachwurzeln; d) Kompakter Wurzelstrunk eines 8-jährigen Apfelsämlings mit eingewachsenen Primärwurzeln; d<sub>1</sub>) Zwei bis zur Strunkmarkierung ausgemeißelte Primärwurzeln, daneben zwei Ringe von eingewachsenen, durchsägen Primärwurzeln.

Bogen- und Flachwurzelbildung damit in festen Zusammenhang zu bringen. Übrigens kann die Form der Wurzeln schon deshalb nicht durch die Rangordnung erfaßt werden, weil kein Sämling dem anderen gleicht.

Abb. 3 bringt drei Möglichkeiten der Entwicklung bzw. Unterdrückung von Erstwurzeln. Bild a zeigt verhältnismäßig kräftige Erstwurzeln und außerdem ein Idealschema der Hauptgerüstwurzeln. Bild b zeigt beginnende, Bild c fortgeschrittene Unterdrückung durch den oberen Wurzelkranz. Bild d zeigt einen kompakten Strunk mit eingewachsenen Erstwurzeln, die erst nach vorsichtiger Ausmeißelung sichtbar wurden (d<sub>1</sub>).

#### Erbanlage

Unter den die Form des Wurzelgerüsts bestimmenden Faktoren ist die Erbanlage an erster Stelle

zu nennen, obwohl ihr Einfluß meist nicht so offen in Erscheinung tritt, wie dies bei manchen Außenfaktoren der Fall ist. Nur dort, wo alle Störungen ausgeschaltet werden können, wie bei den Wurzelkörpern auf Abb. 4, tritt die große Rolle, die der Erbschaftscharakter spielt, deutlich hervor. Es handelt sich um zwei nahe beisammenstehende unveredelte Apfelsämlinge gleichen Alters im naturbeschränkten Kronenbau. Abgesehen davon, daß beide Wurzelkörper die Rangordnung deutlich erkennen lassen, haben sie eine so unterschiedliche Gestalt, daß man ohne Kenntnis der Einzelheiten auf große Bodenunterschiede schließen würde. Die Bäume stehen aber nur 5 m voneinander entfernt auf stark lehmigem Sand. Sehr verschieden sind jedoch die Erbanlagen, denn es handelt sich um Sämlinge des Weißen Winter-Taffetapfels mit 111 kg und des Golden Delicious mit 313 kg Gesamtertrag bis zum 15. Standjahr.

#### Boden

Bei der allgemein bekannten Bedeutung der Bodeneinflüsse auf die Gestalt der Wurzelkörper erübrigt sich eine nähere Erörterung. Es genügt ein Blick auf Abb. 5, um die Formkraft des Bodens zu beweisen und um zu verstehen, daß die übliche Neigung, möglichst alle Störungen am Wurzelkörper auf die Bodenqualität zurückzuführen, ihre Gründe hat. Die Abbildung zeigt Bäume, die bis auf den Stand im reinen Sand (a) und im lehmigen Sand (b) vollkommene Einheitlichkeit besitzen. Die Vorstellung vom überwiegenden Einfluß des Bodens liegt um so näher, als über keinen anderen Faktor so schnell und erschöpfend Auskunft gegeben werden kann wie hier, selbst wenn man an zusätzliche Besonderheiten denkt, wie z. B. die vielseitigen Auswirkungen der Bodenpflege. So stark aber auch der Boden auf die Morphologie der Wurzeln einwirkt, bereits das vorhergehende Beispiel läßt erkennen, daß es mit dem Blick auf den Boden allein nicht getan ist.

#### Standweite

Kein Faktor spielt im Boden eine so merkwürdige Rolle wie die Standweite. Je geringer sie war, desto rascher trat die Abneigung der Wurzelkörper vor gegenseitiger Berührung hervor, so daß man vielleicht mit mehr Recht vom Ausweichen als formenden Einfluß sprechen könnte. Zwar ist diese Erscheinung nicht so gestaltbestimmend wie Erbanlage und Boden, doch gehört sie noch am ehesten in diese Faktorengruppe. Abb. 6a läßt die Anpassungsfähigkeit ein und desselben Baumes an zwei verschiedene Standweiten gut erkennen. Auch das Abbiegen der Randwurzeln nach unten beim 2 m-Abstand vom nächsten Baum ist deutlich sichtbar. Abb. 6b läßt außerdem die Abneigung zwischen zwei Apfelwurzelnkörpern im gewachsenen Boden erkennen. Auf dem hiesigen Gelände konnte dieser Vorgang bei allen Standweiten



immer wieder beobachtet werden. Nur wenige Wurzeln überwandern diese Abneigung und wuchsen in einen benachbarten Wurzelkörper hinein bzw. durch ihn hindurch. Leider fehlt bisher eine stichhaltige Erklärung für dieses Verhalten, das um so auffälliger ist, als sich die Wurzeln, wie Bild b zeigt, meist schon vor einer direkten Berührung abwärts wenden. Andererseits konnten wir bei Vorspannveredlungen, wo zwei Wurzelkörper auf engstem Raum zusammenleben müssen, neben der Abneigung auch gemeinsame Entwicklung beobachten. Was aber diesen Vorgang noch rätselhafter macht, ist die weitere Beobachtung, daß Apfelwurzeln in artgleiche Wurzelstockreste gerodeter Bäume wuchsen, ja, diese abgestorbenen Teile manchmal sogar ganz offensichtlich als Nährboden benutzten.

#### Kronenbau

Die Frage, wie sich ein regelmäßiger Schnitt z. B. in Form des klassischen Fruchtholzschnittes auf einen Wurzelkörper auswirkt, war bisher vollkommen

ungeklärt. Es ist allerdings auch sehr ungewöhnlich, Bäume mit verschiedenem Kronenbau aber sonstiger Einheitlichkeit für Wurzelbeobachtungen zur Verfügung zu haben. Nur unsere langjährigen Kronen-

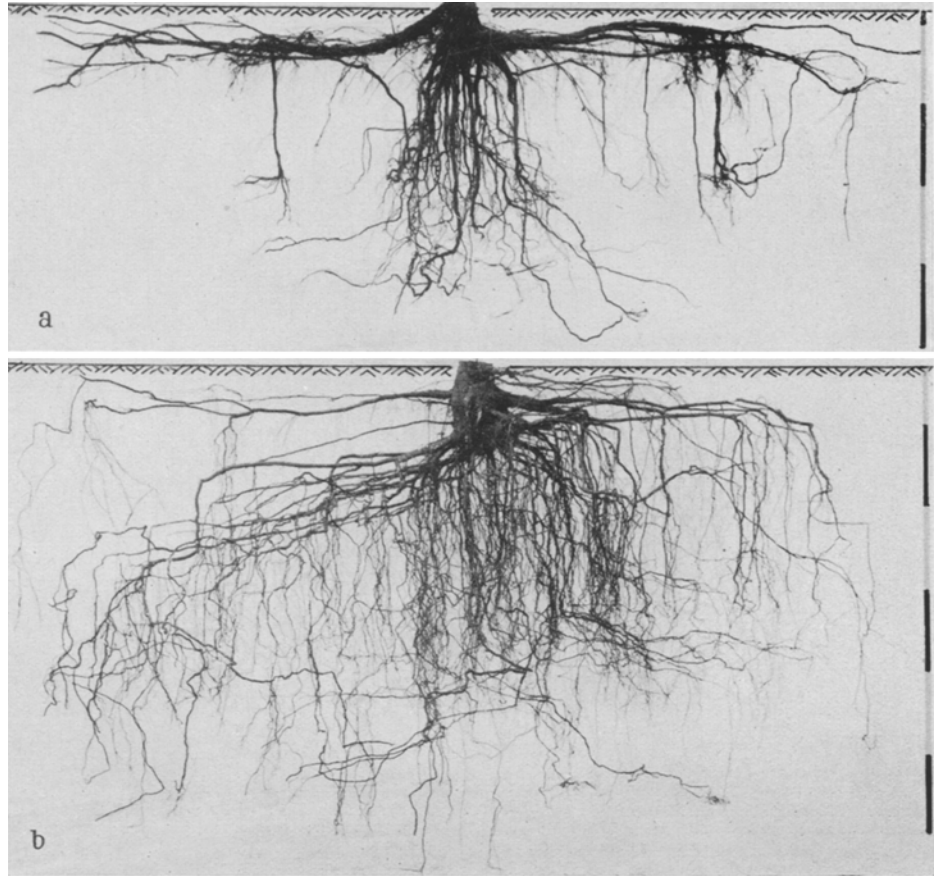


Abb. 4. Einfluß der Erbanlage. Sämlinge der Sorten 'Weißer Wintertaffel' (a) und 'Golden Delicious' (b); 15. Standjahr; naturbeschränkter Kronenbau; Abstand 5 m; stark lehmiger Sand.

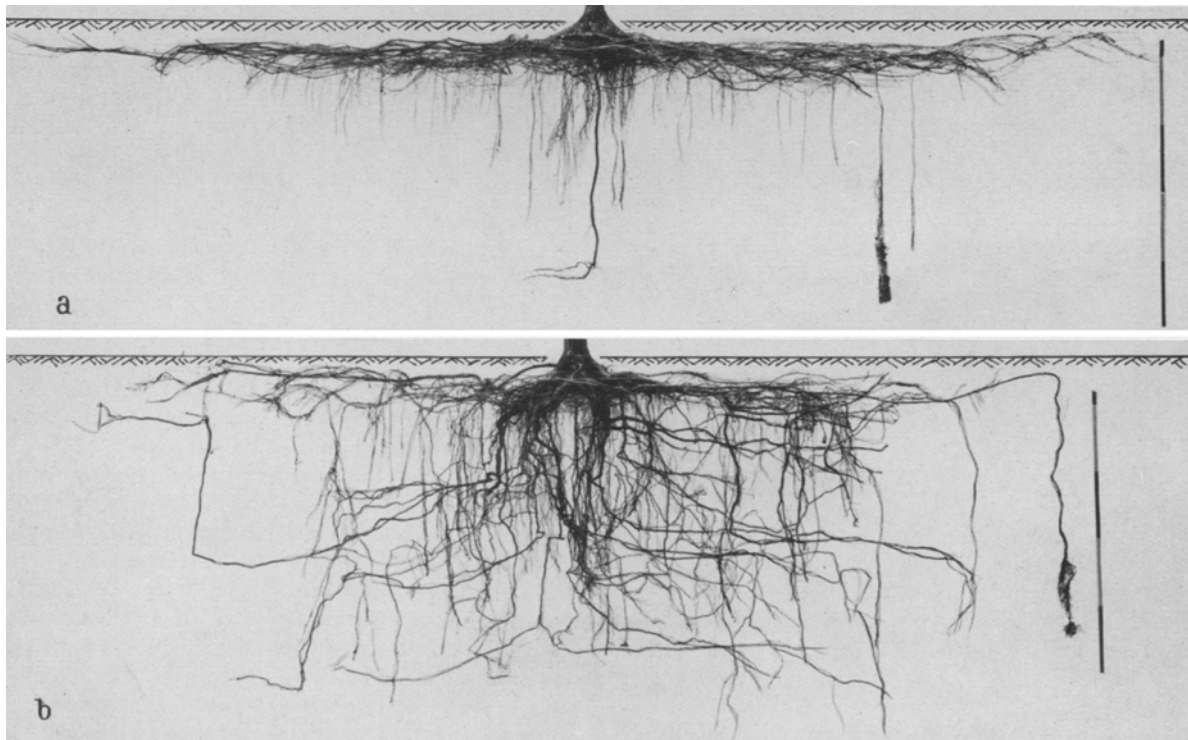


Abb. 5. Einfluß des Bodens. Breuhahn/XVI; 17. Standjahr; naturbeschränkter Kronenbau. a) reiner Sand; Stammumfang 48 cm; Gesamtertrag 201 kg; b) lehmiger Sand; Stammumfang 55 cm; Gesamtertrag 365 kg.

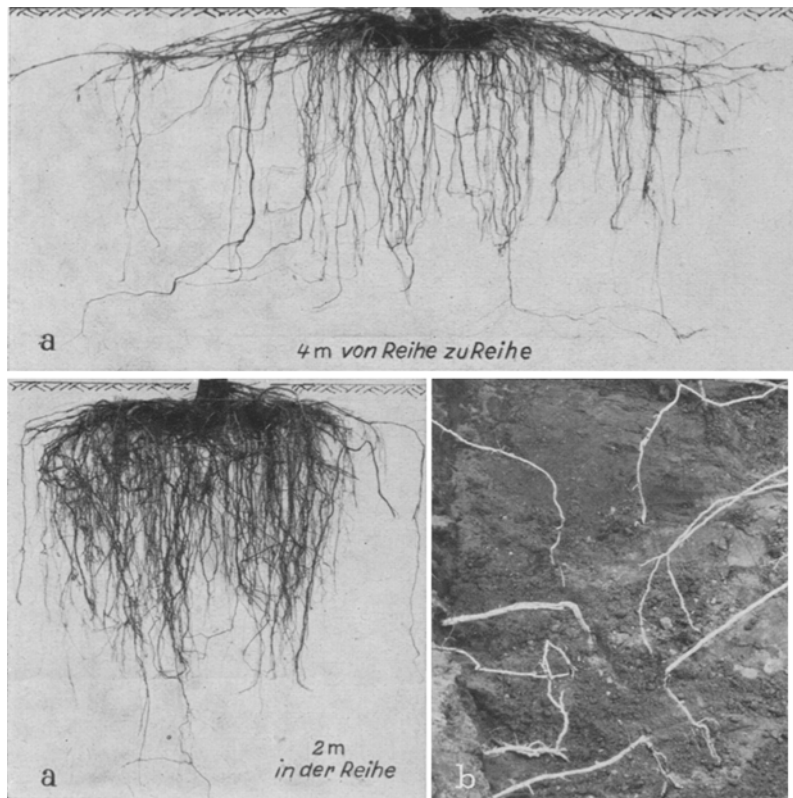


Abb. 6. Einfluß der Standweite. a) Berlepschspindel/XVI; 17. Standjahr; naturentfernter Kronenbau; Standweite  $2 \times 4$  m; lehmiger Sand; b) rechts Typ II, links Typ I; 23. Standjahr; Abstand 3 m; Knickebildung in rund 50 cm Tiefe; lehmiger Sand.

bauversuche machten ausnahmsweise diesen Einblick möglich — allerdings auch nur bei Sämlingsunterlagen; denn solche Versuche wurden nicht mit Bäumen auf Typenunterlagen durchgeführt. Das muß beim Betrachten der Abb. 7 berücksichtigt werden, die einen Baum im naturentfernten und danebenstehend einen im naturgemäßen Kronenbau zeigt. Von der Gleichförmigkeit der Wurzelgerüste abgesehen, läßt a nicht nur eine geringere Ausdehnung, sondern vor allem auch eine deutliche Einschränkung der Faserwurzelbildung erkennen. Im einzelnen liegen folgende Daten vor:

	a	b
Kronengewicht	64 kg	80 kg
Wurzelgewicht	36 kg	68 kg
Stammumfang	50 cm	55 cm
Gesamtertrag	256 kg	398 kg.

Man beachte noch auf Bild b das auch bei dieser größeren Standweite deutliche Abbiegen der Außenwurzeln.

### Sorte

Über den Einfluß einer Sorte auf den Wurzelkörper finden sich in der Literatur verschiedene Angaben. Einmal wird auf den durch die jeweilige Sorte veränderten Ansatzwinkel am Strunk hingewiesen, zum anderen auf Änderung der Faserwurzelbildung und zuletzt darauf, daß sich überhaupt kein Einfluß deutlich bemerkbar macht. Alle diese Angaben beziehen sich in der Regel auf jüngere, allenfalls 8 bis 10jährige Wurzelkörper, die noch keine Stabilität besitzen. Wir selbst haben in jahrelangen Beobach-

tungen niemals einen Einfluß der Sorten auf den Wurzelwinkel feststellen können. Immer wenn wir glaubten, einen Fall festhalten zu können, erbrachten weitere Ausgrabungen das Gegenteil. Dagegen scheint die Sorte, abgesehen von der Einwirkung auf die allgemeine Wuchskraft des Wurzelkörpers (3), vor allem den Faserwurzelgehalt zu beeinflussen.

Es ist auch in diesem Fall nicht leicht, eine wirklich einwandfreie Beobachtungsbasis, so wie sie bei Abb. 8 vorliegt, zu erreichen. Der einzige Unterschied zwischen den vorgeführten, im Abstand von 4 m stehenden Wurzelkörpern sind die Sorten: a ist mit Cox, b mit Boskoop veredelt. Dagegen stimmen Alter, Unterlage und Kronenbau überein. Der Boden besteht aus lehmigem Sand. Die Wuchsüberlegenheit der mit Boskoop verbundenen Unterlage ist vor allem bezüglich der Faserwurzeln ohne weiteres zu erkennen. Daneben fällt die Übereinstimmung der Wurzelgerüste auf, zumal unterschiedliche Wurzelwinkel fehlen.

Ähnlich wie der Kronenbau wirkt sich demnach auch die Sorte überwiegend auf die Masse der Faserwurzeln aus, aber nicht auf die Form des Wurzelgerüsts.

Beachtlich ist noch, daß Boskoop zwar im Stammumfang deutlich überlegen ist (63 cm gegenüber 57 cm bei Cox), im Ertrag dagegen zurücksteht (201 kg gegenüber 223 kg). Angaben über die Gesamtlänge der Wurzeln wären gerade bei diesem Vergleich erwünscht, doch konnten solche zeitraubenden Arbeiten im vorliegenden Fall nicht durchgeführt werden.

### Vermehrungsart

Eine morphologische Sonderbildung ergibt sich aus dem Unterschied zwischen generativer und vegetativer Vermehrung. Sie kann im Gegensatz zu den vorangegangenen, auf einer Vielzahl von Beobachtungen beruhenden Beispielen hier nur als Einzelfall herausgestellt werden, da es eine Seltenheit ist, an erbgleichen Objekten beide Vermehrungsarten vorgeführt zu sehen. Der Unterschied ergibt sich daraus, daß vegetativ vermehrten Obstbäumen der echte Wurzelhals fehlt, nächst dem beim Sämling sich die Erstwurzeln bilden. Sie haben nur einen Scheinwurzeln und entwickeln deshalb keine primären Senkwurzeln. Man betrachte daraufhin die Abb. 9. Das Bild a zeigt den Wurzelkörper des Originalsämlings im 26. Standjahr mit kräftigen Senkwurzeln unter dem Strunk. Bild b zeigt den flachen Wurzelkörper der Nachzucht. Zwar ist sie erst 14jährig, doch besitzt sie nach unserer Erfahrung in diesem Alter bereits stabilen Charakter. Der Standort ist in beiden Fällen stark lehmiger Sandboden und beide Bäume waren im naturbeschränkten Kronenbau

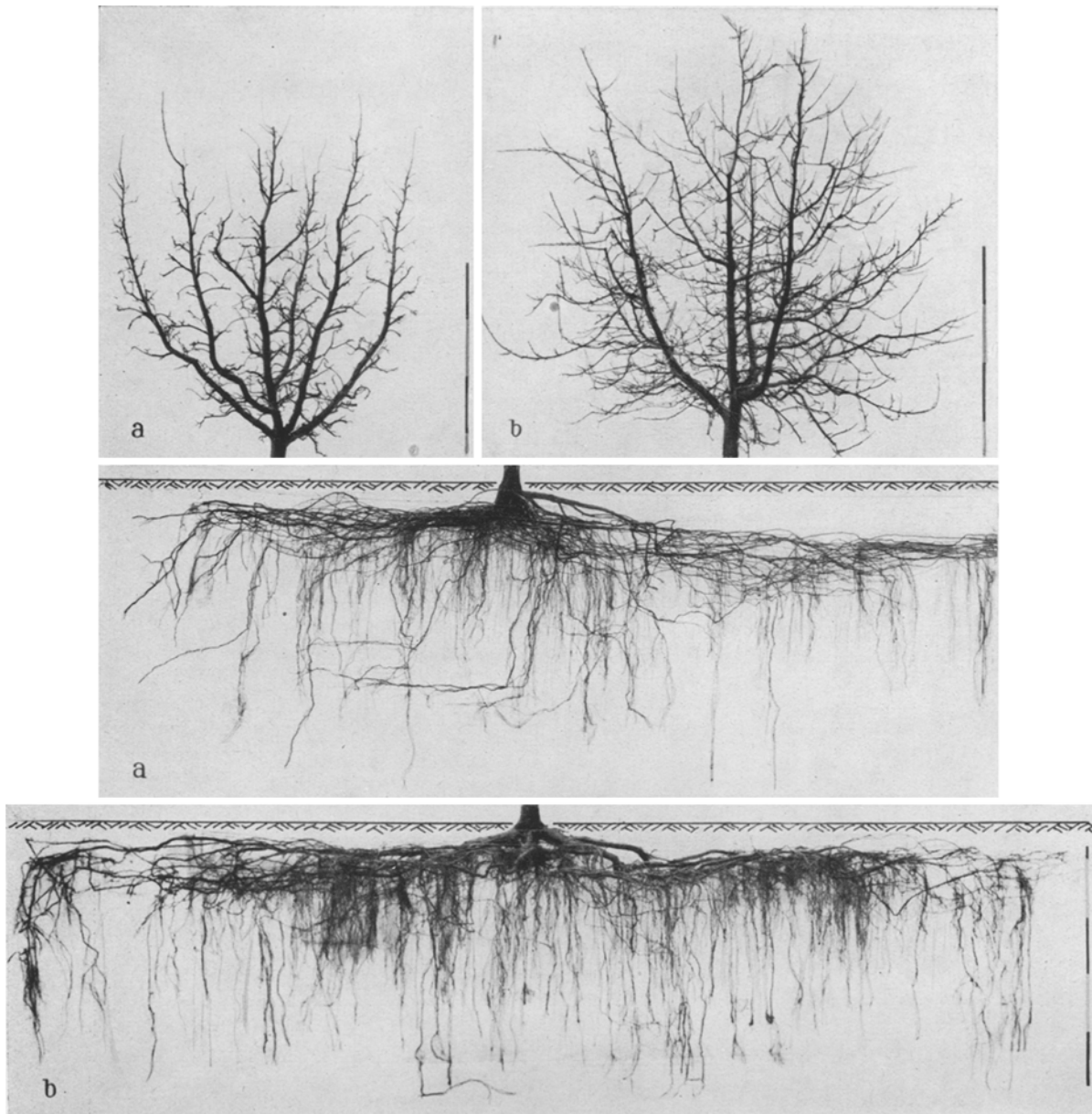


Abb. 7. Einfluß des Kronenbaues. Croncels/Sig.; 16. Standjahr; naturentfernter (a) und naturgemäßer Kronenbau; (b) Abstand 6 m; lehmiger Sand.

erzogen. Dem Wurzelkörper der Nachzucht fehlt übrigens nur unter dem Strunk der Tiefgang, während sich seitlich von ihm abwärtsgehende Wurzeln befinden. Dieses durch die Vermehrungsart bedingte Wuchsbild, das dem bekannten Unterschied zwischen Typen und Sämlingen entspricht, ist also nicht, wie oft angenommen, auf erhöhte Bodenempfindlichkeit der Typen oder auch auf sonstige Faktoren zurückzuführen.

#### Nachbau

Zuletzt sei noch auf die durch artgleichen Nachbau veranlaßten morphologischen Mißbildungen eingegangen. Auch hier handelt es sich, wie bei der Vermehrung, um einmalige Fälle. Vorweg sei auf Grund unserer Beobachtungen darauf hingewiesen, daß die gezeigten Wurzelbildungen auch an normalen Körpern, stets aber nur ganz vereinzelt auftreten können. Charakteristisch für den Nachbau ist lediglich eine derartige Häufung der Sonderbildungen, daß sie eine vom Üblichen stark abweichende Gestalt veranlassen,

wie dies Abb. 10 erkennen läßt. Neben einem normalen 3jährigen Apfelsämling (a) befindet sich ein in müdem Boden aufgewachsener Sämling gleichen Alters (b). Statt eines lockeren, tiefgehenden Wuchses zeigen sich hier starke Stauchung und — wie die vergrößerte Seitenwurzel erkennen läßt — überwiegend verdickte Wurzelspitzen. Daß hier etwas nicht in Ordnung ist, sieht selbst der Laie.

Anders geartet sind die Wuchsverhältnisse beim Wurzelkörper auf Bild c, der nach 18jähriger artgleicher Vorkultur im 9. Standjahr ausgegraben wurde. Auf den ersten Blick haben die Stauchungen zwar Ähnlichkeit mit Bild b, die Einzelbilder ( $c_1$  und  $c_2$ ) lassen aber bei einem Vergleich mit  $b_1$  erkennen, daß hier eine andere Art von Störung vorliegt. Das Bild  $c_1$  zeigt einen Teil des mit Pfeil versehenen Wurzelklumpens auf Bild c. Es handelt sich um einen stark verfilzten Schopf von gestreckten, zum großen Teil bis zu  $1\frac{1}{2}$  m langen fädigen Wurzeln, also gerade um das Gegenteil der Stauchung auf Bild  $b_1$ . Verdickte Wurzelspitzen fehlen, wohl aber tritt auffällig

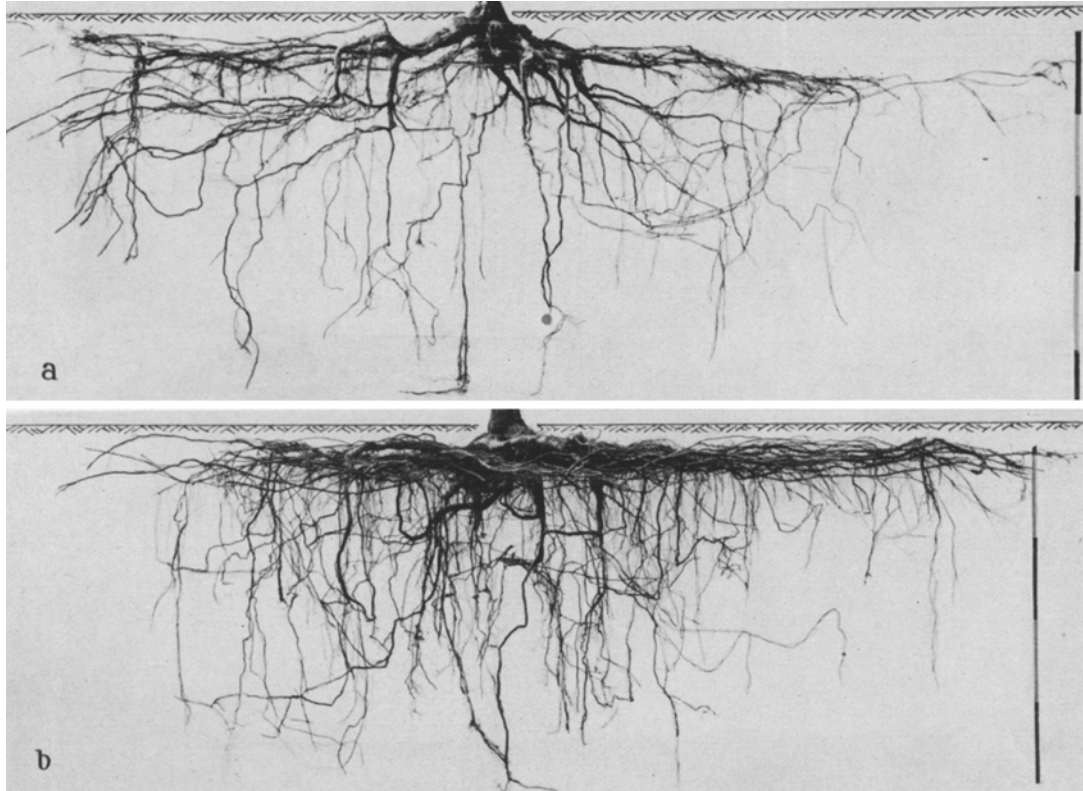


Abb. 8. Einfluß der Sorte. a) Cox/XVI; b) Boskoop/XVI. 16. Standjahr; naturbeschränkter Kronenbau; Abstand 4 m; lehmiger Sand. Stammumfang (20 cm ü. V.): a) 57 cm, b) 63 cm. Gesamtertrag 223 kg; 201 kg.

häufig Doldenbildung auf ( $c_2$ ), d. h. Wurzelansätze, die nicht, wie sonst vorkommend, in kleinen Abständen entspringen, sondern wie aus einem Vegetationskegel entstanden erscheinen. Es liegen hier also zwei verschiedene Mißbildungen als Auswirkung artgleichen Nachbaues vor. Über ihr Entstehen fehlt vorläufig jede Klarheit. Oberirdisch zeigten sich an diesen Gehölzen keine auffälligen Nachteile.

### Zusammenfassung

Die über viele Jahre hinweg am gleichen Standort durchgeführten Ausgrabungen ermöglichten die vorliegende Zusammenstellung von Wurzelkörpern, die den Einfluß eines jeweils vorherrschenden Faktors auf die Entwicklung erkennen lassen.

Dabei zeigte sich, daß die während der ersten Lebensjahre durch Wurzelumstimmung herbeigeführte Änderung der Rangordnung einer allgemein gültigen Gesetzmäßigkeit folgt, die sich durch keinen anderen Faktor verdrängen läßt. Abgesehen von dieser unter allen Umständen eintretenden Vernachlässigung der Primärwurzeln zugunsten der oberen jüngeren Wurzeln, wurde die Form des Wurzelgerüsts vor allem durch Erbanlage und Boden geprägt. Aber auch die Standweite hatte formenden Einfluß infolge der Abneigung der Wurzelkörper, sich gegenseitig zu berühren. Kronenbau und Sorte zeigten überwiegend Einfluß auf die Faserwurzelbildung. Zu morphologischen Sonderbildungen führten Vermehrungsart und Nachbau.

Die vorliegenden Beobachtungen erlauben einen ungewöhnlichen Einblick in das Verhalten der Wurzelkörper von Apfelbäumen auf engbegrenztem Raum.

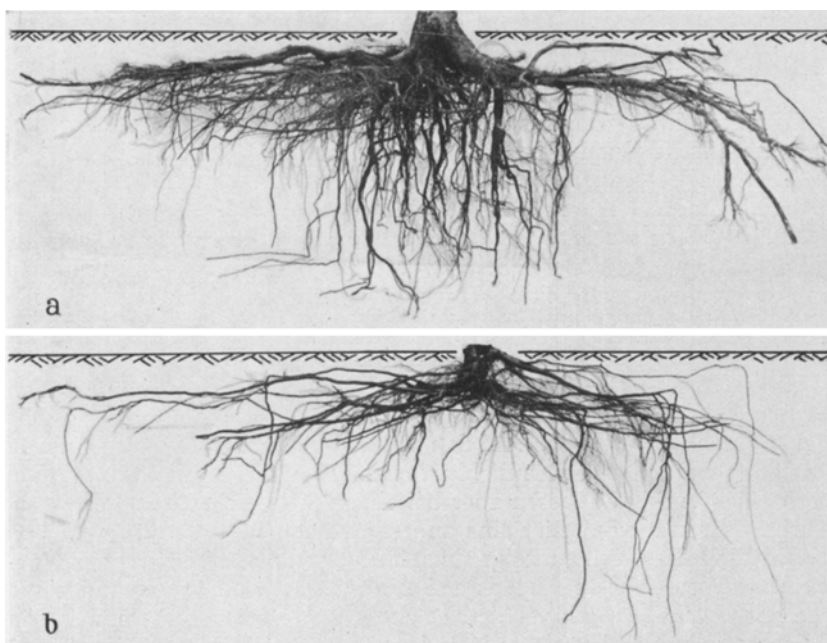


Abb. 9. Einfluß der Vermehrungsart. — a) Generativ vermehrter Sämlingswurzelkörper im 26. Standjahr; b) Vegetativ vermehrte Nachzucht von a) im 14. Standjahr; stark lehmiger Sand; naturbeschränkter Kronenbau.



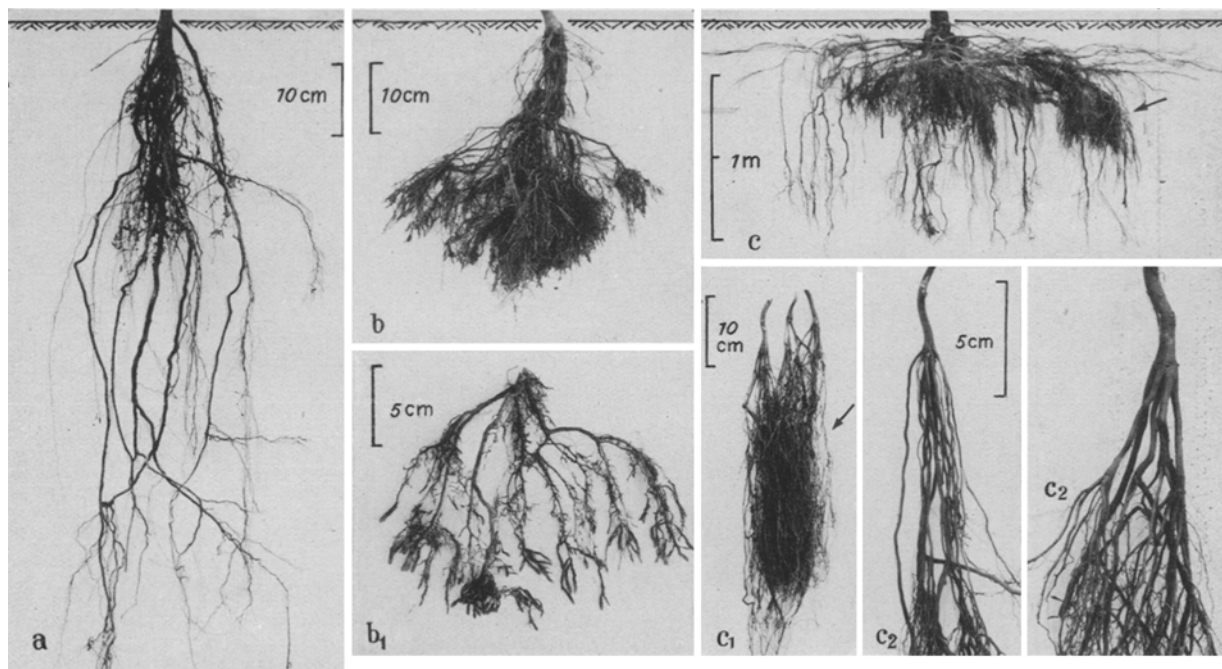


Abb. 10. Einfluß des artgleichen Nachbaues. a) Normaler Apfelsämling, 3-jährig; Tiefgang bis 1,40 m; lehmiger Sand; b) Nachbau-Sämling, 3-jährig; Tiefgang bis 0,40 m; schwach lehmiger Sand; b₁) Seitenwurzel mit gestauchtem Wuchs und verdickten Wurzelspitzen; c) Apfelsämling im 9. Standjahr; 18-jährige artgleiche Vorkultur; schwach lehmiger Sand; c₁-c₂) Einzelbeispiele der Wurzelsucht mit Doldenbildung und starker Verflechtung sehr schlanker, z. T. fädiger Einzelwurzeln ohne verdickte Wurzelspitzen. Pfeil in c₁ = Teil des Klumpens in c).

Obwohl unter normalen Verhältnissen die Einwirkungen komplexer Natur sind und deshalb die Erfassung der Wirkung vorherrschender Faktoren in erster Linie der Grundlagenforschung dient, darf man annehmen, daß solche rein morphologischen Beobachtungen auch zu zielbewußten, der Praxis direkt dienenden, physiologischen Untersuchungen anregen. Das gilt besonders für das Problem der Abneigung bei engen Standweiten und für die Förderung der Faserwurzelbildung. Von diesen Einzelheiten abgesehen, führen die Beobachtungsergebnisse zu ersten Ansätzen einer Systematik der Obstbaumwurzeln.

#### Literatur

1. KEMMER, E.: Die Gestaltung der Wurzelkrone bei Obstgehölzen. 2. Merkblatt des Instituts für Obstbau d. Universität Berlin; 1. Auflage (1934). — 2. KEMMER, E.:

Über die Regenerationsfähigkeit der Obstgehölzwurzeln. Gartenbauwiss. 18, 101—117 (1943). — 3. KEMMER, E.: Zur Frage des Einflusses der Edelsorte auf die Unterlage. Der Züchter 19, 115—118 (1948). — 4. KEMMER, E.: Beobachtungen an Wurzelkörpern von Apfelgehölzen. Der Züchter 26, 1—12 (1956). — 5. KEMMER, E.: Beobachtungen am Wurzelstrunk von Apfelsämlingen. Erwerbsobstbau 4, 51—54; 67—70; 93—97 (1962). — 6. KEMMER, E.: Das Formenspiel der Einzelwurzeln bei Apfelgehölzen. Erwerbsobstbau 4, 208—212; 224—228 (1962). — 7. KEMMER, E.: Reizgänge im Wurzelraum von Apfelbäumen. Erwerbsobstbau 5, 93—96 (1963). — 8. KEMMER, E.: Das Wuchsbild der Wurzelkörper bei Apfelbäumen unter verschiedenen Voraussetzungen. Erwerbsobstbau 5, 105—108; 128—130 (1963). — 9. KEMMER, E.: Nachbauversuche in Apfelbeständen unter besonderer Berücksichtigung des Wurzelverhaltens. Der Obstbau 82, 137—139; 158—160 (1963). — 10. KEMMER, E. und F. SCHULZ: Grundlagen der Bodenpflege im Obstbau. Berlin: Parey 1938.

Aus dem Institut für Phytopathologie Aschersleben der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Resistenz einiger Futterleguminosen gegen *Pseudopeziza*-Arten

Von M. SCHMIEDEKNECHT

Mit 2 Abbildungen

### Einleitung

Die Futterleguminosen können nur dann einen hohen Eiweißertrag bringen und ihre bodenverbessernde Wirkung voll entfalten, wenn sie sich in einem guten Gesundheits- und Kulturzustand befinden. Zahlreiche Krankheiten schmälern jedoch die Erträge mitunter sehr erheblich. Eine von ihnen ist die Klappenschorffkrankheit, die eine Blattschütte hervorruft und dadurch zu hohen Eiweißverlusten führen kann. Durch Fungizide kann diese Krankheit nicht bekämpft werden und durch pflanzenbauliche oder

pflanzenhygienische Maßnahmen ist nur eine Minderung der ärgsten Schäden möglich, so daß dem Klappenschorf allein durch die Züchtung resistenter Sorten wirksam begegnet werden kann.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Resistenzzüchtung sind Kenntnisse über die Biologie der Erreger, die Pathogenese und das Resistenzverhalten des Wirtes. Erreger der Klappenschorffkrankheiten der Leguminosen sind die Arten *Pseudopeziza medicaginis* (Lib.) Sacc., *P. meliloti* Syd. und *P. trifolii* (Biv.-Bern.) Fuck. Über die Biologie dieser Pilze