

Literatur

1. BECKER, G.: Problematik der Qualitätszüchtung. Berichte und Vorträge Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss., Berlin 2, 72–98 (1956). — 2. BECKER, G.: Knollensellerie. Handbuch der Pflanzenz., 2. Aufl., 6, 104–130 (1960). — 3. CHIU, W. F., C. T. CHANG and K. H. TAO: Varietal resistance of *Brassica pekinensis* Rupr. to bacterial soft rot (Chin. with Engl. summ.). Acta Phytopathologica Sinica 1, 61–69 (1955). — 4. CHIU, W. F., and CH. S. YUEN: The rate of wound suberization of chinese cabbage in relation to resistance to the bacterial soft rot infection (Chin. with Engl. summ.). Acta Phytopathologica Sinica 2, 55–65 (1956). — 5. FRÖHLICH, H., und A. HENKEL: Die Lagerung von Chinakohl. Deutscher Gartenbau 6, 245–248 (1959). — 6. FUCHS, W. H.: Beitrachten zum Resistenzproblem. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 74, 343–358 (1961). — 7. HACKEL, E.: Zur Ätiologie einer Weichfäule des Chinakohls. Phytopathologische Zeitschr. 39, 361–388 (1960). — 8. HWANG, L.: A preliminary study on bacterial soft rot of *Brassica pekinensis* and other vegetables in China. Coll. Agric. Univ. Nanking, Bull. 33 (N.S.), 1–26 (1935). — 9. MÜLLER, H. J., und K. SKIEBE: Über Beziehungen zwischen Bakterienfäule und Blattlausbefall am Chinakohl *Brassica pekinensis* Rupr. und ihre züchterische Bedeutung. Der Züchter 32, 210–215 (1962). — 10. REINHOLD, J., und Mitarbeiter: Größere Vielseitigkeit im Gemüseangebot. Deutscher Gartenbau Beilage 7, 6, 1–14 (1959). — 11. ROSS, H.: Resistenzzüchtung und pathogene Rassen. Ber. der Deutschen Botan. Ges. 74, 389–404 (1961). — 12. RUDORF, W.: Der augenblickliche Stand und die Aussichten der Züchtung resisternter Sorten der Kartoffel. Der Züchter 24, 48–55 (1954). — 13. SCHUPHAN, W.: Gemüsebau auf ernährungswissenschaftlicher Grundlage. 368 S. Hamburg: Verlag Hans H. Keune 1948. — 14. SCHUPHAN, W.: La valeur nutritive des différents légumesfeuilles et sa variation en fonction des variétés et des conditions écologiques. Ann. Nutr. l'Aliment 9, A67–A93 (1955). — 15. SHIMIZU, S., K. KANAZAWA, and T. KOBAYASHI: Studies on breeding *Brassica pekinensis* for resistance to soft rot. I. Intervarietal differences in disease resistance under natural conditions (jap.). Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Ser. E, 6, 75–108 (1958). Abstr.: Pl. Breed. Abstr. 29, 3186 (1959). — 16. SHIMIZU, S., K. KANAZAWA, and T. KOBAYASHI: Studies on breeding *Brassica pekinensis* for resistance to soft rot. II. Resistance in *Brassica* spp. under field conditions. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Ser. E, 8, 1–47 (1960). — 17. SÖRGEL, G.: Die Problematik der bisherigen Vorstellungen über die Resistenz gegen pilzliche Krankheitserreger, erläutert am Beispiel der Fuß- und Fleckenkrankheit der Erbsen. Sitz.-Ber. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin 5, 1–20 (1956). — 18. STAPP, C., und G. SPICHER: Zur Frage der Resistenzverschiedenheiten pflanzlicher Wirte gegenüber pathogenen Bakterien und ihre Ursachen. Zentralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene 108, 465–481 (1954/55). — 19. STEIN, M., K. SKIEBE und W. JAHR: Vordringliche Aufgaben bei der Züchtung des Chinakohls *Brassica pekinensis* Rupr. Der Züchter 30, 352–361 (1960). — 20. TERVET, J. W., and J. P. HOLLIS: Bacteria in the storage organs of healthy plants. Phytopathology 38, 960–967 (1948). — 21. UNGER, K.: Die Anwendung radioaktiver Strahlungsquellen zur berührungslosen Massenbestimmung von Pflanzenbeständen und Einzelpflanzen am natürlichen Standort. Der Züchter 29, 289–293 (1959).

Aus der Obstbauversuchsanstalt in Jork, Bez. Hamburg

Zur Frage des spezifischen Gewichtes von Äpfeln als Eigenschaftsmerkmal

Von KLAUS ROEMER

Mit 8 Abbildungen

Allein im Jahr 1962 erschienen vier Veröffentlichungen, die sich mit dem spezifischen Gewicht von Apfelfrüchten befaßten (19, 21, 22, 27). Die erste, allgemein beachtete Arbeit zu dieser Frage hatte LUSIS (1958) herausgebracht. Ihr waren orientierende Untersuchungen von ROOTSI (1947 und 1948) vorausgegangen und eingehendere Betrachtungen gefolgt (18), die aber offensichtlich an weithin unzugänglichen Stellen erschienen, so daß sie nicht bekannt wurden. Auf die unveröffentlichte Habilitationsschrift von MATZNER (1956) machte SCHMIDT (1962) aufmerksam: Welches plötzlich erwachte Interesse besteht eigentlich am spezifischen Gewicht der Früchte und in welche Richtungen zielten die Fragen der einzelnen Autoren?

1. ARCHBOLD (1932), ASKEW (1935) und BAIN und ROBERTSON (1951) stellten fest, daß im Verlauf des Fruchtwachstums am Baum die Kurven für das Gewicht und das Volumen auseinanderstreben, und sie erkannten, daß das spezif. Gewicht den Korrekturfaktor ergab, mit dessen Hilfe aus Volum- oder Gewichtsmessungen jeweils die korrespondierende Größe berechnet werden kann. Dieses Verfahren wurde auch von JENSEN (1949) angewendet. WESTWOOD (1962) untersuchte aus diesem Grunde die Veränderungen des spezif. Gewichtes während des Wachstums an sechs wichtigen Sorten.

2. Das spezifische Gewicht war als sortencharakteristisches Merkmal erkannt worden. So urteilte ZWINTZSCHER (1957) einige Klone auch nach diesem Merkmal. KRÜMMEL—GROH—FRIEDRICH (1956 ff) und DUHAN (1957 ff) nahmen Angaben über das spezif. Gewicht in ihre Sortenwerke auf. LUSIS (1958) machte darauf aufmerksam, daß man hier ein Merkmal als sortencharakteristisch ansähe, über dessen Variabilität und Modifikabilität nichts oder nur wenig bekannt sei.

3. Das spezif. Gewicht kann als Qualitätsmerkmal oder als mit Qualitätsfaktoren korreliertes Merkmal betrachtet werden. So versuchte SIMPSON (1953), mit Hilfe des spezif. Gewichtes die Pflückreife zu bestimmen. Obgleich er diese Möglichkeit verneint hatte, griffen JONKERS und DE VISSER (1959) diese Frage nochmals auf. Bislang ist über ein positives Ergebnis nichts bekannt geworden. LUSIS vermutete Zusammenhänge zwischen den Veränderungen des spezif. Gewichtes auf dem Lager und dem Eintritt der Genütreife. SCHMIDT (1962) untersuchte diese Frage und verneinte jeden Zusammenhang. ROOTSI (1958 und 1962) wies auf Möglichkeiten hin, mit Hilfe des spezifischen Gewichtes auf die Lagerungsfähigkeit und die Haltbarkeit von Früchten zu schließen.

Die eigenen Untersuchungen hier dienten der Orientierung über die Höhe des spezif. Gewichtes in

dem Sortiment unseres Gebietes. Ebenfalls sollte der Umrechnungsfaktor für Gewichtsbestimmungen aus Volummessungen für eine Reihe von Sorten gefunden werden, an denen das Wachstum der Früchte untersucht wird. Weiterhin ging es darum, Grundlagen für Vergleiche in Qualitätsfragen mit Hilfe des spezif. Gewichtes zu schaffen.

Material und Untersuchungsmethoden

1959 und 1960 wurde an Früchten der Sorten James Grieve, Golden Delicious, Jonathan und Martini, die aus anderen Versuchen zur Verfügung standen (ROEMER 1963), das spezif. Gewicht bestimmt. Dabei handelte es sich um Früchte, die von Bäumen aus einem Spezialgewächshaus stammten, in welchem nachts durch zusätzliche Heizung die Temperatur erhöht wurde (Wärmeversuche). Die entsprechenden Kontrollen erhielten 1959 z. T. 3–4 mal je 30 mm Wasser (bewässerte Kontrollen), z. T. mußten sie die Dürreperioden unbewässert durchstehen (unbewässerte Kontrollen). Außerdem wurden in 2–3wöchigen Abständen eingesandte Proben aus Südtirol, Heilbronn und Alnarp (Südschweden) mit gleichzeitig gepflückten Proben aus den angeführten Versuchen verglichen.

Weitere Sorten wurden 1960 untersucht, um einen Überblick über die Variabilität des spezif. Gewichtes zu erhalten. Die Proben stammten alle aus dem Versuchsbetrieb der Versuchsanstalt in Ottensen. Von rund 40 Sorten wurden je 2–6 Früchte untersucht. 1962 konnte dann nochmals ein größeres Material in Stückzahlen von 10 bis 75 je Sorte gemessen und gewogen werden, wobei das Schwergewicht auf die in unserem Anbaugebiet hauptsächlich vertretenen Sorten gelegt wurde.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes D (statt der heute üblichen Kurzbezeichnung für das spezif. Gewicht s wird hier der Buchstabe D [von Dichtezahl] verwendet, um eine Verwechslung mit der Streuung s zu vermeiden) erfolgte nach der bei LUSIS (1958) beschriebenen Methode mit einer hydrostatischen Waage. Aus dem Gewicht (G) und dem in destilliertem Wasser bei einer Temperatur von 20 °C gemessenen Auftrieb (A) kann das Volumen errechnet werden.

Das spezif. Gewicht einer Frucht ergibt sich aus:

$$D = \frac{G \times D_{\text{Wasser}}}{A}$$

Die Meßgenauigkeit der Tarierwaage beträgt: $\Delta G = 0,01 \text{ g}$, der Meßfehler für das spezif. Gewicht nach LUSIS: $\Delta D = \frac{2 \cdot \Delta G}{G}$. Für die kleinsten der untersuchten Früchte ist dann der Fehler: $\Delta D = \frac{2 \times 0,01}{13} = 0,00154$, für die größten Früchte: $\Delta D = \frac{2 \times 0,01}{300} = 0,000067$.

Bei sehr kleinen Früchten ist schon die dritte Dezimale unsicher, während bei großen Früchten auch die vierte Dezimale noch genau bestimmt werden kann. Um eine Einheitlichkeit im gesamten Material sicherzustellen, wurden für die Angabe des spezif. Gewichtes einzelner Früchte drei Dezimalen und von Mittelwerten vier Dezimalen verwendet.

Die Veränderung des spezifischen Gewichtes im Laufe der Fruchtentwicklung

Zur Darstellung von Entwicklungsreihen ließen sich 1960 die Proben der erwähnten vier Sorten aus den Versuchen und aus dem Herkunftsvergleich heranziehen. 1962 wurde nochmals an Proben größerem Umfangs in größeren zeitlichen Abständen die Veränderung des spezif. Gewichtes geprüft.

Die sehr kleinen Früchte wurden gemeinsam gewogen und die Mittelwerte aufgetragen (•), für Früchte etwa ab 20 g gelten die Einzelwerte (x) in den Abbildungen 1a–c. Die Kurven sind freihändig gezogen und geben den Trend in der Entwicklung wieder. Der Eindruck einer starken Streuung täuscht, da immer nur der wesentliche Ausschnitt für das Merkmal „spezif. Gewicht“ als Ordinate erscheint, der Nullpunkt befindet sich weit unterhalb der Darstellungen.

Das Krümmungsmaximum der Kurven liegt bei einem Fruchtwicht von 20–40 g, danach verändert sich das spezif. Gewicht der Früchte langsamer, aber immer noch deutlich. Die zu späteren Zeitpunkten gepflückten Früchte unterschiedlicher Größe passen sich diesem Kurvenverlauf gut ein, d. h. das spezif. Gewicht ändert sich bis zur Pflückreife entsprechend der Größenzunahme der Früchte, nicht aber in Übereinstimmung mit dem Reifeverlauf. Damit erfüllt das spezif. Gewicht nicht die Forderung für ein Krite-

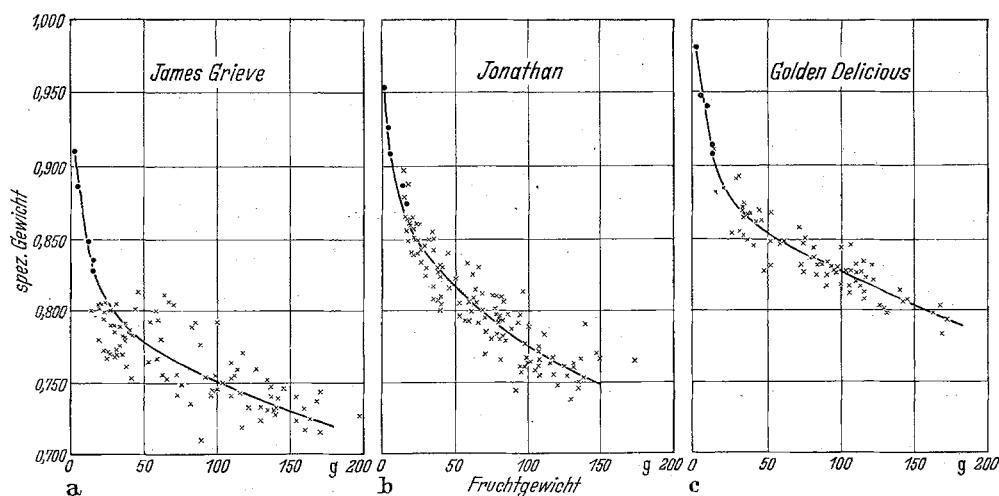


Abb. 1a–c. Fruchtwachstum und Veränderung des spezif. Gewichtes im Jahre 1962. Sorten: James Grieve, Jonathan und Golden Delicious.

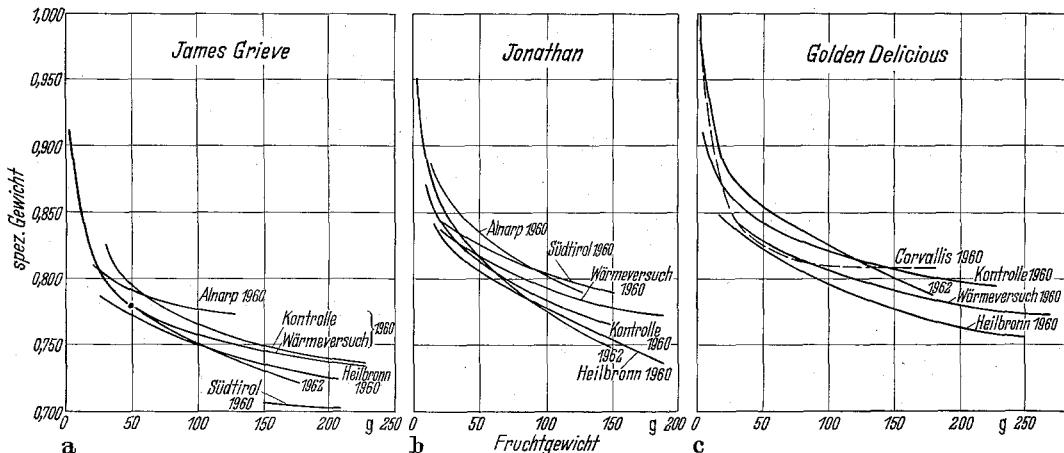


Abb. 2a—c. Fruchtwachstum und Veränderung des spezif. Gewichtes bei den Sorten James Grieve, Jonathan und Golden Delicious, verschiedene Herkünfte und Jahrgänge.

rium des Pflückkreifestadiums: sich mit der Annäherung an die Pflückreife schnell und eindeutig zu verändern. SIMPSON (1953) hatte schon die Verwendung des spezif. Gewichtes zur Bestimmung der Pflückreife abgelehnt. Von JONKERS und DE VISSER (1959) war die Frage nochmals aufgegriffen worden. Sie meinten, bei näherer Untersuchung zu einem positiven Ergebnis kommen zu können.

Aus den Darstellungen für die Jahre 1960 und 1962 (Abb. 2a—c) geht hervor, daß 1962 die kleinen Früchte bei sehr später Blüte und darauffolgenden niedrigen Temperaturen ein höheres spezif. Gewicht hatten, für große Früchte die Werte aber unter die des Jahres 1960 absanken. Für die Sorte Golden Delicious sind auch die Angaben von WESTWOOD (1962) aus Corvallis, Oregon, USA, verwendet worden, die deutlich einen sehr steilen Abfall der Werte bis zu einem Fruchtgewicht von 40 g zeigen, die weitere Veränderung ist nur noch sehr geringfügig. Für die Sorte Jonathan gilt Entsprechendes.

Ein Vergleich aller vorliegenden Werte läßt folgenden Schluß zu: Je steiler der anfängliche Abfall, desto langsamer verändert sich das spezif. Gewicht der größer werdenden Früchte, und es kommt zu Überschneidungen mit Kurven, die aus einer langsameren, aber bis zur Ernte anhaltenden Veränderung des spezif. Gewichtes hervorgehen. Vermutlich bewirken höhere Temperaturen in der Zeit nach der Blüte die rasche Verringerung des spezif. Gewichtes. Das Maximum der Krümmung scheint eine Beziehung zu der Beendigung der häufigen Zellteilungsvorgänge in der Frucht etwa 6—8 Wochen nach der Blüte aufzuweisen.

WESTWOOD (1962) führt den steilen Abfall in der Kurve zurück auf ein schnelles Wachstum weniger dichter Teile der Frucht. Während der Stiel bei 0,5 g schweren Früchten noch 15% des Gewichtes und nur 10% des Volumens der ganzen Frucht ausmacht, nimmt sein relativer Anteil ab, sobald das Fruchtwachstum stärker zunimmt. Das Fruchtfleisch ist spezif. leichter als die ganze Frucht, das vorsichtig herauspräparierte, geschlossene Kernhaus mit dem Stiel dagegen schwerer (für Jonathan z. B.: Fleisch 0,768, Kernhaus + Stiel 0,924). SCHMIDT (1962) fand für das Fruchtfleisch ebenfalls geringere spezif. Gewichte als für die ganze Frucht, berichtet aber über Saft- und Transpirationsverluste beim Schneiden. KRÜMMEL-GROH-FRIEDRICH (1956) stellen z. T. An-

gaben für das spezif. Gewicht ganzer Früchte und des Fruchtfleisches gegenüber, wobei in einigen Fällen das Fruchtfleisch spezif. schwerer als die Früchte ist. An über 30 Sorten verglich ROOTS (1962) das spezif. Gewicht des Fruchtfleisches einschließlich der Schale von den Herkünften Alnarp und Weihenstephan und stellte dabei fest, daß in jedem Falle das Fruchtfleisch ein höheres spezif. Gewicht aufwies als die ganzen Früchte. Die Werte lagen für Alnarp um 2,54%, für Weihenstephan um 1,49% höher.

Zur Klärung der Frage, welche Teile der Frucht ein unterschiedliches spezif. Gewicht besitzen, wird es notwendig sein, ein Verfahren auszuarbeiten, das unter größtmöglicher Schonung von Struktur und Zusammensetzung der Proben eine genaue Bestimmung des spezif. Gewichtes erlaubt.

Veränderungen des spezifischen Gewichtes während der Lagerung

Die repräsentativ zusammengestellten Proben der Einzelbäume sind 1959 und 1960 getrennt in einem Kühlraum bei 2—3 °C gelagert worden. Zu verschiedenen Zeitpunkten während der Lagerung erfolgte eine Kontrolle des spezif. Gewichtes.

In der Tabelle 1 sind die Differenzen des absoluten Gewichtes, des Volumens und des spezif. Gewichtes angegeben und in % des Ausgangswertes umgerechnet. Sowohl der Verlust an absolutem Gewicht als auch an Volumen ist erheblich größer als der Verlust an spezif. Gewicht. Das ist eine Bestätigung für die in der Literatur (12, 19, 21) aufgeführten Befunde anderer Autoren. Es fällt auf, daß sich das spezif. Gewicht bei einigen Parzellen im Jahr 1959 vergrößert hat, 1960 waren keine positiven Veränderungen festzustellen und die Abnahme war wesentlich stärker. Das spezif. Gewicht verändert sich während der Lagerung nicht einheitlich, eine Voraussage läßt sich nicht aufstellen.

SCHMIDT (1962) hatte die Frage der Beziehung zwischen Genußreife und spezif. Gewicht, die von LUSIS vermutet wurde, genauer untersucht und kam zu dem Schluß, daß die Änderung des spezif. Gewichtes kein Kriterium für das Eintreten der Genußreife darstellt, weil die für einen Reifeindex zufordernde Gleichartigkeit der Veränderungen fehlt.

Über die Veränderungen der Zusammensetzung und der histologisch erfassbaren Struktur lagernder Früchte im Zusammenhang mit dem spezif. Gewicht

sind wir noch nicht genügend orientiert. Zwei Faktoren bestimmen den Gewichtsverlust: 1. Die Verdunstung von Wasser, die sortenabhängig ist, und 2. die Veratmung der organischen Substanz, die sowohl sorten- als auch standortsabhängig ist, gewichtsmäßig aber geringer sein dürfte als die Transpirationsverluste. Die Volumabnahme hängt neben den soeben genannten Faktoren auch von einer Änderung der Elastizität der Zellen bzw. des Gewebes ab, so daß Turgorverlust und Umwandlungen der Zellwandstruktur (Pektinabbau) zu einer mehr oder weniger starken Volumabnahme führen, die sicherlich bei den einzelnen Sorten unterschiedlich sein dürfte, evtl. auch von Standortsfaktoren abhängt. ROOTSI (1962) stellte fest, daß mehlige Früchte spezif. leichter, geschrumpfte Früchte aber spezif. schwerer sind. Ob sich im Laufe der Lagerperiode der Luftgehalt der Früchte ändert, ist bislang nicht untersucht worden. Die Überlegungen, die im Abschnitt g angeführt werden, geben eine Grundlage für derartige Untersuchungen.

Welchen Umfang muß eine Probe für Vergleichszwecke haben?

LUSIS erhielt bei einer Probengröße von 50 Früchten je Sorte für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,27% einen Fehlerbereich von 1,6%, und für eine Probengröße von 16 Früchten einen Fehlerbereich von 3,2% für den mittleren Fehler des Mittelwertes (s_D %). Die Grenze von 0,27% für die Sicherung der Werte ist sehr eng gefaßt, MUDRA verwendet z. B. durchweg nur die Grenzen von 1% und von 5%; dann beträgt der Fehlerbereich bei LUSIS nur 1% (für $p = 5\%$) bzw. 1,3% (für $p = 1\%$) für 50 Früchte.

Die von Jahr zu Jahr sehr unterschiedliche mittlere Fruchtgröße und die negative Korrelation zwischen spezif. Gewicht und Fruchtgewicht machen es aber erforderlich, die Werte auf gleiches Fruchtgewicht umzurechnen. Dazu müßte aus einem größ-

eren Material der jeweils gültige Regressionskoeffizient berechnet werden, da dieser sehr variabel sein und von Baum zu Baum differierende Werte annehmen kann. MATZNER hat darauf hingewiesen, daß es sich gar nicht um eine lineare Beziehung handele, also auch keine linearen Regressionskoeffizienten berechnet werden könnten. Streng genommen gäbe es also keine Möglichkeit, die Angaben über das spezif. Gewicht verschiedener Jahrgänge oder Herkünfte zu vergleichen?

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, wurde versucht, ob nicht eine Beschränkung auf Gewichtsklassen mit einer größeren Anzahl von Früchten weiter führt und einen Vergleich von Früchten gleicher Gewichtsklassen ermöglicht.

Die festgestellte Streuung des spezif. Gewichtes der Parzellenmittel liegt in der Größenordnung der von LUSIS angegebenen Werte. Die Berechnung wurde nach der bei MUDRA angegebenen Formel durchgeführt:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \times \left[\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n} \right] ; \quad s\% = \frac{100 \times s}{D}.$$

LUSIS fand für $s\%$ folgende Extremwerte: $\pm 1,19\%$ bis $\pm 3,15\%$. In dem vom Verf. untersuchten Material unterschiedlichen Probenumfangs reichten die Extreme von: $\pm 1,00\%$ (bei nur 6 Früchten in 2 Gewichtsklassen) bis: $\pm 5,53\%$ (bei 50 Früchten in 6 Gewichtsklassen). 1962 war die Streuung allgemein größer als in den anderen beiden Jahren, was zu einem Teil auf die stärkere Neigung der Regressionslinie zurückzuführen ist.

Durch eine Einteilung der Früchte in Gewichtsklassen von 20 g läßt sich die Streuung vermindern, vor allem dann, wenn der regressionsbedingte Anteil der Streuung erheblich ist. In dem vorliegenden Material wurde der Variationskoeffizient ($s\%$) innerhalb der Gewichtsklassen in Abhängigkeit von der Fruchtzahl geprüft. Der Variationskoeffizient nahm folgende Maximalwerte an:

$n = 3$	$s\% = 4,5 \%$
5	3,5
10	2,75
18	1,80
24	1,10.

Da die Streuung in vielen Fällen geringer war, werden auch Proben mit Fruchtzahlen zwischen 5 und 10 einen Variationskoeffizienten innerhalb der von LUSIS gefundenen Extremwerte bei einer Probengröße von 50 Früchten annehmen.

Auch das von LUSIS herangezogene Kriterium des relativen mittleren Fehlers vom arithmetischen Mittelwert (s_D %) lag nach den Berechnungen des Verf. in der von LUSIS angegebenen Größenordnung.

$$s_D = \frac{s^2}{n} ; \quad s_D\% = \frac{100 \times s_D}{D}.$$

Es ließ sich zeigen, daß bei 10 Früchten in einer Größen-

Tabelle 1. Zusammenstellung der Verluste während der Lagerung an Gewicht, Volumen und spezif. Gewicht in % der Werte bei der ersten Messung.

Sorte	Parzelle	Datum der ersten letzten		Verluste in % an:		
		Messung	Messung	Gewicht	Volumen	spez. Gew.
1959						
Jonathan	Wärmeversuch	4. 12.	1. 4. 60	2,7	1,7	1,0
	Bewäss. Kontr.	4. 12.	1. 4. 60	3,6	1,4	2,4
	Trock. Kontr. a	4. 12.	1. 4. 60	3,8	2,9	1,1
	Trock. Kontr. b	4. 12.	1. 4. 60	3,1	2,5	0,8
Gold. Delicious	Wärmeversuch	29. 10.	1. 4. 60	4,7	4,7	0
	Bewäss. Kontr.	29. 10.	1. 4. 60	5,5	5,5	0,5
	Trock. Kontr.	29. 10.	1. 4. 60	5,8	5,5	0,6
Martini	Wärmeversuch	4. 12.	2. 4. 60	5,4	5,7	+0,2
	Bewäss. Kontr.	29. 10.	2. 4. 60	8,8	6,7	-0,4
	Trock. Kontr.	29. 10.	2. 4. 60	5,1	5,7	+0,7
1960						
Jonathan	Kontrolle a	28. 10.	28. 4. 61	12,2	6,9	6,4
	Kontrolle b	28. 10.	28. 4. 61	12,6	8,5	4,0
Gold. Delicious	Wärmeversuch	28. 10.	28. 4. 61	6,4	4,6	1,8
	Kontrolle	7. 11.	28. 4. 61	7,0	6,0	1,1
	Kontrolle	7. 11.	28. 4. 61	8,1	7,2	1,1
Martini	Wärmeversuch	28. 10.	28. 4. 61	13,1	11,3	2,9
	Kontrolle	8. 11.	28. 4. 61	11,6	10,1	2,0
	Kontrolle	8. 11.	28. 4. 61	11,7	10,2	1,1

klasse von $20 \text{ g } s_{\bar{D}} \%$ mit 95%iger Wahrscheinlichkeit nicht größer als 0,6% wird (mit 99,9%iger Wahrscheinlichkeit nicht größer als 0,9%). Unter Berücksichtigung des t -Wertes für 9 Freiheitsgrade ist der Fehlerbereich dann:

für $\rho = 5\%: \pm 1,36\%$, für $\rho = 1\%: \pm 1,95\%$.

Dieser Bereich reichte aus, um die meisten Differenzen der Mittelwerte zwischen Jahrgängen statistisch zu sichern. Auch ROOTSI (1962) konnte Abweichungen zwischen den Jahrgängen sichern, wenn er von 5 Früchten mittlerer Größe je Sorte ausging.

Für spezielle Vergleiche des spezif. Gewichtes kann die Probengröße eingeschränkt werden, wenn man Früchte der gleichen Gewichtsklasse miteinander vergleicht. Um die unterschiedliche Regression des spezifischen Gewichtes auf das Fruchtgewicht auszuschalten, empfiehlt es sich aber, wenigstens drei Gewichtsklassen zu erfassen.

Untersuchungen über den Einfluß von Standort und Jahrgang auf das spezifische Gewicht reifer Früchte

LUSIS hatte keine statistisch zu sichernden Unterschiede des spezif. Gewichtes einerseits zwischen den Standorten Geisenheim und Höhenheim und andererseits zwischen den Jahrgängen 1947 und 1952 feststellen können. Er zog daraus die Schlußfolgerung, daß das spezif. Gewicht eine sehr stabile Sorteneigenschaft sei, die von Standort und Jahrgang nicht beeinflußt wäre. Tatsächlich sind solche jahrgangsbedingten Differenzen inzwischen mehrfach nachgewiesen worden. Zuerst hatte MATZNER (1956) in einer nicht veröffentlichten Habilitationsschrift auf diese Unterschiede aufmerksam gemacht. Danach gaben SCHMIDT (1962) und SCHUMACHER (1962) an, daß sie für einige Sorten in verschiedenen Jahren Differenzen des spezif. Gewichtes gefunden haben, die nicht auf eine unterschiedliche Fruchtgröße zurückzuführen waren. Auch von ROOTSI (1962) ist das bestätigt worden; die Rangfolge der Sorten solle dabei erhalten bleiben.

Um den Einfluß des Jahrganges und des Standortes zu bestimmen, wurden die bei der Fruchtreife gefundenen Werte, gemäß der Forderung von SCHUMACHER nach einem Vergleich gleichschwerer Früchte, auf Gewichtsklassen von 20 g verteilt und mindestens drei Klassen berücksichtigt (s. Abschnitt k). Die Proben der Herkunft Ottensen waren nach dem Vorschlag von LUSIS nach dem Gewicht für jeden Baum repräsentativ zusammengestellt worden. Das hatte zur Folge, daß einzelne Größenklassen nur wenig besetzt waren, und da sich das durchschnittliche Fruchtgewicht von Parzelle zu Parzelle, vor allem aber von Jahr zu Jahr verschob, konnte die Rechnung nur für einige Klassen durchgeführt werden, die in allen Parzellen vorhanden waren.

Die Beschränkung auf Klassen gleichen Gewichtes hat den Vorteil, die negative Korrelation zwischen Fruchtgewicht und spezif. Gewicht zu einem großen Teil auszuschalten. Das hier verwendete Material weist nämlich nicht in allen Fällen eine lineare Regression auf. Nach der Vermutung von LUSIS war

es sinnvoll, die Mittelquadrate aus der Varianzanalyse einem F-Test zu unterwerfen, d. h. zu prüfen, ob die Varianzen homogen sind und daraus der Schluß gezogen werden könnte, es handele sich um verschiedene Stichproben einer Grundgesamtheit. In den meisten Fällen ergab der F-Test aber eine Inhomogenität: die Stichproben verschiedener Jahrgänge oder Standorte unterscheiden sich. Darauf wurden die Mittelwerte des spezif. Gewichtes in den einzelnen Gewichtsklassen einem DUNCAN-Test (WEBER 1961) unterworfen.

Tabelle 2. Vergleich der Differenzen von den Mittelwerten für das spezif. Gewicht aus den Versuchen in Ottensen.

Sorte	Wärmeversuche 1959/1960		Kontrollen 1959/1960	1959 Wärmev./Kontr.	1960 Wärmev./Kontr.
	Spalte	1	2	3	4
James Grieve	— — —	— — —	— — —	— 0	—
Jonathan	+ 0-xx	+ xx	+ 0	+ 0-xx	
Golden Delicious	+ x	+ x	- 0-xx	- xx	
Martini	+ xx	±	±	- xx	

In der Tabelle 2 sind die spezif. Gewichte aus den Versuchen 1959 und 1960 als Differenzen der Mittelwerte verglichen. Es werden hier nur die Vorzeichen angegeben (+: der zuerst genannte Versuch hatte ein größeres spezif. Gewicht; für die Sicherungsgrenzen gilt: o = nicht gesichert, x: $\rho = 5\%$, xx: $\rho = 1\%$).

Die einzelnen Sorten haben unterschiedlich reagiert. Als eindeutig kann man für alle Sorten angeben, daß die Früchte in den Wärmeversuchen 1959 (Spalte 1) schwerer waren. Für die Kontrollen (Sp. 2) fällt der Vergleich zwischen den Jahren nicht mehr so eindeutig aus. Werden die Wärmeversuche mit den entsprechenden Kontrollen verglichen (Sp. 3+4), dann hatte Golden Delicious in den Wärmeversuchen leichtere Früchte, die Früchte von Jonathan waren meist etwas schwerer und für Martini gilt die Feststellung, daß die Kontrollen nur 1960 leichter gewesen sind.

In gleicher Weise wurde auch das Material aus Alnarp, Heilbronn und Bozen untersucht und mit den Kontrollen in Ottensen verglichen. Die Werte liegen nur für das Jahr 1960 vor (Tab. 3).

Während bei der Sorte Jonathan alle Herkünfte bis auf Heilbronn und Ottensen 1962 schwerere Früchte als die Kontrolle 1960 besaßen, waren bei der Sorte Golden Delicious die Kontrollen 1960 in allen Fällen die schwereren, für James Grieve waren nur die Früchte aus Alnarp schwerer als die Kontrollen 1960. Die Tendenz der Beurteilung dieser Differenzen als nicht signifikant (o), signifikant (x) bzw. hochsignifikant (xx) ergibt sich auch aus der Abb. 2a-c. Z.B. ist die Differenz Heilbronn/Kontrolle nur in der Klasse mit den größten Früchten der Kontrolle signifikant gesichert. Besonders auffallend ist das gegensätzliche Verhalten der Sorten James Grieve und Jonathan bei Betrachtung der Herkünfte Südtirol und Alnarp. Während Jonathan für Alnarp und Südtirol etwa gleiche Werte annahm, rahmen die Werte für James Grieve dieser beiden Herkünften alle anderen Werte ein.

Bei der Herkunft Ottensen hatten die Früchte gleicher Gewichtsklassen im Jahr 1962 ein geringeres spezif. Gewicht als 1960, die Differenzen zu 1959 sind hochsignifikant gesichert unterschieden, die Früchte

Tabelle 3. Vergleich der Differenzen von den Mittelwerten für das spezifische Gewicht aus verschiedenen Herkünften.

Sorte	Wärmev./Kontr. 1960	Alnarp/K. 1960	Heilbr./K. 1960	Bozen/K. 1960	1962/1960 Ottensen
Jonathan	+ 0-xx	+ xx	- 0-x	+ x-xx	- 0-xx
Golden Delicious	- xx	- ---	- xx	- ---	- 0-x
James Grieve	-	+	-	-	-

Für James Grieve zeigte der F-Test meist Homogenität der Varianzen an.

hatten 1959 ein wesentlich höheres spezif. Gewicht. Das ließe den Schluss zu, daß die Wärme allein einen Einfluß auf die Entwicklung des spezif. Gewichtes gehabt hätte. Da aber auch die Früchte der Herkunft Alnarp schwerer waren, andererseits die Herkunft Heilbronn in allen Fällen leichtere Früchte besitzt, muß neben der Wärme auch noch ein anderer Faktor wirksam gewesen sein, der entweder einen unterschiedlichen Einfluß auf die Sorten hatte oder auf die einzelnen Sorten verschieden stark eingewirkt hat. Es ist anzunehmen, daß hier der Wasserkontakt ausschlaggebend war, der eventuell über die Aufnahme von Stickstoff aus dem Boden einen Einfluß auf die Fruchtentwicklung genommen hat. ROOTSI (1962) führt als Beispiele für die Beeinflussung des spezif. Gewichtes auf: 1961 hätten die Früchte von Bäumen auf der Unterlage EM IV ein höheres spezif. Gewicht gehabt als die auf Sämlingsunterlage; eine K-Düngung hätte ein höheres spezif. Gewicht als eine N-Düngung hervorgerufen. Auch ZWINTZSCHER (1957) fand unterlagenbedingte Differenzen des spezif. Gewichtes: EM II brachte schwerere Früchte als EM XVI.

Die hier vorgelegten Ergebnisse sprechen ganz eindeutig dafür, daß das spezif. Gewicht von Apfelfrüchten eine durch Standort und Jahrgang modifizierbare Eigenschaft ist.

Versuch, die Variation des spezifischen Gewichtes zu erklären und damit eine Deutung der jahrgangs-mäßigen Unterschiede zu geben

Drei Faktoren bestimmen in ihren wechselnden Anteilen das spezif. Gewicht der Früchte (ROOTSI 1948 und 1958):

1. der Trockensubstanzgehalt,
2. der Wassergehalt,
3. die Luft, die
 - a) in den Interzellularen und
 - b) im Kernhaus eingeschlossen ist.

Da das spezif. Gewicht der Äpfel geringer als 1 ist, müssen Trockensubstanz- und Luftgehalt der Früchte die Ursache für die Unterschiede im spezif. Gewicht sein, während der Wassergehalt bei einem spezif. Gewicht $D_{\text{Wasser}} = 0,9982$ bei 20 °C vernachlässigt werden kann.

Die folgenden Untersuchungen über den Trockensubstanz- und Luftgehalt der Früchte sind an dem eingelagerten Material am Ende der Lagerperiode (s. Abschnitt d) durchgeführt worden. Es geht hier im wesentlichen darum, gewisse Untersuchungsmöglichkeiten darzustellen und Tendenzen aufzuzeigen, die einer Qualitätsbestimmung an Früchten hinzuzufügen wäre.

sorgfältig unter den gleichen Bedingungen behandelt worden. Es wurden hierzu $\frac{1}{2}$ cm dicke Scheiben aus der Region des Fruchtäquators entnommen und sofort gewogen. Anschließend wurde zunächst 3 Std. bei 80 °C und dann 20 Std. bei 105 °C getrocknet und im Exsikkator abgekühlt bis zur erneuten Wägung. Genau genommen liegt auch in dieser Probenahme eine Fehlermöglichkeit, da ASKEW (1935) angab, daß bei seinen Untersuchungen der Wassergehalt ein Gefälle von der Stielregion bis zum Kelch aufwies (Stielregion 86,2%, Kelchregion 84,9%, Kernhausregion 85,5%). Scheiben aus der Kernhausregion (Äquator) dürften demnach einen mittleren Wassergehalt aufweisen.

Von den drei untersuchten Sorten hatten die Früchte aus den Wärmeversuchen in jedem Fall den kleinsten Mittelwert des rel. Trockensubstanzgehaltes (Tab. 4). Die Kontrollen ohne zusätzliche Bewässerung hatten den höchsten Trockensubstanzgehalt.

Ein höherer Trockensubstanzgehalt (im Mittel) ist nicht immer mit einem höheren spezif. Gewicht verbunden; aus den graphischen Darstellungen dieser beiden Größen konnte nur ein Anhalt für das Vorliegen einer sehr schwachen positiven Korrelation gewonnen werden. Zwischen Fruchtgewicht und Trockensubstanzgehalt ist ebenfalls nur eine schwache, negative Korrelation vorhanden. Kleinere Früchte haben in der Regel einen höheren relativen Trockensubstanzgehalt als große.

Innerhalb einer Sorte kann deswegen nicht vom Trockensubstanzgehalt auf das spezif. Gewicht oder umgekehrt geschlossen werden. Da sich Trockensubstanz- und Wassergehalt in Gew.-% zu 100% ergänzen, gilt für den Wassergehalt: Kleinere Früchte (mit höherem spezif. Gewicht) enthalten weniger Wasser.

Tabelle 4. Fruchtgewicht, Trockensubstanzgehalt und spezif. Gewicht, als Parzellenmittel der Versuche in Ottensen 1959, untersucht am Ende der Lagerperiode.

Sorte	Parzelle	Gewicht in g	Trockensub- stanzi Gew.-%	spez. Gew.
Jonathan	Wärmevers.	127,96	14,54	0,7902
	Bewäss. Kontrolle	132,07	16,04	0,7715
	trockene Kontrolle			
	Boden schlecht	90,80	17,90	0,8061
	trockene Kontrolle			
	Boden gut	117,87	15,15	0,7901
Golden Delicious	1962	95,15	15,08	0,7496
	Wärmevers.	156,49	14,03	0,7977
	Bewäss. Kontrolle	118,53	14,68	0,7855
Martini	Trockene Kontrolle	134,07	15,89	0,7835
	Wärmevers.	125,04	15,32	0,8338
	Bewäss. Kontrolle	83,58	16,18	0,8461
	Trockene Kontrolle	56,14	17,98	0,8685

Die größeren Schwierigkeiten bereitet die Bestimmung des Volumens der eingeschlossenen Luft im Kernhaus und in den Interzellularen. Es wurden Versuche unternommen, die Größe des Kernhauses folgendermaßen festzustellen: Mit einer Injektionspritze wurde das Kernhaus vorsichtig mit Wasser gefüllt, nachdem zuvor die einzelnen Kernhauskammern an ihrem höchsten Punkt angestochen worden waren, so daß die Luft entweichen konnte. Diese Versuche erbrachten keine eindeutigen Ergebnisse, weil entweder die Kernkammern nicht miteinander verbunden waren und sich deswegen nicht alle oder nicht vollständig füllten (mit Anilinblau gefärbtes Wasser zeigte an, wieweit die Füllung stattgefunden hatte), oder aber die Kernhauswände so durchlässig waren, daß während der Injektion bereits unkontrollierbare Mengen Wassers in die Interzellularen des Fruchtgewebes hineingedrückt wurden (Blaufärbung des Gewebes). Die Abbildungen (3a + b) geben einen Eindruck von der Größenordnung der injizierten

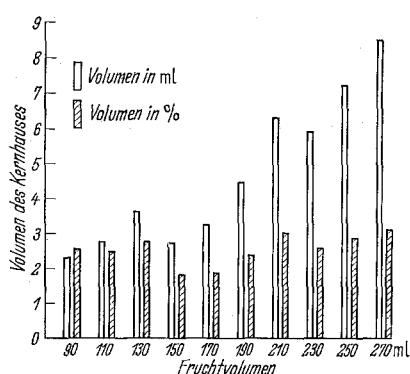


Abb. 3a. Absolute Größe des Kernhauses (weiße Säulen) und relative Größe (schraffierte Säulen) bei Glockenäpfeln.

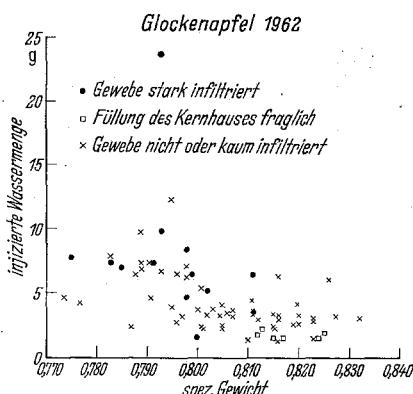


Abb. 3b. Größe des Kernhauses in Relation zum spezif. Gewicht bei der Sorte Glockenapfel.

Wassermenge und deren Beziehung zum spezif. Gewicht bzw. zum Fruchtgewicht.

In eine Frucht der Sorte Glockenapfel (Abb. 3b, oben links) konnten mit Leichtigkeit 23,7 ml Wasser hineingedrückt werden, die Verfärbung reichte dann bis 1 cm unter die Schale. Den Darstellungen kann man entnehmen, daß größere Früchte auch ein größeres Kernhaus besitzen, dessen relatives Volumen aber etwa gleichbleibt (Abb. 3a); Früchte mit einem großen Kernhaus haben ein geringeres spezif. Gewicht, wobei allerdings die Frage offen bleibt, ob hier ein direkter Zusammenhang besteht oder ob größere Früchte daneben auch noch mehr Interzellulärvolumen aufweisen.

Interessanterweise konnte in einem Versuch an Glockenapfel 36 Std. nach der Injektion im Kernhaus kein Wasser mehr festgestellt werden, es war vollständig vom Fruchtgewebe aufgenommen worden.

Nachdem es nur näherungsweise möglich war, die Größe des Kernhauses zu messen, wurde der gesamte Luftanteil am Volumen der Früchte zu berechnen versucht. Roots (1958), dessen Berechnungen ich hier folge, hatte festgestellt, daß die Relation zwischen Fruchtmassen- und Luftpengenanteil ein Maß für die Struktur des Fruchtfleisches ergibt und relativ einfach zu bestimmen ist. An einem Beispiel soll die Rechenmethode dargestellt werden:

Eine Frucht der Sorte Jonathan habe ein spezif. Gewicht von 0,772 und einen Trockensubstanzgehalt

von 14,00 Gew.-%. Das Gewicht der Frucht setzt sich zusammen aus:

$$\begin{aligned} 14,00 \text{ Gew.-\% Tr. Subst.} &+ 0 \text{ Gew.-\% Luft} \\ &+ 86,00 \text{ Gew.-\% Wasser.} \end{aligned}$$

Roots (1958 und 1963) gibt für die Trockensubst. ein mittleres spezif. Gewicht von 1,36 an. 14,00 g Trockensubst. entsprechen dann:

$$\frac{14,00}{1,36} = 10,3 \text{ ml Trockensubst.}$$

100 g Fruchtmasse (Trockensubst. + Wasser) = 86,00 ml Wasser + 10,3 ml Trockensubst. = 96,3 ml. 100 ml Fruchtmasse (Trockensubst. + Wasser + Luft) haben bei einem Gewicht von 77,2 g: $\frac{96,3 \times 77,2}{100}$

= 74,4 Vol.-% Fruchtmasse und 25,6 Vol.-% Luft. Das Fruchtvolumen setzt sich zusammen aus: dem Volumen der Trockensubst. + Luftvolumen + Wasservolumen. Von 77,2 g Fruchtmasse (= 100 ml) beanspruchen Wasser und Trockensubst. 74,4 ml Volumen, davon sind:

$$\frac{74,4 \times 86,0}{96,3} = 66,4 \text{ Vol.-\% Wasser;}$$

$$\frac{74,4 \times 10,3}{96,3} = 8,0 \text{ Vol.-\% Trocken- subst.}$$

Wasser 66,4 Vol.-%

Tr.-Subst. 8,0 „,

Luft 25,6 „,

100,0 Vol.-%

Da über die Variationsbreite

des spezif. Gewichtes der Trockensubst. und über eventuelle Modifikationsursachen nichts bekannt ist (Roots 1963) und da mangels eines Pyknometers keine eigenen Untersuchungen vorgenommen werden konnten, ist der

Wert von 1,36 allen Berechnungen zugrunde gelegt worden. Aber die Werte in dem angeführten Beispiel würden sich selbst bei Annahme eines geringeren spezif. Gewichtes der Trockensubst. (statt 1,36 z. B. 1,25) nur wenig ändern, der Trockensubst.-Gehalt steige dann von 8,0 Vol.-% auf 8,6 Vol.-% an, der Luftanteil sänke von 25,6 Vol.-% auf 25,0 Vol.-% ab. Der von Roots gemessene Wert für das spezif. Gewicht der Trockensubst. darf also der Auswertung zugrunde gelegt werden, ohne bei abweichenden Werten für einzelne Sorten oder Früchte einen groben Fehler in die Rechnungen einzuführen.

In der Abb. 4 sind die für die einzelnen Früchte nach diesem Verfahren erhaltenen Werte für den Luftgehalt gegen das spezif. Gewicht der Früchte

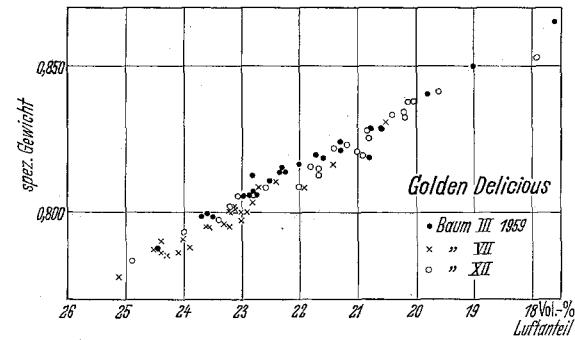


Abb. 4. Darstellung des Zusammenhangs zwischen spezif. Gewicht und Luftanteil der Frucht.

aufgetragen, die am Ende der Lagerperiode 1959/1960 aus den Lagerversuchen (Abschnitt d) zur Verfügung standen.

Für die Sorten Golden Delicious, Jonathan und Martini ergibt sich eine stramme negative Korrelation in Übereinstimmung mit den Befunden ROOTSIS (1958 und 1962), der in einzelnen Jahren allerdings unterschiedliche, aber immer hochsignifikante negative Korrelationskoeffizienten erhielt. Ein hohes spezif. Gewicht entspricht also, wie zu erwarten war, einem geringeren Luftgehalt der Früchte. Da einerseits zwischen Fruchtgewicht und spezif. Gewicht eine negative Korrelation besteht, andererseits sich hier eine negative Korrelation zwischen Luftgehalt und spezif. Gewicht zeigt, wurde nun auch das Verhältnis Fruchtgröße:Luftgehalt geprüft. Die Antwort gibt die Abb. 5, in der in einem dreidimensionalen Koordinatennetz die Werte spezif. Gewicht, Vol.-% der Fruchtmasse (s. Abb. 4) und Fruchtgewicht für jede einzelne Frucht dargestellt sind.

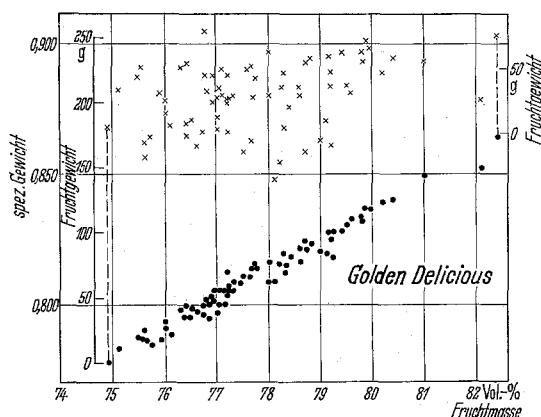


Abb. 5. Darstellung des Zusammenhangs zwischen spezif. Gewicht, Volumen der Fruchtmasse und Fruchtgröße.

Man kann dieser Zeichnung entnehmen, daß größere Früchte einen höheren Luftanteil haben als kleinere. Die Streuung, die durch einen unterschiedlichen Trockensubstanzgehalt verursacht wird, ist beträchtlich. Für die Variation des spezif. Gewichtes der Früchte innerhalb einer Sorte bei verschiedenen Fruchtgewichten ist nicht nur der Luftanteil, sondern auch der Trockensubstanzgehalt verantwortlich.

Für die einzelnen Früchte der verschiedenen Parzellen der Sorte Jonathan (1959 und 1962) sind der Trockensubst.- und der Luftvolumanteil am Ende der Lagerungsperiode berechnet (jeweils reduziert auf 100 ml Fruchtvolumen) und die Gleichungen für die Regression aufgestellt worden (Tab. 5):

Innerhalb der einzelnen Parzellen besteht eine negative Korrelation zwischen Trockensubstanz-

Tabelle 5. Regressionsgleichungen für die Relation von Trockensubst.- und Luftvolumenanteil, Angabe der Korrelationskoeffizienten r und des Bestimmtheitsmaßes r^2 bei der Sorte Jonathan (1959 und 1962). +: $p = 5\%$; ++: $p = 1\%$

Parzelle	Regressionsgleichung	Korrelationskoeffizient	Bestimmtheitsmaß
II Wärmever such 1959	$\hat{Y} = 16,41 - 0,331 x$	-0,550+	0,30
VI Bewäss. Kontrolle	$\hat{Y} = 13,57 - 0,173 x$	-0,926++	0,86
XI Trockene Kontrolle schlechter Boden	$\hat{Y} = 17,33 - 0,281 x$	-0,890++	0,79
XV Trockene Kontrolle guter Boden	$\hat{Y} = 16,17 - 0,303 x$	-0,962++	0,92
1962	$\hat{Y} = 14,87 - 0,233 x$	-0,511++	0,26

gehalt und Luftvolumen: Je höher der Luftanteil steigt, desto geringer wird der Gehalt an Trockensubst. in Vol.-%. Die Änderungen beider Faktoren tragen dazu bei, daß die größeren Früchte ein geringeres spezif. Gewicht haben. Die berechneten Regressionsgeraden beruhen nicht auf Fruchtgrößenunterschieden, sondern sie stellen echte Parzellendifferenzen dar. Umgekehrt ausgedrückt bedeutet das, daß je nach den Standortsfaktoren ein gleiches spezif. Gewicht durch wechselnde Anteile an Trockensubstanz und Luftvolumen erreicht werden kann. Die gestrichelte Linie und die umrandete Fläche in Abb. 6 geben an, wo ein spezif. Gewicht zwischen 0,770 und 0,790 einzuordnen ist und wie die Regressionslinie verläuft.

Einem spezif. Gewicht $D = 0,780$ entsprachen:
1959 bei 8,9 Vol.-% Trockensubst.

25,5 Vol.-% Luft
Wärmever such 1959 bei 8,1 Vol.-% Trockensubst.

25,0 Vol.-% Luft

Trockene Kontrolle
auf schlechtem Boden 1959 bei 9,8 Vol.-% Trockensubst.
26,0 Vol.-% Luft

So läßt sich zwischen Standorten oder Jahrgängen eine positive Korrelation zwischen Trockensubstanzgehalt und Luftvolumen nachweisen. Der Baum, der 1959 am stärksten unter der Dürre zu leiden hatte, wies neben dem größten Luftanteil auch den größten Trockensubstanzgehalt auf, wenn Früchte gleichen spezif. Gewichtes miteinander verglichen werden (XI/1959). In der Parzelle des Wärmeversuchs hatten die Früchte dagegen sowohl einen geringeren Luftanteil als auch einen geringeren Trockensubstanzgehalt.

Da diese Unterschiede in der Größenordnung der angenommenen Differenz des spezif. Gewichtes der Trockensubstanz liegen, seien hier die gegensätzlichen Tendenzen einander gegenübergestellt:

Rechenbeispiel

		Jonathan II/1959	XI/1959
Mittl. spez. Gew. der Trockensubs.	1,36	1,25	1,36
Luftgehalt n Vol.-%	25,6	25,0 fällt	25,0
Trockensubst. in Vol.-%	8,0	8,6 steigt	8,1
			9,8 steigt

Eine Änderung des spezif. Gewichtes der Trockensubst. in den Versuchen hätte also eine andere Wirkung als die beobachtete gehabt, die Struktur des Fruchtfleisches muß daher anders gewesen sein.

Die Bedeutung dieser Zusammenhänge geht aus einer Bemerkung von ROOTSI (1948) hervor, der den Tomaten für deren Haltbarkeit verantwortlich machte. Es muß weiteren Untersuchungen, die bei der Ernte der Früchte durchzuführen sind, vorbehalten bleiben, den Nachweis für die Richtigkeit dieser Hypothese auch bei Äpfeln zu erbringen.

SCHUMACHER (1962) führte das höhere spezif. Gewicht von Früchten des Jahres 1959 auf ein kleineres Volumen der Interzellularen zurück. Das entsprach den Feststellungen von STOLL, wonach die rote Seite

der Früchte fester als die grüne Seite sei. Auch SMITH (1937) hatte bei mehreren Sorten auf der roten Seite der Früchte ein geringeres Interzellularvolumen gefunden (z. B. bei Cox Orangen: rote Seite 22,8%, grüne 28,3%). SCHMIDT (1962) verneint eine enge Beziehung zwischen spezif. Gewicht und Festigkeit des Fruchtfleisches. Die Festigkeit des Fruchtfleisches werde noch von anderen Faktoren als dem Interzellularvolumen bestimmt.

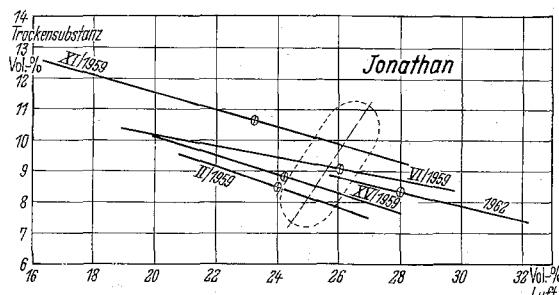


Abb. 6. Regressionsgeraden für die Beziehung zwischen rel. Trockensubstanzgehalt und rel. Luftanteil in verschiedenen Versuchsparzellen der Sorte Jonathan.

Das spezif. Gewicht allein ist also nicht so gut dazu geeignet, Standorts- oder Jahrgangsunterschiede bei Früchten gleicher Sorte zu beurteilen. Durch die hier angeführten Berechnungen unter Zuhilfenahme der Trockensubstanzgehalte wird der Informationswert gesteigert. Es handelt sich um Qualitätsmerkmale, die bislang und in diesem Zusammenhang wenig beachtet wurden. Hier eröffnen sich Möglichkeiten, die Lagerungsfähigkeit von Früchten in jedem Jahr vorherzusagen, natürlich in Verbindung mit anderen Qualitätsmerkmalen; Unterschiede, die sich aus den Herkünften Geest-Marsch im Vergleich ergeben, sollen untersucht werden, ebenso der Einfluß verschiedener Düngung und der Unterlagen. Die Beziehungen von spezif. Gewicht und Trockensubstanzgehalt zu Zellteilung und -wachstum zu untersuchen, bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

Das spezifische Gewicht verschiedener Apfelsorten

In der Tab. 6 sind die Werte für das spezif. Gewicht, das dazugehörige Fruchtgewicht (nach LUSIS, ROOTSI, SCHMIDT, SCHUMACHER und aus eigenen Untersuchungen), den Ploidiegrad bzw. die Befruchtungseigenschaften und die GenuBreife (nach Angaben aus der von E. von VAHL betreuten Sortenkartei der OVA) zusammengestellt, die Mittelwerte sind in der Abb. 7 graphisch dargestellt. Die Berechnung

der Regression erfolgte mittels einer Korrelations-tabelle (BONNIER und TEDIN 1959), wobei die Mittelwerte der Sorten mit ihrem statistischen Gewicht eingesetzt wurden (Gesamtzahl der Früchte $f = 3040$, aus 124 Sorten, Mutationen oder Herkünften). Damit ist die Korrelation zwischen Fruchtgewicht und spezif. Gewicht innerhalb jeder Sorte nicht in diese Rechnung einbezogen. Obgleich es sich auch bei dieser Regression des spezif. Gewichtes auf das Fruchtgewicht zwischen den Sorten um eine nicht-lineare Funktion handelt, ist sie hier doch als solche angesehen worden; es ging darum, in möglichst einfacher Form ein Kriterium für die Einteilung der Sortenmittel in spezifisch leichte, mittlere und schwere unter Berücksichtigung des Fruchtgewichtes zu finden. Gleichung für die Regression:

$$Y = 0,8274 - 0,0002862 x$$

Errechnete Mittelwerte: $\bar{D} = 0,824$; $\bar{G} = 119$ g.

LUSIS (1958) hatte Sorten mit einem spezif. Gewicht unter 0,83 als leicht, über 0,86 als schwer und zwischen 0,83 und 0,86 als mittelschwer bezeichnet, ohne das Fruchtgewicht hierbei zu berücksichtigen. Als Grenzen verwendete er $\pm s$ des Mittelwertes $\bar{D} = 0,8496 \pm 0,0170$, so daß 68,3% der Sortenmittel innerhalb der Spanne $\bar{D} \pm s$ liegen.

LUSIS war davon ausgegangen, daß das spezif. Gewicht der in Deutschland angebauten Apfelsorten zwischen 0,75 und 0,95 liegen würde. Sein Material (Tab. 6 Nr. 6–29) umfaßte dabei aber keine ausgesprochenen Frühsorten. CRINS (1950) hatte für Yellow Transparent ein spezif. Gewicht von 0,58 bei der Reife gefunden, ROOTSI (1947) für Klarapfel ein solches von 0,76, (1962) für Gladstone 0,73, für Stenbock 0,73, für Uhlhorns Augustkalvill 0,71 und für Snövit 0,69. Der Verf. fand für James Grieve mehrfach Mittelwerte unter 0,75 (die leichteste Frucht mit 0,685 bei 206 g Gewicht), insgesamt lagen 3% aller gewogenen Sortenmittel unter 0,74. Der von LUSIS angenommene Bereich ist also zu erweitern.

In der Darstellung (Abb. 7) schließen die dünnen Linien ober- und unterhalb der Regressionslinie 50% aller gewogenen Mittelwerte ein. Es wird vorgeschlagen, diesen im Vergleich zu LUSIS eingeschränkten Bereich als spezif. mittelschwer zu bezeichnen, oberhalb der Begrenzungslinie als spezif. schwer und unterhalb als spezif. leicht. Diese Beurteilung hat den Vorzug, auch das mittlere Fruchtgewicht zu berücksichtigen, das ja nicht nur innerhalb der Sorten, sondern, wie aus dieser Darstellung hervorgeht, auch im Sortenvergleich eine Rolle spielt.

Die Anregung, das spezif. Gewicht als Sortencharakteristikum anzugeben, ist in den neuen Sortenwerken von KRÜMMEL, GROH und FRIEDRICH (1956 ff) und von DUHAN (1957 ff) aufgegriffen worden. Leider sind die hier angeführten Gesichtspunkte nicht beachtet und das dazu gehörige Fruchtgewicht der untersuchten Früchte nicht mit angegeben worden. Es fehlen auch Hinweise darauf (10), ob es sich um einmalige Beobachtungen oder um langjährige Mittelwerte handelt. Dadurch scheiden diese Angaben für Vergleichszwecke aus. Die von ZWINTZSCHER (1957) vorgenommene Einstufung von Klonen erfolgte augenscheinlich an Hand eines Vergleichsmaterials, das sehr viele leichte Sorten enthielt; denn nach den hier verwendeten Kriterien müssen die von ZWINTZSCHER

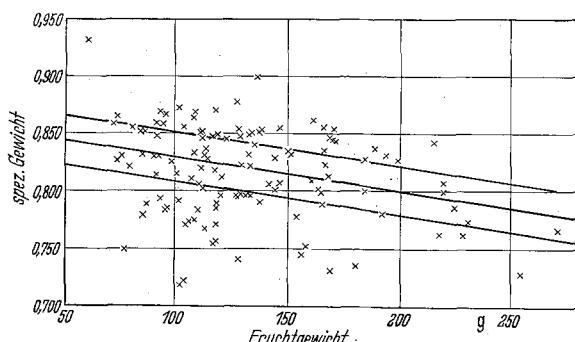


Abb. 7. Verteilung der Sortenmittel für das spezif. Gewicht mit den eingezählten Grenzlinien.

Tabelle 6. Spezifisches Gewicht verschiedener Sorten nach Angaben aus der Literatur und eigenen Untersuchungen.

Reifezeit: I bis September; II bis Mitte November;

III bis Ende Januar; IV ab Februar

Nr.	Sorte	Ploidiegrad	Reife	Gewicht	spez. Gew.	Anzahl
1.	Nach Roots 1947					
1.	Croncels	(gut)	II	90,93	0,8142	14
2.	Boskoop	tr	III—IV	79,65	8221	20
3.	Nordhausen	d	III—IV	95,65	7842	20
4.	Gelber Edelapfel	d	III	107,96	8341	20
5.	Weißen Klarapfel	d	I	50,14	7638	15
6.	Nach Lüs 1958					
6.	Baumanns Renette	d	III	116,76	8472	50
7.	Bredarenette		III	110,94	8515	50
8.	Bohnapel, Geisenheim 1947	tr	IV	98,14	8255	50
9.	Bohnapel, Geisenheim 1952			72,99	8311	50
10.	Bohnapel, Hohenheim 1952			73,49	8273	50
11.	Boikenapfel	d	III—IV	117,40	8713	50
12.	Champagner Renette	d	IV	50,10	8953	50
13.	Cox Orangen Renette	d	III	73,27	8636	50
14.	Edelroter	d	II—III	84,92	7792	50
15.	Franz Späth	(gut)	III—IV	122,42	8446	50
16.	Geheimrat Breuhan	d	III—IV	80,48	8565	50
17.	Goldparmäne, Geisenheim 1947	d	II	84,29	8523	50
18.	Goldparmäne, Geisenheim 1952			128,47	8475	50
19.	Goldparmäne, Hohenheim 1952			94,08	8585	50
20.	Londoner Pepping	d	III—IV	137,23	9005	50
21.	Minister v. Hammerstein	(gut)	III—IV	113,15	8315	50
22.	Ontario	d	IV	168,57	8474	50
23.	Boskoop, Geisenheim 1947	tr	III—IV	133,68	8498	50
24.	Boskoop, Geisenheim 1952			188,26	8382	50
25.	Boskoop, Hohenheim 1952			146,03	8546	50
26.	Weideners Goldrenette	d	III	59,94	9311	50
27.	Weißen Winterkalvill	d	III—IV	166,13	8229	50
28.	Winterrambour		IV	193,46	8325	50
29.	Zuccalmaglio Renette	d	III—IV	91,73	8311	50
30.	Nach SCHMIDT 1962					
30.	Jonathan 1957	d	II—III	104,19	7715	30
31.	Jonathan 1958			109,67	7837	30
32.	Nach SCHUMACHER 1962					
32.	Glockenapfel 1959	d	IV	89,65	8291	65
33.	Glockenapfel 1960			144,30	8008	45
34.	ROEMER 1959					
34.	Jonathan, Wärmeversuch	d	II—III	131,49	7975	18
35.	Jonathan, Kontrollen			118,56	7996	52
36.	Golden Delicious, Wärmeversuch	d	IV	164,17	7985	25
37.	Golden Delicious, Kontrollen			136,10	8214	50
38.	Martini, Wärmeversuch	d	IV	132,20	8322	24
39.	Martini, Kontrollen			77,85	8529	51
40.	ROEMER 1960					
40.	Altländer Pfannkuchen	d	IV	127	878	6
41.	Bramley's Seedling	tr	III—IV	171	844	5
42.	Cherry Cox		III—IV	108	865	2
43.	Cox Orangen Renette	d	III	128,37	8537	24
44.	Dronning Louise	d	III	93	794	2
45.	Franz Späth	(gut)	III—IV	170	855	4
46.	Finkenwerder Herbstprinz	(gut)	III	219	809	5
47.	Freiburger Prinz		III—IV	85	832	2
48.	Gelber Richard	d	II	230	774	2
49.	Golden Delicious, Wärmeversuch	d	IV	191,67	7814	25
50.	Golden Delicious, Kontrollen			146,30	8078	101
51.	Golden Delicious, Heilbronn			217,34	7645	10
52.	Gravensteiner	tr	I—II	271	768	1
53.	Hibernal	tr	I—II	254	729	2
54.	Ingrid Marie	(gut)	III	135,50	8090	20
55.	James Grieve, Kontrollen	d	I—II	180,07	7360	33
55.	James Grieve, Wärmeversuch	d	I—II	155,99	7459	58
57.	James Grieve, Heilbronn			168,59	7320	10
58.	Jonathan, Wärmeversuch	d	II—III	153,61	7788	16
59.	Jonathan, Kontrollen			108,14	7757	50
60.	Jonathan, Heilbronn			158,67	7533	18
61.	Jonathan, Südtirol			127,08	7956	15
62.	Jonathan, Alnarp			117,94	7889	9
63.	Karin Schneider		III	112	813	2
64.	Kortegaard	d		91	859	2
65.	Krügers Dickstiel	d	III	118	787	7
66.	Lobo	d	II—III	184	801	2
67.	Lord Lambourne	d	II—III	120	797	2
68.	Mac Mahon	d	II—III	224	787	2
69.	Maiden Blush	d	I	133	797	2

Tabelle 6 (Fortsetzung)

Nr.	Sorte	Ploidiegrad	Reife	Gewicht	spez. Gew.	Anzahl
70.	Martini, Wärmeversuch	d	IV	111,54	0,8204	24
71.	Martini, Kontrollen			114,27	8288	89
72.	Minjon		III—IV	96	786	2
73.	Ontario	d	IV	184	828	5
74.	Queen Cox	d		103	856	2
75.	Sary Sinap		III	120	813	5
76.	Schweizer Orangen	d	III	150	836	2
77.	Signe Tillisch	d	II	219	801	1
78.	Snövit	d	I	163	802	1
79.	Spartan	d	II—III	86	851	2
80.	Tydemans October Pippin		II	95	867	2
81.	Wedge		III	228	764	2
82.	Weideners Goldrenette (?)	d		117	818	5
83.	Winston		IV	93	869	2
84.	Winterbanana		IV	134	851	7
85.	Wrixparent	tetra	I	215	844	1
86.	Yellow Newtown	d	IV	170	845	5
	ROEMER 1962					
87.	Altländer Pfannkuchen	d	IV	101,65	8729	26
88.	Altländer Pfannkuchen rot			108,47	8681	25
89.	Baldwin	tr	IV	113,65	8371	13
90.	Bath, Schöner aus	d	I	87,43	7889	10
91.	Blenheim, Goldrenette	tr	III	136,78	8523	12
92.	Boskoop	tr	III—IV	151,52	8316	22
93.	Boskoop rot, Schmitz-Hübsch			118,56	8486	20
94.	Boskoop	tetra		166,37	8356	10
95.	Close	d	I	118,28	7721	10
96.	Coulon Renette	tr	III	134,80	8405	21
97.	Cox Orangen Renette	d	III	111,66	8523	20
98.	Early Victoria	d	I	117,05	7564	11
99.	Finkenwerder Herbstprinz	(gut)	III	160,11	8098	25
100.	Finkenwerder Herbstprinz rot			132,86	8216	25
101.	Glockenapfel	d	IV	141,03	8059	84
102.	Golden Delicious	d	IV	110,39	8071	25
103.	Goldparmäne	d	II—III	106,59	8111	25
104.	Gravensteiner	tr	I—II	135,97	7981	10
105.	Horneburger Pfannkuchen	(schlecht)	III	178,83	8363	30
106.	Ingrid Marie	(gut)	III	129,21	7980	36
107.	James Grieve	d	I—II	127,91	7412	22
108.	Jonathan	d	II—III	106,56	7738	42
109.	Kaiser Wilhelm	tr	III	164,75	8555	21
110.	King of Tompkins	(schlecht)	III	167,14	8133	12
111.	Krügers Dickstiel	d	III	99,65	8147	25
112.	Laxton's Superb	d	III—IV	143,63	8278	20
113.	Lodi	d	I	113,40	7682	12
114.	Martini	d	IV	72,00	8589	10
115.	Melba	(gut)	I	118,02	7574	10
116.	Mutterapfel	d	III	101,76	7917	25
117.	Ontario	d	IV	164,72	7893	21
118.	Ontario	tetra		161,55	8628	36
119.	Pfirsichroter Sommerapfel	d	I	104,14	7224	7
120.	Ribston Pepping	tetra	III ?	198,74	828	3
121.	Rome Beauty	d	III—IV	111,76	8474	10
122.	Stark Earliest	d	I	77,65	7502	10
123.	Vahldicks Cox	(schlecht)	III—IV	137,97	8535	23
124.	Weißen Klarapfel	d	I	102,32	7186	10

als relativ schwer bezeichneten Früchte unter die leichten bis mittelschweren eingereiht werden.

Stellung der früh- und spätreifenden Sorten im gesamten Material

Eine Analyse der Häufigkeiten auftretender spezif. Gewichte in Größenklassen von 0,030 Einheiten des spezif. Gewichtes im Wahrscheinlichkeitsnetz (15) ergab eine Kurve mit einem Wendepunkt bei etwa 0,840, der auf das Vorliegen eines Mischkollektivs hindeutet (Abb. 8). Eine Abtrennung von Teilkollektiven unter dem Gesichtspunkt der frühen oder späten Genußreife und nach den cytologischen Verhältnissen konnte die Unstetigkeit nicht beseitigen, führte aber

zu dem Ergebnis, daß späte Sorten bei einer geringeren Streuung einen höheren Mittelwert aufwiesen als frühe Sorten und mittlere.

In der Abb. 7 finden sich die frühen Sorten (Genußreife Juli bis September) alle unterhalb der Begrenzung als leichte Sorten, mit Ausnahme von Wrixparent (85*, tetraploid), Gravensteiner (52, triploid) und Snövit (78, diploid). Oberhalb der Begrenzung überwiegen die späten Sorten (Genußreife im Normallager ab Februar), von denen nur wenige zu den ausgesprochen leichten gehören: Nordhausen (3), Golden Delicious, nur die Herkunft Heilbronn 1960 (51), alle anderen sind wenigstens mittelschwer.

* Verweist auf die lfd. Nummer in der Tabelle

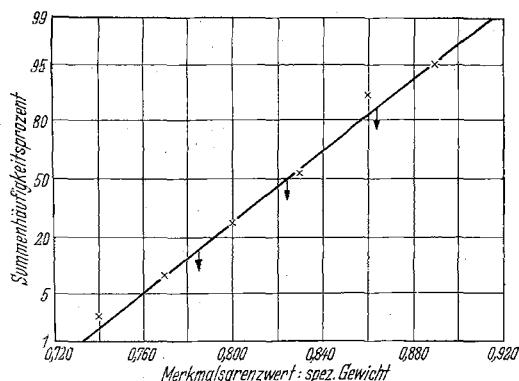


Abb. 8. Häufigkeitsanalyse im Wahrscheinlichkeitsnetz (Schleicher und Schüll, No 298 1/2 A3) von den in Tab. 6 aufgeführten Mittelwerten.

$$\begin{aligned} \text{Grenzwerte: } g_{55} &= 0,889 \\ g_{44} &= 0,863 \\ C = g_{50} &= 0,824 \\ g_{18} &= 0,785 \\ g_5 &= 0,759 \end{aligned}$$

Nach Roorts lässt sich die Rangordnung der Sorten nach dem spezif. Gewicht bereits in einem Jahr festlegen. Er verglich Angaben aus Weihenstephan und Alnarp miteinander, in den Listen stimmten 10 in beiden vorhandenen Sorten in der Rangordnung überein. In Abschnitt f wurde bereits festgestellt, daß einzelne Sorten gegenüber den Standortsfaktoren eine unterschiedliche Reaktion zeigen können, die eine Verschiebung der Reihenfolge nach sich zieht.

Verhalten einiger Mutationen

Die folgenden roten Mutationen wurden mit den normalen Sorten verglichen: Finkenwerder Herbstprinz, Altländer Pfannkuchen und roter Boskoop Schmitz-Hübsch. Die einzelnen Gewichtsklassen werden nebeneinander gestellt:

Klasse	Finkenwerder	Herbstprinz	Boskoop	
	normal	rot	normal	rot
100—120	0,8280	0,8338		
120—140	0,8228	0,8274	0,8343	0,8468
140—160	0,8110	0,8060		
160—180	0,8091	0,7993		

Klasse	Altländer Pfannkuchen	
normal	rot	
60—80	0,8845	0,8722
80—100	0,8744	0,8690
100—120	0,8717	0,8702
120—140	0,8676	0,8649

Man erkennt hieraus, daß eine Beurteilung nach nur einer Klasse zu Fehlschlüssen führt. Der normale Finkenwerder Herbstprinz ist in der Klasse von 100—120 g leichter, in der Klasse 160—180 g dagegen schwerer als die rote Mutante. Die Mittelwerte aus 25 Früchten sind: Normaler Finkenwerder Herbstprinz: $\bar{G} = 160,1$ g, $\bar{D} = 0,8098$, rote Mutante: $\bar{G} = 132,9$ g, $\bar{D} = 0,8216$. Für die Sorte Boskoop konnten nur die Früchte der Gewichtsklasse 120 bis 140 g verglichen werden. Aus diesem Vergleich ergeben sich noch keine Anhaltspunkte für eine durch die Mutation gleichzeitig hervorgerufene Strukturveränderung des Fruchtfleisches.

Das Vorliegen einer tetraploiden Mutante des Ontario erlaubt es, den Einfluß der Veränderung des Ploidiegrades zu erkennen: Der tetraploide Ontario

ist erheblich schwerer als der diploide. Ob und wie die Haltbarkeit sich gegenüber dem normalen Ontario verändert, entzieht sich meiner Kenntnis. Aus dem Sortenvergleich nach der Genußreife ergab sich ein Hinweis darauf, daß triploide und tetraploide Sorten schwerer sind als die gleichzeitig reifenden diploiden frühen und mittleren Sorten. Für die Spätsorten wurden keine Differenzen gefunden.

Zusammenfassung

Das spezifische Gewicht ist ein sortencharakteristisches Merkmal, das in engen Grenzen durch verschiedene Faktoren modifiziert wird.

In der Mehrzahl der Fälle besteht eine negative Korrelation zwischen Fruchtgewicht und spezif. Gewicht. Diese Funktion ist nur im Idealfall als linear zu bezeichnen. Für Vergleiche ist es notwendig, bestimmte Gewichtsklassen herauszugreifen. Es reicht aus, wenn diese Gewichtsklassen 10 Früchte enthalten, um den rel. mittleren Fehler des Mittelwertes auf 0,6% zu beschränken. Bei Angabe von Sortennmitteln darf das dazugehörige mittlere Fruchtgewicht auf keinen Fall fehlen, noch besser wären Angaben für kleine Bereiche des Fruchtgewichtes, etwa typisch kleine, mittlere und große Früchte, anstelle einer breiten Streuung.

Für die Beurteilung von Sortenmittelwerten ist eine Regressionsgerade berechnet worden, die es ermöglicht, das spezif. Gewicht von Sorten unter Berücksichtigung des Fruchtgewichtes zu klassifizieren in leichte, mittelschwere und schwere Sorten. Für Mittelgewichte von 100 g gelten die Grenzen 0,809 und 0,851, für Mittelgewichte von 200 g gelten die Grenzen 0,780 und 0,822. Nach der Genußreife verglichen, haben Frühsorten allgemein ein geringeres spezif. Gewicht als späte Sorten. Für die roten Mutationen ergab sich kein Hinweis auf deutliche Unterschiede zu den Ausgangsformen. Tetraploide Mutationen haben ein höheres spezif. Gewicht als die entsprechenden diploiden Sorten. Die triploiden Frühsorten sind ebenfalls schwerer als die gleichzeitig reifenden diploiden Sorten.

Standortsfaktoren wirken auf die Ausbildung des spezif. Gewichtes der Sorten ein, so daß sowohl herkunftsbedingte als auch jahrgangsmäßige Unterschiede zu erkennen sind. Luftanteil und Trockensubstanzgehalt sind die entscheidenden Faktoren, die das spezif. Gewicht bestimmen. An gelagerten repräsentativen Proben einzelner Versuchsbäume der Sorte Jonathan bestand eine negative Korrelation zwischen Luftanteil und Trockensubstanz. Innerhalb der Sorte hatten große Früchte einen höheren Luftanteil als kleine Früchte, innerhalb der einzelnen Parzellen galt diese Beziehung ebenfalls. Zwischen Standorten oder Jahrgängen waren Trockensubstanzgehalt und Luftanteil für Früchte gleichen spezifischen Gewichtes positiv korreliert.

Auf Grund der Analyse des spezif. Gewichtes bei verschiedenen Herkünften während der Entwicklung wird vermutet, daß das spezif. Gewicht neben der Temperatur vor allem durch den Wasseraufnahmefaktor erheblich beeinflußt wird. Trockenheit führt zu höheren Werten bei Früchten gleicher Größe. Die Sorten reagieren nicht gleichartig auf die Einwirkung der Standortsfaktoren.

Systematische Untersuchungen sind erforderlich, um die Rolle der Standortsfaktoren zu prüfen und die Zusammenhänge von spezif. Gewicht, Trockensubstanzgehalt und Luftanteil mit der Lagerfähigkeit der Sorten in verschiedenen Jahren aufzudecken.

Über die Beziehungen zu den Zellteilungs- und -wachstumsvorgängen sollen gesonderte Untersuchungen durchgeführt werden.

Literatur

1. ARCHBOLD, H. K.: Chemical studies in the physiology of apples. XII. Ripening process in the apple and the relation of time of gathering to the chemical changes in cold storage. *Ann. Bot.* **46**, 407–459 (1932).
2. ASKEW, H. O.: Changes in the chemical composition of developing apples. *J. Pomol. a. Hort. Sci.* **13**, 232–246 (1935).
3. BAIN, J. M., and R. N. ROBERTSON: The physiology of growth in apple fruits. I. Cell size, cell numbers, and fruit development. *Austral. J. Sci. Res. Ser. B* **4**, 75–91 (1951).
4. BONNIER, G., und O. TEDIN: Biologische Variationsanalyse. Hamburg-Berlin 1959.
5. CRINS, W. H.: De diktegroei der vruchten van appels en peren en de resultaten van dunning der vruchten. Meded. Dir. Tuinbouw **13**, 405–411 (1950).
6. DUHAN, K.: Die wertvollsten Obstsorten. Wien 1957ff.
7. EGGENBERGER, W.: Biochemische Untersuchungen an Äpfeln während der Entwicklung und Lagerung. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **59**, 91–154 (1949).
8. JENSEN, G.: Hvor staerkst vokser aebler? *Erhvervsfrugtavleren* **15**, 216–218 (1949).
9. JONKERS, H., en A. J. DE VISSER: Soortelijk-gewichtsbepalingen bij appels en peren. *Tuinbouwkundig onderzoek Jaarverslag* 1959 67–68.
10. KRÜMMEL, H., W. GROH und G. FRIEDRICH: Deutsche Obstsorten. Berlin 1956ff.
11. LUSIS, E.: Untersuchungen über das spezifische Gewicht bei Äpfeln und Birnen. *Arch. f. Gartenbau* **6**, 91–125 (1958).
12. MATZNER, F.: Untersuchungen über die Fruchtgröße und das spezifische Gewicht beim Apfel. Habilitationsschrift, Jena 1956 (zit. bei J. SCHMIDT).
13. MUDRA, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin 1958.
14. ROEMER, K.: Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf das Wachstum von Apfelfrüchten. *Mitt. OVR Jork*, Beiheft 2 (1963).
15. ROHRBERG, A.: Die Anwendung der Wahrscheinlichkeits- und Häufigkeitsnetze. Hrsg. von Fa. Schleicher & Schüll, ohne Jahreszahl.
16. ROOTSI, N.: Die Feststellung des spezifischen Gewichtes bei Gemüse und Obst. *Gartenbauforschg.* **1**, 77–104 (1947).
17. ROOTSI, N.: Spezifisches Gewicht und Trockensubstanzgehalt der Tomate. *Gartenbauforschg.* **2**, 52–72 (1948).
18. ROOTSI, N.: Några bedömningsgrunder för fruktkvalitet hos äpple. *Frukt i År* **139**–147 (1958).
19. ROOTSI, N.: Über das spezifische Gewicht bei Äpfeln. *Stat. Trädg. försöks Särtrykserie Nr. 153* (1962).
20. ROOTSI, N.: briefl. Mitt. (1963).
21. SCHMIDT, J.: Zum Problem der sortenbedingten Festigkeit des Fruchtfleisches von Äpfeln. *Gartenbauwiss.* **27**, 303–358 (1962).
22. SCHUMACHER, R.: Fruchtentwicklung und Blütenknospenbildung beim Apfel in Abhängigkeit von der Blattmasse, unter Berücksichtigung der abwechselnden Tragbarkeit. *Schweiz. Landw. Forschg.* **1**, 361–449 (1962).
23. SIMPSON, M.: Fruit maturity studies. *Agric. Inst. Rev.* **8**, 27 (1953); Ref. *Hort. Abstr.* **23**, 3869 (1953).
24. SMITH, W. H.: Anatomy of the apple fruit. *Rep. Food Invest. Board for 1936*; **137** (1937); *Rep. Food Invest. Board for 1937*; **127** (1938).
25. SMITH, W. H.: Cell-multiplication and cell-enlargement in the development of the flesh of the apple fruit. *Ann. Bot. NS.* **14**, 23–38 (1950).
26. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 4. Aufl. Jena 1961.
27. WESTWOOD, M. N.: Seasonal changes in specific gravity and shape of apple, pear and peach fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **80**, 99–96 (1962).
28. ZWINTZSCHER, M.: Wachstum und Ertrag als Zuchtziel beim Obst. *Z. Pflanzenzüchtg.* **37**, 159–184 (1957).
29. STOLL, K.: mdll. Mitt. Zit. bei SCHUMACHER, R.

Aus dem Institut für Obstbau der Technischen Universität Berlin

Untersuchungen über das natürliche Ausmaß der Parthenokarpie bei Kernobstsorten*

Von A. KARNATZ

Mit 6 Abbildungen

Einleitung

Die für eine rationelle Betriebsführung notwendige Ertragssicherheit der Obstbäume ist in unserem Klimabereich häufig durch Spätfröste oder feuchtkaltes Blühwetter in Frage gestellt. Eine Möglichkeit, trotz dieser Gefährdung vollwertige Früchte zu ernten, bietet die Parthenokarpie, d. h. die Fruchtbildung ohne Samenentwicklung (Jungfernfruchtigkeit). Vor allem neigen Birnen zu diesem Verhalten, doch wurde es, insbesondere nach Blütenfrösten, auch bei Äpfeln beobachtet. Häufig handelt es sich allerdings dabei nur um zufällige Feststellungen, die keinen so einwandfreien Überblick erlauben, wie es für eine zielbewußte Förderung dieser Eigenschaft angebracht erscheint.

Zur gründlichen Klärung der Verhältnisse laufen am hiesigen Institut seit 1953 Untersuchungen, die sich mit dem natürlichen Ausmaß der Parthenokarpie bei unseren einheimischen Kernobstsorten be-

fassen. Sie begannen mit der Feststellung des Anteils samenloser Früchte nach freier Abblüte, also nach unbehinderter Fremdbestäubung (8, 9). Da sie aber nur in begrenztem Umfang Auskunft über die Parthenokarpie geben, weil samenlose Früchte der Konkurrenz samenhaltiger nicht immer gewachsen sind und deshalb häufig vorzeitig abfallen, wurden seit 1957 zusätzlich Beutelungsversuche durchgeführt, in denen die Fremdbestäubung verhindert wurde. Dabei wurden in der Regel alle nicht isolierten Blüten beseitigt. Nur während der Jahre 1960 und 1962 blieben sie an einigen Bäumen zur Kontrolle erhalten.

Nachdem bereits früher über die Ergebnisse der ersten Untersuchungsjahre berichtet worden ist (5), folgen jetzt die Beobachtungen der letzten 3 Jahre (1960–62). Sie werden, soweit es möglich ist, mit den Ergebnissen der früheren Jahre in Zusammenhang gebracht, um einen abschließenden Überblick zu geben. Auf die vorliegende Literatur wird dabei nur in einigen besonders wichtig erscheinenden Fällen eingegangen, da eine ausführliche Auseinandersetzung bereits vorliegt (5).

* Herrn Professor Dr. h. c. KEMMER zum 68. Geburtstag gewidmet.