

AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

ARCHIV FÜR GARTENBAU

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN



BAND 33 · 1985 · HEFT 7/8

ISSN 0003-908X

Arch. Gartenbau, Berlin **33** (1985) 7/8, 369–511

EVP 10,- M

Zeitschrift „Archiv für Gartenbau“

Herausgeber: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften
der Deutschen Demokratischen Republik
DDR - 1086 Berlin, Krausenstraße 38/39.

Verlag: Akademie-Verlag Berlin, DDR - 1086 Berlin, Leipziger Straße 3-4, PF-Nr. 1233;
Fernruf: 2 23 62 21 oder 2 23 62 29, Telex-Nr.: 11 44 20;
Bank: Staatsbank der DDR, Berlin, Kto.-Nr.: 68 36-26-207 12.

Chefredakteur: Prof. Dr. sc. WOLFGANG FEHRMANN, Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz der AdL,
DDR - 8057 Dresden, Pillnitzer Platz 2.

Redaktionskollegium: Prof. Dr. sc. H. BOCHOW, Berlin; Prof. Dr. sc. H. FRÖHLICH, Großbeeren; Prof. Dr. F. GÖHLER, Großbeeren; Prof. Dr. sc. F. Kaufmann, Berlin, Prof. Dr. sc. H.-G. KAUFMANN, Berlin; Prof. Dr. sc. H. KEGLER, Aschersleben; Prof. Dr. sc. Dr. h. c. S. KRAMER (stellvertr. Chefredakteur), Berlin; Prof. em. Dr. sc. H. RUPPRECHT, Berlin; Prof. Dr. sc. G. STOLLE, Halle; Prof. Dr. sc. G. VOGEL, Großbeeren; Dr. sc. R. WEICHOLD, Quedlinburg; Dr. H. ZIMMERMANN, Nossen.

Anschrift der Redaktion: Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz der AdL, „Archiv für Gartenbau“,
DDR - 8057 Dresden, Pillnitzer Platz 2.

Veröffentlicht unter der Lizenznummer 1276 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik.

Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Gottfried Wilhelm Leibniz“, DDR - 4450 Gräfenhainichen.

Erscheinungsweise: Die Zeitschrift „Archiv für Gartenbau“ erscheint jährlich in einem Band mit 8 Heften. Das letzte Heft eines Bandes enthält Inhalts-, Autoren- und Sachverzeichnis. Bezugspreis eines Bandes 200,- DM zuzüglich Versandkosten; Preis je Heft 25,- DM. Der gültige Jahresbezugspreis für die DDR ist der Postzeitungsliste zu entnehmen.

Bestellnummer dieses Heftes: 1039/33/7/8.

Urheberrecht: Die Rechte über die in dieser Zeitschrift abgedruckten Arbeiten gehen ausschließlich an die Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik über. Ein Nachdruck in anderen Zeitschriften oder eine Übersetzung in andere Sprachen bedarf der Genehmigung der Akademie, ausgenommen davon bleibt der Abdruck von Zusammenfassungen. Kein anderer Teil dieser Zeitschrift darf in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – ohne schriftliche Genehmigung der Akademie reproduziert werden.

All rights reserved (including those of translation into foreign languages). No part of this issue, except the summaries may be reproduced in any form, by photoprint, microfilm or any other means, without written permission from the publishers.

© 1985 by Akademie-Verlag Berlin. Printed in the German Democratic Republic.

AN (EDV) 51 515

01000

Bestellungen sind zu richten

- in der DDR an die Deutsche Post, Zentralvertrieb des PZV (B), 7930 Herzberg/Elster, oder an den
AKADEMIE-VERLAG BERLIN, DDR - 1086 Berlin, Leipziger Straße 3-4, PF-Nr. 1233;
- im sozialistischen Ausland an eine Buchhandlung für fremdsprachige Literatur oder an den zuständigen Postzeitungsvertrieb;
- in der BRD und Berlin (West) an eine Buchhandlung oder an die Auslieferungsstelle
KUNST UND WISSEN, Erich Bieber OHG, Wilhelmstraße 4-6, D - 7000 Stuttgart 1;
- in den übrigen westeuropäischen Ländern an eine Buchhandlung oder an die Auslieferungsstelle
KUNST UND WISSEN, Erich Bieber GmbH, Dufourstraße 51, CH - 8008 Zürich;
- im übrigen Ausland an den Internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel; den Buchexport, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR - 7010 Leipzig, Postfach 180; oder an den
AKADEMIE-VERLAG BERLIN, DDR - 1086 Berlin, Leipziger Straße 3-4, PF-Nr. 1233.



Prof. em. Dr. habil. Dr. h. c. GERHARD FRIEDRICH zum 75. Geburtstag

Prof. FRIEDRICH begeht am 6. Dezember 1985 seinen 75. Geburtstag. Aus diesem Anlaß beglückwünschen ihn alle Berufskollegen sehr herzlich und wünschen ihm noch viele Jahre bester Gesundheit sowie viel Freude und Erfolg bei der Vermittlung seiner reichen wissenschaftlichen, praktischen und literarischen Erfahrungen an jüngere Kollegen.

Im Kreise der Wissenschaftler und Praktiker der Obstproduktion ist Prof. FRIEDRICH als bewährter erfahrener Forscher und Lehrer bekannt. Er erwarb sich bleibende Verdienste bei der Entwicklung der sozialistischen Obstproduktion in der DDR. Durch originelle und stets aus praktischen Erfordernissen abgeleitete Forschungsarbeiten zur Physiologie der Obstgehölze förderte er den Erkenntnisfortschritt und bereicherte die Obstbauwissenschaft mit bemerkenswerten neuen Ergebnissen. Sein Forscherdrang richtete sich stark auf Aufgabenstellungen aus der Grundlagenforschung. Doch mit

gleichem Engagement bewahrte er die Einheit zwischen Grundlagen- und angewandter sowie Verfahrensforschung. Seine enge Verbindung zu allen praktischen Aufgaben bestärkte ihn stets aufs neue in seiner Überzeugung, daß nur durch diese Einheit wissenschaftliche Erkenntnis umgesetzt und neues Streben nach wissenschaftlicher Erkenntnis hervorgerufen wird.

Prof. Friedrich war langjährig Leiter großer, vielseitig arbeitender Forschungskollektive in Halle und Dresden-Pillnitz, denen er mit seinen reichen Erfahrungen und nie versiegenden Ideen und Anregungen zur Förderung der wissenschaftlichen Arbeit voranging. Erfolgreich bildete er als Hochschullehrer über viele Jahre Studenten im Fach Obstproduktion aus. Als Autor zahlreicher wissenschaftlicher und populärwissenschaftlicher Veröffentlichungen, als Herausgeber wissenschaftlicher Standardwerke und Lehrbücher, als Propagandist des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in vielen Vorträgen, hat er sich im In- und Ausland viel Anerkennung und Achtung erworben. Auch nach dem Ausscheiden aus dem Berufsleben widmete er sich bis zum heutigen Tag der Weitergabe seiner reichen Erfahrungen in den von ihm mit zahlreichen anderen bekannten Wissenschaftlern herausgegebenen, weithin geschätzten wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Fachbüchern. Als Initiator und Mitwirkender zahlreicher nationaler und internationaler vielbeachteter Fachtagungen war er aktiv tätig und förderte auf diese Weise den Meinungs austausch in bedeutendem Maße.

Nach Hochschulstudium und Promotion in seiner Heimatstadt Leipzig arbeitete er in verschiedenen Forschungseinrichtungen. Im Institut für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität widmete er sich vor allem den Problemen der Schaderregerprognose. 1951 wurde Prof. FRIEDRICH zum Direktor des Institutes für Obst- und Gemüsebau der Martin-Luther-Universität Halle berufen und mit der Wahrnehmung einer Professur für das Fachgebiet Obst- und Gemüseproduktion beauftragt. 1953 erfolgte die Ernennung zum Professor mit Lehrstuhl. Hier vertiefte er sich in die Stoffwechselphysiologie der Obstgehölze. 1956 wurde Prof. FRIEDRICH von der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR zum Direktor des Instituts für Obstforschung Dresden-Pillnitz berufen. Im Kreise eines großen Kollektivs verfolgte er hier seine physiologische Arbeit intensiv weiter. Es lag ihm daran, neue Erkenntnisse schnell umzusetzen. Dazu hielt er enge Verbindungen zur sozialistischen Praxis. Sein persönlicher Einsatz für eine effektive Forschung und die Förderung der Zusammenarbeit mit der Praxis brachte ihm hohe Anerkennung ein, die ihren Niederschlag in der Auszeichnung mit dem Vaterländischen Verdienstorden u. a. Ehrungen fand. Prof. FRIEDRICH wurde in Anerkennung seiner wissenschaftlichen Verdienste zum Ordentlichen Mitglied der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften berufen. Er wirkte in zahlreichen weiteren wissenschaftlichen Gremien. Viele Jahre leitete er als Chefredakteur das 'Archiv für Gartenbau' und war auch hier stets bemüht, mit seinen reichen Erfahrungen Wissenschaft und Produktion zur Stärkung der DDR zu fördern.

Der 75. Geburtstag Prof. FRIEDRICHS ist uns Anlaß, ihm für seine langjährige erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit in der sozialistischen Obstproduktion herzlich zu danken und für die Zukunft alles Gute zu wünschen.

Prof. Dr. sc. W. FEHRMANN
Direktor des Instituts für Obstforschung
Dresden-Pillnitz der Akademie der
Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Arch. Gartenbau, Berlin 33 (1985) 7/8, S. 371–386

Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz
der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

MICHAEL VOGL, HANNA STREITBERG, VIOLA HANKE

Fruchtberostung bei der Apfelsorte 'Gelber Köstlicher'

Die Beiträge dieses Heftes sind Prof. em. Dr. Dr. h. c. G. Friedrich zum 75. Geburtstag gewidmet.

Eingang: 16. Januar 1985

1. Begriff

Berostung ist eine partielle Verkorkung (SCHWERTFEGER u. a. 1968) und somit ein nichtparasitärer Schalenfehler. Das meist netzartige, vor allem zur Kelchseite hin oft mehr oder weniger verdichtete Schadbild an der Sorte 'Gelber Köstlicher' darf bei den Obstbauern als bekannt vorausgesetzt werden und wurde mehrfach ausführlich beschrieben (z. B. FRIEDRICH 1978, HELD 1970). Andere mit der Verkorkung der Fruchtschale verbundenen Erscheinungen, die auch an anderen Sorten verbreitet auftreten, sollen in den weiteren Ausführungen nicht weiter behandelt werden, wie die scharf abgegrenzten Frostringe und Scheuerstellen, die punktförmigen Hagelflecke, Ätزشäden oder die lokal begrenzten und in der Regel durch Laubnekrosen begleiteten Schädigungen durch Fluor- oder Schwefel-Dioxid-Immissionen (HAUT u. a. 1970). Die viröse Rauhschaligkeit oder Sternrissigkeit (HAMDORF 1966) beginnt mit dunkelgrünen eingesenkten Stellen auf der Fruchtschale, die später zu tiefen Rissen führen und sich deutlich von der Berostung unterscheiden. Wenn es auch unterschiedliche Auffassungen zur Wichtung der einzelnen Faktoren aus dem Ursachenkomplex gibt, besteht in der Literatur Einigkeit darin, daß die Berostung in der Regel mit einer Verletzung von Wachsschicht bzw. Cuticula an der jungen Frucht beginnt. Unter dem Einfluß verschiedener äußerer Einflüsse sterben die nun ungeschützten Epidermiszellen an diesen Stellen ab, es bildet sich als normale Wundreaktion über tangentielle Zellteilungen in der Subepidermis ein abschirmendes Gewebe, das mit der Verkorkung zwar einen neuen Schutz darstellt, doch seine Dehnbarkeit einbüßt und mit dem Fruchtwachstum später durch mechanische Beanspruchung folglich Ausgangspunkt für weitere Schädigungen an der Fruchthaut sein kann (BLANK u. PALM 1978 u. a., ECHER 1978, MAURER 1967, MOTTE u. a. 1978, SKENE 1964).

SCHWERTFEGER u. a. (1968) werten den Vorgang weniger mechanisch und sehen als Voraussetzung der Berostung den Berostungsherd und die Bereitschaft der Epidermiszellen, den dort gegebenen Impuls zur Tangentialteilung aufzunehmen und weiter-

zuleiten. Frühe tangentielle Teilungen, die zur Zwei- und Mehrschichtigkeit der Epidermis führen und stärkere Cutinisierung der Radialwände erleichtern die mechanische Reißbildung in der Cuticula. Auch DWARSHUIS (1976) hält die Elastizität der Cuticula für entscheidend für den Schutz der wachsenden Frucht. LINSKENS u. a. (1966) vermuten, daß die mehrschichtig zusammengesetzte Cuticula infolge einer Störung der Synthese oder Polymerisation oder Nachlieferung von lipiden Cutikulasbestandteilen ebenso aufreißen kann wie durch mangelnde Elastizität beim Dickenwachstum der Frucht.

Trotz der vielen Hypothesen fehlt eine eindeutige Klärung, worauf die spezielle Empfindlichkeit der Sorte 'Gelber Köstlicher' und einiger anderer, in der DDR weniger bedeutsamer Sorten, beruht. BIERI (1967) verweist darauf, daß bei 'Gelber Köstlicher' die Fruchthaut junger Früchte besonders zart sei und fast keine Wachsschicht aufweise. ECCHER (1978) vermutet im Ergebnis seiner histologischen Untersuchungen, daß in der Epidermis durch irregulär disponierte Zellen beim 'Gelben Köstlichen' und häufige tangentielle Teilungen die Geschlossenheit der Epidermis gestört wird und auf diese Weise mit dem Fruchtwachstum leichter Risse in der Cuticula auftreten können. Diese irregulären Strukturen würden durch Kinetin gefördert, während Gibberellinsäure ein reguläres Wachstum der Epidermis-Zellen fördere. Gibberellin kann nach Befunden an anderen Pflanzen auch die Phellogen-Bildung hemmen (ARZEE u. a. 1968), also evtl. die Wundreaktion mindern. Die Gibberellinsäure wird in den Samen der jungen Frucht gebildet; empfindlichere Klone enthalten nach ECCHER auch weniger endogenes Gibberellin. Diese Hypothese wird auch durch eine Bemerkung von HELD (1970) unter Hinweis auf MAURER (1964) und KRAPF (1967) gestützt, daß mangelhafte Befruchtung die Berostung fördere.

Die irregulären Zellen sind offenbar von besonderer Bedeutung. SKENE verweist schon 1964 darauf, daß die Phellogen-Bildung ein größeres Areal erfaßt als das der einzelnen abgestorbenen Zelle. Mit 5 % toter Zellen auf der Fruchtschale würden über die breiter angelegte Phellogen-Reaktion bereits fast 30 % der Fruchtschale von der Verkorkung erfaßt, also berostet. SCHWERTFEGER u. a. beschreiben bereits 1968, daß die Häufigkeit abnormer Epidermiszellen mit extrem dünnen Außenwänden mit der Berostungsneigung der Mutanten von der Sorte 'Gelber Köstlicher' übereinstimmen. Zudem weisen Klone mit hoher Neigung zur Berostung ab Mitte Juni auch eine stärkere nach innen vordringende Cutinisierung der Epidermis-Radialwände auf. Offensichtlich beruht die besondere Prädisposition des Gelben Köstlichen also auf den Abnormitäten im Epidermis-Bau über die Zahl abnormer Zellen, die für die Herdbildung prädestiniert sind, wie über die Radialcutinisierung, die die Dehnbarkeit mit mindert. Haarbasen und Stomata ließen dagegen keine Zusammenhänge zur Primärschädigung erkennen. Nach WINTER (1967) sind die Ungleichmäßigkeiten in der Epidermisstruktur erst in der 3. Woche nach der Blüte erkennbar. Vergleichende histochemische Untersuchungen der Cutinsäuren an glatten und berosteten Früchten des Gelben Köstlichen (DEVRIES 1969) ergaben keine klaren Differenzen.

Die Primärschädigung, die Auslösung von Berostungsherden, kann also verschiedene Ursachen haben. Bei der Sorte 'Gelber Köstlicher' liegt offensichtlich bei Berostungstypen auch ohne von außen einwirkende Verletzung der extrem dünnen Cuticula in frühen Stadien eine extreme Empfindlichkeit einzelner irregulärer Epidermis-Zellen gegen schädigende Umwelteinflüsse vor. Außerdem löst an jeder Epidermiszelle jede äußere Verletzung mit Sicherheit einen Berostungsherd aus. Daraus kann abgeleitet werden:

- die unterschiedliche Empfindlichkeit der Sorten bzw. Typen ist bereits durch unterschiedliche Prädisposition gegeben, wobei eine restlose Klärung der Bedeutung der einzelnen genannten Faktoren noch offen bleibt,
- jede partielle Schädigung der Epidermis an der jungen Frucht des 'Gelben Köstlichen' bildet einen Berostungsherd, also auch frühzeitiger Befall mit Roter Spinne (JANSEN, 1979; MAURER, 1967), Mehltau (BLANK, 1978; HELD, 1971) oder Schorf. SIMONS und CHU (1978) fanden nach Frostbelastung während der Blühperiode mit etwa $-4,0^{\circ}$ bis $-4,4^{\circ}$ C Verkorkungen, die der üblichen Berostung ähnlich waren. Offensichtlich können aus verschiedensten Gründen geschädigte und abgestorbene Epidermiszellen den Berostungsherd bilden (FAUST und SHEAR, 1972).
- bei gegebener Prädisposition wird die tatsächliche Schädigung bei Epidermiszellen erst durch äußere Faktoren ausgelöst und unterliegt deshalb großen Jahresschwankungen,
- der Umfang der Wundreaktion ist möglicherweise ebenfalls sortenbedingt.

2. Terminisierung

Die Suche nach der für die Auslösung der Berostung entscheidenden Zeitspanne erfolgte über meteorologische Analysen der Berostungsjahre und mit besonderem Erfolg experimentell über zeitweiliges Abdecken der Früchte mit Folien oder Papiertüten (BYERS u. a., 1983; CREASY, 1980; HELD, 1970, 1971; ROEMER, 1961; ROSENBERG, 1974). Die entscheidende Zeitspanne liegt nach allen Beobachtungen und Experimenten übereinstimmend in den ersten Wochen nach dem Fall der Blütenblätter. Zur genaueren Terminisierung gibt es noch gewisse ungeklärte Widersprüche, wobei evtl. die unterschiedlichen jeweils verwendeten Typen mitwirken könnten. SLADE (1979) begrenzt die entscheidende Phase auf die ersten 10 Tage, LINK (1971) auf die ersten 2 bis 3 Wochen nach dem Petalenfall, CREASY sieht den Höhepunkt zwischen dem 16. bis 20. Tag nach der Vollblüte, HELD (1970, 1971) findet mit sehr umfangreichen experimentellen Prüfungen gewisse Jahresabweichungen und eine Empfindlichkeit gegen anhaltende Benetzung bis zu 4 bis 6 Wochen nach der Blüte. Man kann verallgemeinern, daß die Empfindlichkeit in der Periode intensiver Zellteilungen in der jungen Frucht bis etwa zur Haselnußgröße um 15 mm zunimmt (WINTER, 1967) und danach rasch nachläßt, aber erst 6 Wochen nach der Blüte völlig aufgehoben ist. Zum Zeitpunkt des Junifruchtfalls bzw. der Walnußgröße liegt keine wesentliche Gefährdung mehr vor. Parallel dazu sinkt die Wasserdurchlässigkeit der Fruchtschale rasch ab.

LENZ und BLANK (1983) prüfen über die Differenz der Tagestranspiration bei geöffneten Stomata und der Dunkeltranspiration den Anteil und die Intensität der cuticulären Transpiration beim Gelben Köstlichen. Die Dunkeltranspiration liegt selbst Ende Juni noch bei 50 % der Transpiration bei Licht und ist im Juli kaum noch meßbar. Die Stomata sind bis August regulationsfähig.

3. Standort und Witterung

Die Risse in der Cuticula führen bei Befeuchtung zur Berostung (TUKEY, 1959). Wahrscheinlich führt dort die anhaltende Benetzung entsprechend der Saugkraft der Epidermis-Zellen zu einer Wasseraufnahme, der in Anbetracht der zarten Außenwände

kein ausreichender Wanddruck entgegenwirkt. Es kommt zum Bersten der Epidermiszellen (WERTHEIM, 1981), danach erst setzt die Wundreaktion ein. Über den Faktor anhaltende Befeuchtung der Fruchtschale konnte bereits HELD (1970, 1971) die meisten Angaben über die Beeinflussung durch Witterung bzw. Klima erklären. Dabei geht er davon aus, daß der gegenüber Regenfällen viel häufigere und anhaltendere Tau eine besondere Rolle spielt. Aus der unterschiedlichen Häufigkeit von Tau und Niederschlag leiten sich danach die Jahresschwankungen der Berostung ab. In der Regel (nicht immer) ist bei Tau und Niederschlag auch kein Wasserdefizit im Baum vorhanden, das eindringende Wasser wird nicht sofort weitergeleitet. Eine Mitwirkung tiefer Lufttemperaturen unter 3 °C in der kritischsten Zeit bei der Auslösung der Berostung ist nach Gefäßversuchen von WINTER (1967) auch nicht auszuschließen. Alles, was ein Naßbleiben fördert bzw. die Abtrocknung verzögert, und alles, was die Taubildung unterstützt, fördert jedenfalls in der kritischen Zeitspanne die Berostung. Das ließ sich vor allem durch Abdeckung mit perforierter Folie nachweisen, die vor Berostung schützte, während aufliegende, nicht perforierte und innen beschlagene Folie dort keinen Schutz bot, wo sie die Fruchtwand berührte. Auf der Ostseite des Baumes und an der Peripherie ist die Taubildung am stärksten, auf der Nordseite die Abtrocknung am langsamsten. Über die Beziehung zu besonders starker Taubildung an exponierten Außenfrüchten durch Abstrahlung beschreibt HELD (1971) eine Korrelation zwischen der Intensität der Anthozyanfärbung an den jungen Früchten und dem Berostungsindex des Jahres. Hier lassen sich vermutlich auch Beobachtungen zur „Sonnenseiten-Berostung“ (OBERHOFER, 1975, PICHLER, 1975) mit einordnen, soweit kein Sonnenbrand mitwirkt. Niedrige Temperaturen sind oft mit naßkalter Witterung oder mit Taubildung verbunden und täuschen dann leicht einen Einfluß niedriger Temperaturen vor, der bei Früchten in perforierten Tüten fehlt. Hiermit erklärt sich auch die meist stärkere Berostung der Kelchzone, die in der kritischsten Zeitspanne an noch aufrecht stehenden Früchten nach oben gerichtet ist. Als wesentlichste Konsequenz kann abgeleitet werden, daß man den späteren Berostungsgrad aus dem Witterungsverlauf vor allem der 2. und 3. Woche nach dem Petalenfall etwa einschätzen kann, und daß das Kleinklima des gegebenen Standortes von Bedeutung ist.

Während die Benetzung für die Auslösung der Berostung den entscheidenden Faktor darstellt, hat der Standort über das Wuchsverhalten offensichtlich auch einen erheblichen Einfluß auf die Prädisposition, die Empfindlichkeit der Fruchthaut. Alle Faktoren, die Wachstum und Entwicklung der Frucht fördern, wirken der Berostung entgegen, jede Wachstumsstockung (auch Wassermangel oder -überschuß) fördern die Berostung. Alle Extreme schaden. Hohe N-Düngung verstärkt den Berostungsgrad. DWARSHUIS (1976) fand in einem N-Steigerungsversuch am Gelben Köstlichen auf M9 bei 60 kg N/ha, 69 ‰, bei 140 kg N/ha 61 ‰ und bei 220 kg N/ha 48 ‰ glatte Früchte.

Ein Zusammenhang mit der Häufigkeit abnormer Epidermiszellen kann nur vermutet werden.

Da Benetzung die Berostung der Früchte fördert, ausreichende Wasserversorgung jedoch die Berostung mindern soll, wurde der Einfluß unterschiedlicher Wassergaben durch Gießen im Großgefäßversuch im Jahre 1973 überprüft. Die Methodik des Großgefäßversuches ist bei STREITBERG und HOFMANN (1972) beschrieben. Es zeigte sich, daß bei einer Reduzierung der Gießwassermengen gegenüber dem ortsüblichen langjährigen Durchschnittswert an Niederschlägen (insgesamt 677 mm/Jahr) der Anteil an

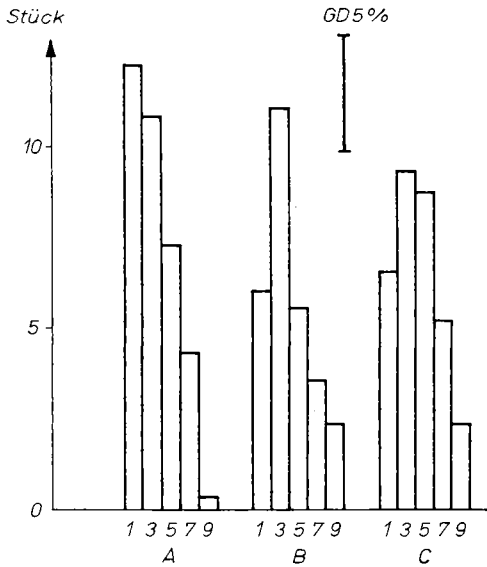


Abb. 1. Großgefäßversuch 1973. Berostung reifer Äpfel der Sorte 'Gelber Köstlicher' bei unterschiedlichen Gießwassermengen.

Variante A: entsprechend durchschnittl. natürl. Niederschlags

Variante B: 82 % von A

Variante C: 64 % von A

Berostungsklassen: 1=keine, 3=schwache, 5=mäßigstarke, 7=starke, 9=sehr starke Berostung. (nach STREITBERG)

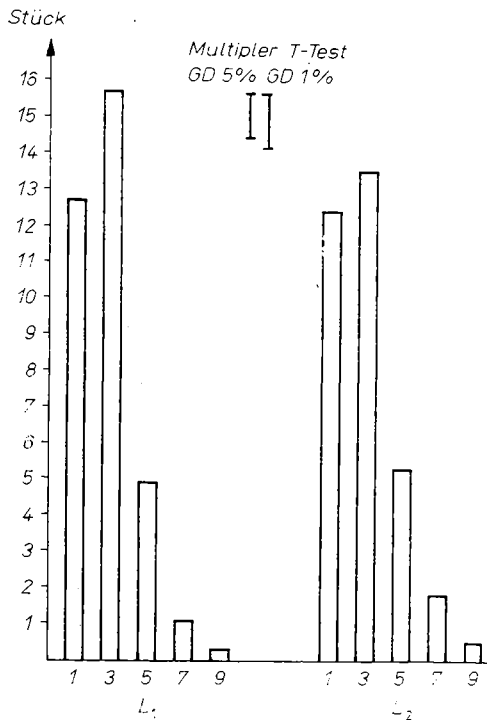


Abb. 2. Großgefäßversuch 1973. Berostung reifer Äpfel im Mittel von 5 Sorten (Gelber Köstlicher, Alkmene, James Grieve, Goldparmäne, Boskoop) bei natürlicher Einstrahlung (L₁) und ihrer Minderung um 26 % (L₂). Berostungsstufen wie in Abb. 1 (nach STREITBERG)

Äpfeln mit stärkerer Berostung signifikant anstieg (Abb. 1). Eine Minderung der Lichtintensität durch Netzabdeckung um 26 % hatte ebenfalls eine gesicherte, allerdings geringere Steigerung des Anteils berosteter Früchte zur Folge (Abb. 2).

Der Standorteinfluß wird folglich bestimmt durch

- a) kaum beeinflussbare Faktoren typischer „Befallslagen“ wie
 - feuchte Nebel- oder Tallagen (BLANK und PALM, 1978),
 - die Nachbarschaft von Gewässern (MOTTE, 1978)
- b) in Grenzen beeinflussbare Faktoren wie
 - gut durchlüftete, gut mit Humus versorgte Böden mit gleichmäßiger Wasserführung (BIERI, 1967), die bei Bedarf über Zusatzwassergaben, auch Beregnung mit hoher Schlagkraft, korrigiert werden kann, wobei der Eisengehalt des Beregnungswassers unter 2 mg/l liegen muß,
 - keine zu hohen N-Gaben über die Düngungsempfehlungen hinaus und Vermeidung von K- und B-Mangel (MOTTE, 1978),
 - Beseitigung von Gras bzw. Mulchen des Grasstreifens zur Senkung der zusätzlichen Temperaturdifferenzen in der bodennahen Luftschicht, die eine Taubildung fördert.

In den Standort-Einfluß läßt sich mit einordnen, daß zwar die Unterlage keinen spezifischen Einfluß auf die Berostung hat; je weiter sich die Lebensbedingungen der Sorten-Unterlagenkombination mit 'Gelbem Köstlichen' vom Optimum entfernen, um so stärker tritt die Berostung auf (MAURER, 1964).

BIERI (1967) faßt etwas überspitzt zusammen: „Wo der Golden Delicious hinpaßt und genügend ernährt und mit Wasser versorgt wird, spricht man kaum je von Berostung.“ Bei Neupflanzungen bzw. bei der Reproduktion müssen die Charakteristika der „Befallslagen“ beachtet werden.

4. Modifizierung durch Pflanzenschutzmittel

Zu den wichtigsten praktikablen Maßnahmen bei Beständen, die zur Berostung neigen, gehört die Auswahl geeigneter Pflanzenschutzmittel für alle Pflanzenschutzmaßnahmen in der Zeitspanne der größten Empfindlichkeit. Damit läßt sich zwar die Berostung in keinem Fall verhindern (WINTER, 1967), jedoch das Ausmaß der Berostung in gewissen Grenzen beeinflussen. WINTER (1967), MOTTE u. a. (1978) und WUNDERMANN (1981) unterscheiden

- (1) berostungsauslösende Pflanzenschutzmittel (PSM): dazu gehören nach mehreren Autoren unumstritten Kupferspritzmittel, und das auch über die Zeitspanne größter Empfindlichkeit hinaus. SLADE (1979) bezeichnet auch Diazinon, Maldison, Parathion, Carbophenotion und Ethien als berostungsauslösend;
- (2) berostungsfördernde PSM: dazu gehören Benomyl, Parathionmethyl (MAURER, 1968), Thiram (BREMER u. BÜNEMANN, 1982), Mancozeb (SLADE, 1979), Nimrod (KREIDL, 1977), Dodine (WINTER, 1967). SLADE (1979) warnt vor allen Emulsionskonzentraten und Netzmitteln in hoher Konzentration. Auch Netzschwefel kann in höheren Konzentrationen (nach MAURER, 1968 über 0,2 ‰, nach JANSEN, 1979 über 0,3 ‰, nach BIERI, 1967 um 5 ‰) die Berostung fördern. MOTTE u. a. (1982) finden jedoch selbst bei Schwefelkonzentrationen um 0,66 ‰ (0,75 ‰ Sickosul) an 12 Apfelsorten im havelländischen Obstanbaugebiet nur eine geringfügige negative oder positive Beeinflussung der Fruchtberostung;

(3) berostungsneutrale PSM

Thiram (MOTTE u. a., 1978), Captan (WINTER, 1967), Zineb und Netzschwefel unter 0,2–0,3 ‰ (BIERI, 1967; SEIDL, 1979);

(4) berostungsmindernde PSM

Dimethoat, Captan (MOTTE u. a., 1978; BIERI, 1967; SKENE, 1982, WUNDERMANN, 1981), Thiocarbamate wie Mancozeb, Zineb, Metiram (BIERI, 1967; BREMER u. BÜNEMANN, 1982), Tuzet (WINTER, 1967), wobei sich für die erste Nachblütenspritzung Dimethoat oder Captan mit Schwefel bei berostungsgefährdeten Anlagen durchsetzen.

Diese – unvollständige – Auflistung einiger Literaturangaben zeigt bereits, daß die Einstufung der PSM nicht immer ganz einheitlich erfolgt wie z. B. bei Mancozeb oder Thiram. Dabei ist zu beachten,

- daß mit Ausnahme der Kupfermittel der modifizierende Einfluß der PSM ohnehin gering ist (HELD, 1971; BREMER und BÜNEMANN, 1982),
- daß die jeweilige Formulierung der PSM (Emulgator, Hilfsrohstoffe usw.) einen Einfluß haben können. Nach MOTTE u. a. (1979) fördern Emulsionen die Berostung stärker als Spritzpulver,
- daß zumindest bei Netzschwefel die Wirkung mit der Konzentration von hemmend zu leicht fördernd umschlägt (JANSEN, 1979),
- daß bei Befall die mit dem Einsatz neutraler PSM verbundene Zurückdrängung von Mehltau, Spinnmilben usw. sekundär berostungsmindernd wirkt.

Der Einfluß von Carbaryl auf die Berostung ist von besonderer Bedeutung, da die Carbarylbehandlung zur Ausdünnung noch in der empfindlichen Zeitspanne nach HELD (1970) liegt.

Verschiedentlich wurde Carbaryl als berostungsfördernd eingestuft (z. B. GRAF, 1974, MOTTE u. a., 1978, SLADE, 1979, WUNDERMANN, 1981). Dem stehen Erfahrungen über keine oder kaum nachweisbare berostungsfördernde Effekte von Carbarylbehandlungen zur Ausdünnung gegenüber (HELD, 1971; KRÜGERKE u. THEMANN, 1973, LINK, 1969, 1971; SCHUHMACHER u. FANKHAUSER, 1967). Allerdings waren im Unterschied zur Ausdünnung mit Wuchsstoffpräparaten (Naphthylacetamid, z. B. nach SCHUHMACHER u. FANKHAUSER, 1967; LINK, 1969) auch keine Berostungsminderungen erkennbar. Offensichtlich tritt die berostungsfördernde Nebenwirkung von Carbaryl nur auf, wenn gleichzeitig Acarizide mit ausgebracht (SCHUHMACHER u. FANKHAUSER, 1967) oder die Behandlungen kurz nach dem Abblühen vorgenommen werden. Die im Zeitraum 18 bis 30 Tage nach dem Abblühen durchgeführten Spritzungen hatten keine negativen Auswirkungen mehr (LINK, 1971). Da nach den Ergebnissen von HELD (1968) alle Maßnahmen, die auf eine Verbesserung der Fruchtgröße hinzielen, zugleich über die Verringerung des Anteils besonders anfälliger kleiner Früchte die Berostung mindern, sollte keinesfalls der Berostung wegen auf die Ausdünnung mit Carbaryl verzichtet werden.

Der Einfluß der chemischen Fruchtausdünnung mit Carbaryl auf die Berostung wurde von HANKE auf dem Pillnitzer Versuchsfeld überprüft. Es handelte sich dabei um das Präparat bercema – Spritzpulver NMC-50 (Carbaryl als Wirkstoff-50 ‰). Die Anwendungskonzentration lag bei 0,2 ‰ des Präparates mit einer Brüheaufwandmenge von 1500 l/ha. Die Carbarylapplikation erfolgte bei einem Fruchtdurchmesser der Früchte am zwei- und mehrjährigen Holz von 12 ... 15 mm (ca. 2 bis 3 Wochen nach

der Vollblüte), die Anwendung von α -NAA war wenige Tage früher (Durchmesser der Früchte 8 . . . 12 mm). Die Bonitur wurde geordnet nach den Berostungsstufen

- 1 keine Berostung (n_1)
- 2 einzelne Berostungspunkte (n_2)
- 3 mittlere Berostung (n_3)
- 4 vollständige Berostung (n_4)

und verrechnet nach dem Berostungsindex $I = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$

Tabelle 1

Einfluß von Carbaryl auf die Berostung der Früchte

Sorte 'Undine'/M 4				
Jahr	Berostungsindex			
	Kontrolle	Carbaryl		
1977	3,1	2,7		
1978	1,7	1,9		
1979	1,3	1,2		

Sorte 'Gelber Köstlicher'/M 9				
	Berostungsindex			
	Kontrolle	10 ppm NAA	20 ppm NAA	Carbaryl
1978	2,0	1,9	1,9	1,8
1979	1,7	1,9	2,0	1,9
1980	1,8	1,8	1,9	1,9

Die Ergebnisse weisen keine Förderung der Berostung durch Carbaryl (Präparat NMC 50) und auch kein schlechteres Ergebnis als bei der Verwendung von NAA aus.

5. Spezifische Antiberostungsmittel („Kosmetikmittel“)

Als spezifische Antiberostungsmittel wurden sehr unterschiedliche Präparate empfohlen wie Antirost (KREIDL, 1977), Golclair oder die Gibberellinpräparate wie Berelex oder Regulex. Unter den anorganischen Mitteln erlangte Golclair eine besondere Bedeutung. Es enthält etwa 60 % Schwefelanteil, abgepuffert durch Zusätze von Tonmineralien und ergänzt durch Natriumpentaborat. Es wird in Konzentrationen um 1 % ausgebracht und ist seit 1970 in Prüfung (WUNDERMANN, 1981). Dabei haben alle 3 Bestandteile von Golclair auch allein eine berostungsmindernde Wirkung. Der Versorgungsgrad der Anlage mit Bor ist zu beachten. Nach den Übersichten bei BLANK (1978) und WUNDERMANN (1981) sind 6 bis 8 Spritzungen (evtl. als Zusatz zu Schorffungiziden) erforderlich.

KATSCHNER (1978) ersetzte die teuren Handelspräparate wie Antirost, Epargol, Golclair mit gutem Erfolg durch eine selbstverfertigte Tankmischung nach dem gleichen Grundprinzip wie Golclair unter Kombination von 0,7 % Netzschwefel, 0,2 % Kaolin und 0,1 % Borax unter Einsatz von 1500 l/ha (nicht weniger) in 4 bis 6 Spritzungen, beginnend mit dem Petalenfall, dann je nach Wetter mit weiteren 3 bis 5 Spritzungen, bis sich die jungen Früchte nach unten neigen. WUNDERMANN (1981) empfiehlt für Golclair maximal 6 bis 7 Spritzungen, da sonst — offensichtlich durch den Schwefel-

anteil — Sonnenbrandgefahr besteht. Er erreichte Berostungsminderungen um 20 bis 40 % bei Einsatz einer Tankmischung mit Schorfmitteln gegenüber Schorfmittel ohne Zusatz als Kontrolle.

BLANK und PALM (1978) verwendeten in ähnlicher Weise in 2 Jahren in jeweils 6 Spritzungen zwischen dem 18. 5. und 27. 6. an der Niederelbe ein Gemisch von 2,25 kg Borax, 2,25 kg Kaolin und 1,5 kg Netzschwefel auf 1500 l je Hektar und senkten damit den finanziellen Aufwand gegenüber Golclair auf etwa ein Viertel. Das genaue Mischungsverhältnis ist demnach nicht entscheidend. Trotz einer gewissen Sonnenbrandgefahr bei hohen Schwefelgaben (MANTINGER und VIGL, 1973) ist die schwefelreichere Mischung von KATSCHNER vorzuziehen, da in Übereinstimmung mit MOTTE u. a. (1982) durch den hohen Schwefelgehalt zugleich eine Mehlaubekämpfung ersetzt werden kann (KATSCHNER 1978). Allerdings darf Morestan weder gemeinsam mit Netzschwefel noch kurz danach ausgebracht werden.

Noch in den Anfängen stecken Versuche mit Mitteln, die dem Angriff der Feuchtigkeit, der Benetzung direkt entgegen wirken und als Verstärkung der Cuticula dienen sollen wie das Silikonmittel „Apsil“ (EDGERTON u. a., 1976, 1979; MEADOV, 1977). Silikonöle wurden schon oft als Antitranspirantien erprobt. Der unterschiedlichen Gasdurchlässigkeit wegen muß die Stoffproduktion nicht bei allen Mitteln ernsthaft beeinträchtigt werden (FROMMHOLD 1975; FROMMHOLD u. a., 1976). Silikonöle dringen allerdings über die geöffneten Stomata auch in das Blatt (KOPITZSCH, 1974) bzw. in die Frucht ein und sind dann bei hoher Persistenz nicht mehr zu beseitigen.

Diese Silikonmittel zeigen eine gewisse Beziehung zur vorher genannten Gruppe. Auch Kaolin ist schon der reflektierenden Eigenschaften wegen als Antitranspirationsmittel eingesetzt worden (ABOU-KHALED u. a., 1970). BYERS u. a. (1983) erreichten in analoger Weise mit „Sun Clear“ (mit 19,5 % feinverteiltem Al_2O_3) und dem filmbildenden Präparat „L-4797“ (Kalium-Salz einer organischen Fluorverbindung) zwar positive, doch sehr geringe Effekte. Andere filmbildende Mittel wie Acrylocoat, das zu den Antitranspirantien zählende „Vapor guard“ oder DowCorning Silicone 24 führten sogar zu einer Erhöhung der Berostung, also offensichtlich zu einer direkten Schädigung der jungen Epidermiszellen.

Zunehmendes Interesse fand der Einsatz von Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse. Ausdünnungsversuche mit den Wuchsstoffen Naphthylacetamid und Naphthylessigsäure zeigten mitunter eine noch gerade nachweisbare Minderung der Berostung gegenüber der Kontrolle mit Handausdünnung (SCHUHMACHER u. FANKHAUSER, 1967; LINK, 1969). Die berostungsmindernde Wirkung einer Gibberellinbehandlung, allerdings nur mit GA_{4+7} (z. B. COBIANCHI, 1983; DIJKE u. KESTER, 1983; EDGERTON, 1979; ECCHER u. BOFFELLI, 1981; ROOLJEN, 1983; TAYLOR, 1975; TROMP, 1983), erlangte dagegen praktische Bedeutung. Es werden seit einigen Jahren entsprechende Handelspräparate wie BERELEX (Anonym, 1983) oder REGULEX (VIGL u. a., 1982) dafür angeboten und eingesetzt (WERTHEIM, 1981; VIGL u. a., 1982; WESTERLAKEN, 1982), nach DECOSTER (1984) in Belgien bereits bei nahezu 30 % der Anlagen von Golden Delicious. Mit etwa 4 Behandlungen nach der Blüte in 10tägigem Abstand mit 0,5 bis 1 g Wirkstoff/100 l konnten VIGL u. DEMATTIO (1982) den Anteil an Handelsklasse I von 52 % (unbehandelt) auf 85 bis 88 % erhöhen, im wesentlichen über die Minderung des Berostungsgrades auf etwa die Hälfte. Der entscheidende Behandlungstermin liegt nach ECCHER u. BOFFELLI (1981) 8 bis 15 Tage nach der Blüte, also in der für die Auslösung der Berostung entscheidenden Zeitspanne.

Als Nebeneffekt — und Nebeneffekte sind bei allen Wachstumsregulatoren zu erwarten — wurde in Italien eine Senkung der Samenzahl bis zur gelegentlichen Parthenokarpie selbst bei der Sorte 'Gelber Köstlicher' beobachtet und eine Förderung der Fruchtlänge (VIGL u. a., 1982). Bedeutsamer ist die Gefahr negativer Nebenwirkungen vor allem auf die Bildung von Blütenknospen (ECCHER u. CASTELLI, 1982; ROOIJEN, 1983; TAYLOR, 1975; WERTHEIM, 1981). Nach TROMP (1983) und DECOSTER (1984) läßt sich durch ein besseres Mischungsverhältnis von 90 % GA₄ und 10 % GA₇ die Reduzierung des Blütenknospenansatzes durch Gibberellinbehandlung weiter mindern. GA₄ ist im Sinne der Behandlung effektiver und zeigt kaum negative Nebeneffekte (WERTHEIM, 1982). Das schwerwiegendste Gegenargument gegen Gibberellineinsatz ist der extrem hohe Preis (SCHOLTENS u. BOOTSMA, 1981). Mit 2, 4, 5-TP gelang zwar BYERS u. a. (1983) ebenfalls eine signifikante Senkung der Berostung, sie war jedoch mit einer starken Minderung der Fruchtgröße verbunden, die nur durch Kombination mit einer GA₄₊₇-Behandlung abgeschwächt werden konnte.

6. Der Einfluß von Sorte und Typ

Berostung tritt bei einigen Apfelsorten regelmäßig als Sortenmerkmal auf wie bei Boskoop, Zabergäu und anderen „Lederäpfeln“ und wird dort, wie auch in der DDR bei Boskoop, nicht als Mangel empfunden. Bei vielen anderen Sorten ist ebenfalls in gewissem Umfang mit Berostung zu rechnen wie bei Ontario, Champagner-Renette (SCHWERTFEGER u. BUCHLOH, 1968), Cox Orangen, Auralia, Clivia, Jonagold, Undine u. a. (PETZOLD, 1979). Unter den Bedingungen der DDR ist jedoch nur die wechselnde und oft starke Berostung des Gelben Köstlichen problematisch, obwohl sie noch toleriert wird.

Dabei ist die Anfälligkeit eindeutig genetisch bedingt; zwischen den Typen bzw. Mutanten vom Gelben Köstlichen bestehen erhebliche Unterschiede in der Berostung, wenn auch die Jahresschwankungen bei der Sorte größer sind als die genetisch bedingten Schwankungen innerhalb der Sorte (SCHWERTFEGER, 1971). Unter Spurtypen mit erhöhter Berostung nennt AEPPLI (1982) Goldspur, Starkspur Golden Delicious, Yellowspur Golden Delicious, unter berostungsschwachen Typen die Zufallsmutanten Smothee, Lutz Golden, Belgolden, Weiberg und die Strahlenmutanten Lysgolden (= Goldenir, Clairgolden). Von diesen Formen ist Smothee in Hinsicht auf Glattschaligkeit offensichtlich am besten (ROSENBERG 1981; SCHWERTFEGER, 1971), völlig glattschalige Typen fehlen bisher. Manche berostungsschwächere Mutanten, auch Smothee, sind aber dem Standardtyp in der Regel ertragsgemäß deutlich unterlegen (AEPPLI, 1982; DODD, 1974; MANTINGER, 1982). Deshalb finden trotz der besseren Glattschaligkeit von Smothee auch berostungsärmere Klonselktionen des Standardtyps wie „Typ A“ und „Typ B“ Beachtung (LENZ u. ENGEL, 1979). Manche Autoren (CUMMINS u. a., 1977; ROSENBERG 1981) verneinen den Leistungsabfall von Smothee. Die Differenzen in den Angaben verschiedener Autoren lassen sich wahrscheinlich auf die nicht vergleichbare Bezugsgröße „Standardtyp“ oder „Kontrolle aus normaler Baumschulanzucht“ zurückführen.

Neben den bereits genannten wurden und werden zahlreiche weitere Typen geprüft wie Winson, Wisley, Oregon, Weinsberg und viele andere (DODD, 1974; ROSENBERG, 1981).

Dazu kommen Synonyme für den gleichen Typ. Typ B wurde z. B. als „Missourie 4/4“ oder „Skay 4/4“ aus den USA in die Schweiz importiert, dort als „GD 85“ oder „Bovey 85“ selektiert, nach Holland gebracht, dort als Klon *B* bezeichnet und von der BRD als Typ Schweiz übernommen (AEPPLI, 1982).

Auch die in der DDR verwendeten Mutterpflanzenbestände des VEG-S-Baumschule sind jetzt weitgehend berostungsfrei. Anderes, stark berostungsanfälliges Material ist somit in der DDR für die Sorte 'Gelber Köstlicher' nicht mehr als sortentypisch zu bezeichnen und darf deshalb nicht weiter vermehrt werden.

Die Unterlage hat auch nach eigenen Beobachtungen im Sortiment der ZfS in Wurzeln keine spezifische Wirkung auf den Berostungsgrad. Schon MAURER (1964) verneint einen solchen Einfluß der Unterlage, verweist aber darauf, daß umso stärker mit Berostung zu rechnen ist, je weiter sich die Lebensbedingungen der Sorten-Unterlagen-Kombination vom Optimum entfernt.

7. Einfluß der Virusfreiheit

Generell sind auch in Hinblick auf die geringere Berostungsneigung virusfreie Sorten-Unterlagenkombinationen zu fordern (INERHOFER, 1973; DWARSHUIS, 1976; SPAAR u. a., 1981; PEERBOOMS, 1981). DWARSHUIS findet bei einem Vergleich von 8 Herkünften des Gelben Köstlichen bei den 4 virusfreien 20 bis 33 %, bei den nicht virusfreien nur 9 bis 16 % glatte Früchte. PEERBOOMS (1981) prüfte 8 Klone des Gelben Köstlichen auf M 26 im Verband 3,40 m × 1,38 m und erhielt für die Zeitspanne 1969 bis 1980 folgende Mittelwerte:

	kg/Baum	kg/Baum (Klasse 1)
virusfrei	305	228,3
virusgetestet	270	166,2
nicht virusfrei	253	139,9

Dabei lag der Anteil der Früchte in Klasse 1 (nur leicht berostet) bei

Klon <i>A</i> ,	virusfrei	= 81 %
Klon <i>B</i> ,	virusfrei	= 78 %
2 andere Herkünfte,	"	= 70 %
3 Herkünfte,	virusgetestet	= 62 %
1 Herkunft,	„Praxisklon“	= 54 %

Damit deutet sich an, daß die Virusfreiheit noch schwerwiegender ist als die Typenwahl.

8. Bedeutung

Nach der gültigen TGL 26 955 wird in der DDR die Fruchtberostung bei der Sorte 'Gelber Köstlicher' (= 'Golden Delicious') nicht bewertet. Sie wird somit als Sortenmerkmal betrachtet und im Unterschied zu vielen anderen europäischen Ländern folg-