

Die Hopfentrocknung

Die Trocknung ist wohl die älteste, primitivste und billigste Methode der Konservierung von Grün- bzw. Naßgut. Durch die Trocknung wird den fäulnisserregenden Bakterien und Pilzen das lebensnotwendige Wasser entzogen und dadurch eine Konservierung erreicht.

Die *Lufttrocknung* ist die ursprüngliche Form der Trocknung überhaupt und auch die ursprüngliche Form der Hopfentrocknung. Heute wird sie nur noch in Notfällen angewandt, da sie zu primitiv ist und ihr Gelingen außerordentlich stark von der herrschenden Witterung abhängt.

Der Grünhopfen wird dabei auf die Holzfußböden der Dachböden von Häusern und Scheunen in dünner Schicht ausgebreitet und zweimal täglich mit einem Holzrechen gewendet. Die Trockendauer hängt ganz von der relativen Luftfeuchtigkeit und der Durchlüftungsmöglichkeit der Bodenräume ab. Sie schwankt normal zwischen zwei und zehn Tagen. Bei zu langer Trockenzeit verliert der Hopfen seinen Glanz, ein Zeichen dafür, daß Inhaltsstoffverluste eintreten, die im Endeffekt bis zur Wertlosigkeit des Trockengutes führen können.

Wegen des zu hohen Raumbedarfs von 80 m² Bodenfläche zur Erzeugung von 50 kg Trockenhopfen wurden mehrere mit Drahtgeflechtböden versehene Horden übereinandergestellt. Wenngleich so der Raumbedarf eingeschränkt wurde, die Trockenzeit und damit das Risiko des Qualitätsverlustes konnten hiermit nicht verringert werden.

Durch die Verwendung von Horden wurde jedoch der erste grundlegende Gedanke für die künstliche Trocknung geboren. Unter den übereinandergestellten Horden brauchte nur noch eine künstliche Wärmequelle angebracht werden, um die Abhängigkeit von der herrschenden Witterung auszuschalten und dadurch die Trockenzeit zu verkürzen.

Allein die *künstliche Trocknung* bietet dem Anbauer Gewähr, daß er den in mühevoller, monatelanger Arbeit erzeugten Hopfen in seiner bei der Pflücke vorhandenen Qualität erhalten und ein ansprechendes Produkt in den Handel bringen kann.

Bis vor etwa 80 Jahren wurde der Hopfen luftgetrocknet. Zu Beginn der Einführung der künstlichen Trocknung hielt man sich noch mehr an die bei der natürlichen Trocknung gewohnten Temperaturen von anfänglich 20 bis 30°, später 40°C. Die Forderung der Unabhängigkeit von der Witterung war mit diesen Temperaturen bereits erfüllt. Mit steigenden Erträgen forderte man ständig höhere Leistung der Darren und man war folglich gezwungen, die Darrtemperaturen zu erhöhen. Die übliche Temperatur in den modernen Trocknungsanlagen beträgt 60°C. Temperaturen über 65°C bringen sichtbare Schäden.

Mit der Einführung der künstlichen Trocknung im Hopfenbau entstand eine Vielzahl von Darrsystemen, die im Laufe der

*) Institut für Acker- und Pflanzenbau der Friedrich-Schiller-Universität Jena (Direktor: Prof. Dr. KLITSCH).

(Schluß von S. 216)

höchstzulässigen Wert, so steigt die Trocknerleistung auf eine optimale Größe. Bisher mußte man aus mangelnder Kenntnis sicherheitshalber weit unter der zulässigen Temperatur bleiben, z. B. durfte Saatgetreide nicht über 40°C warm werden.

Die vorliegende Arbeit zeigt, wie wichtig es ist, sich auch auf dem Gebiete der Trocknung mit den Forschungsergebnissen aus der Sowjetunion vertraut zu machen. Eine direkte Verbindung mit den einzelnen Instituten ist dabei am fruchtbarsten.

A 3489

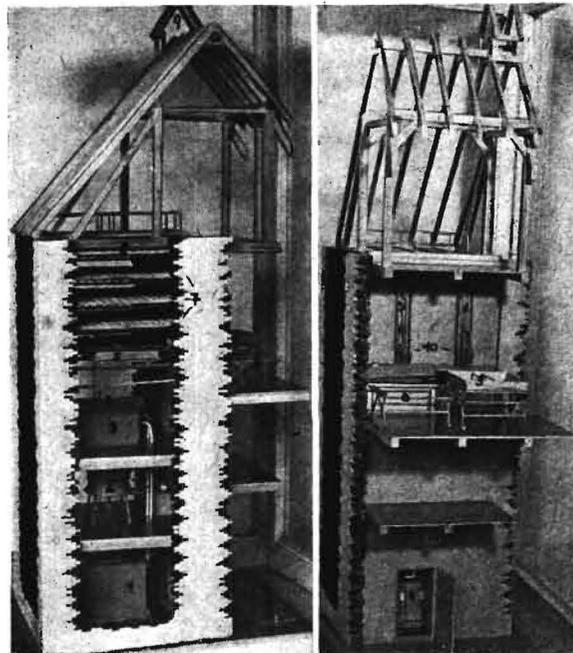


Bild 1a und b. Ansicht eines Hopfentrocknermodells „Dampfluftheritzer“ des VEB Mälzerei- und Speicherbau, Erfurt.
1 Dampfkessel, 2 Gebläse, 3 Wärmeaustauscher, bestehend aus Dampfplatten, 4 Luftverteiler, 5 Auszugshorde, 6 Auszugswagen, 7 Kippborden, 8 Aufschütthorde, 9 Dunstfänger, 10 Bedienungshebel für die Kippborden

Zeit bis auf einige wenige verschwunden sind. Bei den primitivsten Darren, die anfänglich benutzt wurden, führte man die Feuergase direkt durch die Horden. Wegen hoher Brandgefahr, Verunreinigungen durch hochfliegende Ascheteilchen und starker Aromabeeinträchtigung durch Rauchgase wurden diese Typen als erste verworfen.

Heute ist ein moderner Hopfenbau ohne leistungsfähige und geeignete Trocknungsanlagen nicht mehr denkbar [3]. Die Trocknungsanlagen arbeiten im Prinzip so, daß die in Heizaggregaten verschiedenster Bauart über einen Wärmeaustauscher erzeugte Warmluft entweder - dem Wärmegesetz folgend - selbsttätig im Darrschacht aufsteigt oder von Ventilatoren bzw. in Luftverteilersystemen zwangsläufig durch die Horden geführt wird. Der Hopfen wandert im Gegenstromprinzip von Horde zu Horde nach unten. Die Horden bestehen aus schmalen, quer nebeneinanderliegenden Jalousien aus Drahtgewebe oder gestanztem Blech, die sich mit in handlicher Höhe angebrachten Hebeln wechselseitig einzeln kippen lassen und den aufliegenden Hopfen ohne mühevollen Handarbeit auf die nächstuntere Horde abkippen. Die unterste Horde ist als Auszugshorde gearbeitet, sie läuft mit Rollen auf Schienen und kann aus dem Schacht auf einen, den Schienen in der Verlängerung angepaßten Wagen herausgezogen werden. Auf diesem Transportwagen wird die Auszugshorde auf den Boden zum Abkippen gefahren und hier entweder durch Drehen um eine waagerechte Achse oder durch Öffnen des Bodens entleert. Nach Einschieben der geleerten Auszugshorde wird Horde auf Horde nach unten abgekippt und die freigewordene oberste Horde, die Aufschütthorde, neu beschickt.

In der DDR sind zwei Hopfentrocknertypen in Gebrauch, nämlich Hopfendarren mit natürlichem und solche mit künstlichem Luftauftrieb.

Die Hopfendarren mit natürlichem Luftauftrieb stammen aus der ÖSR. Die Rauchgase werden nach Verlassen des Heizaggregates durch mehrfach gewinkelte Rohre mit 30 bis 40 cm Dmr. geleitet und erhitzt diese. An diesen Rohren erwärmt sich die am Fuße des Darrschachtes eintretende Frischluft und steigt dadurch selbsttätig in die Höhe, wo sie durch ein pyramidenförmiges Blechdach vor Eintritt in die drei Trockenhorden mit den Abmessungen $4,75 \times 4,75 \text{ m} = 22,5 \text{ m}^2$, die

jeweils im Abstand von 80 cm übereinander liegen, gemischt wird. Auf dem First des Darrschachtes sitzt ein Dunstfänger, der die feuchtigkeitsgesättigte Warmluft nach Passieren der Horden nach außen abführt und den nötigen Sog erzeugen soll.

Die Einrichtung dieser Darren wurde mit Beginn des Hopfenanbaues bei uns aus der ČSR übernommen, da man noch keine eigenen Erfahrungen im Hopfentrocknen hatte. Heute werden diese Darren bei uns nicht mehr gebaut, sie werden sogar ihrer geringeren Leistung wegen durch modernere Anlagen des VEB Mälzerei- und Speicherbau, Erfurt (Nagama) ersetzt.

Die Nachteile der ČSR-Darre sind zusammengefaßt folgende: Die Leistung der Darren mit natürlichem Luftauftrieb ist sehr stark von den Außenbedingungen abhängig. Da sie ohne Ventilatoren arbeiten, ist der Luftdurchtritt durch die Horden vor allem bei windstillem und feucht-nebligem Wetter gering, so daß sich die Darrzeit dadurch verlängert. Weiterhin muß in der Zukunft mit stärkerem Einsatz von Pflückmaschinen gerechnet werden. Da die Dolden des maschinell gepflückten Hopfens fast ausschließlich ohne Stiele anfallen, im Gegensatz zur Handpflücke, liegt der Grünhopfen auf den Horden viel dichter. Bei natürlichem Luftauftrieb ist dadurch die Trocknung sehr erschwert, da der Sog zu gering ist, Warmluft in ausreichendem Maße durch die Horden zu führen. Es bilden sich vor allem Nester ungetrockneter Hopfens, die bei der Lagerung zum Verderb ganzer Partien führen können.

WEISE [5] errechnete in den 30er Jahren an Hand von Darrvergleichen bei konstanter Temperatur von 60 °C eine 5fach höhere Leistung bei künstlichem Luftauftrieb gegenüber natürlichem. Die höhere Leistung resultiert in erster Linie aus der höheren Windgeschwindigkeit der durch die Horden geführten Warmluft, die von ihm für natürlichen Luftauftrieb mit 0,06 m/s und für den künstlichen Luftauftrieb mit 0,4 m/s angegeben werden. Höhere Geschwindigkeiten lassen den Hopfen flattern.

Die Temperatur, die unter der Auszugshorde 60 °C nicht überschreiten soll, läßt sich schlecht regeln, so daß ein Überdarrren und Verbrennen des Lupulins nicht immer vermieden werden kann. Zur weitestgehenden Unterbindung dieser Möglichkeit sowie aus feuerpolizeilichen Gründen und zum Zwecke der Erzeugung eines ersten Soges muß der Abstand vom letzten Rauchrohr bis zur ersten Horde 5 m betragen, woraus ein hoher Darrschacht resultiert.

Weiterhin kann es vorkommen, daß das Durchbrennen eines Rohrs nicht sofort bemerkt wird, die Rauchgase in den Darrschacht steigen und das Hopfenaroma völlig verderben. Soweit die Nachteile des ČSR-Trockners.

DDR-Hopfentrockner mit Dampfluftherhitzer

Die in der DDR entwickelten und gebauten Hopfendarren mit künstlichem Luftauftrieb sind mit fünf Horden mit den Abmessungen $3,5 \times 3,5 \text{ m} = 12,25 \text{ m}^2$ und wahlweise einem Feuerluft- oder mit einem Dampfluftherhitzer (Bild 1a und b) ausgestattet.

Der *Feuerluftherhitzer* ist praktisch die Weiterentwicklung der ČSR-Darre. Die Öfen werden von „Heidenia“ in Heidenau bei Dresden geliefert. Da dieser Darrentyp noch einige Mängel der ČSR-Darre in sich birgt, verwendet man neuerdings lieber den Dampfluftherhitzer, der außerdem eine höhere Leistung hat.

Der *Dampfluftherhitzer* ist ein Niederdruckkessel von Steigerwald und Uthard, Jena, dessen Wasserdampf durch ein Rohrlamellensystem geleitet wird und der hier seine Wärme an die durch einen Ventilator vorbeigeführte Frischluft abgibt. Ein System von Windblechen sorgt für die gleichmäßige Verteilung der Warmluft unter der gesamten Hordenfläche. Der große Vorteil des Dampfluftherhitzers besteht darin, daß gleichbleibende Temperaturen besser gehalten werden können und das ungewollte Überschreiten der Höchstgrenze von 60 °C durch Regulierungsautomaten und Warnvorrichtungen ausgeschlossen wird.

Da die Heizanlage an sich schon niedriger ist, der Abstand vom Luftverteiler zur Auszugshorde nur noch 2 m zu betragen braucht und die Horden nur 50 cm voneinander entfernt sind, kann der Darrschacht bedeutend niedriger gehalten werden. Eine Einsparung von umbautem Raum ergibt sich gegenüber dem ČSR-Trockner nicht nur in der Höhe, sondern auch in der Fläche bei fast gleichgroßer Gesamthordenfläche.

ČSR-Darre $4,75 \times 4,75 \text{ m} = 22,5 \text{ m}^2 \times 3 \text{ Horden}$
 $= 76,5 \text{ m}^2 \text{ Gesamtfläche}$

DDR-Darre $3,5 \times 3,5 \text{ m} = 12,25 \text{ m}^2 \times 5 \text{ Horden}$
 $= 61,25 \text{ m}^2 \text{ Gesamtfläche}$

Die Leistung eines DDR-Trockners mit $12,25 \text{ m}^2$ Fläche je Horde errechnet sich aus folgendem Beispiel: Auf der obersten Horde wird der Hopfen in 12 bis 15 cm hoher Schicht aufgeschüttet, wozu etwa 50 bis 60 Maße (je 30 l Inhalt) Grünhopfen benötigt werden. Die Trockendauer beträgt bei 60 °C insgesamt 5 h, so daß bei fünf Horden stündlich abgeschüttet und frisch aufgeschüttet werden muß. Während eines 24stündigen Trocknens errechnen sich daraus rund 1200 bis 1500 Maße Grünhopfen. Während einer Pflückzeit von 14 Tagen können demnach rund 17000 bis 21000 Maße getrocknet werden. Das entspricht einer Ernte von 85 bis 105 dt (dz), wenn man der Berechnung die Richtzahl 200 Maße Grünhopfen = 1 dt (dz) Trockenhopfen zugrunde legt. Bei einer Ernte von 10 bis 12 dt/ha schafft die Darre rund 7 bis 10 ha. Die Leistung der ČSR-Darre liegt bei 800 bis 1000 Maße/Tag, beim Feuerluftherhitzer 1000 bis 1200 Maße/Tag sowie beim Dampfluftherhitzer 1200 bis 1500 Maße/Tag. Die Leistung der Darre muß genau abgestimmt sein mit der Größe der Fläche bzw. mit der Zahl der einzusetzenden Pflücker. Der Grünhopfen muß sofort nach dem Pflücken noch am selben Tage getrocknet werden. Die Pflückdauer ist auf ungefähr 14 Tage begrenzt, da in dieser Zeit der Hopfen gepflückt sein muß, wenn er nicht zu starke Qualitätsverluste erleiden soll. Auf den Hektar rechnet man mit 20 Pflückern bei einer Ernte von 10 bis 12 dt/ha.

Die Trocknung des Hopfens ist beendet, wenn der Wassergehalt der Dolden von etwa 80% auf 10% abgesunken ist. Als Merkmal der abgeschlossenen Trocknung gilt, wenn die Spindeln der kleinen Hopfendolden brechen. Auf keinen Fall darf die Spindel von großen Dolden noch fleischig sein.

Die in den Lupulindrüsen vorhandenen Inhaltsstoffe des Hopfens, deren wichtigste die α -Säure oder Humulon und die α - und β -Weichharze sind, oxydieren bei Erwärmung leicht zu brautechnisch fast wertlosen γ -Hartharzen. Entscheidend für die Güte der Trocknung ist deshalb das Einhalten der richtigen Darrtemperatur. Schon bei 55 bis 60 °C, gemessen stets unter der untersten Horde, beginnen einschneidende Veränderungen der Hopfenbitterstoffe und Hopfenharze, die eine erhebliche brautechnische Wertminderung bewirken.

Aus den Untersuchungen von BURGESS [1] und ZATTLER [6] läßt sich die einheitliche Tendenz erkennen, daß mit Erhöhung der Temperatur die brautechnisch wertvollen Inhaltsstoffe abnehmen, während die brautechnisch wertlosen Hartharze ansteigen.

Die Leistung der Darre ist gekoppelt an die Darrtemperatur. Durch Erhöhung der Temperatur sinkt der relative Sättigungsgrad der Luft, d. h. die Luft ist in der Lage, mehr Wasser aufzunehmen, der Darrprozeß geht schneller vor sich.

Während nach BURGESS [1] und ZATTLER [6] die Darrtemperatur im Interesse der Erhaltung der Qualität so niedrig wie möglich sein muß, zeigt sich nach DUBBEL [2], daß im Interesse der Leistungssteigerung der Darre die Temperatur möglichst hoch zu wählen ist. Als normale Darrtemperatur, die bei gerade noch vertretbaren Qualitätsveränderungen eine zufriedenstellende Leistung der Darre garantiert, gelten allgemein 60 °C. Temperaturen über 65 °C, auch wenn sie nur kurzfristig gehalten werden, ergeben erkennbare Schäden, die sich in der Bräunung des normal zitronen- bis goldgelben Lupulins zeigen. Bei der Bonitierung rächen sich derartige Nach-

lässigkeiten mit der Einstufung in niedrigere Güteklassen, für die niedrigere Preise gezahlt werden.

Mit 10% Feuchtigkeit wird der Hopfen abgeschüttet. In diesem Zustande sind die Doldenblättchen prasseldürr und der Hopfen darf nicht berührt werden, um ein Ausrieseln der Lupulinkörner zu verhindern. Der Hopfen wird deshalb in kleine flache Dämme geschüttet und man läßt ihn bei geöffneten Fenstern in der Nacht Feuchtigkeit aus der Luft anziehen. Eine Nachbehandlung bis zur Sackreife, die der Hopfen bei etwa 12% Feuchtigkeit erreicht hat, schließt sich an.

Die Wirtschaftlichkeit

Obwohl unsere DDR-Hopfentrockenanlagen leistungsfähiger sind als die anfänglich gebauten ČSR-Trockner, ist ihre Arbeit in der Landwirtschaft noch lange nicht zufriedenstellend. Die Hopfenpflücke dauert rund 14 Tage, d. h. die Hopfentrockenanlage wird 14 Tage im Jahr beansprucht und steht die gesamte übrige Zeit des Jahres still. Wenngleich die Lagerböden als Speicherräume genutzt werden und einige Betriebe zum Anbau und zur Trocknung von Drogen übergegangen sind, die Dampfkessel an Kartoffel- oder Erddämpfer angeschlossen werden können, durch kleine Umbauten Getreide- und Sämereitrocknung vorgenommen werden kann, ist der Ausnutzungsgrad der Trockenanlagen noch zu gering. Die Kosten der Hopfentrockenanlage für 6 bis 8 ha nach dem „Meißener Typ“ betragen mit Inneneinrichtung 160000 DM, eine Zwillingsdarre für eine Erntefläche von 14 bis 16 ha kostet 210000 DM. Diese Summen bedeuten bei einer 14tägigen Ausnutzung totes Inventar für die Volkswirtschaft.

Als Idealtyp gilt es einen Allzweck-Bandrockner mit Ölfeuerung zu entwickeln, wie er in steigendem Umfange in der Bundesrepublik Verwendung findet. Die Ölfeuerung garantiert eine gleichmäßige Temperaturhaltung und bedeutet Einsparung von Arbeitskräften [4]. An einem Allestrockner wäre die

gesamte moderne Landwirtschaft interessiert. Die Kapazität des Bandrockners wird den Pflückmaschinen angepaßt und garantiert einen kontinuierlichen automatischen Ablauf von Pflücke und Trocknung. Während der übrigen Zeit des Jahres ist man in der Lage, mit diesem Allzweck-Bandrockner mit regulierbarer Bandgeschwindigkeit Getreide und Sämereien, Zuckerrübenblatt- und -schnittel und Grünfutter jeglicher Art zu trocknen.

Zusammenfassung

Die Lufttrocknung wird bei Hopfen nicht mehr angewendet. In der DDR sind zwei Hopfentrocknertypen in Anwendung: Die ČSR-Darre mit natürlichem Luftauftrieb und die DDR-Darre der Firma VEB Mälzerei- und Speicherbau, Erfurt, mit künstlichem Luftauftrieb. Die DDR-Darre wird wahlweise mit verschiedenen Heizaggregaten geliefert: mit Feuerluftheritzer oder mit Dampftheritzer. Die Leistung bei einer Trocknungstemperatur von 60°C beträgt bei der ČSR-Darre 800 bis 1000 Maße, die Leistung des DDR-Trockners mit Feuerluftheritzer 1000 bis 1200 Maße und mit Dampftheritzer 1200 bis 1500 Maße in 24 Stunden. Im Jahre 1958 waren im Gebiet der DDR 78 Feuerluftheritzer, 29 Dampftheritzer und 16 ČSR-Darren im Einsatz. Bei den angegebenen Leistungen reichte die Darrkapazität für die Ernte 1958 von 1000 t Hopfen aus. Wegen der geringen Auslastung der Spezialhopfendarren wird ein Allzweck-Bandrockner gefordert, der den Wünschen der gesamten Landwirtschaft besser entspreche.

Literatur

- [1] BURGESS: Journ. Inst. Brew. 1935, S. 467.
- [2] DUBBEL: Taschenbuch für den Maschinenbau, 1956, Band I.
- [3] KLITSCH-RITZEL-DIESSL: Die Technik des Hopfenanbaues, Neumann-Verlag 1956.
- [4] LINKE-REBL: Der Hopfenbau, H. CARL, Nürnberg 1950.
- [5] WEISE, R.: Trocknungstechnische Untersuchungen an einer Mehrerdardarre mit Trocknen von Hopfen. (Unveröffentlichte Arbeit von R. WEISE, VDI Jena).
- [6] ZATTLER: Hopferundschau 1953, Nr. 17, S. 275.

A 3467

Dipl.-Landw. R. TROITZSCH, Leipzig*)

Die Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen

Wenn auch der Anteil des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues an der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Deutschen Demokratischen Republik im Vergleich zu den bekannten landwirtschaftlichen Kulturarten gering ist, so dürfen die volkswirtschaftliche Bedeutung und besonders der hohe Wert für die Erhaltung der Volksgesundheit nicht unterschätzt werden. Die Erzeugnisse des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues werden zu etwa 20% von der Arzneimittelindustrie verarbeitet, während Krankenhäuser, Apotheken und Drogerien, die auf Pflanzenbasis hergestellte Arzneimittel benötigen, nahezu 30% der Produkte in Anspruch nehmen. Einen sehr großen Bedarf weist die Lebensmittelindustrie mit rund 50% auf.

Der überwiegende Teil Arznei- und Gewürzpflanzen wird in landwirtschaftlichen Betrieben angebaut. Spezialanbaubetriebe und Betriebe gartenbaulichen Charakters machen nur 10% der Anbauer aus.

Die Art der Verarbeitung der Ernteprodukte und ihre spätere Anwendung als Arznei- oder Gewürzmittel gestatten nur die Konservierungsmethode des Trocknens, wie sie auch bei anderen landwirtschaftlichen Sonderkulturen, z. B. Hopfen oder Tabak, angewendet wird. Auf dem Gebiet der Hopfen- und Tabaktrocknung können die Trocknungsprobleme im Prinzip als gelöst betrachtet werden. Anders sieht es bei der Arznei- und Gewürzpflanzenkonservierung aus. Als Methoden sind hier die natürliche oder künstliche Trocknung bekannt, wobei zu bemerken ist, daß in der landwirtschaftlichen Praxis bisher

nur die natürliche Trocknung angewendet wurde, während die künstliche Trocknung einzig in den Erfassungsbetrieben erfolgt. Der Mangel an Arbeitskräften, das Fehlen geeigneter großer Trocknungsräume, z. T. auch Unkenntnis über die Trocknungsverfahren waren in den letzten Jahren die Ursachen dafür, daß nahezu 80% der Ernteprodukte frisch zur Ablieferung gelangten. Dies führte bei den Erfassungsbetrieben für Arznei- und Gewürzpflanzen zu großen Schwierigkeiten, zumal es sich hier häufig um veraltete Trocknungsanlagen mit beschränkter Kapazität handelt.

Bekanntlich ist der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen bei uns sehr weit verstreut, dabei überwiegen die kleinen Anbauflächen (Tabelle 1).

Vom Standpunkt der Rentabilität betrachtet muß der augenblickliche Zustand der Frischablieferung aus dem zerstreuten Anbau durch die entstehenden Transportkosten als unhaltbar

Tabelle 1. Durchschnittliche Anbaufläche von Arznei- und Gewürzpflanzen im Kreise Oschatz (1957)

Betriebsgröße [ha]	Blütendrogen [ha]	Krautdrogen [ha]	Wurzel-drogen [ha]	Körner-drogen [ha]
0...5	0,19	0,10	0,16	0,11
6...10	0,16	0,14	0,18	0,13
11...20	0,25	0,20	0,25	0,25
über 20	0,12	0,32	0,56	0,26
LPG	0,55	0,55	0,96	0,69
VEG	—	0,50	—	—

*) Institut für Sonderkulturen der Karl-Marx-Universität Leipzig.