

Schwierigkeiten treten vor allem dabei auf, ein geeignetes Verfahren zur Messung der Regelgröße, etwa bei der Endfeuchtegradregelung zu finden. Hier werden gewisse Anforderungen an die Reproduzierbarkeit, besonders aber an die Betriebssicherheit und die Herstellungskosten der Meßeinrichtungen gestellt. Feuchtemessungen an Getreide durch Trocknung oder auf elektrischem Wege erfordern normalerweise ein Mahlen und genaues Abwiegen einer Gutsprobe. Dieses ist bei kontinuierlicher Messung nur mit großem Aufwand zu verwirklichen. Auch die indirekte Messung über die relative Luftfeuchte ist insofern ungenau, als der Gleichgewichtszustand bei den Warmlufttrocknern nicht abgewartet werden kann. Weiterhin stehen mit Haarhygrometer, Psychrometer, Taupunkthygrometer und LiCl-Fühler keine völlig unproblematischen Meßverfahren für wartungsfreien Dauerbetrieb zur Verfügung.

Auf Anwendungsgebieten, auf denen sich funktionssichere und billige Fühler herstellen lassen, wie bei der Temperaturmessung, hat sich die Regelungstechnik auch im Getreidetrocknerbau längst vollständig durchgesetzt.

DK 664.8.047

Bewertungsmerkmale als Hilfe bei der Ermittlung des Gebrauchswertes von Landmaschinen am Beispiel der Getreidetrocknerprüfung

Von **Walter Metzenthin**, Braunschweig-Völkenrode¹⁾

Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft ermittelt an Hand von Untersuchungen und Beobachtungen den Gebrauchswert von Landmaschinen. Das Verfahren, nach dem die Gebrauchswertprüfung durchgeführt wird, sieht für jede Maschinenart sogenannte Bewertungsmerkmale (Funktionelle Leistung, Energiebedarf, Arbeitsbedarf, Betriebssicherheit, Haltbarkeit u. ä.) vor, die einzeln untersucht und bewertet werden. Die Ergebnisse der Untersuchung der einzelnen Merkmale haben für die Urteilsfindung eine unterschiedliche Wertigkeit, die vor der Erteilung des Prädikats „DLG-amerkannt“ sorgfältig gegeneinander abgewogen und in einem Prüfbericht niedergelegt werden. Dabei sind die landwirtschaftlichen Belange und der jeweilige Stand der technischen Entwicklung der geprüften Maschinenart weitgehend zu berücksichtigen. Am Beispiel der Prüfung von Getreidetrocknern wird darzulegen versucht, welche Einflüsse die Wertigkeit der Merkmale festlegen bzw. verändern können.

Seit 1958 wurden von der DLG-Prüfstelle für Landmaschinen in Braunschweig-Völkenrode 37 Getreidetrockner unterschiedlicher Bauart, vornehmlich für den Einsatz in der Landwirtschaft, geprüft. Prüfberichte wurden veröffentlicht über

- 2 Belüftungstrockner mit Bodenbelüftung,
- 4 Belüftungstrockner mit Zentralrohrbelüftung,
- 4 Warmluftstrockner (Rundbehälter mit Zentralrohr) und
- 5 Durchlauftrockner.

Die Untersuchung der Trockner führte teilweise zu entscheidenden konstruktiven Änderungen und zur Nachprüfung der geänderten Konstruktion. Bei diesen Trocknern wird nur das Ergebnis der letzten Prüfung veröffentlicht. Die Prüfberichte sollen der Landwirtschaft möglichst umfassend den Gebrauchswert der Trockner vermitteln.

Wie bei der Gebrauchswertprüfung anderer Landmaschinen ist vom DLG-Prüfungsausschuß gemeinsam mit den Mitar-

¹⁾ Vorgetragen auf der 23. Tagung der Landmaschinen-Konstrukteure in Braunschweig-Völkenrode am 15. Oktober 1965.

Obering. Walter Metzenthin ist Leiter der Prüfstelle für Landmaschinen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Braunschweig-Völkenrode.

Schrifttum

- [1] *Krischer, O.*: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik. 2. Aufl. Berlin: Springer-Verlag 1963, Tafel IV.
- [2] *Dencker, C. H.*: Handbuch der Landtechnik. Hamburg und Berlin: Verlag P. Parey 1961, S. 738.
- [3] *Sprenger, J.*: Einige Aspekte der Getreidetrocknungsanlagen. OEEC-Bericht über die Studententagung „Getreidetrocknung“. 3. 9. bis 3. 10. 1953; S. 27.
- [4] *Dencker, C. H., H. Heidt, H. L. Wenner und C. Kellermann*: Trocknung und Lagerung von Mähdruschgetreide im bäuerlichen Betrieb. KTL-Flugschrift Nr. 14. Wolfratshausen: H. Neureuter-Verlag 1965.
- [5] DIN 19226 Regelungstechnik, Benennungen, Begriffe. Januar 1954.
- [6] *Oppelt, W.*: Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge. 3. Aufl. Weinheim: Verlag Chemie 1960.
- [7] *Penndorf, F.*: Fortschritte in der Regeltechnik bei Vorbereitung und Trocknung. Mühle **100** (1963) H. 43, S. 468/72.

beitern der DLG-Prüfstelle ein Prüfverfahren aufgestellt worden. Dieses Prüfverfahren berücksichtigt die Ergebnisse von Forschungsarbeiten über die Körnertrocknung, gesetzliche oder andere Bestimmungen und die in der Landwirtschaft und der Prüfungspraxis gesammelten Erfahrungen. Im einzelnen sind dies Erkenntnisse über Mindestluftmengen, Trocknungszeiten, Feuchteverteilung und Lagerfähigkeit des Getreides, die Vorschriften der Einfuhr- und Vorratsstelle über Höchsttemperaturen im Getreide und die Sicherheitsvorschriften der Baubehörden, des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) und der Technischen Überwachungsvereine (TÜV), verankert in den „Richtlinien für den Bau und die Einrichtung von Zentralen Heizräumen und ihren Brennstofflagerräumen (Heizraumrichtlinien)“ und in den „Richtlinien für Bau, Aufstellung und Betrieb von Warmlufttrocknungsanlagen für Getreide und dergl.“, z. B.:

1. Korntemperaturen über 40° bzw. 36° (je nach Feuchtegehalt) dürfen bei Konsum- oder Saatgetreide in keinem Fall auftreten,
2. Mindestluftmengen von 300 bis 1000 m³ Luft je m³ Getreide und Stunde sind, je nach Trocknerbauart und Feuchte im Korn, aufzubringen,
3. mittlere Endfeuchtegehalte von 16% zum Verkauf bzw. 14% zur Einlagerung müssen durch die Trocknung sicher erreichbar sein,
4. höchstens 10% der nach der Trocknung entnommenen Proben dürfen mehr als 16% Feuchtegehalt aufweisen und
5. Trocknungszeiten von höchstens 10 Tagen (bei einem Ausgangsfeuchtegehalt bis zu 22%) bzw. 6 Tagen (bei einem Ausgangsfeuchtegehalt über 22%) dürfen bei der Belüftungstrocknung nicht überschritten werden.

Das Prüfverfahren sieht vor, daß von der Prüfstelle Untersuchungen der Trockner durchgeführt werden, durch welche für eine Reihe von „Bewertungsmerkmalen“ Einzelergebnisse und -werte ermittelt werden, die dem Prüfungsausschuß die Beurteilung des Gebrauchswertes ermöglichen. Die Bewertungsmerkmale bei Getreidetrocknern sind:

Trocknungsleistung,
Höchstwärme im Trocknungsgut,
Zustand des getrockneten Getreides,

Energiebedarf,
 Energiekosten,
 Arbeitsbedarf,
 Betriebssicherheit,
 Aufstellung und Aufstellungsanleitung,
 Farbanstrich (Korrosionsschutz),
 Betriebsanleitung,
 Umfrage bei Benutzern des Prüfungsgegenstandes,
 Unfallschutz und Feuersicherheit,
 Preis.

Für die Bewertung der einzelnen Merkmale sind im Untersuchungsprogramm Einzelheiten über die Meßmethode festgelegt, worüber gesondert berichtet wird²⁾.

Über die angeführten Bewertungsmerkmale werden vom Prüfungsausschuß einzelne Urteile und aus diesen die „Gesamtbewertung“ formuliert, in der die wichtigsten Ergebnisse zusammengefaßt sind und die über die Verleihung des Prädikates „DLG-anerkannt“ entscheidet. Reichen einzelne entscheidende oder auch mehrere Ergebnisse — nach dem jeweiligen Stand der Entwicklung oder nach den Anforderungen der Landwirtschaft — nicht aus, so muß der Prüfungsausschuß die Anerkennung versagen. Die Prüfung wird dann mit einem vertraulichen Bericht an den Hersteller beendet. Nur wenn das Gesamtergebnis zum Prädikat „DLG-anerkannt“ führt, erfolgt nach Zustimmung des Herstellers eine Veröffentlichung in Form des Prüfberichts.

Dieser Prüfbericht enthält die „Prüfungsergebnisse“ zu den Bewertungsmerkmalen. Dem Prüfungsausschuß ist es dabei aber nicht möglich, die sehr unterschiedlichen Voraussetzungen der einzelnen Betriebe zu berücksichtigen. Man denke nur an die vorhandene Arbeitskraft, den Getreideertrag, das Ernteverfahren (eigene Mährescher oder Lohnunternehmen, gut oder mäßig ausgelastet, praktische Druschleistung und Verhältnis dieser zur Getreidefläche), die baulichen Gegebenheiten, die Verwertung des Getreides (Verfütterung — Verkauf) den vorhandenen Anschlußwert, die vorhandenen Fördereinrichtungen und Lagermöglichkeiten. Das bedeutet, daß die in den Prüfberichten gemachten Angaben bei der großen Unterschiedlichkeit landwirtschaftlicher Betriebe von diesen natürlich auch verschieden gewertet werden müssen.

Das „Gewicht“ der Prüfungsergebnisse der einzelnen Merkmale für den Gebrauchswert eines Trockners, also der Anteil am Gesamturteil, kann vom Prüfungsausschuß nur nach dem jeweiligen Entwicklungsstand und den allgemeinen landwirtschaftlichen Forderungen abgeschätzt werden.

Zu den einzelnen „Bewertungsmerkmalen“ der Getreidetrockner ist folgendes anzuführen:

Trocknungsleistung. Die Leistung (Nennleistung) der einzelnen Trockner wird mit Weizen im Bereich von 20% bis 16% Feuchtegehalt und unter Berücksichtigung der höchstzulässigen Korntemperatur von 40° ermittelt. Sie muß dem Getreideertrag, der Leistung der Erntemaschine und der Lagermöglichkeit entsprechen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die „Nennleistung“ die bei Belüftungs- und Satztrocknern erforderlichen Füll- und Entleerungszeiten und die bei Durchlauftrocknern erforderlichen Vor- und Nachlaufzeiten nicht erfaßt. Auch muß beachtet werden, daß bei gewissen Bauarten und bei Anfall feuchteren Getreides (über 22%) Umfüllzeiten erforderlich sind, weil nur durch Trocknen in zwei Stufen mit dazwischenliegendem Umfüllen und Mischen eine für die Lagerung erforderliche, ausreichend gleichmäßige Abtrocknung möglich ist.

Der **Energiebedarf** muß gedeckt werden können. Für die Versorgung aus dem Netz der Elektrizitätswerke ist der Anschlußwert entscheidend. Elektroheizung ist häufig bei kleineren Belüftungstrocknern vorgesehen und bedingt hohe Anschlußwerte. Brennstoffe müssen gelagert werden können (Heizraumrichtlinien), gegebenenfalls muß die Heizleistung einer vorhandenen, zur Körnertrocknung einsetzbaren Wärmequelle ausreichen.

Die **Energiekosten** sind unterschiedlich. Auch diese beziehen sich auf eine Herabsetzung des Feuchtegehaltes von 20% auf

²⁾ F. Vogetley, Meßmethoden und Erfahrungen bei der Gebrauchswertprüfung von Getreidetrocknern. Grndl. Landtech. 16 (1966) Nr. 5, S. 181/86.

16% und sind einheitlich errechnet auf DM/t Getreide und 1% Feuchteentzug, wobei 1 kWh mit DM 0,10, 1 kg Koks mit DM 0,12 und 1 kg Heizöl mit DM 0,15 berücksichtigt wurden. Elektroheizung in Belüftungstrocknern ist teuer, die Kosten für Koks- bzw. Ölheizung in Satz- oder Durchlauftrocknern liegen einschließlic der Stromkosten für Ventilatoren und anderen Antrieben wesentlich niedriger. Die Elektroheizung kann in klimatisch günstigeren Gebieten dann vorteilhaft sein, wenn ein entsprechender Anschluß vorhanden ist. Anschaffungs- und Aufstellungskosten, Arbeitsbedarf und Feuersicherheit müssen mit bewertet werden.

Der **Arbeitsbedarf** ist bei den einzelnen Bauarten und Fabrikaten sehr unterschiedlich. Der Belüftungstrockner als Flachbehälter erfordert einen zusätzlichen Aufwand zum Eineben der Getreideoberfläche und zum Ausbringen des nicht selbst auslaufenden Teiles der Füllung. Das Gebläse-Heiz-Aggregat muß der Witterung entsprechend nachreguliert werden. Der Zentralrohrbelüftungstrockner und auch mancher Zentralrohrsatzrockner machen bei höherem Feuchtegehalt einen besonderen Aufwand für das Umfüllen und Mischen notwendig. Außerdem ist der Blähkolben nachzustellen und die obere Getreideschicht kegelförmig um das Zentralrohr zu verteilen. Die Heizung ist nach Abschluß der Trocknung abzustellen und nach ausreichender Abkühlung auch das Gebläse. Zur Vermeidung von Sortenmischungen ist bei fast allen Bauarten eine Reinigung des Trocknerinnenraumes erforderlich. Bei Durchlauftrocknern ist meist eine dauernde Beaufsichtigung erforderlich. Der Durchsatz muß auf Grund von Wägungen eingestellt werden. Die erste Füllung der Kühlzone muß in den Trockner zurückgebracht werden, um auch diese trocken zu können, und oft sind noch besonders schwierige Montagearbeiten zur Reinigung erforderlich, die bei stärker verschmutztem Getreide häufiger notwendig ist.

Die **Betriebssicherheit** muß hohen Anforderungen genügen. Sie kann durch die Bauart und durch Einrichtungen, die den Trocknungsvorgang selbsttätig steuern und bei Störungen ansprechen, sichergestellt werden.

Über die **Aufstellung** des Trockners müssen ausreichende Anweisungen vorhanden sein. Der Platzbedarf, das Gewicht und die Anforderungen an den Raum sind Faktoren, die bei der Beurteilung mit gewertet werden müssen.

Der **Korrosionsschutz** (Farbanstrich) hat seine Bedeutung für den Gebrauchswert nicht nur wegen seines Einflusses auf den Arbeitsbedarf, man denke an Erneuerung des Anstriches, sondern auch wegen des Zustandes des getrockneten Getreides.

Die **Betriebsanleitung** soll klar und übersichtlich alles enthalten, was zum Betriebe und zur Pflege des Trockners notwendig ist, und auch ausreichend über die bestehenden Vorschriften, Bestimmungen und Richtlinien, soweit sie für die betreffende Trocknerart zutreffen, Aufschluß geben.

Umfragen bei Besitzern des in einer Prüfung stehenden Trockners sollen möglichst weitgehend bestätigen, daß die in der Prüfung ermittelten Ergebnisse auch in der Praxis erreicht wurden.

Unfallschutz und Feuersicherheit sind für den Landwirt und den Prüfungsausschuß von entscheidender Bedeutung für den Gebrauchswert eines Trockners. Nur wenn die oben erwähnten Sondergutachten der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften und des Technischen Überwachungsvereins bestätigen, daß der Trockner den Unfallschutz und die Feuersicherheit in ausreichendem Maße gewährleistet, kann der Prüfungsausschuß eine Anerkennung aussprechen.

Der **Preis des Trockners** kann den Gebrauchswert einer solchen Anlage sehr stark beeinflussen. Die Beurteilung des Preises geschieht unter Berücksichtigung aller anderen Merkmale. Was bietet der Trockner für den geforderten Preis, das ist die entscheidende Frage. Eine Berücksichtigung der allgemeinen Preislage ist dabei unvermeidlich. Bezogen wird der Preis besonders auf die Leistung des Trockners, den Energieverbrauch, die Energiekosten, den Arbeitsbedarf und die Betriebssicherheit. Anders formuliert heißt das, der Preis eines Trockners kann nur dann als „angemessen“ beurteilt werden, wenn

die eben angeführten besonders entscheidenden Beurteilungsmerkmale entsprechend günstig beurteilt werden können.

Die Bewertung der Merkmale bei Trocknerprüfungen durch den Prüfungsausschuß sowie durch den Landwirt als Käufer eines Trockners ist in der Übersicht in **Tafel 1** zusammenfassend dargestellt.

Neben den sehr hoch zu bewertenden Merkmalen kommt also dem Beurteilungsmerkmal „Arbeitsbedarf“ beim Einsatz von Getreidetrocknern in landwirtschaftlichen Betrieben zur Zeit eine überragende Bedeutung zu. Bei einigen von den geprüften Trocknern ist dieser Forderung nach geringem Arbeitsaufwand Rechnung getragen. Das gilt u. a. für Befüllrichtungen, die eine gleichmäßige Füllung sicherstellen sollen, für Einrichtungen, die eine selbsttätige Entleerung ermöglichen, für Schaltgeräte zur zeitgerechten Beendigung des Trocknungsprozesses, für selbsttätig arbeitende Schalter, welche Fördergeräte dann ein- bzw. abschalten, wenn es erforderlich wird, für Signalanlagen, die Störungen anzeigen, und neuerdings auch für sich selbsttätig einstellende Blähkolben. Aber auch die Gestaltung der Trocknerinnenräume hat Einfluß auf den Arbeitsbedarf. Hier gibt es noch viele Stellen, an denen sich Körner stauen oder festsetzen können.

Die Förderung des Getreides zum Trockner bis über 6 m Höhe überläßt man im allgemeinen den vorhandenen Förderanlagen, die aber je nach Bauart recht geringe Förderleistungen haben können, besonders da sie feuchtes, mehr oder weniger unsauberes Getreide fördern müssen, wobei die Gefahr des Verstopfens besonders groß ist. Die Leistung der Anlage kann durch das Versagen der Fördereinrichtung stark herabgesetzt werden. Geringere Förderleistungen können nur in Kauf genommen werden, wenn ein Einschütttrichter vorhanden ist, dessen Aufnahmefähigkeit über der größten zu erwartenden Wagenladung liegt. Solche Förderer sollten nach Entleerung des Trichters automatisch abschalten.

Beim freien Ablauf des getrockneten Getreides aus einem Behältertrockner können 10 t/h oder mehr abfließen. Ein Förderer mit einer Leistung von 5 t/h oder weniger für das Umlagern in die Vorratsbehälter oder -räume reicht daher nicht aus.

Die Praxis braucht noch einen leistungsfähigen Nachreiniger (vielleicht gekuppelt mit entsprechenden Fördereinrichtungen), der den trockenen Staub und Schmutz hinter dem Trockner unverhältnismäßig viel leichter als ein Vorreiniger aus feuchtem Getreide abscheiden und abfordern könnte. Damit könnte der Arbeitsbedarf und der Schmutzanfall verringert werden.

Bei der zunehmenden Bedeutung des Bewertungsmerkmals „Arbeitsbedarf“ sollte man die Arbeitskette zum Hof, Annahme, Förderung, Trocknung, Reinigung, Förderung, Lagerung, Auslagerung auf Grund des derzeitigen Standes der Erkenntnisse erneut untersuchen. Man könnte z. B. überlegen, ob man aus den jetzt verwendeten drei Einzweckbehältern — Korntank auf dem Mährescher, Transportbehälter auf dem Ackerwagen und Trocknungsbehälter auf dem Hof — nicht einen Vielzweckbehälter mit Siebboden machen kann. Es müßte davon eine entsprechende Stückzahl vorhanden sein, die etwa ein Fassungsvermögen von etwa 1 bis 3 m³ haben sollten. Beim Mährescher braucht man anstelle der Entleerungsschnecke nur eine Einrichtung, die den leeren Behälter vom Transportwagen nimmt und den gefüllten zurücksetzt. Der Wagen könnte mit drei vollen Behältern neben die Trocknungsanlage fahren, an der die vollen Behälter vom Wagen auf den Rost der Anlage übergesetzt werden. Nach abgeschlossener Trocknung könnte das Getreide in einen entsprechend ausgelegten und angeordneten Förderer mit Reiniger gekippt und schließlich die leeren Behälter wieder auf den Wagen zurückgesetzt werden.

Auf jeden Fall ist damit zu rechnen, daß bei der Ermittlung des Gebrauchswertes von Getreidetrocknern in DLG-Prüfungen dem Bewertungsmerkmal „Arbeitsbedarf“ künftig noch mehr Bedeutung zugemessen werden muß. Eine ständige Anpassung des gesamten Prüfverfahrens oder einzelner Bewertungsmerkmale an die Entwicklung der Trockner und die sich verändernden Anforderungen der Landwirtschaft ist erforderlich, um zu einer möglichst objektiven Beurteilung des Gebrauchswertes zu kommen.

Tafel 1. Bewertungsmerkmale der Getreidetrockner.

Bewertungsmerkmal	Einfluß des einzelnen Bewertungsmerkmals auf die Beurteilung der Getreidetrockner	
	durch den Landwirt beim Kauf eines Trockners	durch den Prüfungsausschuß bei der „Anerkennung“ eines Trockners
Trocknungsleistung	hoch Die Trocknungsleistung muß für den Getreideertrag des Betriebes ausreichen.	hoch Die gemessene Nennleistung muß die in den Angeboten und Prospekten genannte Leistung mindestens erreichen.
Energiebedarf	hoch Der vorhandene Anschlußwert des Betriebes muß ausreichen.	hoch Das Verhältnis des erforderlichen Anschlußwertes zur Trocknungsleistung muß in einem vertretbaren Bereich liegen.
Energiekosten	mittel Die für den Betrieb geltenden Tarife haben Einfluß.	hoch Die spezifischen Kosten werden mit den Kosten anderer Trockner verglichen.
Arbeitsbedarf (Handhabung)	sehr hoch Der Einmannbetrieb stellt besondere Anforderungen.	sehr hoch Der derzeitige geringe Arbeitskräftebesatz bedingt eine weitgehende Einsparung von Arbeitskraft.
Betriebs-sicherheit	sehr hoch Der Einmannbetrieb stellt besondere Anforderungen.	sehr hoch Eine ausreichende Betriebssicherheit ist Voraussetzung für die Anerkennung.
Aufstellung	mittel Der gegebene Raum und der Aufstellungsaufwand sind zu berücksichtigen.	mittel Der Aufstellungsaufwand wird im Vergleich mit anderen Trocknern bewertet.
Korrosions-schutz (Haltbarkeit)	mittel Der Aufwand an Pflege wird durch gute Haltbarkeit verringert.	mittel Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Haltbarkeit des Korrosionsschutzes und die Beeinträchtigung der Trockengutqualität.
Betriebs-anleitung	hoch Eine gute Betriebsanleitung gewährleistet einen optimalen Einsatz der Anlage.	sehr hoch Eine ausreichende Betriebsanleitung bzw. Bedienungsanleitung ist Voraussetzung für die Anerkennung.
Umfrage bei Besitzern	mittel Das Ergebnis einer Umfrage ist für den Käufer meist nur bedingt von Wert.	mittel Die Umfrage muß die Prüfungsergebnisse bestätigen.
Unfallschutz Feuerschutz	sehr hoch Wirksame Vorkehrungen verhüten Schäden.	sehr hoch Positive Gutachten der zuständigen Stellen sind für die Anerkennung erforderlich.
Preis	sehr hoch Preis wird nach Wirtschaftlichkeit und den anderen Merkmalen beurteilt.	sehr hoch Die Beurteilung des Preises erfolgt im Hinblick auf alle anderen Merkmale und die allgemeine Preislage.