

Qualitätssicherung bei Maschinen und Geräten am Beispiel von Sämaschinen

Hans W. Griepentrog, Stefano Mastrogiovanni, Ulrich Rubenschuh, Georg H. Schuchmann

Kurzfassung

Für die Qualitätssicherung spielen Normen und Standards eine wichtige Rolle, insbesondere wenn, wie in der Landwirtschaft üblich, die Ergebnisse für Produkte Beachtung im internationalen Handel finden. Die Normung erfolgt auf mehreren Ebenen und ist angepasst an die unterschiedliche Komplexität der Produkte. Die Geschichte der Normung und Standardisierung kann, wie am Beispiel der Prüfung der Arbeitsqualität von Sämaschinen gezeigt, bedeutend als auch anwendbar für moderne autonome Maschinen sein.

Schlüsselwörter

Qualitätssicherung, Normung, Prüfverfahren, Sämaschinen

Quality Assurance of Machinery and Equipment using the example of seed drills

Hans W. Griepentrog, Stefano Mastrogiovanni, Ulrich Rubenschuh, Georg H. Schuchmann

Abstract

Norms and standards play an important role in quality assurance, especially when, as is common in agriculture, the results for products attract attention in international trade. Standardization takes place on several levels and is adapted to the varying complexity of the products. The history of standardization can be significant as well as applicable to modern autonomous machines, as shown by the example of testing the quality of work of sowing machines.

Keywords

Quality assurance, standardization, test methods, seeders

Einleitung

Verschiedene Aspekte der Produktsicherheit unterliegen rechtlichen Regelungen mit einer mehr oder minder intensiv vollziehbaren amtlichen Kontrolle. Eine Prüfung der Produktqualitäten durch den Anwender ist ohne entsprechende Messtechniken und/oder Laboranalysen nur selten möglich. Umso wichtiger ist eine Qualitätskontrolle auf kompetenter Ebene. Diese kann in verschiedenen Systemen organisiert sein [1].

Normung

Mit der Normung soll erreicht werden, Anwendungshemmnisse durch Vereinheitlichung innerhalb einer Produktgruppe zu vermeiden. Die in Normen publizierten Regeln dienen zusätzlich einer allgemeinen Information über den jeweiligen Stand der Technik des behandelten Gegenstandes.

Bei der Normung können mehrere Ebenen unterschieden werden. Auf Länderebene wird die Normungsarbeit durch die nationalen Normungsgremien durchgeführt. In Deutschland ist dies das Deutsche Institut für Normung, kurz DIN.

Auf europäischer Ebene wird die Normungsarbeit vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) geleistet, dort sind die Vertreter der nationalen Spiegelgremien tätig. Normen, die auf europäischer Ebene angenommen wurden, müssen von den einzelnen Mitgliedsländern in das nationale Normenwerk übernommen werden. Die deutschen Übersetzungen werden dann als „DIN EN“ bezeichnet.

Auf internationaler Ebene ist die „Internationale Organisation für Normung“ (ISO) zuständig. Die „ISO-Normen“ können, müssen aber nicht in das europäische oder die nationalen Normenwerke übernommen werden.

CE Konformität

Normen haben keine grundsätzliche rechtliche Verbindlichkeit, können aber durch entsprechende Verwaltungsvorschriften rechtliche Bedeutung erlangen. Beispiele hierfür sind die Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EG, die Richtlinie für ortsbewegliche Druckgeräte 2010/35/EU und die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. Hierbei wird vorgegeben, welche sicherheitsrelevanten Vorschriften in der EU beachtet werden müssen und dass die Konformität der Produkte mit den Richtlinien durch den Hersteller oder Inverkehrbringer erklärt werden muss. Neben der Konformitätserklärung muss der Hersteller eine CE-Kennzeichnung an den Produkten anbringen. Bei Produkten von denen ein hohes Sicherheitsrisiko ausgeht, ist bei dem Konformitätsbewertungsverfahren eine benannte Stelle zu beteiligen, welche die Prüfungen als unabhängiger Dritter durchführt.

Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Neben den "klassischen Maschinen" gilt die Maschinenrichtlinie auch für auswechselbare Ausrüstungen, Sicherheitsbauteile, Lastaufnahmemittel, Ketten, Seile und Gurte, abnehmbare Gelenkwellen und unvollständige Maschinen.

Für Maschinen, die in Anhang IV der Richtlinie aufgeführt sind, wie zum Beispiel Kettensägen oder Überrollschutzstrukturen (ROPS - Roll-Over Protective Structure) oder Schutzaufbauten gegen herabfallende Gegenstände (FOPS – Falling Object Protective Structure), ist ein besonderes Konformitätsbewertungsverfahren erforderlich, da von diesen Produkten ein hohes Sicherheitsrisiko ausgehen kann.

Der Hersteller kann dabei wählen, ob er umfassende Qualitätssicherung in der Fertigung betreibt und seine Fertigung und sein Qualitätssicherungssystem regelmäßig durch eine benannte Stelle durch Inspektionen und Audits prüfen lässt oder ob er das Baumusterprüfverfahren durchläuft. Dabei führt die benannte Stelle alle nötigen Prüfungen durch, überprüft die technischen Unterlagen und stellt eine Baumusterprüfbescheinigung für das Produkt aus.

EU-Rahmenverordnung 167/2013 für land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeuge

Die Verordnung über die Genehmigung und Marktüberwachung von land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen (EU) 167/2013 legt innerhalb der Europäischen Union die Vorschriften für die technischen Anforderungen für land- und forstwirtschaftliche Fahrzeugen für die Teilnahme am Straßenverkehr fest. Im Gegensatz zum Konformitätsbewertungsverfahren durch den Hersteller, unterliegen landwirtschaftliche Zugmaschinen auf Rädern und Gleisketten (Fahrzeugklassen T und C), landwirtschaftliche Anhänger (Fahrzeugklasse R) und gezogene auswechselbare Geräte (Fahrzeugklasse S) einem Genehmigungsverfahren.

Auf Grundlage der Rahmen-Verordnungen kann ein Fahrzeughersteller für Fahrzeuge, die er in Serie herstellt, eine EU weit gültige Gesamtfahrzeug-Typgenehmigung erlangen. Dabei werden ein oder mehrere repräsentative Prüffahrzeuge durch einen von der Typgenehmigungsbehörde dafür benannten Technischen Dienst auf Übereinstimmung mit den anwendbaren Vorschriften geprüft. Wenn die Prüfungen ergeben, dass der Fahrzeugtyp die Anforderungen erfüllt, dann erteilt die Typgenehmigungsbehörde, z.B. das Kraftfahrt-Bundesamt, dem Hersteller die Typgenehmigung. Die Gesamtfahrzeug-Typgenehmigung berechtigt den Hersteller, alle Fahrzeuge, die dem in der Typgenehmigung dokumentierten Typ entsprechen, ohne weitere Prüfungen durch einen Technischen Dienst in Verkehr zu bringen.

Die Grundlage für die Teilnahme am Typgenehmigungsverfahren bildet ein von der Typgenehmigungsbehörde anerkanntes Qualitätssicherungsverfahren in der Fertigung. Ebenso muss der Hersteller regelmäßig eigenverantwortliche Konformitätsprüfungen (Conformity of Production - CoP) an seinen Genehmigungsobjekten durchführen.

OECD Tractor Codes

Die Tractor-Codes der OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development mit Sitz in Paris) stellen außerhalb der ISO und EN Standards und auch außerhalb der EU Verordnungen weltweit gültige Standards für land- oder forstwirtschaftliche Zugmaschinen dar und unterstützen damit ebenfalls einen freien Waren- und Kapitalverkehr sowie eine Harmonisierung von Produktstandards für Traktoren.

Es existieren nur noch die Codes 2 bis 10. Code 2 beinhaltet die Anforderungen für die Messung der Leistung von land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen und Code 5 die Geräuschemessung am Fahrerplatz. Die OECD Tractor Codes 3 und 4 sowie 6 bis 10 beinhalten die Anforderungen für Überrollschutzstrukturen (ROPS - Roll-Over Protective Structure) oder Schutzaufbauten gegen herabfallende Gegenstände (FOPS – Falling Object Protective Structure). Im Rahmen des OECD Genehmigungsverfahrens gibt es bisher nur eine reine Produktprüfung und keine Anforderungen an den Hersteller hinsichtlich der Qualitätssicherung in der Fertigung.

Möglichkeiten der Qualitätssicherung

Amtliche Überwachung

Die amtliche Kontrolle von Maschinen unterliegt der Gewerbeaufsicht. Die Anforderungen beschränken sich auf die gesetzlichen Mindestanforderungen an die Produktqualitäten und Deklaration sowie die Arbeitssicherheit und ggf. den Umweltschutz. Die auf Länderebene durchgeführte staatliche Überwachung ist in der Regel aber nicht in der Lage, die gesamte Produktion umfassend zu überwachen. Die hier gezogenen Proben oder überprüften technischen Einrichtungen können somit nur als Stichprobe angesehen werden.

Für Pflanzenschutzgeräte hat der Gesetzgeber seit den 90er Jahren die Kontrolle von in Gebrauch befindlichen Pflanzenschutzgeräten in zweijährigen Abständen vorgeschrieben. Die Überprüfung darf nur durch amtlich anerkannte Kontrollwerkstätten durchgeführt werden. Die Kontrollstellen werden wiederum ebenfalls regelmäßig durch die zuständigen Regierungspräsidien überwacht, um sicherzustellen, dass die Kontrolle nach bundesweit einheitlichen Standards durchgeführt wird.

Interne Fertigungsüberwachung

Hersteller können eine interne Fertigungsüberwachung betreiben. Sie selbst überwachen dann während der Produktion laufend die wichtigsten Qualitätsparameter und gewinnen damit bereits einen durchgehenden Überblick über die Produktqualität. Die Prüf- und Kontrollverfahren werden eigenständig festgelegt und die Parameter und deren Kontinuität werden werkspezifisch bestimmt. Externe Überprüfungen finden in der Regel nicht statt.

Zertifizierung von Management-Systemen zur Qualitätssicherung

Eine Reihe von Unternehmen und Fertigungsstätten verfügen über integrierte und zertifizierte Managementsysteme zur Qualitätssicherung, wie z.B. das QMS nach DIN EN ISO 9001, QS, GMP oder HACCP. Im Rahmen dieser Managementsysteme finden neben den festgelegten Kriterien der Prozess- und Produktsteuerung auch regelmäßige interne und externe Auditierungen (Überprüfungen) statt, durch die die Wirksamkeit und Plausibilität der Maßnahmen bewertet werden. Produkte aus Unternehmen mit solchen Systemen unterliegen einer strengeren und intensiveren Kontrolle.

Auch beinhalten solche Qualitätssicherungskonzepte der Hersteller häufig entsprechende Qualitätsanforderungen gegenüber ihren Lieferanten. Das sind zum einen Vorgaben für die Qualität der zugekauften Produkte selbst, zum anderen meist auch Anforderungen hinsichtlich qualitätssichernder Maßnahmen beim Lieferanten.

Externe Qualitätsüberwachung

Neben den betriebsinternen Qualitätssicherungssystemen, die durchaus die Einbindung von z.B. Fremdlaboratorien vorsehen können aber deren Prüfinhalte selbstbestimmt sind, haben Hersteller, weiterverarbeitende Betriebe oder Inverkehrbringer auch die Möglichkeit, an Qualitätsüberwachungsmaßnahmen durch externe Prüfinstitutionen teilzunehmen. Hierbei sind die Prüfinhalte, die Qualitätsanforderungen und die Prüfhäufigkeiten aber durch den Systemgeber vorgegeben. Eine Teilnahme ist meist freiwillig und positive Prüfergebnisse werden häufig durch Zertifikate, Urkunden und/oder Qualitätszeichen dokumentiert.

Im landwirtschaftlichen Sektor besitzt die DLG als Prüfinstitution den größten Bekanntheitsgrad. Die DLG TestService GmbH ist ausführende Prüfinstitution bei der Vergabe von DLG Prüfzeichen. Sie ist als Prüflabor nach EN ISO/IEC 17025 akkreditiert, durch das Kraffahrt-Bundesamt benannter Technischer Dienst und Prüfstelle für OECD Tractor Codes. Das Dienstleistungsspektrum der DLG TestService GmbH umfasst neben der Verantwortlichkeit für die DLG-Prüfzeichentests also auch entwicklungsbegleitende Prüfungen und sicherheitsrelevante Überprüfungen als unabhängige dritte Partei.

DLG-Qualitätsprüfungen

Seit fast 150 Jahren testet die DLG Landtechnik und seit mehr als 75 Jahren prüft und prämiert die DLG landwirtschaftliche Betriebsmittel. Heute werden die Prüfungen von der DLG TestService GmbH durchgeführt.

Jährlich werden mehr als 800 Techniktests und etwa 400 Zertifizierungen von Betriebsmitteln durchgeführt. Das Prüfspektrum reicht dabei vom Praxistest eines Feldhäckslers bis hin zur mikrobiologischen Laboruntersuchungen an Siliermitteln.

Darüber hinaus werden Partnerschaften zu anderen nationalen aber auch internationalen Prüfinstitutionen gepflegt, um das eigene Testangebot im Bedarfsfall entsprechend ergänzen zu können. Insgesamt kann somit ein sehr umfangreiches Testangebot für die externe Qualitätsüberwachung in verschiedenen Produktbereichen angeboten werden.

Die Prüfkriterien orientieren sich bei den DLG-Prüfzeichentests stets an den Belangen aus der Praxis. Sie werden von den zuständigen Prüffingenieuren gemeinsam mit Experten aus Landwirtschaft, Beratung und Wissenschaft im intensiven Austausch erarbeitet und weiterentwickelt. Über die Veröffentlichung ausgezeichneter Produkte leistet die DLG einen wichtigen Beitrag zu mehr Markttransparenz und gibt dem Landwirt eine wichtige Orientierungshilfe. Sie trägt dazu bei, dass dem Nutzer bessere Produkte mit höherem Gebrauchswert zur Verfügung gestellt werden und dass die Sicherheit in Produktion und Konsum erhöht wird.

DLG-Auszeichnungen

Die Testmethoden der DLG sind praxisbezogen, herstellerunabhängig und von neutralen Prüfungskommissionen erarbeitet. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen, den Anforderungen aus der landwirtschaftlichen Praxis, modernen Prüfverfahren und einem branchenübergreifenden Experten-Netzwerk aus Wissenschaft und Praxis. In regelmäßigen Abständen werden die Prüfprogramme und Anforderungen der DLG von den Experten hinsichtlich ihrer Aktualität überprüft und im Bedarfsfall angepasst. Geprüft werden Produkte aus den Bereichen Fahrzeugtechnik-Traktoren, Pflanzenbautechnik, Tierhaltungstechnik, Fahrzeugtechnik-Nutzfahrzeuge, System & Komponenten und Betriebsmittel.

DLG-ANERKANNT Gesamtprüfung: Das Prüfzeichen wird für landtechnische Produkte verliehen, die eine umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG erfolgreich bestanden haben. In dieser Prüfung werden alle aus Sicht des Praktikers wesentlichen Merkmale eines Produkts neutral bewertet. Das Prüfzeichen ist ab dem Vergabedatum fünf Jahre gültig. Die DLG-Gesamtprüfung setzt sich aus den folgenden sechs Prüfmodulen zusammen:

- Modul 1: Funktionalität und Arbeitsqualität
- Modul 2: Handhabung, Bedienung und Wartung
- Modul 3: Elektronik und Digitalisierung
- Modul 4: Umwelt- und Ressourcenschutz
- Modul 5: Arbeits- und Verkehrssicherheit
- Modul 6: Praxiseinsatz

DLG-ANERKANNT in Einzelkriterien: Das Prüfzeichen wird für landtechnische Produkte verliehen, die eine umfangsreduzierte Gebrauchswertprüfung der DLG erfolgreich bestanden haben. Die Prüfung dient zur Herausstellung besonderer Innovationen und Schlüsselkriterien des Prüfgegenstands. Der Test kann Kriterien aus dem DLG-Prüfrahmen für Gesamtprüfungen berücksichtigen oder sich auf andere wertbestimmende Merkmale und Eigenschaften des Prüfgegenstandes fokussieren. Das Prüfzeichen ist ab dem Vergabedatum fünf Jahre gültig.

DLG-PowerMix: Das Prüfzeichen wird an Traktoren verliehen, die eine Leistungs- und Verbrauchsprüfung der DLG nach den unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien des DLG-PowerMix absolviert haben. Der DLG-PowerMix ist in der Lage, das Gesamtsystem „Traktor“ reproduzierbar so zu belasten, wie es während echten Feld- und Transportarbeiten der Fall ist. Dabei ist es möglich, alle zu- und abgeführten Energien zu erfassen – von den zugeführten Diesel- und AdBlue-Mengen über die abgegebenen Nutzleistungen an Rädern, Zapfwelle und den hydraulischen Schnittstellen bis hin zu den resultierenden Abgasemissionen.

DLG-Qualitätssiegel: Das Qualitätssiegel wird für Betriebsmittel wie zum Beispiel Siliermittel, Hygienemittel und Düngekalk sowie für Dieseladditive vergeben. Die Prüfungen von Betriebs-

mitteln umfassen Produkt- und teilweise auch Prozesszertifizierungen. Alle von der DLG ausgezeichneten Betriebsmittel unterliegen einer kontinuierlichen Überwachung durch regelmäßig stattfindende Wiederholungsprüfungen bzw. Audits.

Die Prüfergebnisse werden in Produktlisten und Testberichten veröffentlicht und können über die DLG-Homepage kostenfrei abgerufen werden [2]. Beispielhaft werden nachfolgend die Prüfinhalte für Drill- und Einzelkornsämaschinen vorgestellt.

Prüfung von Maschinen der "Sätechnik" (DLG Testzentrum)

Für den Produktbereich Sätechnik gibt es verschiedene internationale als auch nationale Normen [3; 4]. Für diesen Bereich sind auch Normen zur Prüfung von Reihen-Mineraldüngerstreuer relevant, da es häufig zu einer Kombination dieser Verfahren während der Aussaat kommt [5; 6].

Prüfmodul 1: Funktion und Arbeitsqualität

Die wichtigen technischen Kenngrößen der Geräte und Maschinen werden beschrieben und deren Funktion und Arbeitsqualität wird überprüft. Die verschiedenen Teilprüfungen für Drill- und Einzelkornsämaschinen werden nachfolgend näher erläutert.

- **Längs- und Querverteilung:** Für eine gute Bestandsentwicklung ist eine möglichst gleichmäßige Saatgutlängs- und Querverteilung von großem Vorteil. Auf eine Verbesserung der Standraumverteilung gerade bei Getreide wird heute mehr geachtet. Dies dokumentieren in den letzten Jahren neu kommerziell verfügbare Einzelkornsämaschinen für Getreide.
- **Dosiergenauigkeit:** Neben einer gleichmäßigen Verteilung ist sowohl die präzise Dosiergenauigkeit von Saatgut als auch von Dünger - bei gleichzeitiger Unterfußdüngung - relevant. Daher wird für beide Applikationen die Dosiergenauigkeit in Längs- und Querrichtung überprüft.
- **Tiefenablage und Einbettung:** Die Tiefenablage und Einbettung des Saatgutes ist von großer Bedeutung für die Keimung und den Feldaufgang. Eine gleichmäßige Tiefenablage mit einer angepassten Bedeckung und Rückverfestigung sind hierfür die besten Bedingungen.
- **Feldaufgang:** Wünschenswert für die Beurteilung wäre immer der Einfluss der Sätechnik auf den Ertrag. Da jedoch die Vegetationsbedingungen im Jahresverlauf diesen erheblich mit beeinflussen, wird der Feldaufgang als wichtiger Parameter für die Beurteilung der Arbeitsqualität der Sätechnik angesehen.
- **Reihendüngung:** Die Dosiergenauigkeit und Verteilung von Dünger werden in Anlehnung an DIN EN 13740 (Landmaschinen - Reihen-Mineraldüngerstreuer; Umweltschutz) im Labortest ermittelt.

Prüfverfahren Drillmaschinen [7; 8]:

- Während eines Labortests wird die Dosiergenauigkeit in Längs- und Querrichtung mit Weizen, Gerste und Raps ermittelt und bewertet. Die Dosiergenauigkeit in Querrichtung mit Weizen wird auch bei simulierter Hangfahrt bestimmt.
- Bei Feldtests mit Raps und Weizen wird die Dosiergenauigkeit, die Saatguteinbettung, die Pflanzenlängsverteilung und der Feldaufgang bestimmt. Bei Weizen wird zusätzlich noch die Gleichmäßigkeit der Tiefenablage des Saatgutes geprüft.

Prüfverfahren Einzelkornsämaschinen [9; 10]:

- Während eines Labortests werden bei Mais mit drei unterschiedlichen Sorten, die sich hinsichtlich Korngröße und Kornform unterscheiden bzw. bei Rüben mit zwei unterschiedlichen Sorten, wichtige Kenngrößen zur Vereinzelnungsqualität ermittelt. Dabei werden anhand der Kornabstände die Doppel-, Soll- und Fehlstellenanteile bestimmt (Kornstellenverteilung), wobei der Sollstellenanteil eine besondere Bedeutung hat, weil dieser den Anteil der Zellenbelegung angibt. Die Zellenbelegung sollte unter allen Umständen möglichst hoch sein. Bei der Durchführung der Tests werden unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten an der Einzelkornsämaschine simuliert.
- Beim Feldtest werden mit den Saatgutchargen, die auch beim Labortest verwendet wurden, Versuchspartellen angelegt. Dabei werden unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten realisiert. Direkt während der Aussaat wird die Ablagetiefe und die Saatguteinbettung geprüft. Nach Abschluss des Feldaufganges werden anhand der Pflanzenabstände Doppel-, Soll- und Fehlstellenanteile erfasst (Pflanzenstellenverteilung). Zudem werden die Standgenauigkeit und der Feldaufgang ermittelt und bewertet.
- Sowohl für den Labor- als auch den Feldtest wird die Abweichung des Ist-Abstandes zum Sollabstand erfasst (Dosiergenauigkeit) und es wird die Ablagegenauigkeit bezogen auf die Korn- und Pflanzenstelle in Form der Standardabweichung (Längsverteilung) errechnet. Die Standardabweichung wird also nicht aus dem mittleren Abstand aller Abstände berechnet, sondern die Abweichungen werden auf die jeweilige Korn- und Pflanzenstellen bezogen. Dies stellt für die Bewertung eine Trennung der Parameter sicher, da sonst verfälschend die Zellenbelegung oder der Feldaufgang einen Einfluss auf die Ablage- oder Standgenauigkeit hätte [10 - 12].

Prüfmodul 2: Handhabung, Bedienung und Wartung

Die Bedienungsanleitung wird auf Vollständigkeit und Verständlichkeit begutachtet und der Aufwand und der Schwierigkeitsgrad bei Inbetriebnahme, Einstellen und Bedienen sowie bei den regelmäßig durchzuführenden Wartungstätigkeiten beschrieben.

Prüfmodul 3: Elektronik und Digitalisierung

ISOBUS-basierte Geräte werden einem DLG-ISOBUS-Praxistest unterzogen. Hierbei wird zunächst überprüft, ob der verbaute ISOBUS-Controller die Komponenten-Zertifizierung „AEF-conform“ besitzt (AEF = Agricultural Industry Electronics Foundation). Anschließend wird das

System mit verschiedenen CCI-Bedienterminals gekoppelt und eine Funktionsüberprüfung durchgeführt.

Sind Assistenzsysteme zur Regelung der Ausbringmengen am Prüfling verfügbar, dann wird deren Wirksamkeit optional überprüft. Hierzu werden Versuche bei ein- und ausgeschalteter Steuereinheit durchgeführt.

Prüfmodul 4: Umwelt- und Ressourcenschutz

Hier steht bei gezogenen und/oder angetriebenen Geräten und Maschinen der Leistungsbedarf und der damit korrespondierende Energiebedarf im Vordergrund der Prüfung. Zudem wird eine Aussage darüber gegeben, ob pflanzenbasierte Schmierstoffe verwendet werden können.

Prüfmodul 5: Arbeits- und Verkehrssicherheit

Die Einhaltung der sicherheitsrelevanten Normen und Vorschriften werden überprüft.

Prüfmodul 6: Praxiseinsatz

Die Geräte und Maschinen werden im praktischen Einsatz auf landwirtschaftlichen Betrieben getestet und es erfolgt anschließend eine Bewertung durch Landwirte oder Lohnunternehmer.

Prüfung von Robotern der "Sätechnik" (Wissenschaft)

In den letzten Jahren wurden neue Einzelkornsämaschinen für Getreide von einigen Landmaschinenherstellern angeboten. Die Einzelkornsaat von Getreide war immer gewünscht, aber technisch schwierig zu realisieren [13]. Die bisherigen Kulturen für Einzelkornsäaggregate gehen typischerweise nicht über eine Aussaatmenge von etwa 15 Körner/m² hinaus. Bei der Aussaat von Getreide sind allerdings Dosiermengen üblich, die ab dem 10-fachen dieser Menge beginnen. Die mittleren Kornabstände in der Reihe bei üblichen Reihenweiten sind dementsprechend gering und betragen nur wenige cm. Für die Technik stellt deshalb die Kornfrequenz - insbesondere bei hohen Fahrgeschwindigkeiten - und insbesondere die Ablagequalität im Boden eine Herausforderung dar.

Robotiksysteme werden zunehmend für viele Anwendungen entwickelt. Dazu zählt heute auch die Sätechnik. Eine offene Frage war, wie sich die Arbeitsqualität bei autonomen Systemen im Vergleich zu konventioneller und marktüblicher Technik verhält. Es wurden Komponenten der Firma Horsch (Singular System) modifiziert und mit einer Robotik kombiniert [14 - 16]. Für die Robotik-Anwendung wurde wie auch typisch bei einer konventionellen Technik eine Dosiermenge von 200 Körner/m² bei 15 cm Reihenweite angestrebt.

Die genutzten Komponenten der Einzelkornsätechnik für Getreide wurden für hohe Fahrgeschwindigkeiten und der konventionellen Mechanisierung mittels Standardtraktoren entwickelt. Bei konventioneller Mechanisierung erreichen die Fahrgeschwindigkeiten 10 bis 15 km/h, während für kleine Feldroboter niedrige bis sehr niedrige Fahrgeschwindigkeiten von 1,8 bis 3,6 km/h (0,5 bis 1,0 m/s) typisch sind. Es wurden Dosierräder mit 1, 2, 3 und 4 Zellen bei

Rotordrehzahlen von 700 bis 2100 1/min untersucht. Daraus ergaben sich mögliche Kornfrequenzen von 12 bis 140 Körner/s.

Überraschenderweise zeigte die untersuchte Sämaschine gerade für niedrige Geschwindigkeiten eine sehr gute Arbeitsqualität in Bezug auf die Zellenbelegung (Sollstellenanteil), siehe **Bild 1**. Das heißt, nur in diesem Geschwindigkeitsbereich wurden Zellenbelegungen von über 95 % erreicht. Weiterhin zeigen die Ergebnisse für die Ablagegenauigkeit (Standardabweichung aus den Kornstellen) sehr geringe Werte bei geringen Fahrgeschwindigkeiten, siehe **Bild 2**. Dazu muss erwähnt werden, dass die Werte der Ablagegenauigkeit aus dem Labortest immer besser sind als die aus dem Feldtest. Im Feld kommen Effekte der Maschinendynamik und des Bodens hinzu, die das Ergebnis negativ beeinflussen.

Die Ergebnisse bestätigen, dass langsam fahrende Roboter eine deutlich bessere Arbeitsqualität erreichen können als die konventionelle Traktor-Anbaugerät-Technik. Es ist darüber hinaus davon auszugehen, dass auch andere Effekte wie insgesamt die Saatgutablage in der Furche einschließlich der Optimierung der Rückverfestigung des Saatguts eine Verbesserung erfährt. Das bleibt allerdings bis zum Beweis eine Hypothese. Kleine und langsam fahrende Roboter können die im Vergleich geringere Flächenleistung über den Schwarmeinsatz bei gleichzeitigen signifikanten Vorteilen hinsichtlich der Arbeitsqualität kompensieren.

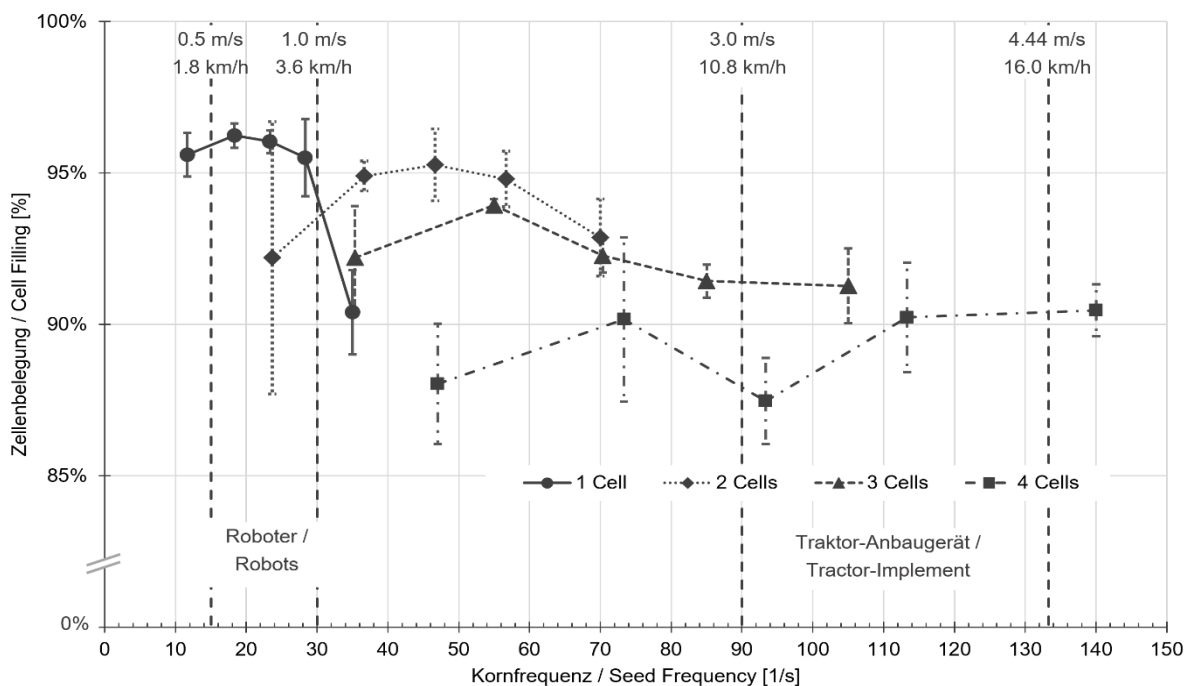


Bild 1: Zellenbelegung (Prozent) der Kornvereinzlung bei Getreide mit 200 Körner/m² von einem Traktor mit Anbaugerät und einem Roboter bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten im Labor

Figure 1: Cell filling (percentage) of grain singling of cereals with 200 seeds/m² for a tractor with implement and a robot at different forward speeds in the laboratory

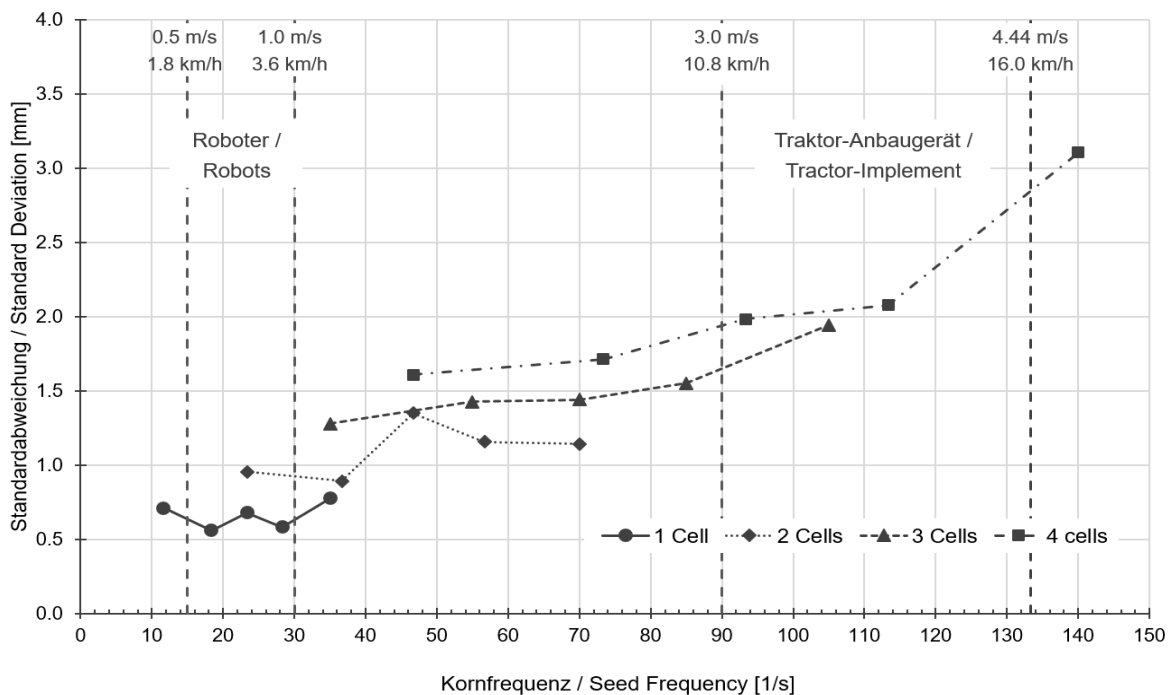


Bild 2: Ablagegenauigkeit (Standardabweichung) der Kornvereinzelnung bei Getreide mit 200 Körner/m² von einem Traktor mit Anbaugerät und einem Roboter bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten im Labor

Figure 2: Accuracy (standard deviation) of grain singling of cereals with 200 seeds/m² for a tractor with implement and a robot at different forward speeds in the laboratory

Zusammenfassung

Verschiedene Normen zur Qualitätssicherung bei unterschiedlichen Geräten stellen sicher, dass die Ergebnisse aus Qualitätsprüfungen auch international vergleichbar sind. Am Beispiel der Prüfung von Arbeitsqualitäten an Sämaschinen kann gezeigt werden, welche Parameter wichtig sind und wie deren Prüfung zu erfolgen hat. Die gültigen Normen als auch die gegenwärtigen Prüfverfahren können auch übertragen werden auf Systeme von autonomen Maschinen.

Literatur

- [1] Rubenschuh, U.: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. Frankfurt am Main: DLG Verlag, 8. überarbeitete Auflage 2011.
- [2] N.N.: DLG Prüfberichte Drillmaschinen und Einzelkornsämaschinen. DLG, URL: <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests>, Zugriff am 20.03.2023.
- [3] International Organization for Standardization: Sämaschinen; Prüfverfahren; Teil1: Einzelreihensämaschinen (Präzisions-Sämaschinen). Norm ISO 7256-1:1984-03.
- [4] International Organization for Standardization: Sämaschinen; Prüfverfahren; Teil2: Sämaschinen zum Säen in Reihen. Norm ISO 7256-2:1984-05.

- [5] Deutsches Institut für Normen: Landmaschinen - Reihen-Mineraldüngerstreuer; Umweltschutz - Teil 2: Prüfverfahren. Norm DIN EN 13740-2:2003-09.
- [6] International Organization for Standardization: Geräte für die Düngemittelverteilung; Prüfverfahren; Teil 2: Reihen-Düngerstreuer. Norm ISO 5690-2:1984-07.
- [7] N.N.: Prüfraahmen für Drillmaschinen. DLG Testzentrum, DLG TestService GmbH, unveröffentlicht, 2021.
- [8] Griepentrog, H.W.: Bewertung von Längsverteilungen bei Drillmaschinen. Landtechnik 46 (1991), S. 550–551.
- [9] N.N.: Prüfraahmen für Einzelkornsäegeräte. DLG Testzentrum, DLG TestService GmbH, unveröffentlicht, 2021.
- [10] Griepentrog, H.W.: Bewertung von Längsverteilungen bei Einzelkornsämaschinen. Landtechnik 47 (1992), S. 123–125.
- [11] Rohrbach, R.P.; Brazee, R.D.; Barre, H.J.: Evaluating precision planting based on a Monte Carlo planter model. Transactions of the ASAE Vol. 14 (1971), S. 1146–1149.
- [12] Burema, H. J.; Meijer, E. N. C.; Telle, M. G.: Development and study of a self-recording sticky belt. IMAG No. 80-3 (1980).
- [13] Kottmann, L.; Hegewald, H.; Feike, T.; Lehnert, H.; Keilwagen, J.; Hörsten, D.; Greef, J.M.; Wegener, J.K.: Optimized seed patterns in cereals. Journal für Kulturpflanzen Vol. 71 (2019), S. 90–94.
- [14] N.N.: SingularSystem. HORSCH Maschinen GmbH, URL: <https://www.horsch.com/produkte/saemaschinen/3-punkt-saemaschinen/express-kr>, Zugriff am: 20.03.2023.
- [15] Griepentrog, H.W.; Stana, A.; Reiser, D.: 2022. Concept and performance of an autonomous precision seeder for grain crops. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): AgEng LAND.TECHNIK, VDI-Berichte 2406, Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH 2022, S. 561–566.
- [16] Stana, A.; Griepentrog, H.W.: Concept and performance of an autonomous precision seeder for grain crops - Präsentation. AgEng-LAND.TECHNIK 2022; VDI Wissensforum GmbH (Veranstalter), 2022, Berlin.
- [17] Griepentrog, H.W.: Agricultural robots for new sustainable crop production systems. 4th NJF - EurAgEng - Agromek Joint Seminar, 29-30 November 2022. In: Advances and Innovations in Agricultural Engineering, Herning, Denmark, S. 2–3.

Autorendaten

Prof. Dr. Hans W. Griepentrog ist Fachgebietsleiter Universität Hohenheim.

Dipl.-Ing. (FH) Stefano Mastrogiovanni ist Geschäftsführer der DLG TestService GmbH.

Dr. Ulrich Rubenschuh ist Bereichsleiter Landwirtschaft am DLG-Testzentrum Technik & Betriebsmittel.

Dipl.-Ing. agr. Georg H. Schuchmann ist Prüflingenieur am DLG-Testzentrum Technik & Betriebsmittel.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Griepentrog, Hans W.; Mastrogiovanni, Stefano; Rubenschuh, Ulrich; Schuchmann, Georg H.: Qualitätssicherung bei Maschinen und Geräten am Beispiel von Sämaschinen. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2022. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2023. S. 1-13

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202301130851-0>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2022/chapter/pruefwesen.html>

Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.