

AGCO GmbH

VarioGuide RTK

Automatische Lenksysteme



**FOKUS
TEST**

10/13

Automatische
Lenksysteme



Testzentrum
Technik und Betriebsmittel

www.DLG-Test.de

Überblick

Der FokusTest ist eine Gebrauchswertprüfung der DLG zur Produktdifferenzierung und besonderen Herausstellung von Innovationen bei Maschinen und technischen Erzeugnissen, die vorwiegend in der Land- und Forstwirtschaft, im Garten-, Obst- und Weinbau sowie in der Landschafts- und Kommunalpflege eingesetzt werden.

Der Fokus wird in diesem Test auf die Prüfung qualitativer Einzelkriterien eines Produktes, wie z. B. Dauerfestigkeit, Leistung oder Arbeitsqualität gerichtet. Der Test-

umfang kann Kriterien aus dem Prüfraum eines SignumTests, der umfassenden Gebrauchswertprüfung der DLG für technische Produkte, enthalten und schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes und der Vergabe des Prüfzeichens ab.



Der DLG-FokusTest „Automatische Lenksysteme“ umfasst die Prüfung der Genauigkeit und der Handhabung von automatischen Lenksystemen in landwirtschaftlichen Fahr-

zeugen. Neben der Messung der Lenkgenauigkeit unter verschiedenen Betriebsbedingungen werden das Verhalten bei GNSS-Signalabschattung, der Ausfall des Korrektursignals, die Handhabung, Anzeige- und Bedienelemente des Systems, die Bedienungsanleitung und Hilfefunktionen sowie die Sicherheitseinrichtungen untersucht.

Andere Kriterien wurden nicht überprüft.

Beurteilung – kurz gefasst

Das getestete Lenksystem von AGCO/Fendt bietet in Verbindung mit einer lokalen RTK-Station eine Systemgenauigkeit im Bereich von 4-8 cm, dabei zeigte sich auch bei Testfahrten auf unebenem Untergrund nur eine geringe Abweichung von der Sollstrecke.

Das System zeigte eine hohe Verfügbarkeit des GNSS-Signals, da neben dem GPS-System auch die GLONASS-Satelliten genutzt werden. Die Langzeitgenauigkeit des Systems ist bei Einsatz einer stationären RTK-Station sehr gut. Durch die werkseitige Anpassung des Lenksystems an den jeweiligen Schlepper-Typ sind nur wenige Grundeinstellungen notwendig. Die Bedienung des Lenksystems 'am Terminal ist sehr gut in das Gesamtkonzept der Schlepperbedienung integriert.

Tabelle 1:
Ergebnisse im Überblick

Lenkgenauigkeit	95 %-Klasse *
Ebene 8 km/h	4 cm
Ebene 15 km/h	8 cm
Balkenstrecke 5 km/h	5 cm
Kontur 5 km/h	6 cm
Ebene 8 km/h Langzeittest	4 cm
Signalverhalten	Bewertung
Verhalten bei Teilabschattung	[+]
Verhalten bei Korrektursignalausfall	[o]
Handhabung/Ergonomie	Bewertung
Bedienungsanleitung / Hilfesystem	[+]
Bedienung	[+]
Terminal und Bedienelemente	[+]
Sicherheit	Bewertung
Sicherheitseinrichtungen nach ISO 10975	[o]

* Definition: 95 % aller Abweichungen von der Soll-Linie sind $\leq$ der angegebenen Fehlerklasse

Bewertungsbereich: ++ / + / o / - / -- (o = Standard, k.B. = keine Bewertung)

Das Produkt

Hersteller und Anmelder

AGCO GmbH
Johann-Georg-Fendt-Straße 4
D-87616 Marktoberdorf
www.agcocorp.com

Produkt:
VarioGuide RTK

Kontakt:
Telefon +49 8342 77-0
info@agcocorp.com

Beschreibung und Technische Daten

Im Test des AGCO-Lenksystems VarioGuide RTK wurde ein Topcon GNSS-Empfänger vom Typ VarioGuide eingesetzt. Dieses war auf einem Fendt -Traktor 936 Vario mit einer Leistung nach ECE R24 von 330 kW (Nennleistung) bzw. 360 kW (Maximalleistung) verbaut. Die technischen Daten, gemessene Fahrzeuggeometrie, die verwendete

Bereifung und die verwendeten Einstellungsparameter des Lenksystems sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Einstellungen des Lenksystems wurden dabei nach Herstellervorgaben vorgenommen.

Tabelle 2:

Technische Daten, Fahrzeuggeometrie, Bereifung und Einstellungsparameter des Lenksystems

Technische Daten des Lenksystems		
Lenksystem-Typ	VarioGuide RTK	
GNSS Empfänger (inkl. Antenne)	Topcon VarioGuide	
GNSS-Satelliten-Empfang	GPS, GLONASS (kostenfrei)	
Korrektursignal-System	lokale RTK-Station	
Korrektursignal-Übertragungsweg	Funk (RTK Lokal)	
Korrektursignal-Typ	RTK-Station Topcon HiPer AG	
Signalgenauigkeit	± 2,0 cm	
Technische Daten des Traktors		
Hersteller	AGCO GmbH	
Typ	Fendt 936 Vario	
Leistung (ECE R120)	253kW NENN / 265kW MAX	
Max. Geschwindigkeit	60 km/h	
Leergewicht	10830 kg	
Zulässiges Gesamtgewicht	16000 kg	
Gemessene Fahrzeug-Geometrie		
Achshöhe Hinterrad	96 cm	
Abstand Hinterradachse – Dreipunkt-Unterlenker	132 cm	
Abstand Dreipunkt-Unterlenker – Messpunkt	25 cm	
Höhe des Messpunkts über Grund	100 cm	
Bereifung		
	Vorderachse	Hinterachse
Typ	MICHELIN AxioBib	MICHELIN AxioBib
Größe	650/65R34	710/75R42
Luftdruck (Herstellervorgabe)	0,9 bar	0,9 bar
Einstellungen des Lenksystems		
Lenk-Aggressivität	4 von 9	
Lenkwinkelsensor	selbst kalibrierend	
P-Faktor	nicht anwendbar	
Einlenkverhalten	4 (von 0-9)	

Die Methode

Die Genauigkeit des automatischen Lenksystems wurde über Messung mit einem optischen Referenzsystem bestimmt. Ein Tachymeter folgt dabei automatisch einem am Dreipunkt des Traktors befestigten Prisma und zeichnet die Messwerte auf. Der Testaufbau ist in Bild 2 dargestellt.

Die Messungen wurden auf dem Testgelände des DLG-Testzentrums Technik und Betriebsmittel in Groß-Umstadt (vgl. Bild 2) durchgeführt und von einem Mitarbeiter des Herstellers begleitet.

Alle Einstellungen wurden nach Herstellervorgaben vorgenommen.

Folgende Messungen wurden durchgeführt:

A-B-Fahrt auf ebener Strecke mit 8 km/h beziehungsweise 15 km/h

Bei verschiedenen, praxisrelevanten Geschwindigkeiten wurde die Genauigkeit einer geraden Fahrt von einem Startpunkt A zu einem Endpunkt B auf der Ebene bestimmt. Zur Bestimmung des Langzeitverhaltens gegenüber der gespeicherten A-B-Referenzlinie wurde der Test mit 8 km/h nach über 24 Stunden wiederholt. Der Betrag der Abweichung bezogen auf den Sollwert der Referenzfahrt wurde aus dem quadratischen Mittelwert von je-

weils drei Messfahrten bestimmt. Die Darstellung erfolgte in Fehlerklassen von jeweils 1 cm und der daraus gebildeten 95 %-Summe der Fehlerklassen, das heißt 95 % aller Messwerte liegen innerhalb dieses Bereiches.

A-B-Fahrt auf einer Balkenstrecke mit 5 km/h

Das dynamische Verhalten des Lenksystems auf einer unebenen Strecke wurde auf einer Balkenstrecke nach 78/764/EWG-Norm zur Messung des Kabinen- und Sitzkomforts reproduzierbar simuliert (siehe Bild 3). Die branchenübliche Montage der GNSS-Antenne auf dem Kabinendach führt hierbei durch die unebene Strecke und die Kabinenfederung zu wechselnden seitlichen Abweichungen, die durch das Lenksystem korrigiert werden müssen.

A-B-Fahrt auf einer Neigungsstrecke mit 5 km/h

Zur Überprüfung des dynamischen Verhaltens beim Ein- und Ausfahren einer Neigungsstrecke von 25 cm Höhe (Bild 4) zeigt dieser Test auch die Wirksamkeit des integrierten Neigungsausgleichs.

A-B-Fahrt unter GNSS-Teilabschattung

(Teil-)Abschattung des GNSS-Signals tritt in der Praxis vor allem durch Bäume oder Gebäude auf. Im Test wird diese Situation durch Abdeckung des GNSS-Empfängers mit einer zu 50 % mit Kupferfolie abgeschirmten Testhaube simuliert. Dabei wird das Verhalten des Systems, wie eine visuelle und akustische Rückmeldung dokumentiert. Ebenfalls wird vermerkt, falls unter diesen Bedingungen die Aktivierung der automatischen Lenkung und eine Fahrt z. B. unter verringerter Genauigkeit (Fall-Back-Option) möglich waren.

A-B-Fahrt unter Totalausfall des Korrektursignals

Zur Simulation eines Totalausfalls des Korrektursignals wurde die



Bild 2:
Messaufbau des optischen Referenzsystems

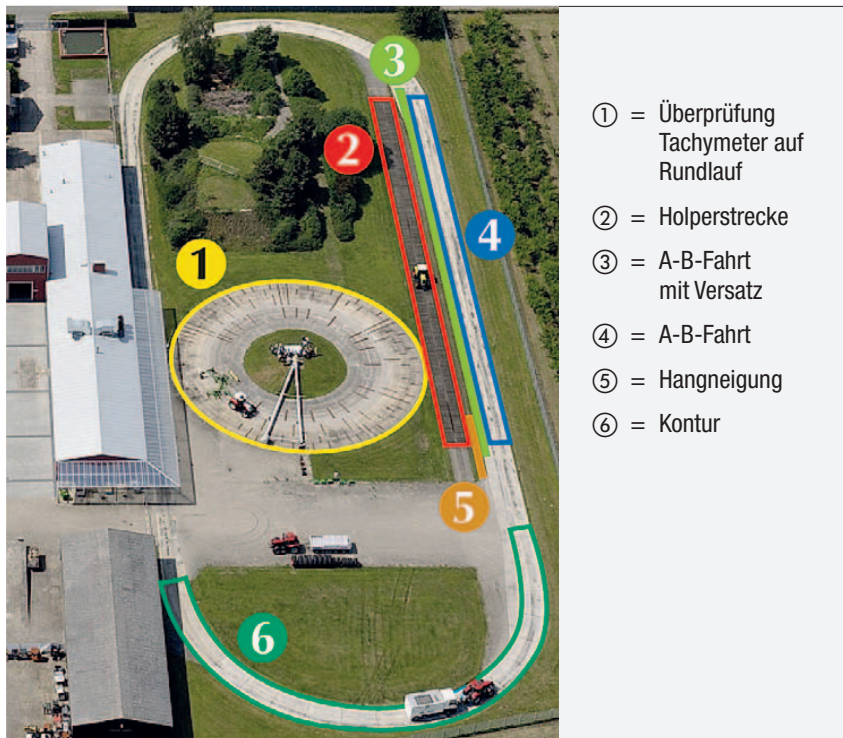


Bild 3:
Mess-Strecken auf dem Testgelände

- ① = Überprüfung Tachymeter auf Rundlauf
- ② = Holperstrecke
- ③ = A-B-Fahrt mit Versatz
- ④ = A-B-Fahrt
- ⑤ = Hangneigung
- ⑥ = Kontur

Funkantenne der lokal stationierten RTK-Station entfernt, bzw. zur Simulation der Signalwiederkehr wieder angebracht. Die RTK-Station blieb währenddessen eingeschaltet.

Konturfahrt mit 5 km/h

Bei der Konturfahrt wird (entlang des Halbkreises der Teststrecke) eine Referenzlinie manuell abgefahren und vom Lenksystem aufgezeichnet. Die Messauswertung zeigt sowohl die Referenzfahrt aus auch die 3 Messfahrten. Die Abweichung der Fehlerklassen ist auf die Referenzfahrt bezogen.

Einlenkverhalten zur Spurfindung in eine A-B-Spur

Mit diesem Test wird, wie im Bild 6 dargestellt, das Einlenkverhalten in eine vorgegebene A-B-Spur aus einem Einfahrwinkel von 30° simuliert. Darüber hinaus wurde bestimmt, ab welchem Abstand die Aktivierung der automatischen Lenkung bzw. die Einfahrt in die Referenzspur möglich sind. Dazu wurde auf ein 90° -Lot auf die A-B-Spur bei einer vorgegebenen Arbeitsbreite von 8 m beziehungsweise die „Spur-0“ bei automatischem Anlegen von Parallelschienen zurückgegriffen.

Im Bereich Handhabung und Ergonomie wurde zunächst die Bedienungsanleitung bzw. das im Terminal abrufbare Hilfesystem auf Vollständigkeit, Übersichtlichkeit und Verständlichkeit geprüft. Weitere Bedienhilfen wie eine Kurzbedienungsanleitung oder eine via Internet abrufbare Hilfe gehen ebenfalls in diese Bewertung mit ein. Hinzu



*Bild 4:
Balkenstrecke am DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel*

kommt die Prüfung der Handhabung der Hilfsmöglichkeiten über zwei konkrete Fragestellungen. Dies war zum einen die Definition einer A-B-Spur und zum zweiten die angebotene Hilfe zur „Fehlersuche bei Signalstörungen“. Die Handhabung des Systems selbst wurde über die Anzahl der Bedienschritte für das Einlernen (Teach-In) einer A-B-Strecke und der nachfolgenden Aktivierung der automatischen Lenkfunktion abgebildet.

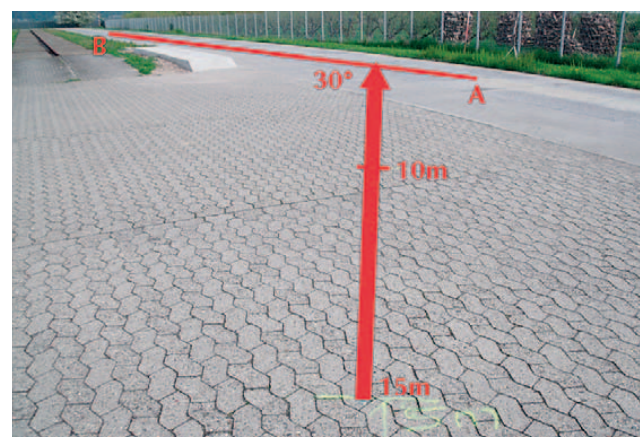
Für die Praxis besonders wichtig sind die Lesbarkeit und Bedienung des Terminals am Tag und in der Nacht. Gerade Sonneneinstrahlung von hinten am Tag stellt den Bedie-

ner vor das Problem, die Anzeige durch Reflexion nicht erkennen und ggf. Elemente auf einem Touchscreen nicht bedienen zu können. Nachts darf das Terminal nicht blenden bzw. den Fahrer ermüden.

Die Sicherheitseinrichtungen für ein automatisches Lenksystem werden im Wesentlichen in der ISO-Norm 10975 vorgegeben. So muss eine Fahrer-Präsenzprüfung beispielsweise über einen Sitzkontakt stattfinden, und die automatische Lenkung muss sich bei manuellem Eingriff oder Signalstörungen selbsttätig deaktivieren. Der Fahrer sollte über die Deaktivierung optisch oder akustisch informiert werden.



*Bild 5:
Neigungsstrecke, 25 cm hoch*



*Bild 6:
Einlenkverhalten in eine A-B-Spur*

Die Testergebnisse im Detail

Wie das Beispiel der A-B-Fahrten mit 8 bzw. 15 km/h auf ebener Strecke in Bild 8 zeigt, wird die 95 %-Klasse der Abweichungen über die Häufigkeitsverteilung und die Abweichungsklasse bestimmt. Bei 8 km/h Fahrgeschwindigkeit erreichte das System in 95 % der Fälle eine Genauigkeit in der Klasse 4 cm, gleiches gilt für den Langzeitversuch nach über 24 Stunden. Die weiteren Ergebnisse sind in Tabelle 3 bzw. Bild 8 zusammengefasst.

Die Darstellung der A-B-Fahrt auf der Neigungsstrecke mit 5 km/h (Bild 9) zeigt eine durchschnittliche bis gute Reaktion beim Hangausgleich. Der Versatz auf dem Plateau der Rampe betrug ca. 5-10 cm. Bei der Einfahrt auf die Rampe kam es zu kurzzeitigem Überschwingen im Bereich von etwa 12 cm, bei der Ausfahrt im Bereich von ca. 7 cm.

Zur Bestimmung des Einlenkverhalten zur Spurfindung in eine A-B-Spur wurde die Einlenk-Aggressivität des Lenksystems variiert. Die Ergebnisse sind in Bild 10 dargestellt. So wurde neben der vom Hersteller empfohlenen Standardeinstellung (grün) die minimal mögliche (blau) und maximal mögliche Einlenk-Aggressivität (rot) eingestellt und die Ergebnisse verglichen. Das Fahrzeug zeigt dabei bei der Standardeinstellung ein ausgewogenes Einlenkverhalten ohne Überschwingen und mit einer schnellen Einfahrt in die Soll-Linie. Die Einstellung der maximalen Einlenk-Aggressivität

Tabelle 3:
Erreichte Genauigkeitsklassen unter verschiedenen Testbedingungen

Testbedingung	95 %-Klasse
A-B-Fahrt auf ebener Strecke mit 8 km/h	4 cm
Langzeitgenauigkeit: Wiederholung nach >24h	4 cm
A-B-Fahrt auf ebener Strecke mit 15 km/h	8 cm
A-B-Fahrt auf der Balkenstrecke mit 5 km/h	5 cm
Konturfahrt mit 5 km/h	6 cm

führt zu einem sehr starken Auslenken des Schleppers.

Die Abschattungs- und Ausfallversuche lieferten die in Tabelle 4 dargestellten Ergebnisse.

Zur Bewertung der Bedienungsanleitung und des Hilfesystems wurden die Lösungsvorschläge zu zwei im Vorfeld festgelegten Problemstellungen ermittelt. Zunächst sollte eine A-B-Spur definiert werden. In der Bedienungsanleitung findet sich dazu eine einfache Beschreibung. Als zweites wurden die Hinweise Fehlerbehebung bei auftretenden Signalstörungen des GNSS- oder Korrektursignals bewertet. Dazu enthält die Bedienungsanleitung eine Liste mit Beschreibung der möglichen Fehlermeldungen und Bedeutung der Bildschirm-Anzeigen. Am Anfang der ausführlichen Bedienungsanleitung findet



Bild 7:
Anzeige- und Bedienelemente

der Nutzer bei AGCO/Fendt eine Kurzanleitung „Quick Start Guide“. Die Bedienungsanleitung und das Hilfesystem wurden abschließend mit [+] = „Besser als der Standard“ bewertet. Bei der Handhabung des Systems konnte eine A-B-Strecke über vier Bedienschritte und somit [+] = „Besser als der Standard“ eingeplant werden. Die gleiche Bewertung erhielt das System für die nachfolgende, einfache Aktivierung der automatischen Lenkfunktion, so

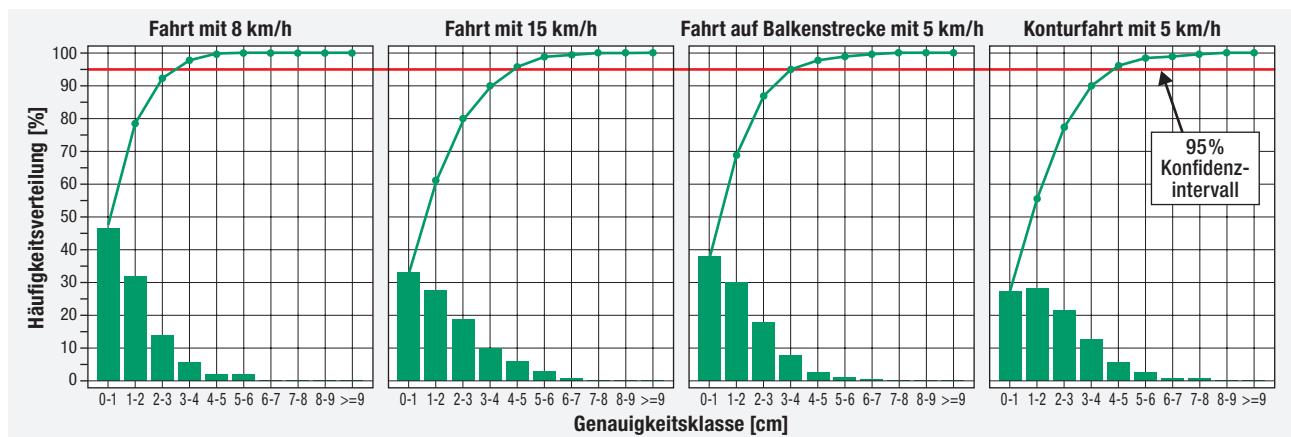


Bild 8:
Abweichungsraten (A-B-Fahrt auf ebener Strecke mit 8 bzw. 15 km/h, Balkenstrecke und Konturfahrt, jeweils mit 5 km/h)

dass das Gesamturteil in der Handhabung ebenfalls [+] = „Besser als der Standard“ lautete.

Das 10"-Terminal ist beim Testgerät vorbildlich in die Bedieneinheit vor der rechten Armlehne integriert ([+] = „Besser als der Standard“). Das Display ist in alle Richtungen verstellbar und schaltet automatisch mit Einschalten des Fahrlichts von Tag- auf Nachtbetrieb um. Die Ablesbarkeit ist so am Tag und in der Nacht besser als der Standard [+], was zu einer Gesamtbewertung

von Bedienelementen und Terminal aber mit [+] = „Besser als der Standard“ führt.

Bezüglich der Sicherheitseinrichtungen nach ISO 10975 (Safety requirements in tractors and machinery for agriculture – Auto guidance systems for operator controlled tractors and self-propelled machines) konnte das VarioGuide RTK von AGCO/Fendt die Gesamtbewertung [o] = „Standard“ erreichen. Zwar wird die Anwesenheit eines Fahrers kontinuierlich über-

prüft und das automatische Lenksystem deaktiviert sich sofort, wenn der Fahrer manuell in die Lenkung eingreift oder durch Signalstörungen im GNSS- oder Korrektursignal eine falsche Richtung möglich wäre, die Signaltöne insgesamt sind jedoch sehr leise. Zusätzlich fehlt ein Warnhinweis beim Einschalten oder Aktivieren des automatischen Lenksystems und Störungen der Signalverfügbarkeit werden teilweise nur durch Änderung eines Bildschirm Icons dargestellt.

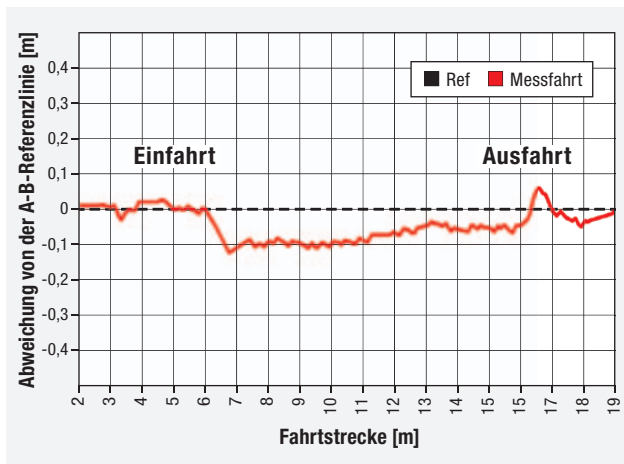


Bild 9:
Vergleich Referenz-/Messfahrt auf der Neigungsstrecke

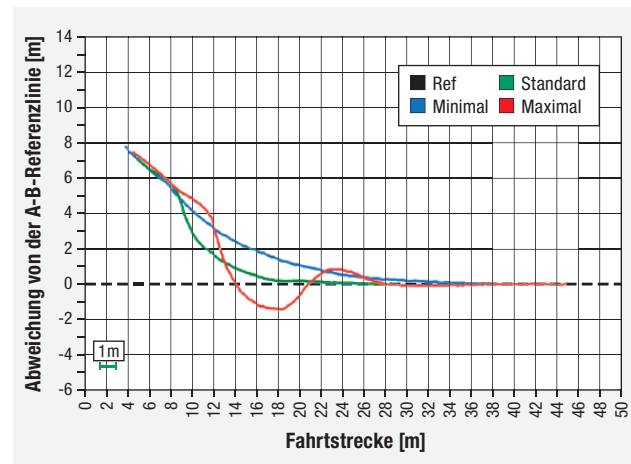


Bild 10:
Einlenkverhalten bei verschiedenen Einstellungen

Tabelle 4:
Ergebnisse und Bewertung der Abschattungs- und Ausfallversuche

GNSS-Teilabschattung		Bewertung
Zeit bis Reaktion	5 sec	Verhalten bei GNSS-Signal-Abschattung: [+]
Visuelle Rückmeldung	Bildschirm-Icon	
Akustische Rückmeldung	Leiser Signalton	
Anmerkungen	Die Lenkfunktion war bei 2 von 3 Testfahrten mit Teilabschattung aktivierbar, bei einer Messfahrt brach die Lenkfunktion ab.	
Totalausfall des Korrektursignals		Bewertung
Zeit bis Reaktion bei Signalausfall	60 sec	Korrektursignal-Ausfall: [○]
Zeit bis Reaktion bei Signalwiederkehr	5 sec	
Visuelle Rückmeldung	Ausfall: Bildschirm-Icon, Wiederkehr: Bildschirm-Icon	
Akustische Rückmeldung	Leiser Signalton	
Anmerkungen	(keine weitere)	

Fazit

Die Prüfkriterien des DLG-Fokus-Tests „Automatische Lenksysteme“ bewerten die prinzipielle Funktion eines Systems sowie die oben de-

tailliert dargestellten Abweichungen von der Ideallinie. Das AGCO VarioGuide RTK ist ein automatisches Lenksystem absolut auf der Höhe

der Zeit und kann für den Einsatz in landwirtschaftlichen Maschinen und Traktoren empfohlen werden.

Weitere Informationen

Weitere Tests zu automatischen Lenksystemen können unter **www.dlg-test.de/lenksysteme** heruntergeladen werden. Der DLG-Fachausschuss für Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik hat zum Thema „Automatische Lenksysteme“ zwei Merkblätter mit dem Titel „GPS in der Landwirtschaft“ (Merkblatt 316) bzw. „Satellitenortungssysteme“ (Merkblatt 388) herausgegeben. Diese sind kostenfrei unter **www.dlg.org/merkblaetter.html** im PDF-Format erhältlich.

Prüfungsdurchführung

DLG e.V.,
Testzentrum
Technik und Betriebsmittel,
Max-Eyth-Weg 1,
64823 Groß-Umstadt

DLG-Prüfrahmen

FokusTest
„Automatische Lenksysteme“
(Stand 03/2013)

Fachgebiet

Fahrzeugtechnik

Projektleiter

Dipl.-Ing. Andreas Ai

Prüfingenieur(e)

Dipl.-Ing. Jürgen Goldmann

Dipl.-Ing. Andreas Horn

Die DLG

Die DLG ist – neben den bekannten Prüfungen landwirtschaftlicher Technik, Betriebs- und Lebensmittel – ein neutrales, offenes Forum des Wissensaustausches und der Meinungsbildung in der Agrar- und Ernährungsbranche.

Rund 180 hauptamtliche Mitarbeiter und mehr als 3.000 ehrenamtliche Experten erarbeiten Lösungen für aktuelle Probleme. Die über 80 Ausschüsse, Arbeitskreise und Kommissionen bilden dabei das Fundament für Sachverstand und Kontinuität in der Facharbeit. In der DLG werden viele Fachinformationen für die Landwirtschaft in Form von Merkblättern und Arbeitsunterlagen sowie Beiträgen in Fachzeitschriften und -büchern erarbeitet.

Die DLG organisiert die weltweit führenden Fachausstellungen für die

Land- und Ernährungswirtschaft. Sie hilft so moderne Produkte, Verfahren und Dienstleistungen zu finden und der Öffentlichkeit transparent zu machen.

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel Groß-Umstadt ist der Maßstab für geprüfte Agrartechnik und Betriebsmittel und führender Prüf- und Zertifizierungsdienstleister für unabhängige Technik-Tests. Mit modernster Messtechnik und praxisnahen Prüfmethoden stellen die DLG-Prüfingenieure Produktentwicklungen und Innovationen auf den Prüfstand.

Als mehrfach akkreditiertes und EU-notifiziertes Prüflabor bietet das DLG-Testzentrum Technik und

Betriebsmittel Landwirten und Praktikern mit den anerkannten Technik-Tests und DLG-Prüfungen wichtige Informationen und Entscheidungshilfen bei der Investitionsplanung für Agrartechnik und Betriebsmittel.

ENTAM

European Network for Testing of Agricultural Machines ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller. Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter **www.entam.com** oder unter der E-Mail-Adresse: **info@entam.com**



13-00083
© 2013 DLG



DLG e.V.
Testzentrum Technik und Betriebsmittel
Max-Eyth-Weg 1, 64823 Groß-Umstadt
Telefon +49 69 24788-600, Fax +49 69 24788-690
tech@DLG.org, www.DLG.org

Download aller DLG-Prüfberichte kostenlos unter: www.dlg-test.de!