

DLG-Prüfbericht 6156 F

CNH Österreich GmbH

Case IH AFS Accuguide RTK

Automatische Lenksysteme



DLG 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 Prüfrahmen 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 Case IH bietet in Verbindung mit einer lokalen RTK-Station eine Systemgenauigkeit im Bereich von 3-5 cm, dabei zeigte sich auch bei Testfahrten auf unebenem Untergrund nur eine geringe Abweichung von der Sollstrecke. Da neben den amerikanischen GPS-Satelliten auch auf die Daten des russischen GLONASS zurückgegriffen wird, zeigte das System eine hohe Verfügbarkeit des GNSS-Signals. In Verbindung mit einer stationären RTK-Station verfügte das System über eine sehr gute Langzeitgenauigkeit.

Das alternativ angebotene 10"-Terminal bietet eine deutlich größere Bedien- und Anzeigegröße, es ist daher für den praktischen Einsatz zu empfehlen.

Tabelle 1:
Ergebnisse im Überblick

| Lenkgenauigkeit | 95%-Klasse* |
|---|-------------|
| Ebene 8 km/h | 4 cm |
| Ebene 15 km/h | 5 cm |
| Balkenstrecke 5 km/h | 4 cm |
| Kontur 5 km/h | 5 cm |
| Ebene 8 km/h Langzeittest | 3 cm |
| Signalverhalten | Bewertung |
| Verhalten bei Teilabschattung | [+] |
| Verhalten bei Korrektursignalausfall | [○] |
| Handhabung/Ergonomie | Bewertung |
| Bedienungsanleitung / Hilfesystem | [+] |
| Bedienung | [+] |
| Terminal und Bedienelemente | [+] |
| Sicherheit | Bewertung |
| Sicherheitseinrichtungen nach ISO 10975 | [+] |

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

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

Das Produkt

Hersteller und Anmelder

Hersteller: Case IH
 Produkt:
 Case IH AFS Accuguide RTK
 Anmelder:
 CNH Österreich GmbH
 Steyrerstraße 32
 A-4300 St. Valentin
 Österreich
 Kontakt:
 EUCaseIHGermany@cnh.com

Beschreibung und Technische Daten

Im Test des Case IH Lenksystems AFS Accuguide RTK wurde der GNSS-Empfänger vom Typ Case IH AFS 372 eingesetzt. Dieses war auf einem Case-IH Traktor Puma CVX 160 mit einer Leistung nach ECE R120 von 118kW (Nennleistung) bzw. 130kW (Maximalleistung) verbaut.

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

Die technischen Daten, gemessene Fahrzeuggeometrie, die verwendete

Tabelle 2:

Technische Daten, Fahrzeuggeometrie, Bereifung und Einstellungsparameter des Lenksystems

| Technische Daten des Lenksystems | | |
|--|-------------------------------------|-------------------|
| Lenksystem-Typ | CASE IH AFS ACCUGUIDE RTK | |
| GNSS Empfänger (inkl. Antenne) | CASE IH AFS 372 | |
| GNSS-Satelliten-Empfang | GPS, GLONASS (kostenfrei) | |
| Korrektursignal-System | lokale RTK-Station | |
| Korrektursignal-Übertragungsweg | lokale Funkverbindung | |
| Korrektursignal-Typ | Trimble AgGPS 542 RTK base station | |
| Signalgenauigkeit | 1" / 2,54 cm | |
| Technische Daten des Traktors | | |
| Hersteller | CASE IH | |
| Typ | PUMA CVX 160 | |
| Leistung (ECE R120) | 118 kW NENN / 130 kW MAX ohne Boost | |
| Max. Geschwindigkeit | 50 km/h | |
| Leergewicht | 6790 kg | |
| Zulässiges Gesamtgewicht | 11500 kg | |
| Gemessene Fahrzeug-Geometrie | | |
| Achshöhe Hinterrad | 87 cm | |
| Abstand Hinterradachse – Dreipunkt-Unterlenker | 122 cm | |
| Abstand Dreipunkt-Unterlenker – Messpunkt | 25 cm | |
| Höhe des Messpunkts über Grund | 100 cm | |
| Bereifung | | |
| | Vorderachse | Hinterachse |
| Typ | MICHELIN MultiBib | MICHELIN MultiBib |
| Größe | 540/65R28 | 650/65R38 |
| Luftdruck (Herstellervorgabe) | 1,6 bar | 1,8 bar |
| Einstellungen des Lenksystems | | |
| Lenk-Aggressivität | 100 % | |
| Lenkwinkelsensor | Lenkspiel r: 15,553 l: 16,048 | |
| P-Faktor | 11,6 | |
| Einlenkverhalten | 50 % | |

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 3) 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. Die Fehlerklasse wird in 1 cm-Schritten aufgerundet.

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 4). 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 5) 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

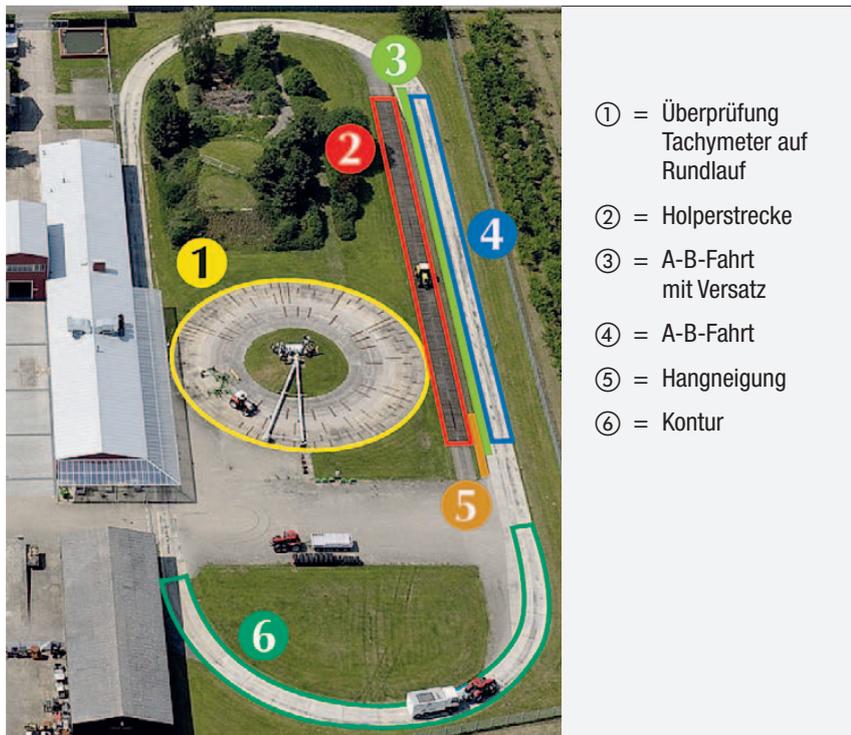


Bild 3:
Mess-Strecken auf dem Testgelände

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 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 Bedienungshilfen wie eine Kurzbedienungsanleitung oder eine via Internet abrufbare Hilfe gehen ebenfalls in diese Bewertung mit ein. Hinzu kommt die Prüfung der Handhabung der Hilfsmöglichkeiten über



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

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 Bedienungsschritte für das Einlernen (Teach-In) einer A-B-Strecke und der nachfolgenden Aktivierung der automatischen Lenkfunktion abgebildet.

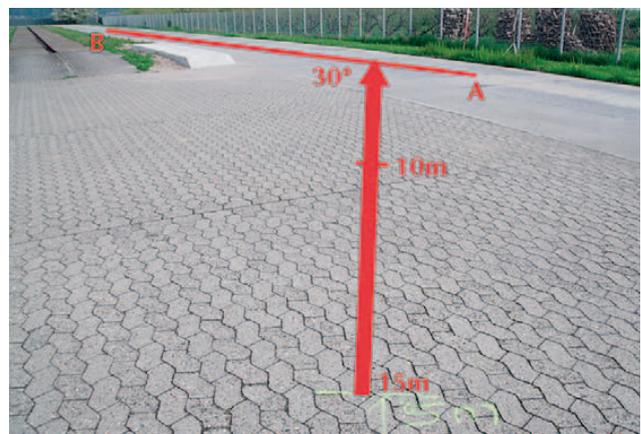
Für die Praxis besonders wichtig sind die Lesbarkeit und Bedienung des Terminals am Tag und in der Nacht. Gerade Sonneneinstrahlung von hinten am Tag stellt den Bediener vor das Problem, die Anzeige durch Reflexion nicht erkennen und

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, im Langzeitversuch nach über 24 Stunden sogar nur 3 cm. 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. 10-15 cm. Bei der Einfahrt auf die Rampe kam es zu kurzzeitigem Überschwingen im Bereich von etwa 20 cm, bei der Ausfahrt im Bereich von ca. 8 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 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 Abschattungs- und Ausfallver-

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 | 3 cm |
| A-B-Fahrt auf ebener Strecke mit 15 km/h | 5 cm |
| A-B-Fahrt auf der Balkenstrecke mit 5 km/h | 4 cm |
| Konturfahrt mit 5 km/h | 5 cm |

suche 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 ausführliche Beschreibung. Lediglich die in der Bedienungsanleitung verwendete Bezeichnung „Schwad“ für die Fahrspur ist etwas missverständlich aus dem englischen „swath“ übersetzt. Als zweites wurden die Hinweise Fehlerbehebung bei auftretenden Signalstörungen des GNSS- oder Korrektursignals bewertet. Case IH bietet hier eine Liste mit Beschreibung der möglichen Fehlermeldungen und Bedeutung der Bildschirm-Anzeigen an. Neben der ausführlichen Bedienungsanleitung stellt der Hersteller eine Kurzanleitung „für Praktiker“ zur Verfügung. Die Bedienungsanleitung und das Hilfesystem wurden abschließend mit [+] = „Besser als der Standard“ bewertet.



Bild 7:
Anzeige- und Bedienelemente

Bei der Handhabung des Systems konnte eine A-B-Strecke über vier Bedienschritte und somit [+] = „Besser als der Standard“ eingelernt werden. Die gleiche Bewertung erhielt das System für die nachfolgende, einfache Aktivierung der automatischen Lenkfunktion, so dass das Gesamturteil in der Handhabung ebenfalls [+] = „Besser als der Standard“ lautete.

Die Anzeige- und Bedienelemente sind in zwei Optionen erhältlich. Beide sind in die Armlehne integriert und nachts gut abzulesen und zu bedienen ([+] = „Besser als der Standard“). Bei Tag und direkter

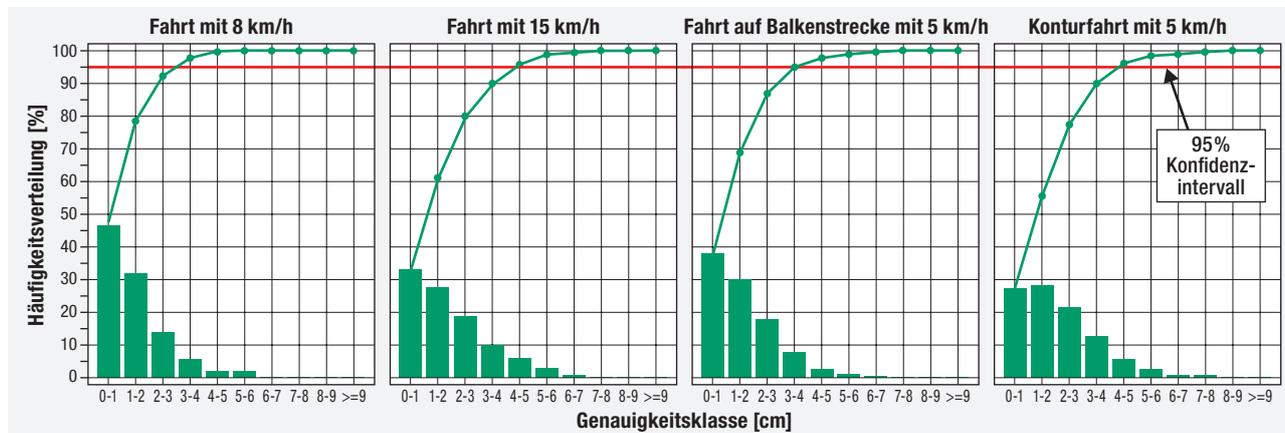


Bild 8:
Abweichungsraten (A-B-Fahrt auf ebener Strecke mit 8 bzw. 15 km/h, Balkenstrecke und Konturfahrt, jeweils mit 5 km/h)

Sonneneinstrahlung von hinten leidet die Les- und Bedienbarkeit des kleineren 6"-Standarddisplays, da dieses auch nur horizontal verstellbar ist ([o] = „Standard“). Das optionale 10"-Display ist in alle Richtungen verstellbar und somit auch bei ungünstigem Lichteinfall gut abzulesen und zu bedienen. [+] = „Besser als der Standard“. Auch bezüglich der Sicherheitseinrichtungen nach ISO 10975 (Safety requi-

rements in tractors and machinery for agriculture – Auto guidance systems for operator controlled tractors and self-propelled machines) konnte das Case IH AFS Accuguide RTK die Gesamtbewertung [+] = „Besser als der Standard“ erreichen. So wird die Anwesenheit eines Fahrers kontinuierlich überprüft 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. Letzteres wird auch durch eine zusätzliche Meldung auf dem Terminal angezeigt, genauso wie ein Warnhinweis beim Einschalten des automatischen Lenksystems. Zusätzlich werden alle Störungszustände mit einem deutlich hörbaren Signalton ausgegeben.

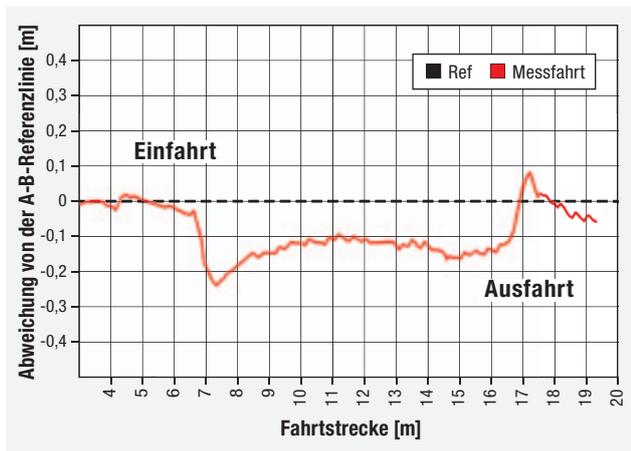


Bild 9: Vergleich Referenz-/Messfahrt auf der Neigungsstrecke

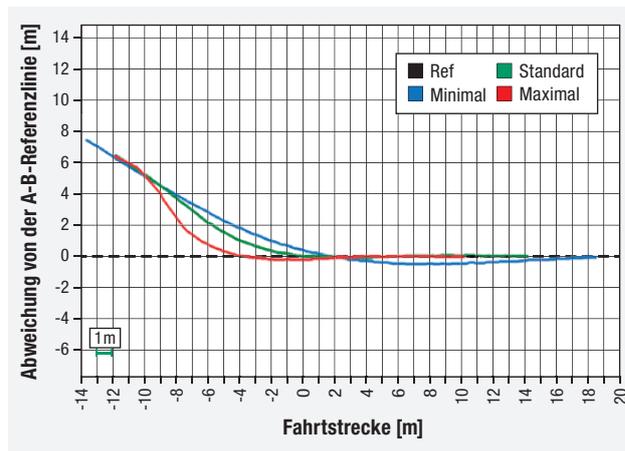


Bild 10: Einlenkverhalten bei verschiedenen Einstellungen

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 Fehlermeldung | |
| Akustische Rückmeldung | Signalton deutlich hörbar | |
| Anmerkungen | Während der Abschattung war eine fast durchgehende Aktivierung der automatischen Lenkung möglich. Die Lenkgenauigkeit verschlechterte sich hierbei auf ca. 8-10 cm bei 8 km/h. | |
| Totalausfall des Korrektursignals | | Bewertung |
| Zeit bis Reaktion bei Signalausfall | 60 sec | Korrektursignal-Ausfall: [o] |
| Zeit bis Reaktion bei Signalwiederkehr | 5 sec | |
| Visuelle Rückmeldung | Ausfall: Bildschirm-Fehlermeldung Wiederkehr: Bildschirm-Icon | |
| Akustische Rückmeldung | Signalton deutlich hörbar | |
| Anmerkungen | Laut Hersteller steht zur Überbrückung von Signalausfällen ein kostenfreies Update auf die „xFill Technologie“ für Systeme mit AFS 372-Empfänger zur Verfügung (nicht bewertet, da zum Zeitpunkt des Tests noch nicht verfügbar). | |

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 Case IH AFS Accuguide RTK ist ein ausgereiftes 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 Lebensmitteln – 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



12-00907
© 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!