

# Bestimmung des Kippwinkels von Traktoren und Landmaschinen auf Prüfständen

Dipl.-Ing. W. Kahlenbach, KDT/Ing. H. Beck, KDT

Um den landwirtschaftlichen Bodenfonds umfassend nutzen zu können, ist die Bewirtschaftung von Hangflächen unumgänglich. Zur Zeit werden in der DDR rd. 220000 ha Hanggrasland in den Südbirken bewirtschaftet, davon etwa 65000 ha mit einer Neigung über 14°. Aber auch die ackerbauliche Nutzung von Hangflächen im Mittelgebirgsvorland sowie auf den Endmoränenrhebungen der Nordbezirke erbringt einen wesentlichen Anteil am Gesamtumfang der Pflanzenproduktion der Republik.

Um den Produktionsprozeß auf geeigneten Acker- und Grünlandflächen so ökonomisch wie möglich zu gestalten sowie ein Maximum an Arbeitssicherheit zu gewährleisten, ist die Untersuchung der Hangtauglichkeit technischer Arbeitsmittel erforderlich.

Die Untersuchungen sind in den Komplex der staatlichen landwirtschaftlichen Eignungsprüfung durch die Zentrale Prüfstelle für Landtechnik (ZPL) Potsdam-Bornim eingeschlossen.

Die Grundlage bildet der Standard TGL 30 120/02 „Bestimmung der Kippwinkel“ (Ausg. Juni 1985). Gleichzeitig werden andere Vorschriften der Standardgruppe TGL 30 120 und TGL 24 626 berücksichtigt.

Der Standard TGL 30 120/02 lehnt sich weitestgehend an den ST RGW 3921-82 (Arbeitsschutz; Maschinen und Traktoren der Land- und Forsttechnik; Prüfmethode; Statische Stabilität) an.

## 1. Ablauf der Untersuchungen

Die Prüfung folgt einem feststehenden Algorithmus:

- Ermittlung des statischen Kippwinkels auf einem Prüfstand:  
durch Kippen ermittelter Neigungswinkel, bei dem eine stehende Maschine vom stabilen zum labilen Gleichgewicht übergeht
- Berechnungen des dynamischen Kippwinkels:  
dynamischer Kippwinkel  
=  $0,5 \times$  statischer Kippwinkel
- Nachweis des dynamischen Kippwinkels:  
Neigungswinkel, bei dem ein Umkippen

der Maschine im praktischen Einsatz bei Einhaltung der maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit gerade noch nicht eintritt

- Ermittlung des Hangeinsatzgrenzwinkels:  
maximal zulässige Hangneigung für den Einsatz der Maschine in Schicht-, Steig- und Falllinie ohne Verminderung der Funktion und Arbeitsqualität der Maschine.

Dieser Algorithmus der Prüfung hat folgenden logischen Zusammenhang:

- dynamischer Kippwinkel =  $0,5 \times$  statischer Kippwinkel
- Hangeinsatzgrenzwinkel  $\leq$  dynamischer Kippwinkel.

Der Standard TGL 30 120/02 legt fest, daß alle Kippwinkel in der Einheit Grad anzugeben sind.

Im weiteren soll vor allem auf die Ermittlung des statischen Kippwinkels auf Prüfständen eingegangen werden, die von der ZPL selbst entwickelt und gebaut wurden.

## 2. Aufbau und Funktion von Kippprüfständen der ZPL

In den Jahren 1973/74 wurde der erste Prüfstand in der Prüfgruppe Caaschwitz in Betrieb genommen. Dieser Prüfstand besteht aus einem Grundrahmen und einer befahrbaren Plattform mit den Abmessungen 3 m  $\times$  8 m, die auf einer Längsseite durch Scharniere mit dem Grundrahmen verbunden ist (Bild 1).

Die Verbindung der anderen Längsseite bilden 2 Teleskopzylinder. Vier Auffahrampen, die beliebig an die Plattform gestellt werden können, gewährleisten ein Befahren derselben von allen Seiten (Bild 2). Der Antrieb erfolgt über ein Hydraulikaggregat, bestehend aus

- E-Motor
- 2 Zahnradpumpen
- 2 hydraulischen Steuerblöcken
- Behälter und Sicherheitsventilen.

Dieser Aufbau gewährleistet die unabhängige Betätigung der Hydraulikzylinder, um eventuelle Ungleichmäßigkeiten der Lastverteilung auszugleichen.

Zur Bestimmung der Winkel wird eine dreh-

bare Scheibe mit Grad-Teilung und Neigungslinien auf eine Grundschiene montiert. Um den Traktoranlenkpunkt bei Aufsattelmaschinen (z. B. sattellastige Anhänger, Kartoffelerntetechnik u. a.) zu simulieren, wird eine Traverse mit Befestigungspunkt auf die Plattform geschraubt. Dabei läßt sich der Befestigungspunkt in begrenztem Maß horizontal und vertikal verschieben. Zur Sicherung der Maschine werden geprüfte Seile und Ketten verwendet. Bei einer Anzahl von Maschinen und Geräten liegt die kritische Kipprichtung zwischen Schicht-, Steig- und Falllinie. Mit den vier Hauptkipprichtungen können nicht alle kritischen Zustände erfaßt werden. Damit dies jedoch in Zukunft möglich ist und auch Maschinen mit größeren Abmessungen untersucht werden können, wurde in den Jahren 1986 bis 1988 ein zweiter Kippprüfstand mit einer Drehplattform entwickelt und in der Prüfgruppe Lauterbach der ZPL aufgestellt. Der Kippprüfstand mit Drehplattform wurde 1989 in Betrieb genommen (Bild 3). Seine Funktionsfähigkeit konnte mit der Bestimmung des Kippwinkels von zwei verschiedenen Mähdrehschern nachgewiesen werden.

Der Prüfstand besteht aus folgenden Baugruppen:

- ortsfeste Kippplattform (Länge 10 m, Breite 4 m)
- mobile, aufsetzbare Drehplattform (Länge 4 m, Breite 3 m)
- Ablagevorrichtung für Drehplattform
- mobiles Antriebsaggregat.

Die ortsfeste Kippplattform stützt sich über zwölf U-Profil-Träger, die jeweils zu Paaren zusammengefaßt sind, auf einem Streifenfundament ab. Sechs einfach wirkende, mehrstufige Hydraulikzylinder sind in der Symmetrielängsachse der Plattform tätig. Die Hydraulikzylinder sind kardanisch in den Profilträgerpaaren aufgehängt. In Verbindung mit zwei wahlweise zu benutzenden Drehachsen ist das rechts- bzw. linksseitige Ankippen der Plattform möglich (Prinzip Zweiseitenkippanhänger).

Universelle achs- und radweise einstellbare

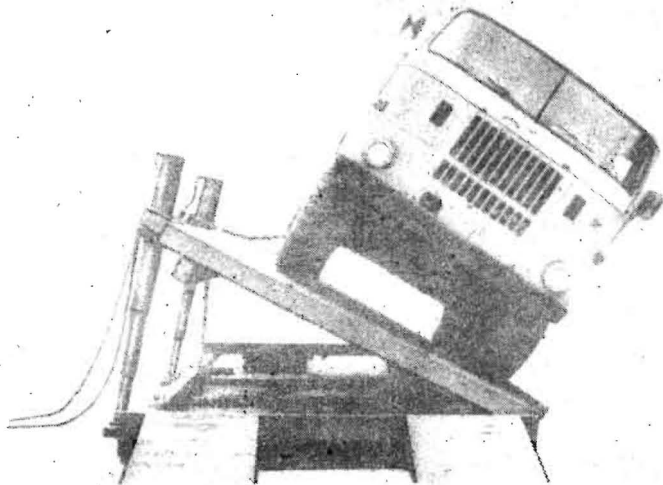


Bild 1. Prüfstand Caaschwitz: NKW W50 in Schichtlinie

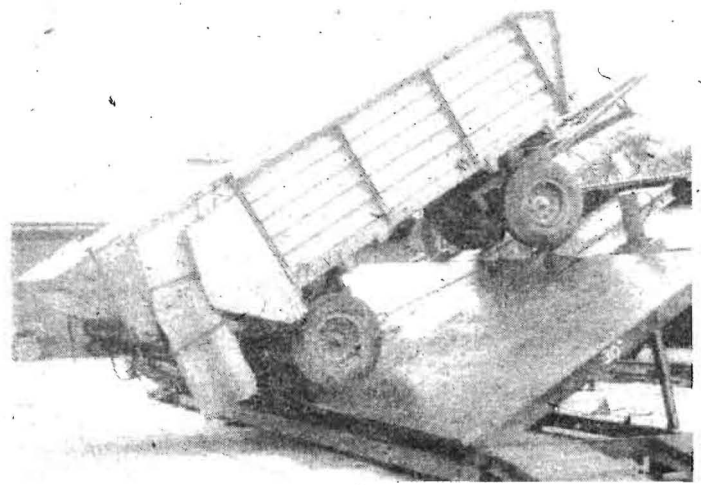


Bild 2. Prüfstand Caaschwitz: Futtermittelverteilwagen L433 in Steiglinie



Bild 3. Prüfstand Lauterbach: Zugtraktor-ZT 303 in Schichtlinie auf der Drehplattform



Bild 4. Prüfstand Lauterbach: Reifendeformation am talseitigen Rad eines Mähreschers (Fotos: W. Kahlenbach 2, H. Beck 2)

Stützkanten ermöglichen eine effektive Kippwinkelermittlung, weil das sonst notwendige Rangieren und Umdrehen der Prüfobjekte dadurch entfällt.

Aufgrund der Plattformabmessung und deren Dimensionierung können auch sehr große landtechnische Arbeitsmittel mit Streckenlasten bzw. Mehrfachpunktlasten bis insgesamt 300 kN auf ihr positioniert werden. Im Schnittpunkt der beiden Plattformsymmetrieachsen ist ein Drehkranz aufgeschraubt, der über Welle und Handkurbel manuell bewegt werden kann. Er dient der mobilen aufsetzbaren Drehplattform als Basis.

Die Drehplattform ist vor allem zur Ermittlung der statischen Kippwinkel bei Traktoren vorgesehen. Sie wird mit dem Drehkranz verschraubt. Bei jeder möglichen Neigung der ortsfesten Kippplattform zwischen 0° und rd. 50° kann die drehbare Plattform und damit, das auf ihr befindliche Prüfobjekt um 360° gedreht werden. Damit kann die Überlagerung von Schicht- mit Steig- oder Falllinien simuliert werden. Bei Nichtgebrauch der aufsetzbaren mobilen Drehplattform werden die acht Schraubverbindungen gelöst und die vier an der Drehplattform angebrachten Räder in Transportstellung gekippt. Zwei einschwenkbar am Ablagebock angelenkte U-Profil-Träger übernehmen eine Brückenfunktion, indem sie sich auf der gegenüberliegenden ortsfesten Plattformkante abstützen.

Die mobile Drehplattform kann damit von der ortsfesten Plattform zum Ablagebock hin und zurück bewegt werden. Der Zweck dieser Lösung ist die Unabhängigkeit von Hebezeugen.

Infolge der größeren räumlichen Entfernung zwischen der Prüfgruppe und dem Prüfstand sowie wegen fehlender Bauhülle wurde ein mobiles Antriebsaggregat konzipiert. Es wird auf einem üblichen PKW-Anhänger transportiert. Im wesentlichen besteht das Aggregat aus einer Radialkolbenpumpe mit verstellbarem Förderstrom, einer Zahnrumpumpe als Steuerstromerzeuger, Elektromotor, Druckbegrenzungsventilen, Wegeventil und Öltank. Die Verbindung zwischen Antriebsaggregat und ortsfester Kippplattform wird durch flexible Hydraulikschläuche, versehen mit den bekannten Schlauchkupplungen, hergestellt.

### 3. Vorbereitung der Prüfmaschine

Entsprechend den Festlegungen der Maschinenhersteller werden vor der Prüfung folgende Parameter ermittelt und – wenn notwendig – eingestellt:

- Reifendimensionen
- Reifeninnendrucke
- Radstand
- Spurweite
- Gesamtmasse
- Achs- und Stützlasten
- Radlasten.

Diese Angaben sowie besondere Rüstzustände, Maschinenkombinationen, Besonderheiten in Arbeits- oder Transportstellung werden im Prüfprotokoll gesondert ausgewiesen.

### 4. Ablauf der Kippprüfung

Umfangreiche Erfahrungen konnten mit dem ersten Kippprüfstand in der Prüfgruppe Caaschwitz gewonnen werden.

Auf dem Prüfstand sind grundsätzlich vier Kipprichtungen realisierbar:

- in Schichtlinie rechts
- in Schichtlinie links
- in Steiglinie
- in Falllinie.

Durch ungleichmäßige Verschiebung der Abstände zwischen den Aufstandpunkten der Maschine und der Kipplinie des Prüfstands können bei diesem Prüfstand in begrenztem Umfang auch Kipprichtungen zwischen Schicht- und Steiglinie sowie Schicht- und Falllinie untersucht werden. Um ein seitliches Abrutschen der Maschine zu verhindern, ist entlang der Kipplinie des Prüfstands eine Stahlschiene befestigt.

Durch geeignete Beilagen zwischen Schiene und Aufstandpunkt der Maschine (z. B. Reifen) wird den Forderungen nach Höhe der seitlichen Abstützungen gemäß Standard TGL 30 120/02 entsprochen. Die vorbereitete Prüfmaschine wird je nach Kipprichtung auf der Plattform aufgestellt. Anschließend werden die hangabseitigen Abstützpunkte der Maschine an die Stützschiene ange stellt.

Nach ordnungsgemäßer Sicherung der Maschine an der Hangoberseite wird die Plattform mit Hilfe der Hydraulikzylinder geneigt. Die Plattform ist so lange gleichmäßig zu kippen, bis einer der Abstützpunkte den Kontakt zum Plattformboden verliert. In dieser Lage ist der Neigungswinkel der Plattform zu mes-

sen. Das Abheben des Abstützpunktes muß z. Z. noch visuell beurteilt werden.

Die Probleme bei der staatlichen landwirtschaftlichen Eignungsprüfung bestehen der Vielfalt der zu untersuchenden Maschinen mit unterschiedlichen Fahrwerksparametern, z. B.

- unterschiedlicher Radstand (UT082, E524)
- unterschiedliche Spurweite (L450A, E303)
- unterschiedliche Spurweite an einer Maschine (E281 u. ä.)
- Einzelachsen, Tandemachsen (HW80.11, HTS100.04).

Diese Unterschiede erfordern eine universelle Anordnung von Radlastwaagen auf der Plattform, die z. Z. technisch nicht ohne Probleme zu realisieren sind. Da die Maximal- bzw. Minimalwerte der Radlasten nicht bei reiner Schicht- bzw. Steig- oder Falllinie auftreten, ist vorgesehen, zukünftig auch die oben beschriebene Drehplattform mit Radlastwaagen auszurüsten, um die Radlasten in Abhängigkeit von den sich überlagernden Neigungen zu ermitteln.

Um den Meßfehler zu minimieren, werden für jede Kipprichtung 3 Einzelkippen durchgeführt. Dabei ist zu beachten, daß Maschinen mit gefedertem Fahrwerk nach jeder Kippung einige Meter auf ebener Fahrbahn fahren müssen, um mögliche Verformungen der hangabseitigen Federn vor der nächsten Kippung auszuschließen.

Erfasst werden die Reifeneinfederungen von tal- und bergseitigen Rädern, vor allem aber die erheblichen Reifendeformationen talseitiger Räder (Bild 4).

Des weiteren ist darauf zu achten, daß bei Transportfahrzeugen, Behälterfahrzeugen u. ä. keine plötzliche Verschiebung der Ladung beim Kippvorgang erfolgt.

Im Verlauf der Kippprüfung können noch andere Parameter ermittelt werden:

- Neigung, bei der bestimmte Vorratsbehälter auslaufen (Tank, Ölbehälter, Starterbatterie u. ä.)
- Neigung, bei der bestimmte Funktionen nicht mehr gewährleistet sind (z. B. keine Funktion des Krafthebers oder der Regelhydraulik durch Luftansaugen der Ölpumpe).

In den vergangenen Jahren wurden Kippprüfungen an rd. 250 verschiedenen Maschinen

Fortsetzung auf Seite 65

# Geprüft: Kertitox-Pflanzenschutzmaschinen der II. Generation

Dipl.-Ing. A. Rump, KDT

Mit den Kertitox-Maschinen der II. Generation soll das internationale Niveau der Pflanzenschutztechnik erreicht werden. Entwicklungsschwerpunkte sind die Verbesserung der Arbeitsqualität und die Vereinfachung der Bedienung.

Die Kertitox-Pflanzenschutzmaschinen der II. Generation bilden eine Baureihe sowohl für Feldkulturen als auch für den Obst- und Hopfenbau. Als Energieträger werden Traktoren der 14- oder 20-kN-Zugkraftklasse verwendet.

## Kertitox Favorit

Die Maschinen für Feldkulturen Kertitox Favorit (Bild 1) werden in 3 Typvarianten konzipiert, die sich in der Arbeitsbreite und im Behälterinhalt unterscheiden (Tafel 1). Bei der Entwicklung wurden folgende wesentliche Änderungen realisiert:

- größerer Behälter mit verbessertem Rührwerk (2 Rührrohre), Füllstandanzeige und Siebkorb mit Einspülvorrichtung für pulverförmige Pflanzenschutzmittel (PSM)
  - Brühesystem mit zwei Pumpen (eine Membranpumpe ausschließlich für Applikation und Einspülen von PSM; eine Kreiselpumpe zur Sicherung eines großen, ständig gleichbleibenden Rührstroms)
  - neue Keramik-Pralldüsen (Bild 2, Tafel 2), Mehrfachdüsenhalter mit Membran-Nachtropsicherung (Bild 3) und Winkelstücke (Bild 4)
  - Brüheflußsteuerung und Druckeinstellung aus der Fahrerkabine
  - Gleichdruckarmatur, die den Arbeitsdruck unabhängig von der Anzahl der arbeitenden Düsen und der Pumpendrehzahl konstant hält
  - pendelnde Aufhängung der Ausleger mit hydraulisch betätigter Hanganpassung
  - flüssigdüngerechte Ausführung des brüheführenden Systems
- Düsenabstände von 750 und 1000 mm, die in Verbindung mit den Winkelstücken (Veränderung des Abspritzwinkels  $\pm 60^\circ$  zur Senkrechten) eine Anwendung schadenerregender orientierter Technologien ermöglichen.

Während der Funktionsprüfung der Maschinen KF20/18 und KF30/24 wurden im Ver-

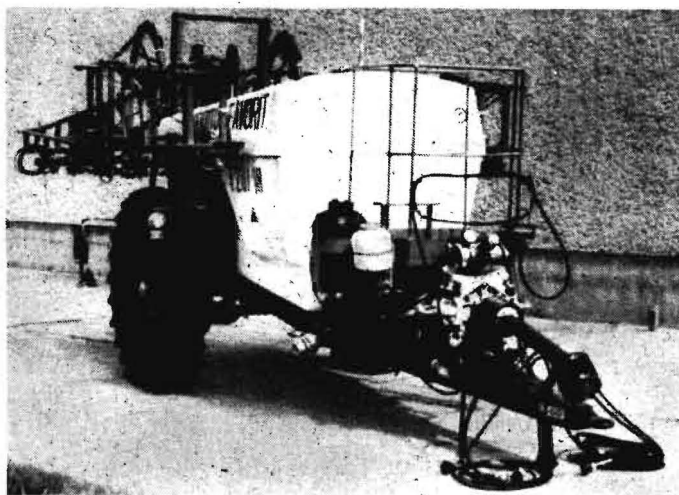


Bild 1  
Pflanzenschutzmaschine Kertitox Favorit KF20/18

Tafel 1. Ausgewählte technische Daten der Pflanzenschutzmaschinen Kertitox Favorit

		KF 10/12	KF 20/18	KF 30/24
Arbeitsbreite	m	12	18	24
Behälterinhalt	l	1 150	2 300	3 560
Leermasse	kg	1 075	1 465	1 960
Spurweite	mm	1 500...2 100	1 440...2 000	1 410...1 930
Bereifung		8-36	9,5-36	13,6-R 38
Brühförderpumpe		6-Kammer-Membranpumpe		Kreiselpumpenkombination
Arbeitsdruck	MPa	0,2...1,0	0,2...1,0	0,2...1,0
Volumendurchsatz	l/min	190...220	170...180	220...360
Rührwerkpumpe		Kreiselpumpe		
Volumendurchsatz	l/min	150	250	200
Düsen		Keramik-Pralldüsen der Größen 1 bis 4		
Düsenanzahl		24	36	48
Düsenabstand	mm	750; 1 000	750; 1 000	750; 1 000
Abspritzhöhe				
minimal	mm	650	725	460
maximal	mm	1 600	1 700	1 710

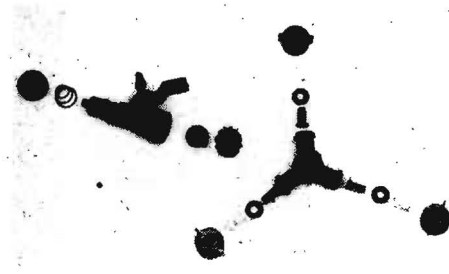
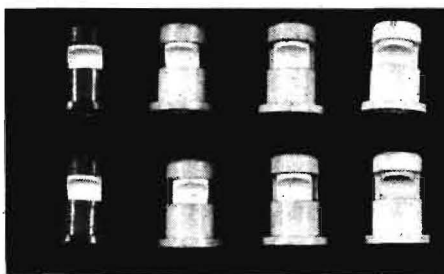


Bild 2. Keramik-Pralldüsen

Bild 3. Explosivdarstellung des Dreifachdüsenhalters

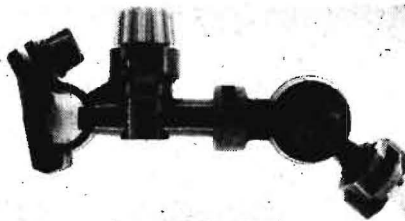


Bild 4. Einfachdüsenhalter mit Winkelstück und Düse

Fortsetzung von Seite 64

und Geräten bzw. verschiedenen Aufbauten und Rüstvarianten durchgeführt. Dazu gehören u. a.

- alle Traktoren, die einer staatlichen landwirtschaftlichen Eignungsprüfung unterzogen wurden
- Mähdrescher E514, E516, E517, E524, z. T. mit verschiedenen Reifen (Radialreifen, Diagonalreifen)
- sattellastige Anhänger, wie T 088, HTS60.04, HTS71.04, HTS100.04, HTS101.27 mit verschiedenen Aufbauten
- Anhänger HW80.11, HW60.11 mit Normalpritsche oder mit einheitlichem Aufbautensystem (EAS)
- NKW W50, L60, LIAZ, Ural. A5800

Tafel 2. Parameter der Keramik-Pralldüsen

Düsen- größe	Düsen- farbe	Bohrungs- durchmesser	Volumen- durchsatz <sup>1)</sup>	max. Ab- weichung zum Mittel- wert %	Spritz- winkel <sup>1)</sup>	Variations- koeffizient <sup>1)</sup>
		mm	l/min		°	%
1	weiß	1,40	2,2	±5,0	117	7,6...10,9
2	grau	1,72	3,2	±3,4	129	10,0...16,0
3	gelb	2,03	4,5	±6,0	133	12,5...14,4
4	rot	2,50	6,3	±4,5	138	10,2...15,8

1) Prüfdruck 0,3 MPa