

Aus dem Institut für Landtechnik der TU München in Weihenstephan

Ein methodischer Versuch zur Ermittlung der Sichtverhältnisse an Ackerschleppern

Von H. Auernhammer, H. Schön und H. R. Wätjen¹⁾

Zusammenfassung

Mit der aufgezeigten Methode zur Ermittlung der Sichtverhältnisse an Ackerschleppern wurde versucht, objektive ergonomische Kennwerte zu erstellen. Dabei zeigte sich, daß für eine allgemeine Anwendung ergänzende methodische Arbeiten erforderlich sind und eine Gesamtauswertung über die Datenverarbeitung von Vorteil wäre. Die untersuchten Schlepper der Bauarten „Standardschlepper, Geräteträger und System- oder Trac-Schlepper“ zeigten erhebliche Unterschiede in bezug auf die Sichtfeldeinengung. Äußerst ungünstig schnitt dabei der untersuchte Trac-Schlepper ab, während der Geräteträger sehr günstig lag und der Standardschlepper eine Zwischenstellung einnahm. Schon diese ersten Ergebnisse unterstützen die Forderung, derartige Untersuchungen auf alle Schlepperfabrikate und -typen auszudehnen, um damit dem Landwirt eine zusätzliche Entscheidungshilfe an die Hand zu geben.

Summary

The visibility on tractor driver places nowadays is considered subjectively. In the shown method it is tried to find an objective classification for it.

With this method three tractor-types have been analyzed. The least unvisibility thereby has brought the tool carrier. A medium position was ascertained from the standard tractor, rear wheel driven, whereas the worst result in this examination had the so-called „system-tractor“.

After this first method use methodic improvements have been necessary and with it, the extended method is able to produce objective criterious for all types of tractors. In this way a very useful help for farmers could be possible, if tractor tests include the ascertainment of visibility.

1. Zur Situation bei der Schlepperprüfung

Die Schlepperprüfung nach den OECD-Standard Code bringt dem Landwirt heute eine Vielzahl an Informationen. Sie beziehen sich aber fast ausschließlich auf die Untersuchung technisch-konstruktiver Details. Als einzige abweichende Information erhält er Auskunft über das Geräusch des Schleppers in der Umgebung und am Ohr des Fah-

rers, während Angaben über den Arbeitsplatz „Schlepper“ fast vollständig fehlen. Dies ist um so bedauerlicher, als durch die zunehmende Konsolidierung der Schleppertechnik und durch die Bestrebungen nach dem „humanen Arbeitsplatz“ auch für die ergonomischen Bedingungen eines Ackerschleppers objektive, d. h. vergleichbare Kennzahlen benötigt werden. Deshalb wurde von uns versucht, durch die Ermittlung der Sichtverhältnisse an Ackerschleppern eine methodische Lücke zu schließen; Methode und Ergebnisse sollen hiermit zur Diskussion gestellt werden.

¹⁾ Die Versuchsdurchführung erfolgt durch Herrn Ing. agr. J. REINHOLZ.

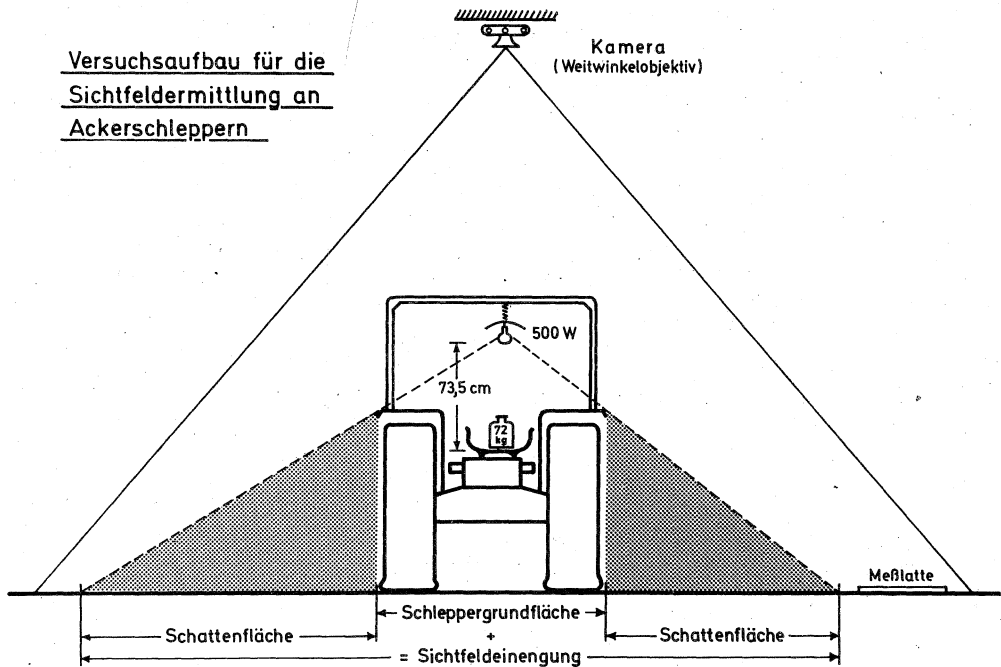


Abb. 1: Der Versuchsaufbau zur Ermittlung der Sichtfeldeinengung an Ackerschleppern

2. Zur Methode- und zum Versuchsaufbau

Das Sehfeld der Augen richtet sich nach strengen geometrischen Regeln (4). Deshalb ist es möglich, die Sichtverhältnisse an Arbeitsplätzen über Lichtstrahlen zu ermitteln. Diese Möglichkeit führte zur Untersuchung der Schleppersichtverhältnisse nach Abb. 1.

Dabei wurde das Auge des Schlepperfahrers durch eine Lampe ersetzt. Zur vollen Vergleichbarkeit wurde zudem der Schleppersitz mit einem Durchschnittsgewicht des „Standardmenschen“ (2) belastet und falls technisch möglich der gleiche Abstand des Sitzes zu den Kupplungs- und Bremspedalen eingehalten.

Unter diesen Bedingungen bildet die Oberfläche des Schleppers für den Fahrer eine nicht einsehbare Fläche auf den Boden, die hier mit Schleppergrundfläche bezeichnet wird. Im dunklen Raum erzeugt die eingeschaltete Lampe

außerdem eine Schattenfläche in der Verlängerung der Linie Auge—Schlepperoberkante zwischen der Schattenkante und dem Auftreffen der Lichtstrahlen auf dem Boden. Die Schleppergrundfläche und die Schattenfläche ergeben zusammen die Sichtfeldeinengung.

Wird diese Schattenfläche aus konstanter Höhe fotografisch festgehalten und in das Bild eine Meßplatte als Maßstab mit einbezogen, dann ist die Ermittlung der Sichtfeldeinengungsfläche durch Auszählen mit einem Quadratraster relativ einfach.

Im Versuchsaufbau war die räumliche Höhe zwischen Kamera und Boden begrenzt, weshalb das Gesamtbild aus mehreren Teilbildern gebildet werden mußte. Schwierigkeiten bereitete auch die Ermittlung der Schleppergrundfläche, weil die bildliche Verzerrung der über dem Boden befindlichen Schlepperbauteile sehr groß wurde. Deshalb wurden vom einzelnen Schlepper je eine

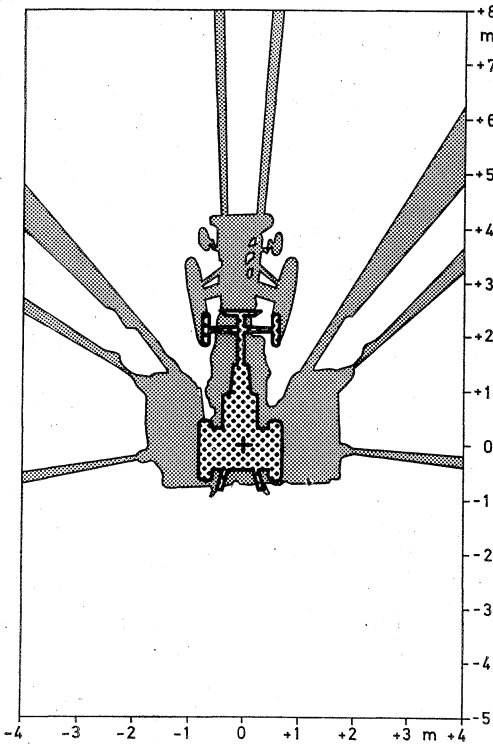


Abb. 2: Schleppergrundfläche und Schattenfläche am Beispiel eines Geräteträgers (ohne Ladefläche) bei Lichtpunktmessung

Aufnahme senkrecht über dem Schleppereckpunkt und zusätzlich eine Aufnahme senkrecht über dem Augenpunkt erstellt. Durch den Vergleich mit den echten Maßen konnte daraus ausreichend genau die Schleppergrundfläche ermittelt und in das Gesamtbild eingefügt werden.

3. Ergebnisse der Untersuchungen

Zur Überprüfung der aufgezeigten Methode wurde je ein Schlepper der Bauarten „Standardschlepper, Geräteträger und System- oder Trac-Schlepper“ in den Versuch einbezogen. Die dafür erzeugten Gesamtbilder der Sichtfeldeinengung zeigen die Abb. 2 bis 5. Zur weiteren Vergleichbarkeit wurde

nun das Rundumsichtfeld in verschiedene Sektoren eingeteilt. Dabei lag auch der Gedanke zugrunde, daß der Schlepper verschiedene Anbauräume besitzt und daß für diese Anbauräume gesondert die Sichtfeldeinengung ermittelt werden sollte (Abb. 6). Den ersten Sektor stellt dabei das Frontsichtfeld dar, welches nach SCHMIDTKE (4) auch Fixierfeld genannt wird und einen Winkel von je 30° zu beiden Seiten der Nulllinie umschließt. Es folgen dann die beiden seitlichen Sichtfelder an jeder Schlepperseite und das Hecksichtfeld. Werden die untersuchten Schlepper nach diesem Schema ausgewertet, dann entsteht das Ergebnis von Abb. 7. Dort wird ersichtlich, daß vor allem der untersuchte Trac-Schlepper eine sehr große Schattenfläche wirft. Nur etwa

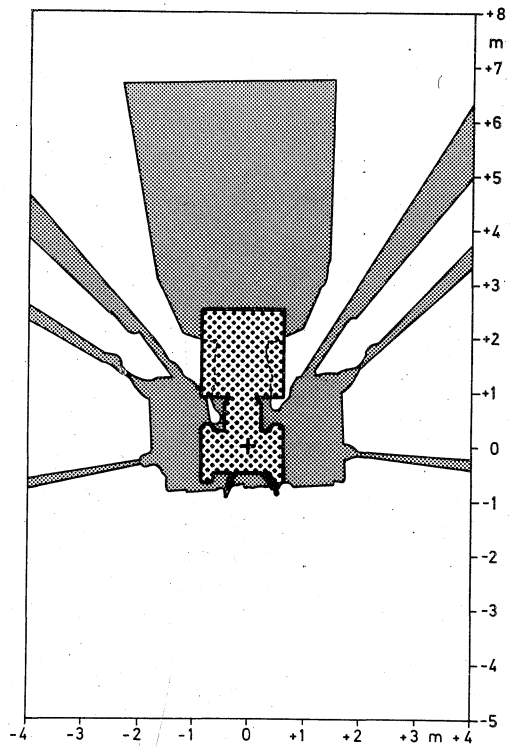


Abb. 3: Schleppergrundfläche und Schattenfläche am Beispiel eines Geräteträgers (mit Ladefläche) bei Lichtpunktmessung

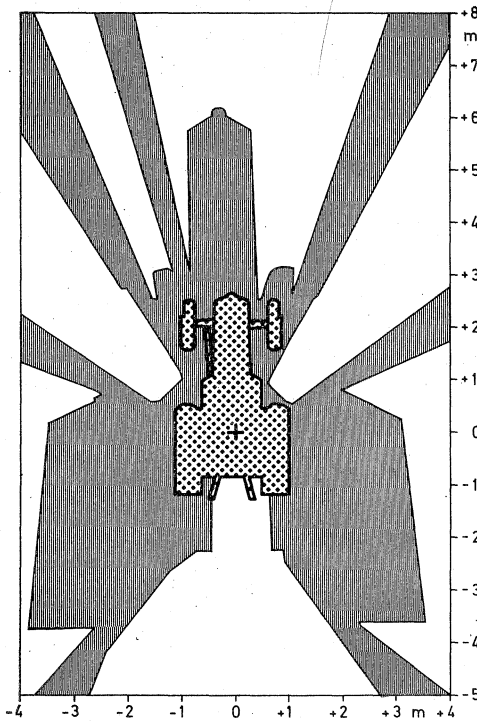


Abb. 4: Schleppergrundfläche und Schattenfläche am Beispiel eines Standardschleppers bei Lichtpunktmessung

die Hälfte von dieser besitzt der Geräteträger ohne Ladepritsche. Es ist aber auch zu ersehen, daß der Anteil des Hecksichtfeldes bei allen Schlepperbauarten sehr gering ist und daß speziell beim Standard- und beim Trac-Schlepper die seitlichen Sichtfeldeinengungen einen starken Einfluß auf die Gesamtsichtfeldeinengung ausüben. Bei der erstgenannten Bauart sind daran vor allem die breiten, eckig ausgeformten Kotflügel des Versuchsschleppers als Verursacher zu nennen, während beim Trac-Schlepper die ungünstige Ausführung der Kabinentüren und -holme ihren Beitrag zum sehr negativen Ergebnis lieferten.

Aber auch das Frontsichtfeld erfährt durch die breite Motorhaube des Trac-Schleppers eine sehr starke Beeinträchtigung, sie ist genau so groß wie jene

am Geräteträger durch die Ladepritsche.

4. Kritik an der angewendeten Methode

Insgesamt konnte die angewendete Methode die Erwartungen erfüllen. Allerdings zeigten sich Schwierigkeiten bei der Ermittlung der Schleppergrundfläche, auch befriedigte die zu praxisfremde Annahme eines Lichtpunktes nicht. Darauf aufbauend wurden deshalb weitere methodische Arbeiten durchgeführt (Abb. 8). Während die Schattenkante (S) bei der Methode bisher durch fotografische Aufnahmen aus vertikaler Richtung direkt ermittelt wurde, läßt sie sich ebenso trigonometrisch bestimmen. Dazu bedarf es aber einer zweiten Lichtquelle, welche alter-

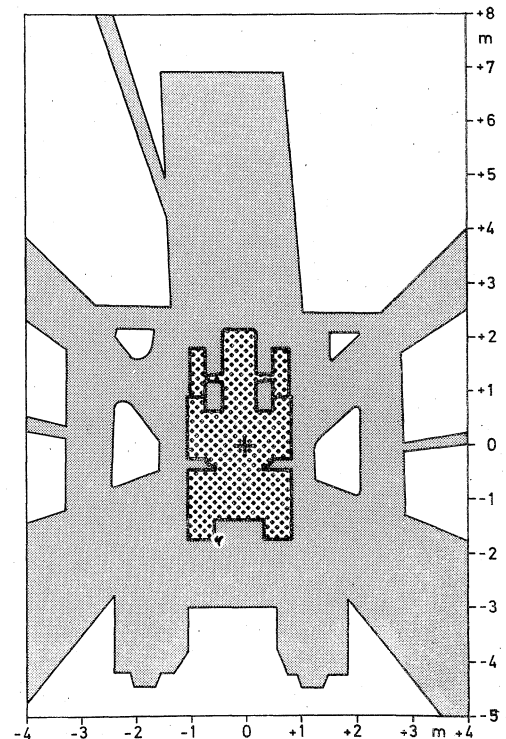


Abb. 5: Schleppergrundfläche und Schattenfläche am Beispiel eines Trac-Schleppers bei Lichtpunktmessung

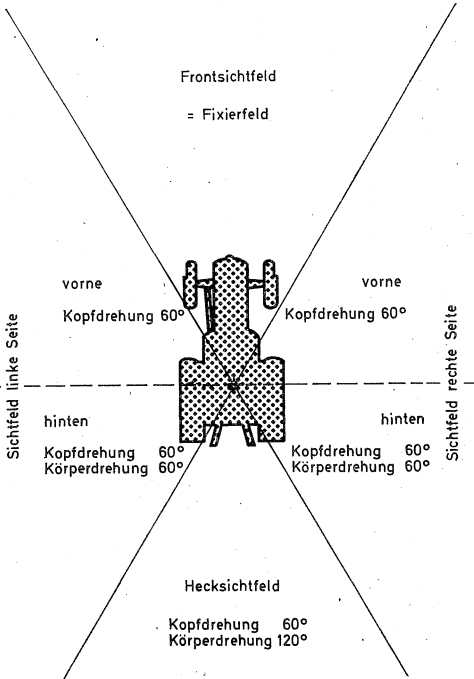


Abb. 6: Einteilung des Rundumsichtfeldes in verschiedene Sichtungsektoren

nierend zur ersten, in Augenhöhe befestigten Lampe aus einer darüber- oder darunterliegenden Position eine

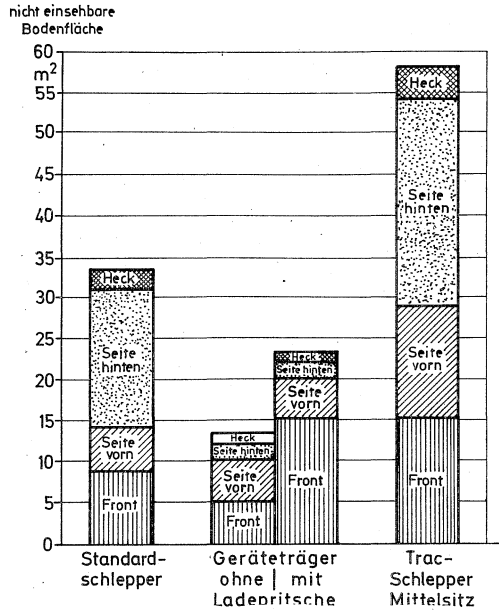


Abb. 7: Die Schattenflächen an den untersuchten Schleppern verschiedener Bauart

zweite Lichtflächengrenze (L) erzeugt. Über die meßbaren Strecken PH, HH, PL und PL kann dann S nach dem Cosinussatz der Dreiecks HH'S errechnet werden und dieser Punkt erlaubt nun

Meßbar: \overline{PH} , \overline{HH} , \overline{PL} , \overline{PL}

Errechenbar: $\text{tg } \alpha = \frac{\overline{PL}}{\overline{PH}}$ $\rightarrow \sphericalangle \alpha$
 $\sin \delta = \frac{\overline{PH}}{\overline{HL}}$

$\text{tg } \alpha' = \frac{\overline{PL'}}{\overline{PH'}}$ $\rightarrow \sphericalangle \alpha'$
 $\sin \alpha' = \frac{\overline{PL'}}{\overline{H'L'}}$
 $\sphericalangle \beta' = 90 - (180 - \alpha) - \alpha'$ $\rightarrow \sin \beta'$

$\overline{HS} = \frac{\overline{HH'} \cdot \sin \beta'}{\sin \alpha'}$

$\overline{H'K} = \overline{HS} \cdot \sin \delta$
 $\overline{PS'} = \overline{HK} \cdot \text{tg } \alpha$

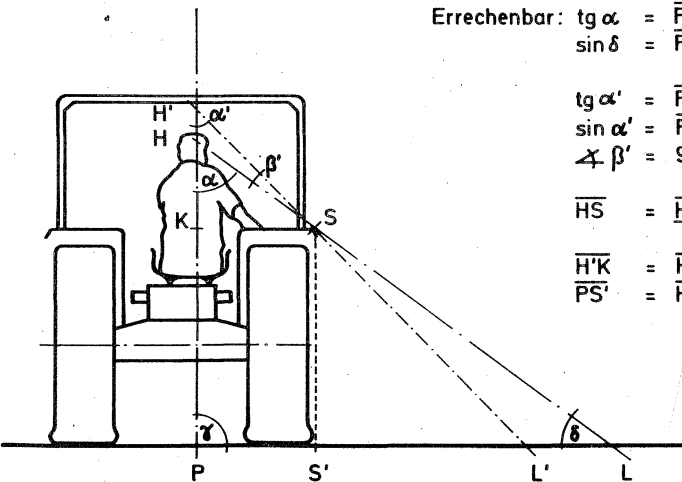


Abb. 8: Die Geometrie des Strahlenganges beim Einsatz von zwei Lichtquellen

die Bestimmung von Höhensichtlinien. Wird zusätzlich anstelle nur je einer Lampe eine kreisförmige Lichtquelle eingesetzt, dann entsteht eine Lichtfläche, welche die in der Praxis üblichen Kopf- und Oberkörperbewegungen des Schlepperfahrers berücksichtigt (Abb. 9).

Über die beiden Maßnahmen wird es nun möglich, Anbaugeräte in die Anbauräume einzuprojizieren (Abb. 10). Dies bedeutet am Beispiel einer 4 m breiten Drillmaschine im Heckanbau eine exakte Ermittlung der nicht einsehbaren Schattenfläche in bezug auf die Einlauföffnungen der Saatrohre und der frühestmöglichen Erkennungsmöglichkeit bei Gegenständen zwischen den Säscharen.

Die so erweiterte Methode erfordert aber einen sehr hohen Rechenaufwand

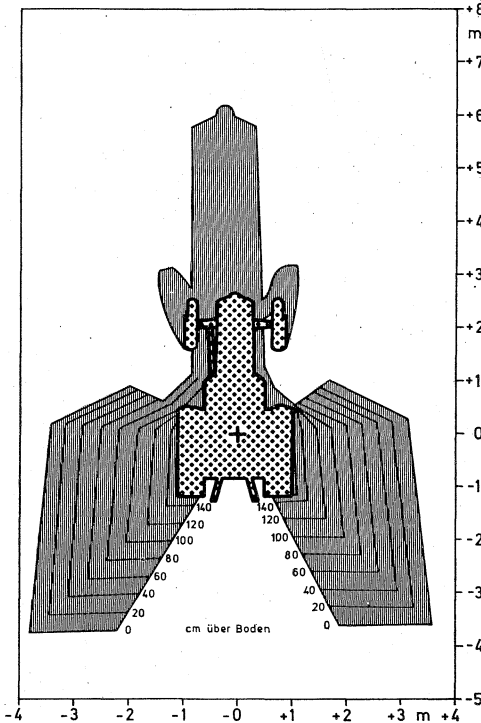


Abb. 9: Schleppergrundfläche und Schattenfläche am Beispiel eines Standardschleppers bei Lichtflächenmessung

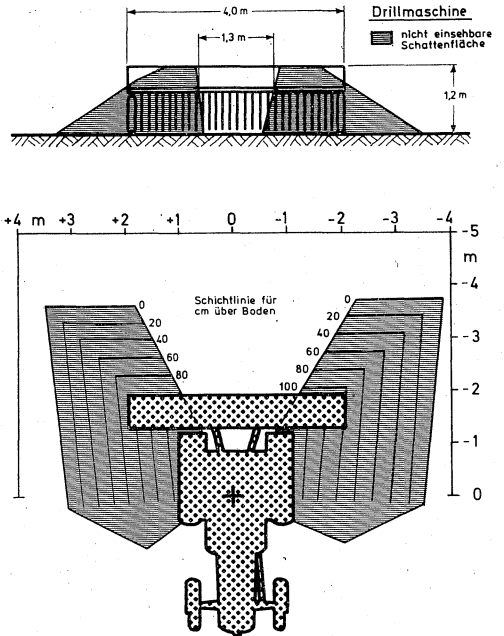


Abb. 10: Die Sichtfeldeinengung für den untersuchten Standardschlepper in bezug auf die Drillmaschine

und muß deshalb der EDV zugänglich gemacht werden. Vorgesehen ist dazu die Dateneingabe direkt vom Foto mit der Gesamtsichtfeldeinengung über einen Digitalisierer und die Ausgabe von

Schleppergrundfläche
Schattenfläche für die Sichtlinien und typ. einprojizierte Anbaugeräte

über einen Plotter. Zusätzlich müßten die absoluten Zahlen der genannten Parameter auch für die einzelnen Sichtfeldteile errechnet werden. Es wäre dann auch möglich, modellhafte Sitzpositionsveränderungen zu simulieren und damit dem Konstrukteur von Ackerschleppern ein wertvolles Hilfsmittel zu liefern.

Literaturverzeichnis

1. Dupuis, H. und Hartung, E.: Zur Gestaltung und Anordnung von Schleppersitzen. Die Landarbeit 22 (1971), 4. 11,81.

2. *Glasow, W.*: Grundlagen für eine Arbeitsplatzgestaltung. DLG Manuskript 3, 1973.
3. *Isensee, E.*: Arbeitswissenschaftliche Kriterien und Mechanisierungsverhalten der Landwirte. Die Landarbeit 23 (1972), 5, 35—38.
4. *Schmidtke, H.*: Ergonomie 1 — Grundlagen menschlicher Arbeit und Leistung. Carl Hanser Verlag München, 1973.
5. *Wätjen, H. R.*: Eine Methode zur Untersuchung der Sichtverhältnisse bei verschiedenen Schlepperbauarten. Diplomarbeit Weihenstephan 1976.